



**RAFAEL RAVANELI CHAGAS**

**REAÇÃO DE CLONES DE BATATA TOLERANTES AO  
CALOR À PINTA PRETA (*Alternaria spp.*), PODRIDÃO MOLE  
(*Pectobacterium carotovorum*), PVY e PVX**

**LAVRAS - MG**

**2017**

**RAFAEL RAVANELI CHAGAS**

**REAÇÃO DE CLONES DE BATATA TOLERANTES AO  
CALOR À PINTA PRETA (*Alternaria spp.*), PODRIDÃO MOLE  
(*Pectobacterium carotovorum*), PVY e PVX**

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 Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

Orientador

Dra. Silvia Regina Rodrigues de Paula Ribeiro

Co-orientadora

**LAVRAS - MG**

**2017**

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

Chagas, Rafael Ravaneli.

Reação de clones de batata tolerantes ao calor à pinta preta  
(*Alternaria* spp.), podridão mole (*Pectobacterium carotovorum*),  
PVY e PVX / Rafael Ravaneli Chagas. - 2017.

65 p.

Orientador(a): César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Coorientador(a): Silvia Regina Rodrigues de Paula Ribeiro.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. *Solanum tuberosum* L. 2. tolerância ao calor. 3. resistência a  
doenças. I. Pinto, César Augusto Brasil Pereira. II. Ribeiro, Silvia  
Regina Rodrigues de Paula. III. Título.

**RAFAEL RAVANELI CHAGAS**

**REAÇÃO DE CLONES DE BATATA TOLERANTES AO CALOR À PINTA PRETA  
(*Alternaria* spp.), PODRIDÃO MOLE (*Pectobacterium carotovorum*), PVY e PVX**

**REACTION OF POTATO CLONES TOLERANT TO HEAT STRESS TO  
EARLY BLIGHT (*Alternaria* spp.), SOFT ROT (*Pectobacterium carotovorum*), PVY  
AND PVX**

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 Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 24 de Fevereiro de 2017

Dr. Guilherme Henrique Martins Rodrigues Ribeiro– UFSCAR.

Dr. Ricardo Magela de Souza - UFLA

Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

Orientador|

Dra. Silvia Regina Rodrigues de Paula Ribeiro

Co-orientadora

**LAVRAS - MG**

**2017**

*Aos meus pais Edilson e Tânia e aos meus irmãos Leonardo e João Vitor, **Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Edilson e Tânia e aos meus irmãos Léo e João Vitor por serem a família mais “pika das galáctea” por me apoiarem sempre e serem a base de tudo, amo vocês.

A Ariadne (Ariri), pelo companheirismo, pelas festas, por aguentar a zoeira e auxílio no trabalho.

Ao professor César pelos ensinamentos, pela paciência, pelos conselhos passados e pelo exemplo de pessoa. Com certeza esses conselhos contribuíram com a minha formação profissional.

À Silvia pelo auxílio durante a execução desse trabalho, conselhos, orientação e amizade durante o período de mestrado.

Aos membros da banca Professor Guilherme e Professor Magela por aceitarem o convite para a banca e pelo enriquecimento desse trabalho.

Aos batateiros, em especial, Márcio (Mestre dos magos), Mário (Bola), Cláudio (Tela Azul), Antônio (Carcaça), Carlos (Roska), Tiago (Martelo), Rafa e Maiara por tornarem os dias de trabalho mais leves, animados e pelos lanches. Esse grupo foi essencial para a realização desse trabalho.

Ao Lamartine, Fernanda, Antônio e demais pessoas do Laboratório de Genética Molecular por me aturarem e sanarem as minhas dúvidas durante todo esse período.

Ao Professor Ricardo Magela, por permitir que eu utilizasse seu laboratório, e a Ana, Bruna, Melina e demais pessoas do Laboratório de Fitopatologia pelo auxílio.

Ao professor José Eduardo, por permitir que eu trabalhasse no laboratório de cultura de tecidos e ao Evaldo que me auxiliou durante todo o período em que estive no laboratório

Ao pessoal da República Cunhão de Touro, Marcinho, Tibas, Renatão, Rafael (Big Horse), Dayane (Kejim), Brena que foram uma família para mim aqui durante todo esse período.

A turma 2015/1, os “apáticos”, estes que eram companheiros para todas as horas e estiveram sempre presentes em todos os momentos durante esses dois anos, seja para estudar ou apenas tomar uma depois de tudo.

Ao pessoal da “sementes”, Noêmia, Raquel, Maria Alice, Vitor, Mayara pelo companheirismo.

Aos meninos da Tipo 1 Bar, Dennis, Tutu, Giba, Afonso e aos demais integrantes que me adotaram e me tornaram um deles.

Em especial aos meus amigos, Emanuel, Gabrielzinho, Cariok, Bola, Gui, Roxane, Fernanda Souza, Fernanda Castro, Carolzinha, Isa, Margot que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram durante o mestrado.

A todos os professores do Programa que foram essenciais à minha formação profissional e me possibilitaram chegar até aqui.

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

A todo o pessoal do DBI, Lilian, Rafa, Dona Iron, Zélia pela gentileza e prontidão de ajudar sempre.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

Para todos os amigos do GEN que contribuíram de forma imprescindível para a minha vida acadêmica.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) no Brasil é acometida por diversos fatores bióticos e abióticos que limitam o potencial produtivo das cultivares utilizadas pelos produtores. Entre esses fatores a tolerância às altas temperaturas merece destaque, pois a maioria das cultivares utilizadas no país foram melhoradas em países de clima temperado. Além das altas temperaturas outro fator limitante é a maior pressão de patógenos que ocorrem no país, quando comparado aos países temperados. Entre as doenças que acometem a cultura da batata pode-se destacar a pinta preta (*Alternaria grandis*), a podridão mole (*Pectobacterium carotovorum*) e as viroses PVY e PVX. Este trabalho objetivou avaliar a resistência de clones previamente selecionados sob condições de altas temperaturas, às doenças: pinta preta, podridão mole, PVY e PVX. Além disso, os clones foram avaliados em campo quanto ao seu desempenho agrônomico. Foram utilizados 57 clones do programa de melhoramento de batata da UFLA. A resistência à pinta preta foi avaliada *in vitro* inoculando discos de micélio em plântulas obtidas por meio das brotações dos tubérculos. A resistência a podridão mole foi avaliada por meio da inoculação de suspensão de bactérias, na concentração de  $10^7$  UFC's em orifícios de 6 mm de diâmetro e 1,5 cm de profundidade feitos diretamente nos tubérculos. A resistência às viroses PVY e PVX foi analisada utilizando marcadores moleculares, para a detecção da presença dos alelos *Ryadg* e *Rx1*, respectivamente. Como testemunhas foram utilizados genótipos sabidamente resistentes ou suscetíveis para cada doença. Os clones experimentais foram avaliados em duas safras no campo para avaliação dos caracteres agrônomicos, na safra de inverno de 2015 e na safra da seca de 2016, em delineamento de blocos completos casualizados. Foram encontrados clones mais produtivos e responsivos que as cultivares, nos experimentos de campo, demonstrando a maior tolerância ao calor e responsividade a temperaturas amenas. Foi possível identificar clones que apresentaram bom desempenho agrônomico e resistência à uma ou mais doenças merecendo destaque os clones GRO 01-24, GMR 15-38, GMR 03-54, GMR 11-60. Sugere-se a utilização destes clones como genitores em programas de melhoramento objetivando aumentar a tolerância ao estresse de calor bem como dos níveis de resistência às doenças avaliadas.

**Palavras chaves:** *Solanum tuberosum* L.; tolerância ao calor; resistência a doenças.

## ABSTRACT

The potato crop (*Solanum tuberosum* L.) in Brazil is affected by several biotic and abiotic stresses that limit the productive potential of cultivars used by the producers. Among these factors tolerance to high temperatures deserves to be highlighted, since most cultivars used in the country were improved in temperate regions. In addition to high temperatures another limiting factor is the increased inoculum pressure that occur in Brazil when compared to temperate countries. Among the diseases that affect the potato crop the most important are early blight (*Alternaria grandis*), soft rot (*Pectobacterium carotovorum*) and PVY and PVX viruses. This work aimed to evaluate the resistance of clones previously selected for tolerance to high temperatures, to the diseases: early blight, soft rot, PVY and PVX. In addition, clones were evaluated in the field for their agronomic performance. A total of 57 clones of the UFLA potato breeding program were used. Early blight resistance was evaluated *in vitro* by inoculating mycelial discs onto plantlets obtained from tuber buds. Resistance to soft rot was evaluated by inoculating bacterial suspension in the concentration of  $10^7$  UFC's in holes of 6 mm in diameter and 1.5 cm deep made directly into the tubers. Resistance to PVY and PVX viruses were evaluated using molecular markers for the *Ryadg* and *Rx1* alleles, respectively. Genotypes resistant or susceptible to each disease were used as controls. The experimental clones were evaluated in two growing seasons in the field for agronomic traits, in the winter of 2015 and in the dry season of 2016, in a randomized complete block design. More productive and responsive clones than the cultivars were found in the field experiments, demonstrating the greater tolerance to heat stress and responsiveness to mild temperatures. We identified clones that showed good agronomic performance and presented resistance to one or more diseases, and the most outstanding were GRO 01-24, GMR 15-38, GMR 03-54, GMR 11-60. We suggest their use in future breeding programs to increase heat tolerance and resistance levels to the diseases evaluated.

**Key words:** *Solanum tuberosum*; heat tolerance; disease resistance.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1	Importância da cultura da batata .....	13
2.2	Melhoramento em condições tropicais .....	14
2.3	Melhoramento e resistência a podridão mole .....	16
2.4	Melhoramento e resistência à pinta preta .....	18
2.5	Melhoramento e resistência a viroses .....	21
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1	Avaliação do desempenho agronômico .....	25
3.	Avaliação de Resistência a podridão mole .....	26
3.3	Avaliação de resistência a pinta preta .....	28
3.4	Resistência a viroses .....	29
3.5	Análises Estatísticas .....	30
4	<b>RESULTADOS</b> .....	32
4.1	Desempenho agronômico .....	32
4.2	Resistência a podridão mole .....	43
4.3	Resistência a pinta preta e viroses .....	47
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	50
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	53
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54
	<b>APÊNDICES</b> .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é o quarto alimento mais importante no mundo, sendo a principal hortaliça em produção e consumo. O Brasil apresenta uma produtividade de aproximadamente 28 t ha<sup>-1</sup>, estando acima da média mundial que fica em torno de 19 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2016). Mesmo com essa alta produtividade, o país ainda sofre com a ocorrência de problemas fitossanitários e a falta de genótipos adaptados às condições brasileiras. Isso ocorre porque a maioria dos produtores utiliza cultivares de origem europeia, tornando necessário a utilização de grande quantidade de insumos para realizar a proteção do cultivo e importação de tubérculos semente (DELEO; RAMOS, 2012).

No Brasil, o cultivo de batata ocorre o ano todo e em várias regiões, sendo a temperatura um dos fatores que mais dificulta a sua produção. No período inicial de desenvolvimento da cultura a temperatura ideal está entre 10 a 20° C, sendo que maioria das cultivares tuberiza melhor com 15,5° C. Os problemas causados pelo calor dependem do estágio em que ocorrem, evidenciando principalmente a redução da qualidade de tubérculos e quedas na produtividade. Essa queda de produtividade se dá por meio da redução do ciclo vegetativo da cultura, com isso, há uma menor alocação de fotoassimilados para os tubérculos, conseqüentemente menor produtividade das plantas e peso específico dos tubérculos, reduzindo a matéria seca. Além do fator calor, a cultura é acometida por um grande número de doenças fúngicas, bacterianas e viróticas e com uma pressão de inóculo maior quando comparado a países de clima temperado.

Entre as doenças fúngicas, uma que se destaca é a pinta preta, causada por várias espécies do gênero *Alternaria*, sendo que no Brasil a maior incidência tem se atribuído a *Alternaria grandis* (ALVARENGA et al., 2016), que em condições ideais de clima causa redução na área fotossinteticamente ativa e conseqüente redução do rendimento. Dentre outras doenças, o vírus que mais tem causado danos na cultura é o *Potato virus Y* (PVY), que pode acarretar em perda direta de 30% até 100% de produção, podendo ocorrer simultaneamente ao *Potato virus X* (PVX) que potencializa os sintomas causados pelo PVY. Além disso, pode causar danos indiretos pela necessidade de se adquirir tubérculos novos a cada plantio e a compra de inseticidas para controle de vetores, uma vez que não há controle químico efetivo para o vírus e as cultivares no mercado são altamente suscetíveis. Entre as doenças bacterianas a podridão mole (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) se destaca

por ocorrer em pré-colheita, por causar perdas diretas durante a colheita, além de causar perdas das sementes durante o armazenamento.

No controle dessas doenças é empregado o uso de práticas integradas de controle, pois o controle químico em muitos casos é ineficaz, danoso ao ambiente e acaba aumentando o custo de produção. Com isso, faz-se necessário o investimento em novas cultivares com algum nível de resistência a doenças, que apresentem também boas características agronômicas e sejam adaptadas as condições de produção brasileira, de forma a serem produzidas para as diversas ramificações da cadeia. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi identificar clones que apresentam tolerância ao calor e resistência à podridão mole, pinta preta, PVY e PVX.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância da cultura da batata

A batata *Solanum tuberosum* L. é originária da América Latina, na região dos Andes, compreendida entre Peru e Bolívia, em torno do lago Titicaca no Peru (*Solanum andigena*), e nos Andes chilenos (*Solanum tuberosum*). A espécie foi levada da América para a Europa pelos colonizadores espanhóis no século XVI, onde foi domesticada, melhorada e dispersada para todo o mundo (CIP, 2011). Sua popularidade se deve ao fato de poder ser cultivada em diversos tipos de ambientes, produzir uma grande quantidade de alimento em menor área, além de apresentar boas qualidades nutricionais (DE JONG, 2013).

A safra brasileira de batata no ano de 2016 atingiu 3,8 milhões de toneladas, sendo as regiões sul e sudeste responsáveis por 90% da produção nacional. (IBGE, 2016). A bataticultura nacional é dependente de cultivares melhoradas em países de clima temperado, pois apresentam ótima aparência de tubérculos e boa aceitação de produtores e consumidores, mas exibem problemas de adaptação às condições tropicais (MENEZES et al., 2001).

O clima tropical contribui para a redução do potencial produtivo das cultivares em função das características de solo, fotoperíodo mais curto e as elevadas temperaturas, que favorecem o rápido desenvolvimento de fitopatógenos, conseqüentemente, é necessária uma grande quantidade de fertilizantes para alcançar uma boa produtividade, grande renovação de tubérculos-semente e várias aplicações de defensivos agrícolas para controle de doenças, os quais são responsáveis pela maior parte do custo de produção da cultura (DELEO; CARDOSO, 2014).

Existem cultivares brasileiras, que quando comparadas com as cultivares importadas apresentam melhor adaptação às condições edafoclimáticas e tecnológicas das regiões produtoras brasileiras, o que facilita o manejo e causa redução do custo de produção. Porém é necessário que se quebre alguns paradigmas da cadeia produtiva, como a utilização intensiva de fertilizantes e defensivos agrícolas, o que pode ser reduzido com a utilização das cultivares já disponíveis no mercado (PEREIRA, 2011).

## 2.2 Melhoramento em condições tropicais

A bataticultura brasileira utiliza principalmente cultivares desenvolvidas em países como Holanda, França e Estados Unidos, que possuem clima temperado. Essas cultivares, em geral, apresentam ótima aparência de tubérculos e alcançam altas produtividades, na safra de inverno onde as condições se assemelham mais a dos países temperados, o que lhes garante boa aceitação tanto de produtores como de consumidores. Em contrapartida, nas safras das águas e da seca onde as condições não são favoráveis para o cultivo, elas apresentam algumas deficiências para caracteres que não foram considerados no país de origem. As diferenças entre as condições do clima temperado e tropical são acentuadas, sobretudo pela temperatura média mais alta, fotoperíodo mais curto e maior pressão de pragas e doenças. Dessa maneira ocorre um acréscimo do custo de produção pela maior quantidade de insumos, uma queda na produtividade e na qualidade da batata quando se utilizam cultivares não adaptadas as condições tropicais (RIBEIRO, 2014a).

As condições ideais para o cultivo da batata é um ambiente com maior número de horas de luz e dias com temperatura entre 18 e 23° C durante o dia, noite frias e o mínimo possível de horas do dia com temperaturas acima de 25° C (FONTES; FINGER, 1999). Altas temperaturas podem ter efeito negativo em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, influenciando no desenvolvimento da parte aérea e na partição da matéria seca produzida, podendo ser limitante da produção em climas tropicais (MENEZES et al., 2001).

Os principais efeitos de temperaturas elevadas sobre a cultura da batata são crescimento acelerado da planta, redução da fotossíntese, aumento de respiração, atraso no início de tuberização e inibição do crescimento dos tubérculos, maior ocorrência de tubérculos com desordens fisiológicas, redução ou ausência da dormência de tubérculos, teor de matéria seca reduzido e nível de glicoalcalóides elevados. (LEVY; VEILLEUX, 2007).

Há vários relatos de queda de produtividade na literatura, Khedher e Ewing (1985), relataram perdas que chegaram a mais de 80%, enquanto Sarquis et al. (1996) verificaram redução na produtividade e no tamanho dos tubérculos. Sob as condições climáticas de Minas Gerais foi encontrada redução de 46% na produtividade dos genótipos e redução da matéria seca dos tubérculos (LAMBERT ET AL., 2006). A redução da matéria seca pode ser atribuída ao aumento na taxa respiratória da planta (LEVY; VEILLEUX, 2007). Além dos danos relatados, as altas temperaturas podem estar associadas à algumas desordens fisiológicas

como crescimento secundário (embonecamento), rachaduras, coração oco, coração preto e mancha chocolate.

O fotoperíodo também apresenta grande influência na cultura da batata, alterando o balanço hormonal da planta (AKSENOVA et al., 2009). Geralmente a redução do comprimento do dia acarreta redução do ciclo vegetativo, supressão de floração, tuberização precoce, rápido enchimento, e maturação fisiológica precoce dos tubérculos (FONTES; FINGER, 1999). Os genótipos apresentam respostas diferenciadas, ao comprimento do dia, para a iniciação dos tubérculos.

Em clima temperado o fotoperíodo na safra de verão quando se cultiva a batata, varia entre 16-18 horas de luz, enquanto que em clima tropical varia entre 12-14 horas. Com isso, em clima tropical há uma menor exposição a luz diária e conseqüentemente menor produção de fotoassimilados que resulta em menor produtividade das plantas. Essa redução das horas de luz diárias faz com que as cultivares introduzidas no Brasil, provenientes de países de clima temperado, não expressem todo o seu potencial produtivo (RIBEIRO, 2014a).

Outro problema que afeta o cultivo de batata em clima tropical, é a maior pressão de pragas e patógenos. Stevenson (2001) associou mais de uma centena de pragas e doenças que acometem a cultura da batata. Em climas tropicais, as altas temperaturas favorecem a ocorrência de maior número de ciclos e maior período de crescimento para pragas e patógenos, conseqüentemente aumentando a pressão de inóculo (HAVERKORT; VERHAGEN, 2008).

O melhoramento visando obtenção de cultivares adaptadas ao clima tropical se torna imprescindível, visto as diferenças climáticas entre o clima tropical e os países de origem das principais cultivares. De acordo com Pinto (1999), os programas de melhoramento do Brasil devem ter como meta a adaptação às condições edafoclimáticas, e também resistência a pragas e patógenos, mas sempre associando a essas características a alta produtividade e boas qualidades culinárias. Muitos avanços têm sido alcançados com a tolerância às condições tropicais no Brasil. O programa de melhoramento da Universidade Federal de Lavras tem selecionado clones que apresentam além de características importantes à cultura da batata, como também tolerância ao calor e responsividade a temperaturas amenas (LAMBERT, 2004; SIMON, 2005; BENITES, 2007; TEIXEIRA, 2009; BENAVENTE, 2010; FIGUEIREDO, 2013; LYRA, 2014; TORRES, 2016).

### 2.3 Melhoramento e resistência a podridão mole

O gênero *Pectobacterium* (anteriormente classificado como *Erwinia*) é pertencente à família Enterobacteriaceae, mesma família de algumas bactérias que causam patologias em humanos como a *Salmonella* (BELL et al, 2004). Bactérias desse gênero são cosmopolitas e geralmente se encontram na superfície das plantas e no solo, podendo causar infecção nas plantas através de ferimentos ou de aberturas naturais (BAN et al, 2009).

O gênero *Pectobacterium* causa muitas doenças na cultura da batata, como o talo oco, podridão mole e a canela preta. Destaca-se por possuir várias espécies saprófitas. A espécie *carotovorum* ocorre em zonas tropicais e temperadas, sobrevivendo em ambientes diversos e possui uma gama muito grande de hospedeiros, devido a sua capacidade de se desenvolver em diversos ambientes (AVRORA et al, 2002).

*Pectobacterium* spp. são organismos anaeróbicos facultativos, quimiorganotróficos, gram negativos. A temperatura ideal para crescimento está entre 28 – 30° C, todas as espécies são oxidases negativas e catalases positivas, embora muitas espécies não reduzam nitrato (BERGAMIN FILHO, et al. 1995). A *Pectobacterium* tem seu genoma organizado em um único cromossomo singular que contém aproximadamente 4800 genes (NYKYRI et al. 2012), sendo, a principal característica do gênero a produção de enzimas pectolíticas. Essas substâncias são responsáveis pela destruição dos tecidos vegetais e degradação da lamela média, causando grandes danos às plantas (CARVALHO FILHO; MELO, 2008).

Para a ocorrência dos sintomas de podridão mole, algumas espécies apresentam maior importância no processo infeccioso: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum* (Pca), *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc), podendo ocorrer simultaneamente causando os sintomas (CARVALHO FILHO; MELO, 2008). Foi descrita uma nova espécie capaz de causar podridão mole e canela preta em plantações de batata no Brasil, a *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* (Pcb) (DUARTE, et al., 2004).

No Brasil, por questões climáticas, a espécie que se destaca é *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, a *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*, que ocorre preferencialmente em regiões de clima temperado e foi introduzida no país através de tubérculos sementes contaminados, apresentando uma grande gama de hospedeiros e conseguindo sobreviver de forma endofítica, epífita ou como saprófitas no solo (GARDAN, 2003).

Os sintomas típicos de podridão mole causados por Pcc se iniciam pela degradação da parede celular e da lamela média por enzimas pectolíticas excretadas pela bactéria, resultando na maceração de tecidos e na podridão generalizada na polpa de tubérculos infectados (STEVENSON et al., 2001). Mesmo que ela degrade a parede dos tubérculos a bactéria não possui capacidade de atravessar a periderme dos tubérculos saudáveis, por isso uma colheita realizada mais cuidadosamente e com desinfecção das máquinas após a colheita podem reduzir a podridão mole no armazenamento (CHARKOWISKI, 2015).

Os tubérculos assumem consistência creme, que enegrece e na presença de ar libera um cheiro ruim. Quando os tubérculos são armazenados em locais com ventilação inadequada a podridão pode ser passada para outros tubérculos pelo líquido liberado estar infectado, levando a grandes perdas (CZAJKOWSKI, 2011). Como controle para a redução da população de *Pectobacterium* nos tubérculos, têm sido utilizados luz ultravioleta, água quente e alguns antibióticos, além da exposição dos tubérculos ao sol. Entretanto esses tratamentos não são aplicados em larga escala por produtores. O tratamento com defensivos tem reduzido a podridão mole em tubérculos, porém os mesmos são altamente tóxicos (CZAJKOWSKI, 2013).

As cultivares comerciais ainda não apresentam imunidade natural a Pcc, mas sim uma resistência parcial (LYON, 1989). O melhoramento para resistência a Pcc nas cultivares comerciais teve algum sucesso, mas nunca resultou em uma cultivar totalmente resistente, provavelmente pela estreita base genética dos parentais usados para o melhoramento (TZENG, 1990). O melhoramento para podridão mole não tem sido prioridade dos programas de melhoramento por haver outras doenças de maior importância e características agrônomicas desejáveis. O melhor seria introduzir progênies no cruzamento em estágios avançados de seleção e tomar os resultados na seleção final (CZAJKOWSKI et al., 2011).

Assis (2007), trabalhando com 234 clones de batata do programa de melhoramento da UFLA, encontrou clones que apresentaram resistência a podridão mole e boas características agrônomicas. Entre os clones merece destaque o CBM 09-10, que apresentou o maior nível de resistência, sendo utilizado como testemunha de resistência a Pcc em outros trabalhos. Posteriormente Oliveira (2011), inoculou Pcc na haste e no tubérculo (canela preta e podridão mole) em clones oriundos do cruzamento entre os materiais resistentes identificados por Assis (2007). As reações de resistência à podridão mole e canela preta não foram correlacionadas

sendo identificados clones resistentes a cada uma das doenças separadamente. Contudo, 13 clones demonstraram possuir resistências às duas formas de doença.

Em outro trabalho realizado por Melito (2016) na Itália utilizando clones em estágio avançado de um programa de melhoramento, apresentaram resistência associada a boas características de indústria, demonstrando que há variabilidade para essa característica e isso é importante para programas de melhoramento e para incrementar a bataticultura.

## 2.4 Melhoramento e resistência à pinta preta

A pinta preta é uma doença que ocorre em várias culturas e é causada por fungos do gênero *Alternaria*. Segundo Fanceli (1991) a pinta preta foi descrita pela primeira vez, por Elis e Matin (1882), que propuseram o nome de *Macrospora solani*, entretanto Wiltshire (1933) verificou que o nome deveria ser substituído por *Alternaria solani* Sorauer. A pinta preta, que atacava a batateira era atribuída ao fungo *Alternaria solani* Sorauer (ROTEM, 1994; SIMMONS, 2000; YANAR et al., 2011; LEIMINGER; HAUSLADEN, 2012; WEBER; HALTERMAN, 2012). Porém em outros estudos associaram a doença também a *Alternaria alternata* e *Alternaria grandis* (RODRIGUES et al., 2010; CWALINA-AMBROZIAK; BOGUCKA, 2012).

A diferença entre as espécies é baseada principalmente na morfologia dos conídios. Os conídios jovens de *A. solani* são hialinos, alongados ou ovoides e têm de 3 a 6 septos. Os conídios maduros são lisos e tipicamente marrons, a forma varia de longos a curtos, de largos a estreitos, possuindo de 10 a 11 septos transversais e de 1 a 2 septos longitudinais. Na população de *A. solani* se destacam os conídios com um bico, em relação aos que apresentam dois ou três bicos (SIMMONS, 2000). *A. grandis* produz esporos solitários, multiseptados, de coloração marrom, elipsoide com uma dilatação no meio corpo e possuem um bico (RODRIGUES, 2009). *A. tomatophila* o corpo dos conídios é ovoide, longo podendo ser elipsoide. Quando maduros, os conídios possuem de 8 a 15 septos transversais e de 1 a 2 longitudinais, podendo ocorrer de 3 a 5 bicos, o que é raro de ocorrer em *A. solani*. (Frazer, 2002). Em *A. grandis* os conídios são largos e diferem de *A. solani* pelo seu tamanho, padrão de esporulação, forma conidial e número de bicos. (RODRIGUES, 2009).

Mesmo após vários estudos serem realizados sobre novas espécies, apenas *A. solani* era considerada como agente causal da pinta preta em tomateiro e batateira. No Brasil, o primeiro relato de novas espécies ocorreu em 2009 (RODRIGUES, 2009). No trabalho

realizado por Rodrigues et al. (2010) foram coletados diversos isolados em sete regiões diferentes de pinta preta em tomate e batata, e os estudos sobre esses isolados, seguindo os postulados de Koch, mostrou que *A. solani* não era a causadora da pinta preta em batata e sim *A. grandis*. Töfoli et al. (2013) destacam que a ocorrência de uma das três espécies (*A. solani*, *A. alternata* e *A. grandis*) varia em função da localidade. No Brasil, essa doença possui uma grande importância devido as condições climáticas serem ideais para que ocorra infestação e proliferação da doença (SIMON, 2005).

A doença tem rápido desenvolvimento, com condições ótimas de temperatura (15-30° C) e alta umidade relativa do ar, menores fotoperíodos e umidade na forma de orvalho. A doença pode ser favorecida pela variação entre períodos de clima seco e úmido (SOUZA-DIAS; IMAUTI, 1997). Pode-se observar a doença em qualquer estágio da cultura, porém é mais severa em tecidos velhos e senescentes (DITA RODRIGUEZ et al., 2006). Há evidências de que *A. grandis* é capaz de causar a doença em tecidos jovens, sendo, portanto, mais severa que as demais espécies. O patógeno causa lesões necróticas em hastes, folíolos e tubérculos (ROTEM, 1994). Independente da espécie causadora, os sintomas observados são tipicamente os mesmos: no caule lesões escuras levemente deprimidas, podendo ser de formato circular ou alongada, com anéis concêntricos bem evidentes (JONES, 1991).

A pinta preta é de difícil controle, pois o patógeno apresenta vários ciclos de vida durante o ciclo da cultura, assim conídios secundários são produzidos rapidamente nas plantas infectadas e são facilmente disseminados, atingindo longas distâncias (STRANDBERG, 1992).

Estudos realizados por Batista et al. (2006) demonstram que a pinta preta pode ocorrer em qualquer época do ano, porém a sua severidade aumenta em épocas de alta temperatura e umidade. Pode haver preferência por hospedeiro para as populações de *Alternaria* e a temperatura e o molhamento influenciam sobre a área da lesão e a frequência de infecção (CARDOSO, 2010). Nessas condições, é comum a destruição da lavoura caso não haja um controle rápido e adequado (SALUSTIANO, 2000). Entretanto, existem práticas alternativas que visam reduzir o uso de produtos químicos e perdas causadas pela ocorrência da doença, entre as quais se destacam o uso de cultivares de batata com algum nível de resistência proveniente de programas de melhoramento vegetal (CHRIST; HAYNES, 2001).

Estudos realizados para entender o processo de infecção da pinta preta em batata, e tentar associar possíveis mecanismos estruturais para os diferentes níveis de resistência das

cultivares têm sido feitos. Dita et al. (2006) utilizaram das cultivares ‘Aracy’ (resistente), ‘Delta’ (moderadamente resistente) e ‘Bintje’ (suscetível) e não encontraram correlação das características avaliadas e os níveis de resistência, exceto para o número de sítios de penetração da doença em que as cultivares que foram resistentes apresentavam uma reação de hipersensibilidade maior, sugerindo que a hipersensibilidade pode estar associada com a idade das plantas e com a resistência genética da batata para pinta preta .

Estudos mostram que a resistência para o controle da pinta preta apresenta caráter quantitativo (CHRIST; HAYNES, 2001). O conhecimento do controle genético dessa característica é de grande auxílio para os melhoristas, para que o melhoramento possa ser realizado de modo rápido e efetivo, visando à obtenção de clones com níveis elevados de resistência a pinta preta (SIMON, 2005). Como ocorre grande dificuldade em quantificar os genótipos de acordo com a resistência e quantificar os diferentes mecanismos relacionados a resistência (SILLERO; RUBIALES, 2002), são utilizados como parâmetros, os componentes da resistência: período de incubação, número de lesões, produção de esporos por lesão, área da lesão, severidade, taxa de expansão (PELLETIER; FRY, 1990; CHRIST, 1991; CHRIST; HAYNES, 2001). Embora a doença apresente um caráter quantitativo, vários estudos mostraram que a resistência apresenta alta herdabilidade com valores que variaram de 0,31 a 0,89 (MARTINS, 1995; SIMON, 2005; PINTO, 2002).

Outro agravante em estudos de resistência a pinta preta, está no método de inoculação do patógeno, devido à dificuldade de obtenção de quantidade suficiente de esporos para inoculação em condições de campo. Neder et al. (2010) utilizaram ramas contaminadas e maceradas para a inoculação em campo. Porém, esse macerado de ramas não permite identificar quais espécies ou mesmo quais isolados do patógeno estão causando a doença. Mesmo assim foi possível, identificar 20 clones do programa de melhoramento de Batata da UFLA com resistência a doença e grande potencial produtivo. Odilbekov et al. (2014) que trabalharam com cultivares comerciais de batata e genótipos obtidos por cruzamentos do programa de melhoramento na Suécia identificaram linhas que apresentaram nível de resistência maior que as cultivares comerciais. Os autores indicam que o uso de marcadores moleculares e ferramentas de bioinformática facilitam o encontro de QTL's para a resistência em populações segregantes. Alvarenga et al. (2016) utilizaram a metodologia desenvolvida por Van der Waals et al. (2004) que consiste em inocular discos de micélio em plântulas de batata cultivadas *in vitro*. Essa metodologia possibilita avaliar um grande número de

genótipos e se mostrou eficiente em classificar genótipos quanto a resistência, pois os resultados obtidos *in vitro* foram coincidentes com os resultados obtidos em campo por Neder et al. (2010).

Pesquisas que elucidem os mecanismos de resistência à pinta preta são muito importantes para os programas de melhoramento e a obtenção de materiais adaptados as condições tropicais e com resistência a pinta preta é fundamental para a sustentabilidade da bataticultura brasileira.

## 2.5 Melhoramento e resistência a viroses

No Brasil, as viroses mais importantes da cultura da batata são: o enrolamento da folha da batata (*Potato leafroll virus* – PLRV) e o mosaico, causados pelos vírus Y da batata (*Potato virus Y* – PVY) e os latentes vírus X (*Potato virus X* – PVX) e vírus S (*Potato virus S* – PVS). Durante muito tempo, o PLRV foi o principal vírus que causava degenerescência nos tubérculos produzidos no Brasil, porém com a importação de tubérculos sementes com estirpes mais agressivas de PVY na década de 90, o mosaico passou a ser a doença virótica mais importante para a cultura (MORAES et al., 1997).

Segundo Ávila et al. (2009), as viroses são um dos problemas fitossanitários que primeiro ocorrem quando os tubérculos sementes não apresentam alta qualidade fitossanitária, o que facilita a disseminação de doenças através dos tubérculos sementes.

A maioria dos produtores produz seu próprio tubérculo semente, com isso a disseminação de viroses é ainda maior, pois as condições climáticas favorecem a ocorrência de insetos vetores de vírus. A batata é cultivada em diferentes épocas ao longo do ano, o que aumenta a intensidade das viroses e a porcentagem de plantas infectadas na lavoura. Estudo realizado na região sul de Minas Gerais mostrou que apenas três multiplicações elevam a taxa de infecção do vírus do enrolamento das folhas (PLRV) e do vírus Y da batata (PVY) a mais de 90%. Em um trabalho realizado com estes vírus para avaliar a degenerescência em batata Daniels (2002) observou que no primeiro cultivo o percentual de infecção foi de 17% para o PVY e de 3% para o PRLV, já no segundo cultivo o nível do PVY foi de 58% e para o PRLV de 11% (DANIELS, 2002).

Devido à grande capacidade de recombinação entre as estirpes numa mesma planta, surgiram as variantes do PVY. Essas variantes causam sintomas diferentes em cultivares de batata, aumentando ainda mais a preocupação dos produtores com esse vírus.

A família *Potiviridae* é a que apresenta maior importância dentro do grupo dos fitovírus. Abrange cerca de 20% dos vírus conhecidos, incluindo o *Potato virus Y*, membro-tipo do gênero *Potyvirus* (FAUQUET, 2005). O vírus possui RNA de fita simples, como ácido nucleico com aproximadamente 9,6 kb e apresentam partículas alongadas, flexuosas e helicoidais, com 730 nm de comprimento por 11 nm de diâmetro (BROWN, 2001).

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

Os sintomas variam, desde infecção latente, até a necrose pronunciada das folhas e morte das plantas. Essa gama de sintomas é em virtude da existência de diversas estirpes de PVY, que são grupos definidos pela capacidade em infectar certas plantas indicadoras. As principais estirpes são o PVY<sup>O</sup> ou estirpe comum, PVY<sup>N</sup> ou estirpe necrótica e PVY<sup>C</sup> (SALAZAR, 1996; SINGH et al., 2008). Com algumas técnicas laboratoriais, como o método sorológico DAS- ELISA, RT-PCR ou o uso de plantas indicadoras, é possível fazer a diagnose de PVY para diferenciar as diversas estirpes. (BALME-SINIBALDI et al., 2006). A estirpe PVY<sup>O</sup> ou comum, por ser mundialmente disseminada. Pode causar sintomas na infecção primária, que variam de necrose em forma de riscas nas nervuras secundárias com formato de anéis necróticos de cor marrom escuro, mais comum na parte apical da planta. Já a infecção secundária, quando o vírus é perpetuado pela batata-semente, apresenta sintomas como plantas de tamanho reduzido, folhas com mosaico e necrose (SOUZA-DIAS, 2001).

A estirpe necrótica PVY<sup>N</sup> tem sido relatada na Europa, na África, na Nova Zelândia e na América do Sul, (ELLIS et al., 1997). É assim designada por produzir severa necrose nas nervuras de *Nicotiana tabacum*. Em plantas de batata, os sintomas são geralmente mosaico leve com ondulação no limbo foliar e variação de amarelo internerval (STEVENSON, 2001). A variante PVY<sup>NTN</sup> causa sintomas mais severos, além do mosaico bastante evidente, causa anéis necróticos na superfície do tubérculo e foi descrita primeiro na Hungria (BECZNER et al., 1984).

Os sintomas da estirpe PVY<sup>C</sup> podem aparecer na forma de mosaico brando e alguns isolados causam reações de hipersensibilidade em cultivares de batata. As plantas afetadas apresentam tamanho reduzido e podem ter morte prematura, com perdas expressivas de produção (ELLIS et al., 1997).

Outro vírus importante na cultura é o vírus X da batata (PVX) que pertence ao gênero *Potexvirus*, apresenta genoma constituído por um RNA diretamente traduzível, com 6.435 nucleotídeos organizados em cinco ORFs. (AVESANI et al., 2007; KARPOVA et al., 2006).

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

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

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

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

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

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

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

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

Os alelos *Rx* foram identificados em acessos de *S. tuberosum* ssp. *andigena* e em *S. acaule*, recebendo a denominação de *Rx1* e *Rx2*, respectivamente, sendo mapeados nos cromossomos XII e V (COCKERHAM, 1970). Baseado nessa informação foi desenvolvido um marcador molecular STS, específico para o alelo *Rx1*. O conjunto de primers designado de

RxSP amplifica um fragmento de DNA (1230 pb) e está ligado ao *Rx1* a 1,3 cM (MORI et al., 2011).

No Brasil há vários trabalhos que encontraram genótipos que apresentam o alelo de resistência a PVX e PVY. O programa de melhoramento de batata da Universidade Federal de Lavras vem obtendo sucesso na identificação de clones que apresentem resistência a ambas as viroses. NEDER et al. (2010), trabalhando com clones oriundos de cruzamentos biparentais, identificaram 180 clones resistentes ao PVY, destes 20 apresentaram resistência ao PVX e um clone resistente ao PVX, PVY e a pinta preta. Guedes (2014) associou aparência de tubérculos e resistência ao PVY e PVX e identificou 118 clones, dos quais quatro clones apresentaram dupla resistência. Moreira (2015a) trabalhando com dupla resistência a viroses (PVX e PVY) associada a produção agrônoma em cruzamentos de clones duplex encontrou clones com resistência indicando o uso deles como genitores em futuras hibridações.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Foram avaliados 57 clones experimentais do Programa de Melhoramento de batata da UFLA, previamente selecionados para tolerância ao calor e as cultivares comerciais Ágata, Asterix, Atlantic, Ana e Caesar amplamente utilizadas pelos produtores, como testemunhas. Para os testes de laboratório foram incluídas testemunhas resistentes e suscetíveis de acordo com o patógeno a ser testado.

#### **3.1 Avaliação do desempenho agrônômico**

Para a avaliação do desempenho agrônômico foram realizados dois experimentos à campo, sendo o primeiro na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras na safra de inverno (14 de maio a 28 de agosto) no ano de 2015 e o segundo na Estação Experimental da EPAMIG em Lambari-MG, na safra das secas (18 de fevereiro a 26 de maio) no ano de 2016. Ambos experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e cada parcela composta por cinco plantas espaçadas em 0,3 m e com distância de 0,8 m entre linhas.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura para o Estado de Minas Gerais. Utilizou-se a adubação de 3500 kg<sup>-1</sup> ha de fertilizante

formulado 04-14-08 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) no plantio; e a adubação de cobertura foi realizada no momento da amontoa com 400 kg<sup>-1</sup> ha do formulado 20-05-20 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O). O preparo do solo foi realizado de maneira usual para a cultura, com uma aração, posterior gradagem e enxada rotativa (PADUA et al., 2012). Foi realizada irrigação suplementar por aspersão de acordo com a necessidade e a incidência de chuvas.

Após a colheita foram realizadas as seguintes avaliações:

- a) Produtividade total: determinada pela produção total dividida pelo número de plantas da parcela (g x planta<sup>-1</sup>);
- b) Produtividade de tubérculos graúdos: determinada pela 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  $PET = \text{Peso no ar} / (\text{Peso no ar} - \text{Peso na água})$ , obtidos em balança hidrostática;
- d) Aparência geral dos tubérculos: obtida por meio de notas, após análise visual realizada por três avaliadores, variando de um (tubérculos com má aparência) até cinco (tubérculos com ótima aparência), sendo a nota de aparência dada de acordo com o segmento de mercado que a batata irá atender (LEPRE, 2009);
- e) Textura da periderme: obtida por meio de notas, após análise visual realizada por três avaliadores, variando de um (periderme áspera) até cinco (periderme lisa). Posteriormente foi realizada a média dessas notas para a determinação da textura da periderme (LEPRE, 2009);
- f) Formato de tubérculo: obtido por meio de notas, após análise visual realizada por três avaliadores, atribuindo um (formato redondo), até cinco (formato alongado). Posteriormente foi realizada a média dessas notas para a determinação do formato de tubérculo (LEPRE, 2009);
- g) Profundidade dos olhos (gemas vegetativas): obtida por meio de notas, após análise visual realizada por três avaliadores, atribuindo um (olhos profundos), até cinco (olhos superficiais). Posteriormente foi realizada a média dessas notas para a determinação da profundidade dos olhos (LEPRE, 2009).

### 3.2 Avaliação de Resistência à podridão mole

Para a realização do teste de resistência dos tubérculos à podridão mole, foi utilizado o isolado *Pectobacterium carotovorum* IBSB 863 tipo *strayn*, isolado padrão, da coleção de

culturas de fitobactérias do Instituto Biológico de Campinas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Bacteriologia do Departamento de Fitopatologia da UFLA, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada repetição constituída por um tubérculo. Como testemunhas resistente e suscetível, respectivamente, o clone CBM 9-10 (ASSIS, 2007; OLIVEIRA, 2011) e a cultivar Àgata.

O isolado foi mantido em placas de Petri em meio 523 de Kado e Heskett (1970) em condições controladas de temperatura em BOD a  $25 \pm 2^\circ \text{C}$ .

Para o preparo da suspensão foi adicionada em uma placa de Petri, uma solução salina 0,75% para a diluição das colônias da bactéria. Dessa diluição foi retirada, com uma micropipeta, uma alíquota de 100  $\mu\text{L}$ , acondicionada sobre o meio de cultura em uma nova placa e espalhada com alça de Drigalski.

Após 24 horas, as colônias estavam prontas para o preparo da suspensão bacteriana e inoculação nos tubérculos para avaliação da podridão mole. As suspensões foram ajustadas à densidade ótica de  $A_{580} = 1,9$  em espectrofotômetro, correspondendo entre  $10^8$  e  $10^{10}$  unidades formadoras de colônia (UFC's) por mL.

Antes da inoculação, os tubérculos foram lavados com água corrente e detergente e desinfetados em uma solução de hipoclorito de sódio (Produto comercial 2% de cloro ativo) e água destilada, onde permaneciam por 5 minutos. Em seguida os mesmos foram mergulhados em água destilada para retirada do excesso de hipoclorito. Posteriormente, em cada tubérculo foram feitos dois furos em posições opostas, com ponteira estéril de 0,6 cm de diâmetro e 1,5 cm de profundidade, em um ângulo de  $45^\circ$  e retirado todo o tecido existente. Após a retirada do material, em cada orifício foram depositados 50  $\mu\text{L}$  da suspensão e selados com vaselina.

Os tubérculos depois de inoculados foram identificados e dispostos em bandejas plásticas. Nos espaços entre os tubérculos foram colocados chumaços de algodão embebido em água e as bandejas envolvidas em sacos plásticos para a manutenção do ambiente úmido. As bandejas cobertas permaneceram em BOD à temperatura de  $28 \pm 2^\circ \text{C}$ , por 72 horas.

Decorridas as 72 horas, com uma pisseta com água, os orifícios inoculados foram lavados para a retirada do material macerado e aferidos utilizando um paquímetro digital, sendo feitas as medições do diâmetro (D) e da profundidade (P) das lesões.

A partir dos dados coletados estimou-se a penetrabilidade ( $\delta$ ), através da expressão modificada de Lapwood et al. (1984):

$$\delta = \frac{\frac{D-0,6}{2} + (P - 1,5)}{2}$$

Onde:

$\delta$  = Penetrabilidade das lesões;

D = diâmetro das lesões;

P = profundidade das lesões.

Os dados de profundidade e diâmetro foram padronizados utilizando a fórmula:

$$Z = \frac{Xi - \mu}{\sigma} + 3$$

Onde:

Z = índice de padronização dos dados;

Xi = valor individual de cada caractere;

$\mu$  = média do caráter;

$\sigma$  = desvio do caráter;

3 = constante.

Os dados padronizados de diâmetro e profundidade foram somados e criado um índice, para determinar a reação dos genótipos a podridão mole.

### 3.3 Avaliação de resistência à pinta preta

Para a avaliação da resistência à pinta preta utilizou-se do isolado AG 169 de *A. grandis* pertencente a coleção do Laboratório de Resistência de Plantas à doenças da Universidade Federal de Lavras cedido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). As colônias do isolado foram crescidas em meio V8 ágar e mantidas em BOD, com controle de temperatura de  $25 \pm 2^\circ$  C. Como testemunhas de resistência foi utilizada a cultivar Aracy e como suscetível a cultivar Achat.

O teste para avaliação da resistência foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos da UFLA seguindo a metodologia *in vitro* conforme Van der Waals et al. (2004). O

delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 5 repetições, cada parcela era constituída por uma plântula .

Para a obtenção das plântulas de batata *in vitro*, foram utilizadas as brotações dos tubérculos como material propagativo. Os brotos de aproximadamente 1,5 a 2,0 mm, eram retirados manualmente e submetidos ao processo de assepsia mediante imersão em solução 1:1 de água destilada e hipoclorito de sódio (produto comercial 1,5% de cloro ativo) e mantidos sob agitação, por 30 minutos. Após esse tratamento foram realizados três enxagues com água destilada em câmara de fluxo laminar, devidamente esterilizada. Posteriormente, com o auxílio de um bisturi os brotos foram cortados de forma a se manter uma gema vegetativa em cada corte, os quais eram inoculados em tubos de ensaio contendo 10 mL de meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), com pH =  $5,7 \pm 2$ . Após a inoculação o material foi mantido em sala de crescimento em condições controladas, para atingir seu desenvolvimento. Posteriormente, um disco micelial de 5 mm de diâmetro foi colocado sobre o lado adaxial de uma das folhas das plântulas obtidas de cada genótipo e encubadas no escuro em temperatura controlada de  $25 \pm 2^\circ \text{C}$ .

Após cinco dias de incubação, a resposta das plântulas a tinta preta, foi avaliada de acordo com a escala de notas modificada de Van der Waals, Korsten e Slippers (2004), sendo:

- 1 = sem sintomas;
- 2 = ligeira necrose nas folhas;
- 3 = folha inteira necrosada;
- 4 = necrose na folha, pecíolo e outras partes das plantas.

De acordo com a escala, as plântulas com notas inferiores a 3 são consideradas resistentes e, como notas maiores ou iguais a 3, suscetíveis.

### **3.4 Resistência a viroses**

A resistência aos vírus PVY e PVX foram avaliadas por meio de marcadores moleculares. O DNA foi extraído pelo método proposto por Doyle e Doyle (1990). Coletou-se o broto dos tubérculos dos diferentes clones, os quais foram macerados com nitrogênio líquido e posteriormente, adicionou-se 700  $\mu\text{L}$ , de tampão de extração (Tris-HCl 100mM pH = 8,0,

EDTA 20 mM, CTAB 5% e Betamercaptoetanol). Após, o macerado foi mantido em banho-maria a 65° C por 30 minutos, agitando-se a cada 10 minutos. Em seguida adicionou-se 600 µL de CIA (24:1 Clorofórmio-Alcool Isoamílico) ao material e foi colocado para centrifugação por 10 minutos a 12000 rpm.

Coletou-se o sobrenadante e foram adicionados 400 µL de isopropanol frio e centrifugado por 5 minutos a 12000 rpm para precipitação do DNA. O sobrenadante foi descartado e o pellet submetido a duas lavagens com 400 µL de álcool etílico 100% e uma lavagem com álcool 70%. O pellet foi secado em temperatura ambiente e ressuspenso em 100 µL de TE (Tris 1mM e EDTA 0,1 mM, pH= 8,0) o qual foi utilizado nas análises de PCR.

A reação de PCR foi realizada para um volume total de 12 µL contendo: 1µL de tampão para PCR 1X (10mM de Tris-HCl, 50 mM de KCl, pH 8,3), 0,6 µL de Taq DNA polimerase; 1µL de MgCl<sub>2</sub> (25mM) mais dNTPs (10 mM); 2,25 µL dos primers 3 µL de DNA genômico e água pura até se obter o volume desejado. Foi utilizado o par de *primer* SCAR RYSC3 para o PVY e também o par de *primer* RxSP para o PVX.

As ampliações foram realizadas em termociclador com a seguinte programação para RYSC3: 94° C por 1 minuto; 33 ciclos de 94° C por 1 minuto, temperatura de anelamento específica de 55° C por 30 segundos, 72° C por 7 minutos. Os fragmentos foram separados em gel de agarose corado com brometo de etídio. Para o PVX as ampliações foram realizadas em termociclador com a seguinte programação: 94° C por 1 minuto; 33 ciclos de 94° C por um minuto, temperatura de anelamento específica de 47° C por 30 segundos, 72° C por 1 minuto e terminando com 72° C por 7 minutos. Os fragmentos foram separados em gel de poliacrilamida. Como testemunhas resistente e suscetível, tanto para o PVX como para o PVY, foram utilizados os clones XY9 e a cultivar Ágata, respectivamente.

### 3.5 Análises Estatísticas

Para os dados de desempenho agrônômico após a obtenção destes, foram verificadas as pressuposições da análise de variância individual para cada local e realizada as análises para cada ambiente individualmente de acordo com o modelo abaixo, por meio do software R (2015):

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

Onde:

$Y_{ij}$ : 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 verificada a relação entre o maior e o menor quadrado médio do erro. Em todos os casos esta relação foi menor que 7, o que indica que as variâncias residuais são homogêneas e a análise conjunta pode ser realizada como mencionado por Pimentel-Gomes (2009).

Em seguida, foi realizada a análise de variância conjunta de acordo com o modelo abaixo:

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

Onde:

$Y_{ijk}$ : 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  $CA \sim N(0; \sigma^2)$ ;

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

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

Para as análises laboratoriais, foram verificadas as pressuposições da análise de variância e realizadas as análises para cada teste individualmente, por meio do software R (2015), conforme o seguinte modelo:

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

Onde:

$Y_{ij}$  = observação do  $i$ -ésimo clone;

$C_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo clone;

$e_{ijk}$ : erro experimental do  $i$ -ésimo clone, assumindo que sejam independentes e  $e_{ijk} \sim N(0; \sigma^2)$ .

As médias de ambos os testes foram agrupadas pelo do teste de Scott-Knott (1974).

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Desempenho agrônômico**

Os resultados das análises de variância dos experimentos conduzidos em Lavras e em Lambari-MG mostram que houveram diferentes respostas nos dois ambientes (**APENDICE 1A** e **APENDICE 2A**). A precisão experimental foi mensurada pelo coeficiente de variação, para o experimento de Lavras a característica peso específico, formato de tubérculos e profundidade de olhos apresentaram CV baixo, que caracteriza uma boa precisão experimental. Para textura de periderme e aparência geral apresentaram um CV médio e a produção total e a produção de grãos apresentaram um CV alto e muito alto respectivamente (PIMENTEL-GOMES, 2009).

A precisão experimental em Lambari foi alta apenas para peso específico de tubérculos. Para formato de tubérculos, textura de periderme, aparência geral e profundidade de olhos os Cv's foram médios. Já para a produção total e a produção de tubérculos grãos os coeficientes de variação foram muito altos. Apesar de ter apresentado altos CV's para a produtividade estes resultados são semelhantes a outros trabalhos realizados com a cultura da batata (SIMON et al., 2009), principalmente em experimentos conduzidos em condições adversas de temperaturas.

Para a produção total os experimentos em Lavras e Lambari apresentaram significância ( $p < 0,05$ ). Contudo, para a produção de tubérculos grãos (**TABELA 1**), que possuem maior valor comercial, apenas o experimento de Lavras apresentou significância. Em Lavras o contraste entre os clones experimentais e as cultivares utilizadas como testemunhas para a produção de tubérculos e para produção de tubérculos grãos não apresentaram significância, indicando que os clones utilizados apresentam média de produção semelhante às cultivares comerciais, o que não ocorreu em Lambari em que os clones apresentaram produção superior as testemunhas, porém sem detectar diferenças para produção de tubérculos grãos.

O experimento em Lavras apresentou média de produção total de 793,81g planta<sup>-1</sup>, enquanto que em Lambari a produção média foi de 546,05 g planta<sup>-1</sup>, essa diferença na média de produção pode ser atribuída as diferentes condições climáticas entre os locais, principalmente devido a grande precipitação nos primeiros dias após o plantio em Lambari, que atrapalhou o desenvolvimento da cultura e levou a perdas de parcelas. A discrepância se nota com maior facilidade quando se compara as herdabilidade dos dois locais, em Lavras a herdabilidade para a produção total foi de 0,79 e em Lambari 0,35. Para a produção de tubérculos graúdos o experimento em Lavras foi superior a Lambari em 55%. Essa superioridade , pode ser atribuída, em parte, às diferenças de temperaturas nos dois locais

### **Figura 1.**

Para peso específico, que está relacionado ao teor de matéria seca de tubérculos, o experimento em Lavras apresentou diferença significativa entre os clones, contudo, essa diferença não foi detectada no experimento em Lambari. O contraste clones vs. testemunhas para essa característica não apresentou diferença significativa em ambos experimentos, mostrando que estes dois grupos produziram teores semelhantes de matéria seca de tubérculos.

Para a aparência geral dos tubérculos, o contraste clones vs. testemunhas foi significativo em Lavras, com superioridade das testemunhas sobre os clones. Já no experimento de Lambari não houve diferença entre estes grupos ( $p > 0,05$ ). Provavelmente isto ocorre por que as temperaturas mais elevadas contribuem para a pior aparência dos tubérculos de maneira geral, tanto para os clones como para as testemunhas, e inviabiliza a distinção entre eles. Para as características que compõe a aparência geral dos tubérculos em Lavras, o contraste clones vs. testemunhas não foi significativo para a profundidade de olhos, mas sim para formato de tubérculos e textura de periderme, sendo as testemunhas superiores aos clones. Em Lambari, os contrastes para estas características não apresentaram significância ( $p > 0,05$ ).

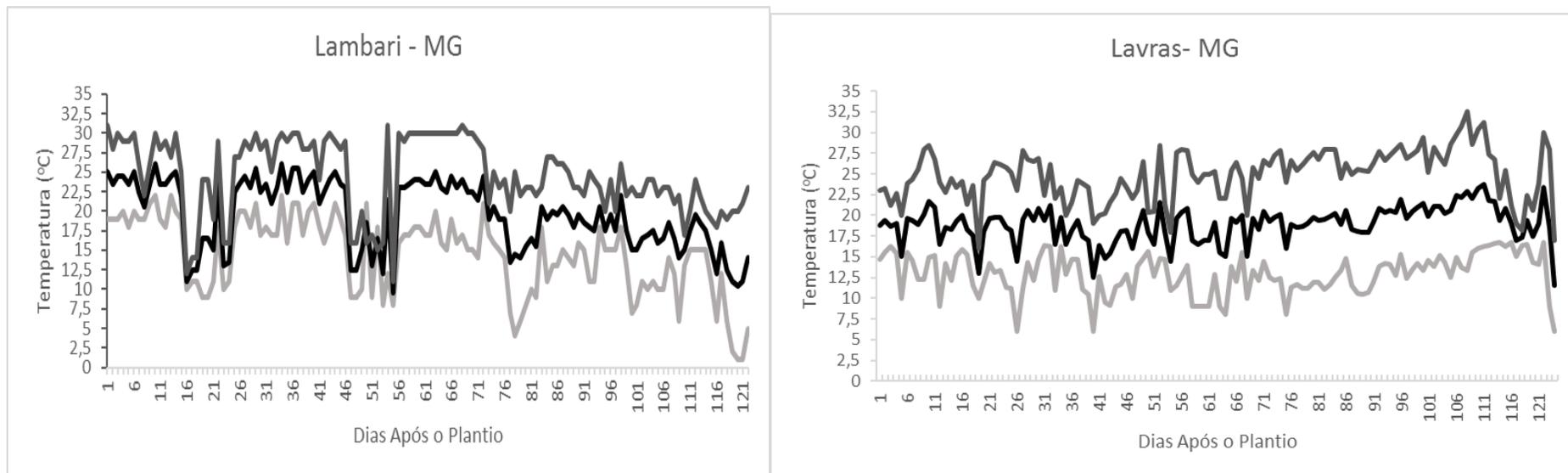


Figura 1- Médias de temperaturas máxima, média e mínima em Lavras-MG e Lambari-MG, durante a condução dos experimentos. Fonte: Do Autor,2016.

Comparando as temperaturas durante o cultivo nos dois ambientes (**FIGURA 1**) nota-se que a média de temperatura em Lavras ficou em torno de 20 °C, temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura. No final do ciclo o aumento da temperatura causa poucos danos à cultura da batata, por ela iniciar o processo de degenerescência. Quando se observa as temperaturas de Lambari nota-se que a temperatura média durante o desenvolvimento da cultura ficou em torno de 25°C, que é considerada elevada para a cultura. Temperaturas mais altas prejudicam a produção de tubérculos, gerando tubérculos menores, com menor peso específico. Nos experimentos isso foi notado principalmente quando se realizou a comparação entre as médias de produção total de tubérculos. Em Lavras a produtividade apresentou um desempenho de 42% maior do que Lambari, em parte esse resultado pode ser atribuído às diferenças de temperatura.

Com relação à produção total (**TABELA 1**), se destacaram os clones CBM 11-10, CBM 14-18, CBM 16-27, GMR 03-15, GMR 03-17, GMR 09-02, GMR 12-02, GMR 14-14, GMR 16-26, GRO 08-16, GSI 01-17, GSI 12-31, SR3 19-33, SR3 27-09. Estes clones também se destacaram pela produção de tubérculos graúdos, que possui importância comercial. Alguns clones como CTB 03-26, GMR 04-60, GMR 09-39, GMR 12-23, GMR 14-15, GMR 22-18, IRF 02-31, SR3 15-03, SR3 17-09 apresentaram boa produção total na condição de calor (Lambari), porém no ambiente com temperaturas mais favoráveis ao cultivo (Lavras) eles não responderam com aumento na produção total e também na produção de tubérculos graúdos. Pode-se dizer que estes clones são adaptados apenas para as condições de calor.

Para o peso específico (**TABELA 1**) os clones que se destacaram foram GRO 04-68, SR3 15-03, GRO 01-24, SR3 19-33, GSI 11-04, CTB 49-14, GMR 03-15, CBM 11-10, CBM 02-03, GMR 02-34, SR3 17-19, GSI 05-10. Esta característica é importante para a indústria de pré-fritas congeladas, chips e batata palha, pois se relaciona com a crocância do produto final. Os clones citados se comparam com a cultivar comercial Ana (melhor testemunha nos experimentos), e foram até superiores à cultivar Atlantic que é uma das mais utilizadas na indústria de chips. O peso específico de tubérculos em Lavras foi maior do que em Lambari devido, principalmente às altas temperaturas.

De modo geral os tubérculos apresentaram notas de aparência mais baixas em Lambari do que em Lavras (**TABELA 2**). Como já comentado, essas diferenças podem ser atribuídas

às temperaturas mais altas observadas em Lambari. Temperaturas acima de 25° C, são prejudiciais para a aparência dos tubérculos, causando desordens fisiológicas como embonecamento e rachaduras, entre outras, bem como tornando a periderme mais áspera. Além disso, as condições de solo também podem afetar a aparência dos tubérculos, embora este fator não tenha sido considerado no presente estudo. Um caso pronunciado do efeito do ambiente sobre a aparência dos tubérculos pode ser notado na cultivar Ágata, que mostrou umas das piores notas de aparência geral nos experimentos. Vale salientar que esta cultivar é uma das mais encontradas no mercado *in natura* no Brasil, sendo que um dos atributos que a colocam neste patamar é justamente sua aparência de periderme lisa e brilhante. Para a aparência geral dos tubérculos nota-se que as cultivares comerciais apresentaram média superior aos clones. Porém há clones que apresentaram notas de aparência geral semelhantes às melhores cultivares comerciais com destaque para GSI 11-01 e SR3 15-03 que se assemelharam a Ana que foi a cultivar com a melhor aparência geral nos experimentos.

**Tabela 1.** Médias dos clones e das testemunhas para produção total, produção de grãos e peso específico em Lavras-MG e Lambari-MG (continua).

Clones	Produção Total (g planta <sup>-1</sup> )			Produção de grãos (g planta <sup>-1</sup> )			Peso específico		
	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta
<b>AGATA</b>	833,33 B*	355,55 B	594,44 B	575,00 B	77,78 A	326,39 B	1,0621 C	1,0461 A	1,0541 B
<b>ANA</b>	870,00 B	722,22 A	796,11 A	440,00 B	355,56 A	397,78 B	1,0893 A	1,0648 A	1,0771 A
<b>ASTERIX</b>	675,00 C	550,00 B	625,00 B	303,33 B	166,67 A	248,67 B	1,0802 A	1,0519 A	1,0689 B
<b>ATLANTIC</b>	763,33 C	566,66 B	665,00 B	650,00 A	422,22 A	536,11 A	1,0785 B	1,0643 A	1,0714 B
<b>CAESAR</b>	546,67 C	283,34 B	441,33 C	288,33 B	133,34 A	226,33 B	1,0764 B	1,0638 A	1,0713 B
<b>CBM 02-03</b>	893,33 B	766,67 A	830,00 A	361,67 B	522,22 A	441,94 B	1,0817 A	1,0768 A	1,0793 A
<b>CBM 11-10</b>	1073,33 A	616,67 B	890,67 A	826,67 A	233,34 A	589,33 A	1,0870 A	1,0692 A	1,0799 A
<b>CBM 14-18</b>	1261,67 A	777,78 A	1019,70 A	941,67 A	511,11 A	726,39 A	1,0791 B	1,0557 A	1,0674 B
<b>CBM 16-27</b>	1140,00 A	583,34 B	917,33 A	950,00 A	366,67 A	716,67 A	1,0823 A	1,0556 A	1,0716 B
<b>CTB 03-26</b>	443,33 D	505,56 B	474,45 C	281,67 B	261,11 A	271,39 B	1,0770 B	1,0571 A	1,0671 B
<b>CTB 19-03</b>	833,33 B	611,11 B	722,22 B	420,00 B	327,78 A	373,89 B	1,0807 A	1,0673 A	1,0740 A
<b>CTB 32-11</b>	986,67 B	800,00 A	912,00 A	768,33 A	512,50 A	666,00 A	1,0774 B	1,0573 A	1,0693 B
<b>CTB 32-24</b>	1118,33 A	394,45 B	756,39 A	640,00 A	166,67 A	403,33 B	1,0653 C	1,0487 A	1,0570 B
<b>CTB 33-03</b>	356,67 D	166,67 B	280,67 C	313,33 B	50,00 A	208,00 B	1,0830 A	1,0656 A	1,0760 A
<b>CTB 49-14</b>	596,67 C	588,89 B	592,78 B	536,67 B	205,56 A	371,11 B	1,0881 A	1,0735 A	1,0808 A
<b>GMR 02-34</b>	850,00 B	755,56 A	802,78 A	701,67 A	363,33 A	532,50 A	1,0872 A	1,0696 A	1,0784 A
<b>GMR 03-15</b>	1081,67 A	1100,00 A	1090,80 A	753,33 A	633,33 A	693,33 A	1,0874 A	1,0740 A	1,0807 A
<b>GMR 03-17</b>	1086,67 A	555,56 B	821,11 A	850,00 A	311,11 A	580,56 A	1,0821 A	1,0592 A	1,0707 B
<b>GMR 03-54</b>	1100,00 A	877,78 A	988,89 A	503,33 B	344,44 A	423,89 B	1,0844 A	1,0659 A	1,0752 A
<b>GMR 04-60</b>	650,00 C	650,00 B	650,00 B	410,00 B	166,67 A	312,67 B	1,0757 B	1,0583 A	1,0687 B
<b>GMR 05-28</b>	1111,67 A	983,34 A	1060,30 A	556,67 B	633,33 A	587,33 A	1,0694 C	1,0607 A	1,0659 B

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor, 2016.

**Tabela 1.** Médias dos clones e das testemunhas para produção total, produção de grãos e peso específico em Lavras-MG e Lambari-MG (continua).

Clones	Produção Total (g planta <sup>-1</sup> )			Produção de grãos (g planta <sup>-1</sup> )			Peso específico		
	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta
<b>GMR 08-22</b>	650,00 C	722,22 A	686,11 B	486,67 B	350,00 A	418,33 B	1,0841 A	1,0567 A	1,0704 B
<b>GMR 08-48</b>	371,67 D	550,00 B	443,00 C	215,00 B	150,00 A	189,00 B	1,0744 B	1,0582 A	1,0679 B
<b>GMR 09-02</b>	1271,67 A*	444,45 B	858,06 A	868,33 A	233,33 A	550,83 A	1,0646 C	1,0642 A	1,0644 B
<b>GMR 09-39</b>	136,67 D	455,56 B	296,11 C	238,33 B	266,67 A	252,50 B	1,0917 A	1,0586 A	1,0752 A
<b>GMR 09-49</b>	791,67 B	622,22 B	706,94 B	551,67 B	300,00 A	425,83 B	1,0856 A	1,0608 A	1,0732 B
<b>GMR 11-10</b>	373,33 D	500,00 B	436,67 C	273,33 B	200,00 A	236,67 B	1,0816 A	1,0605 A	1,0711 B
<b>GMR 11-60</b>	1211,67 A	900,00 A	1087,00 A	653,33 A	466,67 A	578,67 A	1,0714 C	1,0654 A	1,0690 B
<b>GMR 12-02</b>	1390,00 A	400,00 B	994,00 A	1075,00 A	200,00 A	725,00 A	1,0749 B	1,0644 A	1,0707 B
<b>GMR 12-23</b>	335,00 D	550,00 B	421,00 C	253,33 B	300,00 A	272,00 B	1,0733 B	1,0554 A	1,0662 B
<b>GMR 14-14</b>	1240,00 A	633,33 B	936,67 A	921,67 A	266,67 A	594,17 A	1,0789 B	1,0534 A	1,0662 B
<b>GMR 14-15</b>	816,67 B	916,67 A	856,67 A	573,33 B	583,34 A	577,33 A	1,0772 B	1,0618 A	1,0710 B
<b>GMR 15-17</b>	896,67 B	700,00 A	818,00 A	640,00 A	83,34 A	417,33 B	1,0810 A	1,0543 A	1,0703 B
<b>GMR 15-38</b>	1005,00 B	516,67 B	809,67 A	490,00 B	133,34 A	347,33 B	1,0815 A	1,0579 A	1,0720 B
<b>GMR 16-26</b>	1226,67 A	441,67 B	912,67 A	1035,00 A	208,34 A	704,33 A	1,0854 A	1,0444 A	1,0690 B
<b>GMR 19-33</b>	881,80 B	555,56 B	718,68 B	705,00 A	233,33 A	469,17 A	1,0813 A	1,0635 A	1,0724 B
<b>GMR 22-18</b>	461,67 D	555,55 B	508,61 C	273,33 B	266,67 A	270,00 B	1,0777 B	1,0517 A	1,0647 B
<b>GMR 22-35</b>	461,67 D	450,00 B	457,00 C	223,33 B	266,67 A	240,67 B	1,0773 B	1,0591 A	1,0700 B
<b>GRO 01-24</b>	816,67 B	450,00 B	670,00 B	510,00 B	0,00 A	306,00 B	1,0921 A	1,0687 A	1,0827 A
<b>GRO 04-68</b>	1000,00 B	550,00 B	820,00 A	696,67 A	266,67 A	524,67 A	1,1009 A	1,0686 A	1,0880 A
<b>GRO 08-16</b>	1230,00 A	355,56 B	792,78 A	930,00 A	244,44 A	587,22 A	1,0755 B	1,0647 A	1,0701 B
<b>GRO 14-11</b>	965,00 B	466,67 B	715,83 B	785,00 A	283,33 A	534,17 A	1,0701 C	1,0542 A	1,0621 B
<b>GRO 14-17</b>	633,33 C	300,00 B	500,00 C	476,67 B	50,00 A	306,00 B	1,0828 A	1,0594 A	1,0734 B

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor, 2016.

**Tabela 1.** Médias dos clones e das testemunhas para produção total, produção de grãos e peso específico em Lavras-MG e Lambari-MG (conclusão).

Clones	Produção Total (g planta <sup>-1</sup> )			Produção de grãos (g planta <sup>-1</sup> )			Peso específico		
	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta
<b>GRO 19-30</b>	623,33 C	300,00 B	494,00 C	361,67 B	100,00 A	257,00 B	1,0682 C	1,0648 A	1,0668 B
<b>GSI 01-17</b>	1355,00 A	561,11 B	958,06 A	690,00 A	200,00 A	445,00 B	1,0770 B	1,0620 A	1,0695 B
<b>GSI 05-10</b>	983,33 B	866,67 A	925,00 A	508,33 B	305,56 A	406,95 B	1,0853 A	1,0700 A	1,0776 A
<b>GSI 05-33</b>	986,67 B	600,00 B	793,33 A	726,67 A	222,22 A	474,45 A	1,0826 A	1,0675 A	1,0751 A
<b>GSI 11-01</b>	653,33 C	500,00 B	576,67 B	396,67 B	333,33 A	365,00 B	1,0837 A	1,0582 A	1,0710 B
<b>GSI 11-04</b>	885,00 B	572,22 B	728,61 B	443,33 B	238,89 A	341,11 B	1,0900 A	1,0719 A	1,0810 A
<b>GSI 12-31</b>	1190,00 A*	466,67 B	900,67 A	853,33 A	216,67 A	598,67 A	1,0731 B	1,0628 A	1,0690 B
<b>IRF 02-31</b>	436,67 D	811,11 A	623,89 B	306,67 B	577,78 A	442,22 B	1,0798 A	1,0587 A	1,0692 B
<b>IRF 07-33</b>	723,33 C	605,56 B	664,45 B	388,33 B	211,11 A	299,72 B	1,0824 A	1,0617 A	1,0720 B
<b>SR3 04-30</b>	846,67 B	494,44 B	670,56 B	600,00 B	222,22 A	411,11 B	1,0845 A	1,0545 A	1,0695 B
<b>SR3 10-04</b>	816,67 B	550,00 B	710,00 B	462,33 B	200,00 A	357,40 B	1,0881 A	1,0513 A	1,0734 B
<b>SR3 12-06</b>	748,33 C	477,78 B	613,06 B	536,67 B	111,11 A	323,89 B	1,0858 A	1,0636 A	1,0747 A
<b>SR3 12-16</b>	845,00 B	583,33 B	714,17 B	545,00 B	144,44 A	344,72 B	1,0838 A	1,0596 A	1,0717 B
<b>SR3 15-03</b>	846,67 B	983,34 A	901,33 A	578,33 B	600,00 A	587,00 A	1,0894 A	1,0749 A	1,0836 A
<b>SR3 17-09</b>	250,00 D	516,67 B	383,33 C	206,67 B	333,33 A	270,00 B	1,0910 A	1,0659 A	1,0784 A
<b>SR3 17-16</b>	666,67 C	583,34 B	633,33 B	396,67 B	325,00 A	368,00 B	1,0869 A	1,0625 A	1,0771 A
<b>SR3 19-33</b>	1056,67 A	533,33 B	795,00 A	610,00 A	166,67 A	388,33 B	1,0971 A	1,0657 A	1,0814 A
<b>SR3 27-09</b>	1043,33 A	694,44 A	868,89 A	730,00 A	305,56 A	517,78 A	1,0819 A	1,0646 A	1,0733 B
<b>SR3 33-14</b>	740,00 C	533,33 B	657,33 B	486,67 B	466,67 A	478,67 A	1,0823 A	1,0562 A	1,0718 B

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor, 2016.

**Tabela 2.** Média de formato de tubérculos, textura de periderme, profundidade de olho, aparência geral em Lavras-MG e Lambari-MG (continua).

Clones	Formato de Tubérculos			Textura da Periderme			Profundida de Olho			Aparência Geral		
	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta
<b>AGATA</b>	3,2 A*	3,3 A	3,3 B	3,7 A	3,6 A	3,6 A	3,3 A	3,9 A	3,6 A	2,39 B	1,6 B	2,0 B
<b>ANA</b>	4,2 A	3,6 A	3,9 A	3,9 A	3,6 A	3,7 A	4,0 A	3,9 A	3,9 A	3,95 A	2,1 A	3,0 A
<b>ASTERIX</b>	3,9 A	4,0 A	3,9 A	3,3 A	4,2 A	3,7 A	3,8 A	4,5 A	4,1 A	3,56 A	1,3 B	2,7 A
<b>ATLANTIC</b>	2,6 B	2,3 B	2,4 C	1,7 B	2,4 B	2,1 B	2,9 C	3,3 A	3,1 B	3,17 A	2,5 A	2,8 A
<b>CAESAR</b>	3,8 A	3,2 A	3,5 A	3,6 A	3,5 A	3,5 A	4,0 A	4,8 A	4,3 A	3,11 A	1,4 B	2,4 A
<b>CBM 02-03</b>	2,3 C	3,2 A	2,8 C	2,3 B	2,3 B	2,3 B	2,9 C	3,8 A	3,3 B	2,56 B	2,8 A	2,7 A
<b>CBM 11-10</b>	3,0 B	3,2 A	3,1 B	2,7 B	2,3 B	2,5 B	2,8 C	4,0 A	3,3 B	2,56 B	2,3 A	2,4 A
<b>CBM 14-18</b>	3,6 A	3,2 A	3,4 B	3,1 A	3,8 A	3,4 A	3,4 A	3,7 A	3,6 A	2,06 B	2,6 A	2,3 B
<b>CBM 16-27</b>	3,3 A	2,7 B	3,1 B	3,8 A	2,8 B	3,4 A	3,9 A	3,7 A	3,8 A	2,84 A	1,6 B	2,3 B
<b>CTB 03-26</b>	2,8 B	3,4 A	3,1 B	2,8 B	3,9 A	3,3 A	3,4 A	4,2 A	3,8 A	2,56 B	2,0 B	2,3 B
<b>CTB 19-03</b>	3,3 A	3,7 A	3,5 A	2,4 B	3,4 A	2,9 A	3,7 A	4,1 A	3,9 A	2,83 A	2,5 A	2,7 A
<b>CTB 32-11</b>	4,2 A	2,8 B	3,7 A	3,4 A	2,3 B	3,0 A	3,6 A	3,8 A	3,7 A	3,06 A	2,7 A	2,9 A
<b>CTB 32-24</b>	2,1 C	4,1 A	3,1 B	3,1 A	3,8 A	3,4 A	3,7 A	4,7 A	4,2 A	2,00 B	1,2 B	1,6 B
<b>CTB 33-03</b>	2,1 C	3,2 A	2,5 C	2,7 B	3,2 A	2,9 B	2,8 C	3,8 A	3,2 B	2,06 B	1,4 B	1,8 B
<b>CTB 49-14</b>	3,0 B	2,7 B	2,8 C	3,0 A	3,0 A	3,0 A	3,4 A	4,1 A	3,8 A	3,17 A	1,4 B	2,3 B
<b>GMR 02-34</b>	3,4 A	4,1 A	3,8 A	2,2 B	3,6 A	2,9 B	3,4 A	4,2 A	3,8 A	2,66 A	2,6 A	2,6 A
<b>GMR 03-15</b>	2,3 C	2,9 B	2,6 C	2,3 B	3,0 A	2,7 B	3,3 A	4,0 A	3,7 A	3,17 A	2,4 A	2,8 A
<b>GMR 03-17</b>	4,0 A	3,1 A	3,6 A	2,9 A	2,7 B	2,8 B	3,7 A	3,2 A	3,4 A	2,67 A	2,4 A	2,6 A
<b>GMR 03-54</b>	2,8 B	3,9 A	3,3 B	3,0 A	3,3 A	3,2 A	3,2 B	4,6 A	3,9 A	2,78 A	2,8 A	2,8 A
<b>GMR 04-60</b>	3,9 A	2,3 B	3,3 B	3,2 A	3,3 A	3,3 A	3,6 A	3,2 A	3,4 A	2,28 B	2,0 B	2,2 B
<b>GMR 05-28</b>	3,3 A	3,0 A	3,2 B	3,6 A	3,5 A	3,5 A	3,9 A	3,5 A	3,7 A	3,17 A	2,5 A	2,9 A

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor,2016.

**Tabela 2.** Média de formato de tubérculos, textura de periderme, profundidade de olho, aparência geral em Lavras-MG e Lambari-MG (continua).

Clones	Formato de Tubérculos			Textura da Periderme			Profundida de Olho			Aparência Geral		
	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta
<b>GMR 09-02</b>	2,1 C	3,6 A	2,8 C	2,7 B	2,8 B	2,7 B	3,6 A	3,6 A	3,6 A	2,05 B	1,8 B	1,9 B
<b>GMR 08-22</b>	3,0 B	3,6 A	3,3 B	2,1 B	3,3 A	2,7 B	3,6 A	3,4 A	3,5 A	2,22 B	3,1 A	2,7 A
<b>GMR 08-48</b>	3,9 A	3,8 A	3,9 A	2,8 B	3,2 A	2,9 A	3,7 A	4,2 A	3,9 A	2,22 B	1,9 B	2,4 B
<b>GMR 11-10</b>	3,4 A	3,6 A	3,5 A	3,2 A	3,1 A	3,2 A	3,7 A	4,0 A	3,8 A	2,67 A	2,6 A	2,6 A
<b>GMR 11-60</b>	3,6 A	2,8 B	3,3 B	2,6 B	4,0 A	3,1 A	3,6 A	4,2 A	3,8 A	1,67 B	1,9 B	1,8 B
<b>GMR 12-02</b>	3,1 A	3,5 A	3,3 B	2,1 B	3,3 A	2,6 B	3,6 A	3,7 A	3,6 A	2,28 B	1,8 B	2,1 B
<b>GMR 12-23</b>	3,2 A	2,7 B	3,0 B	3,0 A	2,5 B	2,8 B	3,7 A	3,8 A	3,7 A	1,94 B	1,5 B	1,8 B
<b>GMR 14-14</b>	3,8 A	3,1 A	3,4 B	3,2 A	3,0 A	3,1 A	3,4 A	3,6 A	3,5 A	2,17 B	1,8 B	2,0 B
<b>GMR 14-15</b>	3,2 A	4,2 A	3,6 A	2,8 B	3,7 A	3,1 A	3,6 A	4,0 A	3,7 A	2,44 B	2,5 A	2,5 A
<b>GMR 15-17</b>	3,1 A	2,3 B	2,8 C	2,6 B	2,8 B	2,7 B	3,9 A	3,0 A	3,5 A	2,61 B	1,6 B	2,2 B
<b>GMR 15-38</b>	4,1 A	3,0 A	3,7 A	2,9 A	2,0 B	2,5 B	3,8 A	3,3 A	3,6 A	2,67 A	1,6 B	2,2 B
<b>GMR 16-26</b>	3,1 A	3,2 A	3,1 B	2,1 B	2,8 B	2,4 B	2,4 C	3,8 A	3,0 B	2,17 B	1,2 B	1,8 B
<b>GMR 19-33</b>	3,6 A	3,4 A	3,5 A	3,2 A	3,0 A	3,1 A	3,6 A	4,0 A	3,8 A	3,22 A	2,3 A	2,8 A
<b>GMR 22-18</b>	3,6 A	2,7 B	3,1 B	3,1 A	2,6 B	2,8 B	4,0 A	3,6 A	3,8 A	2,17 B	1,3 B	1,7 B
<b>GMR 22-35</b>	3,0 B	2,7 B	2,9 C	3,3 A	2,2 B	2,9 B	3,9 A	3,5 A	3,7 A	2,28 B	2,3 A	2,3 B
<b>GRO 01-24</b>	3,2 A	3,3 A	3,3 B	2,6 B	2,7 B	2,6 B	3,7 A	3,5 A	3,6 A	2,34 B	1,6 B	2,0 B
<b>GRO 04-68</b>	3,9 A	4,2 A	4,0 A	2,7 B	3,5 A	3,0 A	3,9 A	4,3 A	4,1 A	2,22 B	2,1 A	2,2 B
<b>GRO 08-16</b>	2,9 B	1,2 C	2,1 D	2,4 B	2,1 B	2,3 B	3,4 A	2,0 A	2,7 C	3,06 A	1,1 B	2,1 B
<b>GRO 14-11</b>	2,2 C	1,7 C	1,9 D	2,7 B	2,8 B	2,8 B	3,2 B	3,3 A	3,3 B	3,17 A	1,5 B	2,3 B
<b>GRO 14-17</b>	1,7 C	1,2 C	1,5 D	3,3 A	1,7 B	2,7 B	2,7 C	2,2 A	2,5 C	3,17 A	1,0 B	2,3 B
<b>GRO 19-30</b>	1,9 C	1,2 C	1,6 D	2,0 B	1,7 B	1,9 B	3,1 B	1,7 A	2,5 C	2,72 A	1,1 B	2,1 B
<b>GS1 01-17</b>	2,7 B	2,6 B	2,6 C	2,7 B	3,0 A	2,8 B	2,8 C	3,7 A	3,2 B	2,22 B	2,2 A	2,2 B

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor,2016.

**Tabela 2.** Média de formato de tubérculos, textura de periderme, profundidade de olho, aparência geral em Lavras-MG e Lambari-MG (conclusão).

Clones	Formato de Tubérculos			Textura da Periderme			Profundidade de Olho			Aparência Geral		
	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta	Lavras	Lambari	Conjunta
<b>GSI 05-10</b>	2,9 B	2,9 B	2,9 C	2,9 A	2,8 B	2,8 B	3,3 A	4,2 A	3,8 A	2,50 B	2,7 A	2,6 A
<b>GSI 05-33</b>	2,8 B	2,7 B	2,7 C	3,1 A	3,0 A	3,1 A	3,6 A	4,1 A	3,8 A	2,72 A	1,9 B	2,3 B
<b>GSI 11-01</b>	3,7 A	3,3 A	3,5 A	2,6 B	3,7 A	3,1 A	3,9 A	3,6 A	3,7 A	3,33 A	2,7 A	3,0 A
<b>GSI 11-04</b>	3,6 A	3,6 A	3,6 A	3,3 A	3,0 A	3,2 A	3,6 A	3,9 A	3,7 A	2,67 A	2,4 A	2,5 A
<b>GSI 12-31</b>	3,4 A*	3,0 A	3,3 B	2,7 B	3,2 A	2,9 B	3,2 B	3,5 A	3,3 B	2,55 B	1,8 B	2,3 B
<b>IRF 02-31</b>	3,6 A	3,7 A	3,6 A	2,3 B	2,3 B	2,3 B	3,9 A	4,0 A	3,9 A	2,44 B	3,4 A	2,9 A
<b>IRF 07-33</b>	2,7 B	2,7 B	2,7 C	2,8 B	2,4 B	2,6 B	3,2 B	3,4 A	3,3 B	2,95 A	1,8 B	2,4 B
<b>SR3 04-30</b>	2,9 B	2,6 B	2,7 C	2,4 B	3,4 A	2,9 A	3,2 B	3,8 A	3,5 A	2,11 B	2,3 A	2,2 B
<b>SR3 10-04</b>	3,0 B	2,5 B	2,8 C	3,2 A	2,3 B	2,9 B	3,4 A	3,5 A	3,5 A	2,95 A	1,9 B	2,5 A
<b>SR3 12-06</b>	1,8 C	2,0 C	1,9 D	1,7 B	2,4 B	2,1 B	2,6 C	3,2 A	2,9 C	2,95 A	2,3 A	2,6 A
<b>SR3 12-16</b>	4,0 A	4,1 A	4,1 A	2,4 B	2,4 B	2,4 B	3,9 A	4,0 A	3,9 A	3,00 A	1,9 B	2,5 A
<b>SR3 15-03</b>	2,1 C	1,8 C	2,0 D	2,9 A	2,5 B	2,7 B	2,4 C	2,8 A	2,6 C	3,00 A	3,1 A	3,0 A
<b>SR3 17-09</b>	2,6 B	3,8 A	3,2 B	3,7 A	3,3 A	3,5 A	3,8 A	4,3 A	4,1 A	2,17 B	2,3 A	2,2 B
<b>SR3 17-16</b>	2,8 B	3,5 A	3,1 B	2,3 B	3,0 A	2,6 B	3,4 A	3,8 A	3,6 A	2,78 A	2,1 A	2,5 A
<b>SR3 19-33</b>	3,6 A	4,1 A	3,8 A	3,3 A	3,1 A	3,2 A	3,2 B	3,8 A	3,5 A	2,67 A	2,2 A	2,4 A
<b>SR3 27-09</b>	3,3 A	2,7 B	3,0 B	1,6 B	3,1 A	2,3 B	3,2 B	3,8 A	3,5 A	2,89 A	2,5 A	2,7 A
<b>SR3 33-14</b>	3,9 A	4,0 A	3,9 A	3,0 A	3,0 A	3,0 A	4,0 A	3,8 A	3,9 A	2,45 B	2,1 A	2,3 B

\*Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor, 2016.

A análise conjunta (**APENDICE 3A**) mostrou que a fonte de variação locais foi significativa para quase todas as características avaliadas ( $p < 0,05$ ), exceto para formato de tubérculos. Este resultado provavelmente ocorreu em função das diferentes safras - Lavras safra de inverno e Lambari safra da seca.

Houve significância para os tratamentos para todas as características avaliadas, indicando que há variação entre os clones utilizados nos experimentos. No desdobramento da fonte de variação tratamentos ficou evidenciado que houve significância para todas as características para os clones, entretanto, para testemunhas não houve significância apenas para a produção total de tubérculos. O contraste clones vs. testemunhas foi significativo para produção total, peso específico, formato de tubérculos, textura da periderme e aparência geral. Para a produção total de tubérculos os clones superaram as testemunhas em 17,8%. Para o peso específico dos tubérculos os clones apresentam média de 1,0724 e as testemunhas média de 1,0686. Embora esta diferença pareça ser pequena, ela representa quase 1% no teor de matéria seca de tubérculos (SCHIPPERS, 1976) e exerce um diferencial significativo no rendimento do produto final processado.

A interação tratamentos x locais não foi significativa apenas para o peso específico e profundidade de olho, para todas as outras fontes de variação o efeito da interação foi pronunciado, indicando que o comportamento dos tratamentos nos diferentes ambientes não foi coincidente.

## 4.2 Resistência à podridão mole

Os resultados da ANAVA mostraram que todas as características avaliadas foram significativas ( $p < 0,05$ ) evidenciando a variabilidade entre os clones quanto a resistência a essa doença, sendo possível identificar clones com diferentes níveis de resistência (**APENDICE 5A**). As médias para os quatro caracteres utilizados para avaliar a reação à *Pectobacterium carotovorum* estão apresentados na tabela 3. Todos eles conseguiram evidenciar diferenças nas reações dos clones ao patógeno, separando-os em quatro ou mais grupos. As estimativas das correlações entre as características avaliadas estão apresentadas na tabela 4. Os valores variaram de 0,13 entre profundidade e diâmetro da lesão até 1,0 entre o diâmetro e o índice. Devido apresentar coeficientes de correlação mais elevados com todas as demais características, optou-se por utilizar a penetrabilidade como a característica mais adequada para avaliar os níveis de resistência à podridão mole. Por este critério, foram separados sete grupos (variando de A até G) pelo teste de Scott-Knott (TABELA 3). Neste caso, apenas dois clones apresentam notas similares ou inferior ao padrão de resistência e 34 clones apresentam notas similares ou superiores à Ágata, indicando suscetibilidade. Merece destaque os clones CTB 32-24 e SR3 17-16 que foram tão resistentes quanto ao padrão de

resistência – clone CBM 9-10. Contudo, os clones GMR 14-11, GMR 14-14 e GRO 01-24 também devem receber atenção, pois apresentaram bom nível de resistência, se posicionando no grupo identificado como C no teste de Scott-Knott.

**Tabela 3.** Médias de diâmetro, profundidade, penetrabilidade e índice e a classificação dos clones para o teste de reação à podridão mole. Laboratório de Bacteriologia da UFPA- 2016 (continua).

Clones	Diâmetro (mm)	Profundidade (mm)	Penetrabilidade (mm)	Índice (mm)
<b>AGATA</b>	16.57 C	21.06 D	5.68 E	4.20 C
<b>ANA</b>	13.92 B	22.79 D	5.88 F	3.28 B
<b>ATLANTIC</b>	12.83 B	19.47 C	3.94 D	2.90 B
<b>CAESAR</b>	12.17 B	23.19 E	5.63 E	2.67 B
<b>CAMILA</b>	9.62 A	19.97 C	3.39 D	1.78 A
<b>CBM 02-03</b>	12.47 B	21.49 D	4.86 E	2.77 B
<b>CBM 09-10</b>	10.10 A	17.70 A	2.37 B	1.95 A
<b>CBM 11-10</b>	12.93 B	19.20 C	3.83 D	2.93 B
<b>CBM 14-18</b>	12.84 B	22.43 D	5.42 E	2.90 B
<b>CBM 16-27</b>	13.68 B	21.52 D	5.18 E	3.20 B
<b>CTB 32-24</b>	9.54 A	17.81 A	2.29 B	1.76 A
<b>CTB 03-26</b>	14.22 B	19.74 C	4.42 D	3.38 B
<b>CTB 19-03</b>	14.17 B	23.72 E	6.40 F	3.37 B
<b>CTB 32-11</b>	14.05 B	20.62 C	4.82 E	3.33 B
<b>CTB 33-03</b>	13.63 B	21.41 D	5.11 E	3.18 B
<b>CTB49-14</b>	13.82 B	17.91 A	3.41 D	3.24 B
<b>GMR02-23</b>	13.18 B	20.97 D	4.78 E	3.02 B
<b>GMR02-35</b>	12.92 B	21.93 D	5.20 E	2.93 B
<b>GMR 03-15</b>	16.08 C	23.49 E	6.77 G	4.03 C
<b>GMR 03-17</b>	12.79 B	23.17 E	5.78 F	2.88 B
<b>GMR 03-54</b>	11.92 B	19.31 C	3.63 D	2.59 B
<b>GMR 04-60</b>	13.09 B	21.59 D	5.07 E	2.99 B
<b>GMR 05-28</b>	13.69 B	25.15 F	6.99 G	3.20 B
<b>GMR 08-22</b>	16.07 C	19.47 C	4.75 E	4.02 C
<b>GMR 08-48</b>	12.21 B	20.16 C	4.13 D	2.68 B
<b>GMR 09-02</b>	14.47 B	21.15 D	5.19 E	3.47 B
<b>GMR 09-39</b>	14.58 B	17.66 A	3.47 D	3.51 B
<b>GMR 09-49</b>	12.16 B	22.71 D	5.39 E	2.67 B
<b>GMR 11-10</b>	12.01 B	22.07 D	5.03 E	2.61 B
<b>GMR 11-60</b>	11.02 A	19.48 C	3.49 D	2.27 A
<b>GMR 12-02</b>	13.35 B	20.00 C	4.34 D	3.08 B
<b>GMR 14-11</b>	12.86 B	17.85 A	3.14 C	2.91 B
<b>GMR 14-14</b>	10.41 A	19.06 C	3.13 C	2.06 A
<b>GMR 14-15</b>	11.58 A	21.12 D	4.45 D	2.46 A
<b>GMR 15-17</b>	12.15 B	21.08 D	4.58 D	2.66 B
<b>GMR 15-38</b>	11.25 A	20.32 C	3.97 D	2.36 A
<b>GMR 16-26</b>	14.36 B	22.61 D	5.89 F	3.43 B
<b>GMR 19-33</b>	16.80 C	22.27 D	6.33 F	4.28 C
<b>GMR 22-18</b>	21.04 D	19.69 C	6.11 F	5.75 D

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor,2016.

**Tabela 3.** Médias de diâmetro, profundidade, índice, penetrabilidade e a classificação dos clones para o teste de reação à podridão mole. Laboratório de Bacteriologia da UFLA- 2016 (conclusão).

Clones	Diâmetro (mm)	Profundidade (mm)	Penetrabilidade (mm)	Índice (mm)
<b>GMR 22-35</b>	12.54 B	21.29 D	4.78 E	2.80 B
<b>GRO 01-24</b>	10.78 A	18.65 B	3.02 C	2.19 A
<b>GRO 04-68</b>	13.06 B	23.86 E	6.20 F	2.98 B
<b>GRO 08-16</b>	13.53 B	21.08 D	4.92 E	3.14 B
<b>GRO 14-17</b>	14.72 B	22.81 D	6.08 F	3.56 B
<b>GRO 19-30</b>	12.50 B	25.92 G	7.09 G	2.79 B
<b>GSI 01-17</b>	12.05 B	22.73 D	5.38 E	2.63 B
<b>GSI 05-10</b>	13.08 B	22.33 D	5.43 E	2.99 B
<b>GSI 05-33</b>	14.81 B	18.80 B	4.10 D	3.59 B
<b>GSI 11-01</b>	12.31 B	18.80 B	3.47 D	2.72 B
<b>GSI 11-04</b>	11.37 A	20.93 D	4.30 D	2.39 A
<b>GSI 12-31</b>	13.50 B	19.26 C	4.00 D	3.13 B
<b>IRF 02-31</b>	13.52 B	23.59 E	6.17 F	3.14 B
<b>IRF 07-33</b>	12.17 B	18.80 B	3.44 D	2.67 B
<b>SR3 04-30</b>	13.31 B	20.68 C	4.66 E	3.07 B
<b>SR3 10-04</b>	12.82 B	20.22 C	4.31 D	2.89 B
<b>SR3 12-06</b>	12.74 B	19.48 C	3.92 D	2.87 B
<b>SR3 12-16</b>	13.29 B	18.81 B	3.73 D	3.06 B
<b>SR3 15-03</b>	13.16 B	25.65 G	7.11 G	3.01 B
<b>SR3 17-09</b>	13.10 B	19.75 C	4.15 D	2.99 B
<b>SR3 17-16</b>	9.34 A	16.92 A	1.79 A	1.69 A
<b>SR3 19-33</b>	12.99 B	19.46 C	3.98 D	2.95 B
<b>SR3 24-06</b>	12.18 B	19.11 C	3.60 D	2.68 B
<b>SR3 27-09</b>	12.41 B	21.61 D	4.91 E	2.75 B
<b>SR3 33-14</b>	17.26 C	20.10 C	5.36 E	4.44 C

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor,2016.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação entre diâmetro, profundidade, penetrabilidade e índice para reação à podridão mole. Laboratório de Bacteriologia da UFLA.

	Profundidade	Penetrabilidade	Índice
Diâmetro	0,13	0,57*	1,00*
Profundidade		0,88*	0,13*
Penetrabilidade			0,57*

\*-significativo a 5%. Fonte: Autor, 2017.

### 4.3 Resistência à pinta preta e viroses

A análise das notas da avaliação da resistência à pinta preta (**APENDICE 4A**) foi significativa ( $p < 0,05$ ) mostrando que é possível selecionar materiais com diferentes níveis de resistência para esta doença. Os clones apresentaram diferenças na classificação tanto pela escala proposta por Van der Waals et al. (2004) como pelo agrupamento realizado pelo teste de Scott- Knott (**TABELA 5**). Quando se considera a escala de Van der Waals et al. 28 clones se mostraram resistentes. Por outro lado, no agrupamento pelo Scott- Knott foram classificados quatro grupos. A cultivar Achat (padrão de suscetibilidade) foi classificada no grupo C e, assim, todos os clones deste grupo ou do grupo D devem ser considerados suscetíveis. Já a cultivar Aracy foi classificada no grupo A e todos os clones deste grupo deveriam também ser considerados resistentes. Por este critério, 13 genótipos seriam resistentes. Os clones do grupo B poderiam ser classificados como moderadamente resistentes. Merecem destaque os clones CTB 16-27, GMR 03-54, GRO 19-30 e SR3 12-16 que apresentaram notas iguais ou inferiores à ‘Aracy’ (padrão de resistência)..

A análise molecular permitiu detectar a presença do alelo  $Ry_{adg}$  em 19 dos 58 clones testados. Os clones também foram testados para o alelo  $Rx1$  sendo encontrados 19 com o referido alelo. Dentre estes os clones GMR 08-48, GSI 05-10, GSI 12-31 e SR3 10-04 apresentaram os dois alelos de resistência (**TABELA 5**).

**Tabela 5.** Médias de notas e classificação de clones ao teste de resistência a pinta preta e presença/ausência de bandas do alelo de resistência a PVY e PVX, Lavras-2016 (continua).

Clones	Pinta Preta		Presença/ Ausência de bandas		
	Nota	Classificação		PVY	PVX
		Scott & Knott	Van der Waals		
AGATA	2,60	B*	R#	-	-
ANA	1,80	A	R	NA	NA
ASTERIX	2,20	B	R	-	+
ATLANTIC	2,60	B	R	-	+
CAESAR	3,40	C	S	-	-
CBM 02-03	1,80	A	R	-	-
CBM 11-10	3,60	D	S	-	-
CBM 14-18	4,00	D	S	+	-
CBM 16-27	1,40	A	R	+	-
CTB 03-26	1,80	A	R	-	-
CTB 19-03	NA			-	-
CTB 32-24	NA			-	-
CTB 33-03	1,80	A	R	-	-
CTB 49-14	NA			-	+
GMR 02-34	3,80	D	S	-	-
GMR 03-15	NA			+	-
GMR 03-17	3,20	C	S	-	-
GMR 03-54	1,00	A	R	-	+
GMR 04-60	NA			-	+
GMR 05-28	NA			-	-
GMR 08-22	NA			-	-
GMR 08-48	NA			+	+
GMR 09-02	4,00	D	S	-	-
GMR 09-39	NA			+	-
GMR 09-49	NA			-	-
GMR 11-10	3,60	D	S	-	-
GMR 11-60	1,60	A	R	+	-
GMR 12-02	2,80	C	R	-	-
GMR 12-23	2,40	B	R	-	-
GMR 14-15	1,60	A	R	+	-
GMR 14-14	3,40	C	S	-	-
GMR 15-17	2,00	B	R	-	-
GMR 15-38	1,60	A	R	+	-

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. # R: resistente; S: Suscetível. NA: Não avaliado. Fonte: Do Autor,2016.

**Tabela 5.** Médias de notas e classificação de clones ao teste de resistência a pinta preta e presença/ausência de bandas do alelo de resistência a PVY e PVX, Lavras-2016 (conclusão).

Clones	Pinta Preta		Presença/ Ausência de bandas		
	Nota	Classificação		PVY	PVX
		Scott & Knott	Van der Waals		
GMR 16-26	NA			-	+
GMR 19-33	NA			-	-
GMR 22-18	2,00	B*	R	-	-
GMR 22-35	1,60	A	R	+	-
GRO 01-24	2,20	B	R	-	-
GRO 04-68	2,40	B	R	-	-
GRO 08-16	3,00	C	S	-	-
GRO 14-11	1,80	A	R	-	-
GRO 14-17	NA			-	+
GRO 19-30	1,00	A	R	-	-
GSI 01-17	NA			-	+
GSI 05-10	3,00	C	S	+	+
GSI 05-33	3,80	D	S	-	+
GSI 11-01	4,00	D	S	-	+
GSI 11-04	2,20	B	R	+	-
GSI 12-31	NA			+	+
IRF 02-31	4,00	D	S	-	+
IRF 07-33	3,40	C	S	-	+
SR3 04-30	NA			+	-
SR3 10-04	3,00	C	S	+	+
SR3 12-06	3,00	C	S	-	-
SR3 12-16	1,20	A	R	-	-
SR3 15-03	NA			-	-
SR3 17-09	NA			-	-
SR3 17-16	NA			-	+
SR3 19-33	4,00	D	S	+	-
SR3 24-06	3,60	D	S	+	-
SR3 27-09	NA			-	-
SR3 33-14	NA			-	+
<b>Achat</b>	3,40	C	S		
<b>Aracy</b>	1,40	A	R		

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott R=resistente;; S=Suscetível. NA: Não avaliado. Fonte: Do Autor,2016.

## 5 DISCUSSÃO

Em ambientes com clima tropical a cultura da batata é acometida por diversos fatores bióticos e abióticos que diminuem o seu potencial produtivo, aumentando a importância dos programas de melhoramento genético. Estes programas possuem bancos de germoplasma com diferentes cultivares, variedades botânicas ou espécies como fontes de resistência para diferentes doenças, e para tolerância a fatores adversos do ambiente como altas temperaturas e seca, como também para melhorar a qualidade dos tubérculos (SPOONER, 2013). Por essa razão a caracterização de materiais dessas coleções possui grande importância para que os mesmos possam ser utilizados em futuras hibridações.

O Brasil mesmo apresentando uma produtividade superior à média mundial, ainda está aquém dos países que apresentam as maiores produtividades (FAO, 2016). Uma das razões da menor produtividade são as altas temperaturas que ocorrem nas regiões tropicais, bem como a alta pressão de pragas e patógenos que são beneficiadas pelas temperaturas elevadas e alta umidade, como por exemplo a pinta preta (PRANGE et al., 1990) e podridão mole (HAVERKORT, 2008). Este fato eleva o custo da produção de batata no país, em que o uso de defensivos agrícolas utilizados durante o ciclo da cultura onera com cerca de 9% do custo total de produção (DELEO; CARDOSO, 2014). Outro fato ligado a essa menor produtividade no Brasil é a utilização de cultivares melhoradas em países de clima temperado da Europa e nos Estados Unidos onde há menor pressão de doenças e pragas, de modo que, muitas vezes o genótipo considerado resistente naqueles países não apresenta o mesmo comportamento sob condições tropicais.

O calor possui influência sobre os caracteres de produção dos tubérculos, reduzindo a produtividade total e de grãos, bem como o peso específico e os caracteres de aparência de tubérculos (Ribeiro et al., 2014b; Moreira et. al, 2015b; Simon et. al, 2015b). Isso fica evidente quando se compara as médias nos dois ambientes (**APENDICE 1A, APENDICE 2A**), pois em Lavras as médias foram superiores às de Lambari para todas as características de desempenho agrônomo. Para os clones serem considerados tolerantes ao calor e responsivos a temperaturas amenas, eles devem apresentar produtividades satisfatórias tanto sob altas temperaturas como sob condições mais favoráveis (Lambert et al.,2006b). Os clones GMR 03-15, GMR 11-60, CTB 32-11 e CBM 14-18 se encaixam nessa premissa, apresentando boas produtividades total e de tubérculos grãos na safra da seca, com temperaturas mais elevadas. Estes clones também responderam de forma satisfatória na safra de inverno,

aumentando consideravelmente a produtividade total e de tubérculos graúdos. Há clones que se mostraram adaptados especificamente à condição de calor, como é o caso dos clones IRF 02-31 e SR3 15-03 (**TABELA 1**) que não responderam as melhorias ambientais, pelo contrário, a produtividade total e de tubérculos graúdos foi menor sob temperaturas mais amenas.

No Brasil a pinta preta apresenta grande destaque entre as doenças que atacam a batateira, pois ocorre durante o ano todo (BATISTA et al., 2006) e é de difícil controle quando ocorre alta umidade relativa e altas temperaturas. O objetivo de um programa de melhoramento de batata é encontrar clones que aliem boas características agrônômicas e resistência a diversas doenças. Existe uma grande dificuldade de se encontrar clones que apresente ambas características, pois geralmente elas são controladas por diversos genes. Quando se compara os clones há uma diferença entre as notas seguindo a escala de Van der Waals e o agrupamento de Scott-Knott. Quando se observa o padrão de resistência Aracy com nota de 1,4 (**TABELA 5**), nota-se que há clones experimentais que apresentaram notas menores do que ela, como é o caso dos clones GMR 03-54, GRO 19-30, SR3 12-16, outros clones apresentaram notas iguais ou ligeiramente superiores e apresentam o mesmo padrão de resistência, como é o caso dos clones CBM 16-27, GMR 11-60, GMR 14-15, GMR 15-38, GMR 22-35. O mesmo ocorre quando se observa o padrão de suscetibilidade 'Achat' que apresentou nota de 3,4, sendo que alguns clones apresentaram nota igual ou maior, devendo ser considerados tão ou mais suscetíveis que Achat. (**TABELA 5**). Contudo, há um grupo de clones que apresentaram notas pela escala de Van der Waals entre os valores de 1,4 e 3,4 (padrão de resistência e suscetibilidade, respectivamente). Esse problema ocorre quando se agrupa os dados de resistência a pinta preta, mesmo quando se utiliza a escala proposta por Van der Wals et al. (2004) percebe-se que as notas são dadas arbitrariamente havendo um gargalo na avaliação pela escala de notas. A diferença de critérios entre a escala de Van der Waals et al. e o teste de Scott-Knott, para considerar um clone resistente ou não, poderia gerar uma certa confusão para o melhorista no processo de seleção, contudo, sabe-se que a resistência é uma caráter quantitativo e que se manifesta de forma continua

Entre os clones que apresentaram um padrão de resistência semelhante a 'Aracy' destaca-se os clones GMR 03-54, SR3 12-16, CBM 16-27, GMR 11-60 que foram responsivos as temperaturas amenas.

A realização dos testes de resistência a *A. grandis* foi realizada *in vitro* devido a dificuldade encontrada em se produzir esporos em quantidade suficiente para que se pudesse realizar a inoculação a campo. Rotineiramente a inoculação é realizada com plantas sintomáticas coletadas em campo e maceradas para preparo do inóculo, porém não há a garantia da pureza desse inóculo o que não garante a precisão da inoculação, ao contrário do que ocorre quando se inocula *in vitro*.

A realização dos testes de resistência de *Pectobacterium carotovorum* é simples e rápida, por ser feita diretamente no tubérculo, podendo assim ser utilizada em um grande número de clones. A podridão mole é a principal doença de pós colheita na batata e de difícil controle, pois se desenvolve sobre diferentes temperaturas e com grande número de hospedeiros (MELITO, 2016). Os clones que apresentaram altos níveis de resistência foram CTB 32-24 e SR3 17-16. Esta resistência é de extrema importância, já que resistência parcial não apresenta níveis satisfatórios de controle (ZIMNOCH-GUZOWSKA et al., 2006).

A resistência a viroses como o PVX e o PVY é muito importante, pois ocorrência simultânea dessas viroses apresenta efeitos sinérgicos que levam a perdas severas na produção (PALUKAITIS, 2012). O programa de melhoramento genético da UFLA vem se empenhando a algum tempo, na detecção de clones com o alelo *Ryadg* (SILVA PINTO; FIGUEIRA, 2000; GADUM et al., 2003; RIBEIRO et al., 2006; ANDRADE et al., 2009). Recentemente a possibilidade de resistência dupla ao vírus Y e vírus X também tem sido trabalhada, (NEDER, et al., 2010; GUEDES, 2014, MOREIRA, 2015a). Nesse sentido já foram identificados um número grande de clones com a presença do alelo *Ryadg* e alguns resistência ao PVX, visto que sua avaliação é mais recente.

Os clones que apresentaram as maiores produtividade total e adaptação as condições de calor, geralmente estavam associados a uma maior suscetibilidade para as doenças, cujo controle é feito por mais de um gene. Quando se analisa os dez clones que apresentaram a maior produtividade apenas o GMR 14-14 apresentou resistência a podridão mole, e resistentes a pinta preta apenas os clones GMR 11-60, GMR 03-54, CBM 16-27. Entre os 10 clones que apresentaram o pior desempenho nenhum deles apresentou um nível satisfatório de resistência a podridão mole, já para pinta preta se destacaram os clones GRO 19-30, GMR 22-35, CTB03-26, CTB 33-03, GMR 12-33. Por esses resultados não se pode afirmar que há relação entre a produtividade com a resistência a pinta preta e a podridão mole. Esses

resultados são semelhantes aos encontrados por Oliveira (2011), que trabalhou com resistência a podridão mole e Simon et al.(2009), que trabalhou com resistência a pinta preta.

Reunir em um mesmo clone boas características agronômicas e resistência múltipla a fitopatógenos é difícil, pois os mecanismos de controle e de resistência para cada doença são diferentes e complexos. Foram encontrados apenas quatro clones que conseguiram conciliar resistência a mais de uma das doenças e um bom desempenho agronômico (GMR 03-54, GMR 11-60, GRO 01-24 e GMR 15-38). Dentre estes merece destaque o clone GMR 11-60 que apresentou níveis satisfatórios de resistência (pinta preta, podridão mole e PVY) e além disso um bom desempenho agronômico e se mostrou tolerante ao calor e responsivo às temperaturas amenas.

## **6 CONCLUSÃO**

Foi possível identificar clones que apresentaram níveis de resistência a mais de uma das doenças avaliadas e ainda apresentaram bom desempenho agronômico. Porém na maioria dos casos não se consegue associar resistência a diversas doenças e bom desempenho agronômico. Os clones GRO 01-24, GMR 15-38 e GMR 11-60 sobressaíram em relação aos demais, pois são moderadamente resistentes a pinta preta e podridão mole, além desses o clone GMR 03-54 apresenta resistência a pinta preta. Vale ressaltar que os clones GMR 15-38 e GMR 11-60 apresentaram resistência ao PVY, com destaque para o clone GMR 11-60 de bom desempenho agronômico com produção de grãos acima da média e tolerância ao calor. Estes clones podem ser utilizados como futuros genitores em programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSENOVA, N, P, et al. Interaction between day length and phytohormones in the control of potato tuberization in the in vitro culture. **Russian Journal of Plant Physiology** Moscow. v. 56. n. 4. p. 454-461. July 2009.
- ALVARENGA. T.V. M. et al, Characterization of *Alternaria* isolates and reaction of potato genotypes to early blight, **Ciência Rural**, n. AHEAD, p, 0-0, 2016.
- ANDRADE, C, M, et al, Potato clones with multiple copies of the *Ryadg* allele conferring resistance to PVY. **Crop Breeding & Applied Biotechnology**, v. 9. n, 4. 2009.
- ASSIS. J.C. **Resistência de clones de batata à podridão mole (*Erwinia carotovora* subsp, *carotovora*)**. 2007.51p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.
- AVESANI, L. et al. Stability of Potato virus X expression vectors is related to insert size: Implications for replication models and risk assessment. **Transgenic Research**. v. 16. n. 5. p. 587–59. 2007.
- ÁVILA, A. C. et al. Ocorrência de vírus em batata em sete estados do Brasil. **Hortic. Bras.** V. 27. n. 4. 2009.
- AVROVA. A. O. et al. Application of amplified fragment length polymorphism fingerprinting for taxonomy and identification of the soft rot bacteria *Erwinia carotovora* and *Erwinia chrysanthemi*, **Applied and Environmental Microbiology**. Washington, v. 68. n 5.p. 1499–1508. May 2002.
- BALME-SINIBALDI. et al. Improvement of Potato virus Y (PVY) detection and quantitation using PVYN- and PVYO-specific real-time RT-PCR assays. **Journal of Virological Methods**. v. 134. n, 1-2, p. 261–266. 2006.
- BAN, H. F. et al. Transgenic morphophallus konjac expressing synthesized acyl- homoserine lactonase (aiiA) gene exhibit enhanced resistance to soft rot disease. **Plant Cell Reports**. Heidelberg, v. 28. n.6. p. 1847–1855. June, 2009.
- BATISTA, D. C et al. Validation of decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian conditions. **Crop Protection**. v.25. n. 7. p. 664-670, 2006.
- BECZNER, L. et al. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. **Potato Research**. v, 27, n. 3, p. 339-352.1984.
- BEEMSTER, A. B. R.; BOKX, J. A. Survey of properties and symptoms. In: **Viruses of potatoes and seed- potato production**. 2 ed. Wageningen: Pudoc. 1987. P. 84–113.
- BELL, K. S; SEBAIHIA, M.; PRITCHARD, L; HOLDEN, M, T, G.; HYMAN, L.J. Genome sequence of the enterobacterial phytopatogen *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and characterization of virulence factors. **Proceedings of National Academy of Science of United of America**. Washington, v. 101. n. 30. July 2004.
- BENAVENTE, C.A.T. **Seleção de família clonais de batata em gerações precoces para tolerância ao calor**. 2010. 94p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2010.

- BENITES, F.R.G. **Seleção recorrente em batata visando tolerância ao calor**. 2007. 90p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2007.
- BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. Agronômica Ceres, 1995.
- BROWN, L. Emerging Potato Viruses That Confront Regulations, In: **Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes**. Dordrecht: Klumer Academic, 2001. p. 439–450.
- CARDOSO, C.R. **Agressividade de *Alternaria tomatophila*, *A. grandis* e *A. solani* em batateira e tomateiro**. 2010. 55p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- CARVALHO FILHO, R.C.; MELLO, S. C. M. *Pectobacterium carotovorum*: taxonomia, identificação, sintomatologia, epidemiologia e controle, Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2008, 17 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. CIP. Disponível em: <http://cipotato.org/es/reportes-anuales/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2017.
- CHARKOWSKI, A.O. Biology and control of *Pectobacterium* in potato. **American Journal of Potato Research**. v. 92, n.2, p. 223-229. 2015.
- CHRIST, B. J. Effect of disease assessment method on ranking potato cultivars for resistance to early blight. **Plant Disease**. v. 75. n. 4. p. 353-356. 1991.
- CHRIST, B. Jt; HAYNES. K. G. Inheritance of resistance to early blight disease in a diploid potato population. **Plant Breeding**. v. 120. n. 2. p. 169-172. 2001.
- COCKERHAM, G. et al. Genetical studies on resistance to potato viruses X and Y. **Heredity**. v. 25. p. 309-48. 1970.
- CWALINA-AMBROZIAK, B; BOGUCKA, B. Severity of late blight (*Phytophthora infestans*/Mont./de Bary) and early blight of potato (*Alternaria solani* Sorauer A. *alternata*/Fr./Keissler) in three potato cultivars under differentiated soil and foliar fertilization. **Journal of Elementology**. v. 17. n. 3. 2012.
- CZAJKOWSKI, R. et al. Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: A review. **Plant Pathology**. v. 60. n. 6. p. 999–1013. 2011.
- CZAJKOWSKI, R.; DE BOER, W. J.; VAN DER WOLF. J. M. Chemical disinfectants can reduce potato blackleg caused by '*Dickeya solani*'. **European journal of plant pathology**. v. 136. n. 2. p. 419-432. 2013.
- DANIELS, J. et al. Degenerescência de batata-semente básica após um ou dois períodos de cultivo. **Horticultura Brasileira**. v. 20. n. 3. p. 510-513. 2002.
- DE JONG, H. Impact of the Potato on Society. **American Journal of Potato Research**. v. 93. n. 5. p. 415-429. 2016.
- DELEO, J. P. B.; CARDOSO. F. Especial Batata: Gestão sustentável. Custos de produção em alta nos últimos anos. **Hortifruti Brasil**. p. 8-24. out. 2014.

- DELEO, J. P. B.; RAMOS. R. M. Batata: Gestão sustentável. Quanto custa investir em batata. **Hotifrutí Brasil**. p. 8-24. 2012.
- DELEO, J. P. B.; RAMOS. R. M. Batata: Gestão sustentável. Quanto custa investir em batata. **Hotifrutí Brasil**. p. 8-24. 2014.
- DITA, M. A. et al. Histopathological study of the *Alternaria solani* infection process in potato cultivars with different levels of early blight resistance. **Journal of phytopathology**. v. 155. n. 7-8. p. 462-469. 2007.
- DITA-RODRIGUEZ M.A. et al. Components of resistance to early blight in four potato cultivars:effect of leaf position. **Journal of Phytopatology**. v. 154. p. 230-235. 2006.
- DOYLE, J. J.; DOYLE J.J Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**. v. 12. p. 13-15. 1990.
- DUARTE, V. et al. Characterization of atypical *Erwinia carotovora* strains causing blackleg of potato in Brazil. **Journal of Applied Microbiology**. Malden. v. 96. n. 11. p. 535-545. Nov. 2004.
- ELLIS, J. B.; MATIN. G. B. *Macrosporium solani*. E and M. **American Naturalist**. Chicago. v. 10. p. 103. 1882.
- ELLIS, P.; STACE-SMITH. R.; DE VILLIERS. G. Identification and Geographic Distribution of Serotypes of Potato Virus Y. **Plant Disease**. v. 81. n. 5. p. 481–484. 1997.
- FANCELLI, M. I. **Comparação patogênica. fisiológica. serológica e eletroforética entre isolados de *Alternaria solani* do tomate e da batata e variabilidade patogênica de *A. solani* F. sp *lycopersici*** N. F. 1991. 80 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba.
- FAO.Food and Agriculture Organisation of the United Nations.**Land Resources**. Disponível em: Acesso em 10 de janeiro de 2017.
- FAUQUET, C. M. **Virus Taxonomy**. San Diego: Elsevier Academic. 2005.
- FIGUEIREDO, I.C.R. **Seleção entre e dentro de famílias de batata visando a tolerância ao calor**. 2013. 67p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2013.
- CARVALHO FILHO, R.C.C.; MELLO. S.C.M. *Pectobacterium carotovorum*: taxonomia, identificação, sintomatologia, epidemiologia e controle. **EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília. n.1.28p.2008.
- FLIS, B. et al. The Ry-f sto gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistant to Potato virus Y maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP122 718 in PVY resistant potato cultivars. **Molecular Breeding**. v. 15. n. 1. p. 95-101. 2005.
- FONTES, P. C. R.; FINGER. F. L. Dormência dos tubérculos. crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v. 20. n. 197. p. 24-29. mar./abr. 1999.
- FRAZER, J.T.. ZITTER. T.A.. Two species of *Alternaria* cause early blight of potato (*Solanum tuberosum*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Phytopatology** (suppl. 3). 93.2003.

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

GALARRETA, JI Ruiz et al. Wild *Solanum* species as resistance sources against different pathogens of potato. **Potato research**. v. 41. n. 1. p. 57-68. 1998.

GARDAN, L. et al. Elevation of three subspecies of *Pectobacterium carotovorum* to species level: *Pectobacterium atrosepticum* sp. nov. *Pectobacterium betavascukorum* sp. nov. and *Pectobacterium wasabiae* sp. nov. **International Journal Systematic Evolutionary Microbiology**. Reading. v. 53. n. 2. p. 381-391. Mar. 2003.

GUEDES, M.L. **Seleção de clones de batata para aparência de tubérculos e resistência aos vírus PVX e PVY**.2014.64p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras.2014.

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

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

IBGE, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro. jan. 2017.

JONES, J. B. et al. **Compendium of tomato diseases**. APS press. 1991.

KADO, C. I. et al. Selective media for isolation of *agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**. v. 60. n. 6. p. 969-976. 1970.

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

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

KHEDHER, M. B.; EWING. E. E. Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**. Oronto. v. 62. n. 10. p. 537-554. Oct. 1985.

LAMBERT, E.S. **Estratégias para o melhoramento da batata para condições tropicais**.2004.142p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2004.

LAMBERT, E.S.et al.. Potato improvement for tropical conditions: I. Analysis of stability. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v.6, p. 129-135, 2006a.

LAMBERT, E.S.et al.. Potato improvement for tropical conditions: II. Selection indices and efficiency of indirect selection. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v.6, p 185-193, 2006b.

LAPWOOD, D. H. et al. Methods for assessing the susceptibility of potato tubers of different cultivars to rotting by *Erwinia carotovora* subspecies *atroseptica* and *carotovora*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 13-20, Jan. 1984.

LEIMINGER, J. H.; HAUSLADEN. H. Early blight control in potato using disease-orientated threshold values. **Plant disease**. v. 96. n. 1. p. 124-130. 2012.

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**. Orono. v. 84. p. 487-506. 2007.

LYON, G. D. The biochemical basis of resistance of potatoes to soft rot *Erwinia* spp. - a review. **Plant Pathology**. Oxford. v. 38. n. 3. p. 313-339. Sept. 1989.

MARTINS, P. R. **Capacidade de combinação de cultivares de batata para reação à pinta preta e outros caracteres agrônômicos**. 1995. 64 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.1995.

MELITO. S. et al. Chipping ability, specific gravity and resistance to *Pectobacterium carotovorum* in advanced potato selections. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**. p. 1-10. 2016.

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

MENEZES C.B.; PINTO C.A.B.P.; LAMBERT E.S.. 2001. Selection of potato clones for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 1: 145-157.

MORAES. F.; FIGUEIRA. A. R.; SANTOS. R. Caracterização da nova estirpe necrotica do vírus Y da batata. **Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. v. 30. p. 339. 1997.

MOREIRA, C.M. **Clones de batata com potencial agrônômico e resistente aos vírus X e Y**.2015.96p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2015a.

MOREIRA, C.M. et al. Clones de batata tolerantes ao calor para diferentes segmentos de mercado. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 2, p. 138-145, 2015b.

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

MURASHIGE. T.; SKOOG. F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia plantarum**. v. 15. n. 3. p. 473-497. 1962.

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

NYKYRI, J. et al. Revised phylogeny and novel horizontally acquired virulence determinants of the model soft rot phytopathogen *Pectobacterium wasabiae* SCC3193. **PLoS Pathog.** v. 8. n. 11. p. e1003013. 2012.

ODILBEKOV, F.; CARLSON-NILSSON, U.; LILJEROTH, E. Phenotyping early blight resistance in potato cultivars and breeding clones. **Euphytica.** v. 197. n. 1. p. 87-97. 2014.

OLIVEIRA, C.L. **Avaliação agroômica e reação de clones de batata à canela preta e podridão mole.** 2011. 81p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2011.

PADUA et al. **Informe Agropecuário- Batata: Tecnologias e sustentabilidade da produção.** v. 33, n.270. 120p. set-out 2012.

PALUKAITIS, P. Resistance to Viruses of Potato and their Vectors. **The Plant Pathology Journal.** v. 28. n. 3. p. 248–258. 1 set. 2012.

PELLETIER, J. R.; FRY. W. E. Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: Incubation period. lesion expansion rate. and spore production. **Phytopathology.** v. 79. n. 5. p. 511-517. 1990.

PEREIRA, A. da S. A evolução da batata no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. 51.. 2011. Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABH. p. 5701-5710. 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 15. ed. Piracicaba: ESALQ. 2009. 451 p. il.

PINTO, C. A. B. P. Cultivares de batata resistentes a viroses. **Batata Show. Itapetinga.** 2003.

PINTO, C. A. B. P. Melhoramento genético da batata. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte. v. 20. n. 197. p. 120-128. mar./abr. 1999.

PINTO, C. A. B. P.; FARIA. C. A.; SOUZA LAMBERT. C. A. Potato clones resistance to early and late blight. **Crop Breeding Appl. Biotechnol.** v. 2. p. 189-196. 2002.

PRANGE, R. K. et al. Reduction in potato growth at high temperature: role of photosynthesis and dark respiration. **American Journal of Potato Research.** v. 67. n. 6. p. 357-369. 1990.

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/>.

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

RIBEIRO, G.H.M.R. **Seleção precoce de famílias e genitores para a aparência de tubérculos e tolerância ao calor em batata.**2014.137p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2014a.

RIBEIRO, GHMR et al. Seleção de famílias para aparência dos tubérculos e tolerância a temperaturas elevadas em batata. **Bragantia,** v. 73, n. 4, p. 390-398, 2014b.

- RODRIGUES, T. T. M. S. et al. First report of *Alternaria* tomatophila and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil. **New Disease Reports**. v. 22. n. 28. p. 2044-0588.2010. 2010.
- RODRIGUES, T.T.M.S. **Morphological. molecular characterization. and inference about recombination. for species of *Alternaria* related to early blight of potato and tomato.** 2009. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa.Viçosa. 2009.
- ROTEM, J. **The genus *Alternaria*:biology. epidemiology and pathogenicity.** Saint Paul: APS. 1994.
- SALAZAR, L. F. Potato viruses and their control. Lima: International Potato Center. 1996. 214 p.
- SALUSTIANO, M.E. **Progresso da pinta-preta do tomateiro em cultivares de tomate em diferentes épocas de plantio.**2000. 87p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.2000.
- SARQUÍIS, J, I.; GONZALEZ, H.; BERNAL-LUGO, I. Response of two potato clones (*S. tuberosum* L.) To contrasting temperature regimes in the field. **American Journal of Potato Research**. Orono. v. 73. n. 7. p. 285-300. July 1996.
- SCHIPPERS, P. A. The relationship between specific gravity and percentage dry matter in potato tubers. **American Potato Journal**. v. 53. n. 4. p. 111-122. 1976.
- SCOTT, ANDREW JHON; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. p. 507-512. 1974.
- SILLERO, J. C.; RUBIALES, D. Histological characterization of resistance to *Uromyces viciae-fabae* in faba bean. **Phytopathology**. v. 92. n. 3. p. 294-299. 2002.
- SILVA, A. O.; PINTO, C. A. B. P.; FIGUEIRA, A. R. Identificação de clones de batata imunes aos vírus X (PVX) e Y (PVY). adaptados à região Sul de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**. Botucatu. v.26. n. 4. p. 385-390. 2000.
- SIMMONS, E.G. *Alternaria* themes and variations (244–286). species on solanaceae. **Mycotaxon**.Ithaca. v. 125. p.1–115. 2000.
- SIMON, G. A. et al. Seleção de clones de batata resistentes à pinta preta e tolerantes ao calor. **Revista Ceres**. v. 56. n. 1. p. 31-37. 2009.
- SIMON, G.A. **Interação famílias por ambientes e seleção de clones de batata resistentes a pinta-preta e tolerantes ao calor.**2005.114p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2005.
- SIMON, G. A. et al. Seleção de clones de batata resistentes à pinta preta e tolerantes ao calor. **Ceres**, v. 56, n. 1, 2015.
- SINGH, R. 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, A. **Potato. A global history.** London: Reaktion Books.2011.
- SOLOMON-BLACKBURN, R. M.; BARKER, H. A review of host major-gene resistance to potato viruses X, Y, A and V in potato: genes, genetics and mapped locations. **Heredity**. v. 86. n. 1. p. 8-16. 2001.

- SOUZA-DIAS, J. A. C. Raças de vírus Y da batata (PVY) e a questão da variante NTN. **Batata Show**. v. 2. p. 16-21. 2001.
- SOUZA-DIAS, J. A. C.; IAMAUTI, M. T. Doenças da batateira. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). Manual de fitopatologia. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1997. v. 2. cap. 14. p. 137-164.
- SPOONER, D. M. "**Solanum tuberosum (Potatoes)**," *Brenner's Encyclopedia of Genetics* (2013): 481-483.
- STEVENSON, W. R. et al. **Compendium of Potato Diseases**. 2 ed. St. Paul. MN. USA: APS Press.. 2001. 144p.
- STRANDBERG, J. O. *Alternaria* species that attack vegetable crops: Biology and options for disease management. **Alternaria biology, plant disease and metabolites**. 1992.
- SWIEZYNSKI, K. M. **Inheritance of resistance to viruses**. 1994.
- 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**. v. 116. n. 2. p. 297-303. 2008.
- TEIXEIRA, A.L. **Avaliação de clones de batata tolerantes ao calor**. 2009. 102p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas)- Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2009.
- TÖFOLI, J. G. et al. Potato late blight and early blight: importancy, characteristics and sustainable management. **Biológico**. São Paulo. v. 75. n. 1. p. 33-40. 2013.
- TORRES, A.J.P. **Avanços no programa de melhoramento de batata da UFLA**. 2016. 70p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas)- Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2016.
- TZENG, K.; MCGUIRE, R. G.; KELMAN, A. Resistance of tubers from different potato cultivars to soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. **American Potato Journal**. v. 67. n. 5. p. 287. 1990.
- VAN DER WAALS, J. E. et al. Influence of environmental factors on field concentrations of *Alternaria solani* conidia above a South African potato crop. **Phytoparasitica**. v. 31. n. 4. p. 353-364. 2003.
- VAN DER WAALS, J. E.; KORSTEN, L.; SLIPPERS, B. Genetic diversity among *Alternaria solani* isolates from potatoes in South Africa. **Plant Disease**. v. 88. n. 9. p. 959-964. 2004.
- WEBER, B.; HALTERMAN, D. A. Analysis of genetic and pathogenic variation of *Alternaria solani* from a potato production region. **European journal of plant pathology**. v. 134. n. 4. p. 847-858. 2012.
- WILTSHIRE, S. P. The foundation species of *Alternaria* and *Macrosporium*. **Transactions of the British Mycological Society**. v. 18. n. 2. p. 135IN1-160IN3. 1933.
- YANAR, Y. et al. In vitro antifungal evaluation of various plant extracts against early blight disease (*Alternaria solani*) of potato. **African Journal of Biotechnology**. v. 10. n. 42. p. 8291-8295. 2011.

## APÊNDICES

**Tabela 2A.** Resumo da análise de variância para produção total, produção de grãos, peso específico, formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olho e aparência geral. Lavras-MG 2015,

FV	GL	Produção Total (g planta <sup>-1</sup> )	Grãos (g planta <sup>-1</sup> )	Peso Específico (10 <sup>-4</sup> )	Formato de tubérculos	Textura da Periderme	Profundidade de olho	Aparência Geral
Blocos	2	401,00	397,00	0,20	0,45	0,42	0,24	0,25
Tratamentos	(61)	254681,00 *	148049,00 *	1,64 *	1,18*	0,81 *	0,47*	0,58 *
Clones (C)	4	270720,00 *	152312,00 *	1,54 *	1,15*	0,66*	0,46*	0,46*
Testemunhas (T)	56	50798,00 NS	77523,00 *	2,88 *	1,28*	2,40*	0,70*	1,01*
C vs T	1	171620,00 NS	191601,00 NS	2,48 NS	2,49*	2,69*	0,32*	5,74*
Erro	121	54068,00	47277,00	0,47	0,24	0,24	0,15	0,18
CV (%)		27,67	38,85	0,63	15,46	17,34	11,31	16,11
h <sup>2</sup>		0,79	0,68	0,72	0,80	0,70	0,68	0,69
Médias Clones		849,94	523,55	1,0800	3,1	2,7	3,4	2,6
Médias Testemunhas		737,67	451,33	1,0733	4,1	3,7	4,0	3,4

\*-significativo a 5%; NS – Não significativo. Fonte: Do Autor, 2017.

**Tabela 3A.** Resumo da análise de variância para produção total, produção de grãos, peso específico, formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olho e aparência geral. Lambari-MG 2016,

FV	GL	Produção Total (g planta <sup>-1</sup> )	Graúdos (g planta <sup>-1</sup> )	Peso Específico (10 <sup>-4</sup> )	Formato de Tubérculos	Textura de Periderme	Profundidade de Olho	Aparência Geral
Blocos	2	39937,00	71042,00	1,58	1,28	0,81	0,07	0,73
Tratamentos	(61)	80591,00 *	53541,00 NS	1,20 <sup>NS</sup>	1,31 *	0,75*	0,76 <sup>NS</sup>	0,75 *
Clones (C)	56	79887,00 <sup>NS</sup>	52958,00 NS	1,12 <sup>NS</sup>	1,35*	0,71 <sup>NS</sup>	0,75 <sup>NS</sup>	0,75 *
Testemunhas (T)	4	92405,00 <sup>NS</sup>	71418,00 NS	1,93*	0,84*	0,92*	0,87*	0,69 <sup>NS</sup>
C vs T	1	106605,00 *	25918,00 NS	1,75 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	2,00 <sup>NS</sup>	0,98 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>
Erro	95	52210,00	36694,00	0,86	0,35	0,48	0,55	0,37
CV (%)		38,57	67,64	0,87	19,23	23,14	19,91	29,04
h <sup>2</sup>		0,35	0,31	0,28	0,73	0,35	0,27	0,50
Médias Clones		596,54	284,96	1,0617	3,0	2,9	3,7	2,1
Médias Testemunhas		495,55	231,11	1,0582	3,3	3,4	4,1	1,8

\*-significativo a 5%; <sup>NS</sup> – Não significativo. Fonte: Do Autor, 2017,

**Tabela 4A.** Resumo da análise de variância conjunta para produção total, produção de grãos, peso específico, formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olho e aparência geral,

FV	GL	Produção Total (g planta <sup>-1</sup> )	Graúdos (g planta <sup>-1</sup> )	Peso Específico	Formato de tubérculos	Textura de periderme	Profundidade de olho	Aparência Geral
Local	1	5249197 *	6534564 *	0,032813 *	0,21661 NS	3,01838 *	6,5316 *	25,46 *
Blocos(Local)	4	20169 NS	35720 NS	0,000089 NS	0,86191 NS	0,61593 NS	0,1561 NS	0,49 NS
Tratamentos	(61)	208690 *	115179 *	0,000204 *	1,81344 *	0,93391 *	0,7909 *	0,70 *
Clones (C)	56	214838 *	114229 *	0,000185 *	1,78473 *	0,71836 *	0,7464 *	0,66 *
Testemunhas	4	115248 NS	113292 *	0,000429 *	1,97581 *	2,97038 *	1,36064 *	0,99 *
C vs T	1	276371 NS	185034 NS	0,000423 *	2,20328 NS	4,6829 *	1,1871	1,25 NS
Local x Tratamentos	61	126583 *	86412 *	0,00008 NS	0,67846 *	0,61843 *	0,4422 NS	0,63 *
Erro	216	53251	42622	0,000064	0,28788	0,34615	0,3291	0,26
CV (%)		31,80	47,80	0,74	17,20	20,27	15,99	21,52
h <sup>2</sup>		0,39	0,25	0,61	0,63	0,34	0,44	0,10
Médias Clones		735,89	439,71	1,0724	3,07	2,86	3,55	2,37
Médias Testemunhas		624,38	347,06	1,0686	3,42	3,32	3,81	2,59

\*-significativo a 5%; NS – Não significativo. Fonte: Do Autor,2017.

**Tabela 5A.** Análise de variância da avaliação de resistência a pinta preta realizado no laboratório de cultura de tecidos da Universidade Federal de Lavras, 2016.

FV	GL	SQ	QM
Tratamentos	44	197,6	4,491 *
Erro	180	66,4	0,369
CV (%)	22,77		

\*- significativo a 5% de probabilidade. Fonte: Do Autor, 2017.

**Tabela 6A.** Análise de variância para penetrabilidade do ensaio realizado no Laboratório de Bacteriologia da UFLA.

FV	GL	Quadrado médio			
		Diâmetro	Profundidade	Penetrabilidade	Índice
Clones	63	0,150015 *	0,292611 *	0,73707 *	2,4899 *
Erro	131	0,098778	0,084937	0,24109	0,8586
Acurácia seletiva		0,58	0,84	0,82	0,81

\*significativo a 5%, Fonte: Do Autor, 2017.