



MARIANA NIEDERHEITMANN

**REAÇÃO DE CLONES DE BATATA À SARNA
COMUM (*Streptomyces scabies*)**

**LAVRAS - MG
2016**

MARIANA NIEDERHEITMANN

REAÇÃO DE CLONES DE BATATA À SARNA COMUM
(Streptomyces scabies)

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 Quantitativa no Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto (DBI/UFLA)

Coorientadora

Dra. Silvia Regina Rodrigues de Paula Ribeiro (DBI/UFLA)

LAVRAS - MG
2016

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

Niederheitmann, Mariana .

Reação de clones de batata à sarna comum (*Streptomyces scabies*) / Mariana Niederheitmann. – Lavras : UFLA, 2016.
85 p.

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

Orientador(a): César Augusto Brasil Pereira Pinto.
Bibliografia.

1. Melhoramento Vegetal. 2. Sarna comum da batata. 3.
Resistência a doenças. 4. *Solanum tuberosum*. 5. *Streptomyces
scabies*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

MARIANA NIEDERHEITMANN

REAÇÃO DE CLONES DE BATATA À SARNA COMUM
(Streptomyces scabies)
REACTION OF POTATO CLONES TO COMMON SCAB
(Streptomyces scabies)

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 Quantitativa no Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 04 de julho de 2016.

Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua	EPAMIG
Dr. Ricardo Magela de Souza	UFLA
Dra. Silvia Regina Rodrigues de Paula Ribeiro	UFLA

Orientador

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto (DBI/UFLA)

Coorientadora

Dra. Silvia Regina Rodrigues de Paula Ribeiro (DBI/UFLA)

LAVRAS - MG
2016

A Deus
OFEREÇO

Aos meus pais, Rubens e Teresa, pelo amor, apoio e orações em todos os momentos de minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar tudo possível, pela proteção em todos os momentos, indicação do caminho certo e dádiva de cada novo dia.

A minha maravilhosa família: aos meus pais, Rubens e Teresa, pelo amor, carinho, atenção e apoio incondicionais, pela educação, inspiração e orações. Aos meus irmãos, Liliana e Luis Fernando, por fazerem parte da minha caminhada, torcendo e colaborando em tudo.

Ao meu namorado, Thiago, pelo carinho, troca de ideias e ajuda na execução deste trabalho.

Aos amigos, pela torcida e incentivo, estando longe ou perto.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao professor César Brasil pela dedicação na orientação, paciência, incentivo e confiança durante o curso.

Aos demais professores do Departamento de Biologia, pelos conhecimentos transmitidos e brilhante contribuição em minha formação.

A Silvia Ribeiro pela coorientação, amizade, apoio e ânimo na realização das atividades.

Ao professor Ricardo Magela, pelas contribuições, gentileza em disponibilizar o laboratório e participar da banca.

Ao pesquisador da EPAMIG, Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua, pela disponibilidade em participar da banca.

Aos batateiros e amigos, especialmente: Marcinho, Rafa, Isa, Zina, Mario, Alba, Cláudio, Calado, Tiago e Gustavo, pela partilha de ideias, ajuda na execução dos trabalhos e por tornar o trabalho mais animado.

Ao técnico do PROBATATA, Ramon, pelo grande auxílio na condução dos experimentos, capricho e seriedade.

À laboratorista Ana Maria do Departamento de Fitopatologia, pelos ensinamentos das técnicas e atenção.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, Lilian, Rafa, Zélia, D. Iron e Lamartine pela simpatia e ajuda sempre que necessário.

Ao professor José Eustáquio pela gentileza em disponibilizar o laboratório no Departamento de Microbiologia e ao técnico Paulinho pelo auxílio.

A todos os amigos da Pós, pelo compartilhamento de conhecimentos, risadas e longas horas de estudos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A Ray e à Thamara, minhas companheiras de apartamento, pela amizade e apoio.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o sucesso do Mestrado e realização deste trabalho: **MUITO OBRIGADA!**

RESUMO

Dezessete famílias clonais de batata do Programa de Melhoramento Genético de Batata da Universidade Federal de Lavras (UFLA), juntamente com as testemunhas Ágata, Asterix, Atlantic, Caesar, Cupido, IPR Cris, Markies e Snowden foram avaliadas quanto ao nível de resistência à sarna comum em casa de vegetação, e quanto à produtividade e caracteres qualitativos de tubérculos em campo. Objetivando identificar clones de batata com níveis elevados de resistência à sarna comum, tubérculos de 86 clones foram borrifados com o inóculo de uma suspensão de *Streptomyces scabies* e plantados em vasos em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições. A suspensão bacteriana foi preparada no Laboratório de Bacteriologia de Plantas, Departamento de Fitopatologia/UFLA, na concentração de 10^7 UFC.mL⁻¹. O controle consistiu em parcelas com as cultivares sem inóculo. Aos 102 dias após o plantio, os tubérculos foram colhidos e a severidade da doença foi avaliada. Os mesmos tratamentos e duas cultivares adicionais – BRS Ana e BRS Camila – foram avaliadas em campo, em delineamento de blocos casualizados com três repetições, para produtividade, peso específico e aparência de tubérculos. Foi possível identificar clones com boa resistência à sarna comum, além de produtivos e/ou com bons caracteres qualitativos de tubérculos. Os clones TSB 03-06, IND 03-28, IRF 13-02, IND 06-08 e TSB 08-04 apresentaram os maiores níveis de resistência à sarna comum. Dentre esses, TSB 03-06, IRF 13-02 e TSB 08-04 foram os mais responsivos quanto à produtividade e/ou caracteres qualitativos de tubérculos.

Palavras-chave: Melhoramento Vegetal. *Solanum tuberosum*. Resistência a doenças.

ABSTRACT

Seventeen potato clonal families from the Potato Breeding Program of Federal University of Lavras (UFLA) and the cultivars Agata, Asterix, Atlantic, Caesar, Cupido, IPR Cris, Markies and Snowden were assessed for the level of resistance to common scab under greenhouse conditions, and for tuber yield and qualitative characteristics of tubers under field conditions. Aiming to identify potato clones with high levels of resistance to common scab, tubers from 86 clones were sprayed with the inoculum of *Streptomyces scabies* suspension and planted in pots in a randomized block design with five replications. The bacterial suspension was prepared in the Plant Bacteriology Laboratory, Department of Plant Pathology/UFLA at a concentration of 10^7 CFU.mL⁻¹. The control consisted of pots with cultivars without inoculum. By 102 days after planting, the tubers were harvested and the severity of the disease was evaluated. The same treatments and two additional cultivars - BRS Ana e BRS Camila - were evaluated in the field, in a randomized block design with three replications for yield, tuber specific gravity and appearance of tubers. It was possible to identify clones with good resistance to common scab, besides having high yield and/or good qualitative characteristics of tubers. The clones TSB 03-06, IND 03-28, IRF 13-02, IND 06-08 and TSB 08-04 showed the highest common scab resistance levels. Among these, TSB 03-06, IRF 13-02 and TSB 08-04 had good yield and/or good quality characteristics of tubers.

Keywords: Plant Breeding. *Solanum tuberosum*. Disease resistance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representação da escala de severidade de sarna comum em tubérculos de batata adaptada de JAMES, 1971 (GARCIA, 2008).....41
- Figura 2 - Distribuição de frequência de notas de severidade da sarna comum (*Streptomyces scabies*) em clones e testemunha de batata.....46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadrados médios e significância para notas de severidade da sarna comum. Lavras, 2016.....	47
Tabela 2 – Médias de notas de severidade da sarna comum das testemunhas com e sem inóculo de <i>Streptomyces scabies</i> . Lavras, 2016.....	48
Tabela 3 – Médias dos 20 clones mais resistentes e das testemunhas inoculadas com <i>Streptomyces scabies</i> . Lavras, 2016.....	49
Tabela 4 – Resumo das análises de variância para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos (PET), formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos, aparência geral de tubérculos e uniformidade de tubérculos dos tratamentos. Lavras, 2016.....	52
Tabela 5 – Médias dos 20 clones e três testemunhas mais resistentes à sarna comum quanto às notas de severidade da doença, produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos (PET), formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos, aparência geral de tubérculos e uniformidade de tubérculos. Lavras, 2016.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Panorama da baticultura mundial e nacional.....	16
2.2	Doenças bacterianas e suas implicações na baticultura	18
2.3	Sarna comum da batata	19
2.4	Melhoramento da batata no Brasil.....	25
2.4.1	Melhoramento visando a resistência à sarna comum da batata	27
2.4.2	Melhoramento visando ao bom desempenho produtivo e caracteres qualitativos de tubérculos.....	34
3	MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1	Material experimental	38
3.2	Local de condução dos experimentos	38
3.3	Avaliação da reação de genótipos à sarna comum.....	39
3.4	Avaliação da produtividade e caracteres qualitativos de tubérculos	42
3.5	Análises estatísticas.....	44
4	RESULTADOS	46
4.1	Avaliação da reação à sarna comum	46
4.2	Avaliação da produtividade e de caracteres qualitativos de tubérculos	50
4.3	Identificação de clones resistentes à sarna comum com melhor desempenho produtivo e qualitativo de tubérculos	53
5	DISCUSSÃO.....	57
6	CONCLUSÃO.....	61
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
	APÊNDICE.....	76

1 INTRODUÇÃO

A batata é a principal hortaliça cultivada no Brasil e no mundo, tanto em área cultivada como em preferência alimentar. A produtividade média brasileira é de 27,9 t/ha, valor muito inferior ao de países europeus e dos Estados Unidos, que é de aproximadamente 45 t/ha (IBGE, 2016; FAOSTAST, 2016). Entre as razões para a baixa produtividade nacional, destacam-se os problemas fitossanitários que acometem a cultura e a falta de genótipos adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras, uma vez que a maior parte das cultivares utilizada pelos bataticultores nacionais é de origem europeia. Além do clima tropical favorecer o surgimento de pragas e doenças, a baixa fertilidade natural dos solos brasileiros implica no uso intensivo de insumos no cultivo da batata. O elevado uso de defensivos agrícolas, fertilizantes e tubérculos-semente, sobretudo quando estes são importados, acabam por onerar a produção (DELEO; CARDOSO, 2014). Assim, o desenvolvimento de cultivares nacionais adaptadas às condições de cultivo das regiões brasileiras e resistentes às principais doenças é considerado a opção mais viável para tornar a cultura mais produtiva e lucrativa para o produtor (GADUM; PINTO; RIOS, 2003).

O mercado de batata *in natura* é predominante no Brasil, sendo a aparência dos tubérculos diretamente relacionada à boa comercialização pelo produtor e à atratividade ao consumidor. Por essa razão, essa característica é um dos principais focos do melhoramento da cultura. A seleção de clones com boa aparência deve considerar alguns componentes-chaves, determinantes no aspecto externo de tubérculos, tais como: tamanho e formato, uniformidade do tamanho e formato, textura e coloração da periderme, profundidade dos olhos, além da ausência de caracteres como o achatamento do tubérculo, curvatura e apontamento

(SILVA et al., 2008a). A aparência também é afetada por lesões causadas por patógenos e pragas, presença de brotos, escurecimento na casca ou na polpa, danos pós-colheita e distúrbios fisiológicos (embonecamento, rachadura, unhadura, entre outros).

A suscetibilidade das cultivares de batata a doenças que depreciam a aparência de tubérculos evidencia a importância do melhoramento direcionado à resistência a patógenos presentes no solo. A sarna comum está entre as principais doenças de solo na cultura da batata e tem ganhado relevância nos últimos anos, devido ao aumento da incidência (FISCHER, 2005a), à ocorrência generalizada nas regiões produtoras do Brasil (CORRÊA, 2011) e ao grande impacto na comercialização (HILL; LAZAROVITS, 2005), seja para o mercado de batata *in natura*, para industrialização ou para tubérculos-semente. O principal prejuízo dessa doença, causada por bactérias do gênero *Streptomyces*, é a redução da qualidade do tubérculo. O uso de genótipos com níveis moderados a elevados de resistência é considerado a principal forma de evitar o seu avanço (DEES; WANNER, 2012). Embora as cultivares mais utilizadas no Brasil possuam uma boa aparência de tubérculos, a maioria é suscetível ou parcialmente resistente à sarna comum, fato que instiga a identificação de clones mais resistentes e que sejam promissores para o desenvolvimento de cultivares pelos programas de melhoramento.

Desde o seu início, em 1992, o programa de melhoramento da batata da UFLA vem trabalhando no desenvolvimento de clones com alta produtividade, boa aparência de tubérculos e resistência a doenças, porém, a pesquisa direcionada ao aumento do grau de resistência à sarna comum é ainda incipiente. Alguns clones foram selecionados tendo maiores níveis de resistência à sarna comum em experimentos preliminares (RIBEIRO et al., 2012; NIEDERHEITMANN et al.,

2015), porém, eles ainda apresentam desempenho inferior ao de cultivares existentes no mercado em outros atributos agronômicos e qualitativos, sobretudo produtividade e aparência.

Por essas razões, é um grande desafio para os programas de genética e melhoramento de batata a disponibilização de clones que confirmam resistência a doenças combinada a características agronômicas e qualitativas de tubérculos desejáveis. Esses clones poderão vir a tornar-se cultivares que atendam às demandas atuais de matéria-prima de qualidade, tanto para o mercado de batata *in natura* quanto para a indústria de processamento. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar clones de batata com níveis de resistência mais elevados à sarna comum, produtivos e com outros caracteres qualitativos do tubérculo desejáveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama da bataticultura mundial e nacional

A batata (*Solanum tuberosum* L.) originou-se na região dos Andes e difundiu-se para o mundo, tornando-se um dos principais alimentos da humanidade. O seu cultivo é fonte de emprego rural e renda para o produtor, contribuindo para a alimentação e o desenvolvimento social no campo. A cadeia produtiva envolve um elevado número de recursos e significativa mão de obra, sendo responsável por gerar em torno de 300 mil empregos no Brasil, diretos no campo e na indústria (PORTAL ARAXÁ, 2014).

Em termos de fonte energética, a batata é o quarto alimento mais produzido do mundo - sendo superado apenas pelo arroz, trigo e milho - e seu cultivo produz mais alimento em menor área do que qualquer uma dessas grandes culturas. É considerada o terceiro maior alimento básico da humanidade, já que o milho é mais utilizado em nutrição animal e produção de etanol. Na última década, a produção mundial aumentou cerca de 15%, passando de 336 milhões de toneladas (Mt) em 2004 para 385 Mt em 2014. Os principais produtores são a China, a Índia e a Rússia, responsáveis por cerca de 45% da produção mundial. O Brasil se encontra na 21ª posição (FAOSTAT, 2016).

No quadro nacional, onde a batata está entre os dez principais produtos agrícolas, a área plantada vem sendo reduzida e a produtividade mantida estável (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2014). Um levantamento do ano de 2014 indicou que a produção brasileira foi de 3,7 Mt, em uma área colhida de 132 mil ha. Já a produtividade média foi de 27,9 t/ha, valor 28% superior à média mundial, porém muito inferior à de países europeus e dos Estados Unidos (IBGE,

2016; FAOSTAT, 2016). Os estados do Sudeste e Sul respondem por cerca de 89% da produção brasileira, sendo Minas Gerais o maior produtor, seguido do Paraná e de São Paulo (IBGE, 2016). O consumo de batata per capita no Brasil é considerado baixo (PEREIRA, 2011), mas a tendência é aumentar, sobretudo na forma de produtos industrializados.

A bataticultura brasileira se caracteriza pela dependência de cultivares de países de clima temperado. Apesar de apresentarem ótima aparência de tubérculos e boa aceitação por produtores e consumidores, 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 dos solos com maior acidez e baixa fertilidade, do fotoperíodo mais curto e das temperaturas mais elevadas, o que favorece o desenvolvimento mais rápido de populações de patógenos. Conseqüentemente, a cultura exige altas doses de fertilizantes para uma boa produtividade, muitas aplicações de defensivos para controlar as doenças e renovação constante de tubérculos-semente, constituintes que ocupam a maior parte do custo de produção da cultura.

A batata produzida no Brasil é preponderantemente destinada ao mercado do tubérculo *in natura*. O segmento de processamento, que engloba a indústria de chips, batata palha e pré-fritas congeladas, tem crescido nos últimos anos, o que facilita a produção integrada dos produtores com a indústria. No entanto, esse nicho compõe cerca de 10% do mercado (GERALDINI; JULIÃO; BORGATO, 2011) e está limitado pela quantidade e qualidade da matéria-prima, já que as cultivares destinadas para esse fim exigem práticas de manejo e cuidados específicos de colheita e pós-colheita e são pouco adaptadas às condições das regiões produtoras brasileiras. A seleção de clones com potencial para processamento industrial possui objetivos característicos, entre os quais o elevado

teor de matéria seca (maior que 18%), baixo teor de açúcares redutores (menor que 0,5% do peso seco), formato arredondado para indústria de chips e alongado para a indústria de pré-fritas, além de polpa clara (GRIZOTTO, 2005).

Frente a esse panorama, reafirma-se a enorme importância alimentar e econômica da cultura da batata no país. Muitos são os desafios que produtores e pesquisadores defrontam, os quais devem aumentar ainda mais com o incremento na demanda alimentar, na competitividade, nas exigências em qualidade e do compromisso em produzir com sustentabilidade. O desenvolvimento de cultivares mais adaptadas, a adequação e o repasse de tecnologias, bem como uma parceria entre todos os elos da cadeia produtiva são determinantes para que o cultivo da batata seja bem-sucedido, compatibilizando as exigências da sociedade e do meio ambiente.

2.2 Doenças bacterianas e suas implicações na bataticultura

Grande parte das perdas no cultivo da batata se devem à incidência de doenças, fazendo dessa cultura uma das principais consumidoras de insumos protetores.

Bactérias, fungos, fitoplasmas, viroides e vírus estão entre os agentes causadores de doenças já relatados nas regiões produtoras (ROWE, 1993). Dentre as doenças bacterianas de maior importância na cultura, vale ressaltar a murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), a podridão mole e canela-preta (*Pectobacterium* spp.) e a sarna comum (*Streptomyces* spp.). Esta última vem se destacando como uma doença de considerável importância econômica, devido ao aumento de sua incidência e ao prejuízo direto na comercialização, uma vez que o alvo é o principal órgão da planta: o tubérculo.

2.3 Sarna comum da batata

Segundo Ainsworth (1981), a sarna comum da batata foi primeiramente documentada em 1825 por J. C. Loudon (*Encyclopaedia of agriculture*, p. 785), mas somente descrita em 1890 por Thaxter (LAMBERT; LORIA, 1989a). Esta é uma doença bacteriana que se tornou generalizada em diversas regiões produtoras do mundo (LORIA et al., 1997) e foi considerada a quarta enfermidade mais importante da cultura na América do Norte (SLACK, 1991). Estimativas de um estudo conduzido por Hill e Lazarovits (2005), apontam que a doença causou perdas entre 15,3 e 17,3 milhões de dólares canadenses em 2002, como decorrência da doença ter afetado cerca de 82% da produção. A incidência e severidade são altamente variáveis entre cultivares, entre locais e ao longo dos anos. No Brasil, tem-se observado um aumento no número de reclamações de produtores brasileiros quanto à ocorrência da doença (FISCHER, 2005a) e, embora os prejuízos sejam pouco conhecidos em decorrência da falta de levantamentos, há relatos de perdas que chegaram a 83% na produção (NUNES, 2002).

A doença possui múltiplos sintomas, sendo que sua severidade varia em função da suscetibilidade da cultivar, da virulência e densidade de inóculo do agente causador, bem como das condições ambientais ótimas para seu desenvolvimento (TÓTH et al., 2001). As lesões ocorrem nos tubérculos e podem variar no aspecto (lisa, áspera, reticulada ou em forma de estrela), na profundidade (superficial, erupente ou profunda) e coloração (pardo-clara, pardo-escura ou avermelhada) (LORIA et al., 1997; CORRÊA, 2011). Todos esses sintomas podem ser encontrados em tubérculos da mesma planta, o que torna complexa a avaliação da suscetibilidade de cultivares à doença. Embora acredite-se que o tipo

de lesão esteja diretamente relacionado a cultivar (EMILSSON; GUSTAFSSON, 1953; HILTUNEN et al., 2005), ele também parece depender do período de infecção, da virulência do isolado, de fatores de virulência e das condições ambientais (WANNER; KIRK, 2015).

À medida que a sarna comum avança sobre os tubérculos, as lesões coalescem, podendo ocupar toda a sua superfície. Essa condição contraria o padrão comercial, caracterizado por tubérculos lisos e brilhantes. Dessa forma, o principal problema causado pela sarna comum é a depreciação do produto final, tornando-o menos atrativo ao consumidor e, muitas vezes, reduzindo o volume comercializável. Quando tubérculos-semente são afetados e a infecção se dissemina para outros órgãos subterrâneos de forma a restringir a condução de água e nutrientes, a infecção atrasa a emergência da planta e diminui o seu vigor, podendo até mesmo matá-la (LORIA et al., 1997). Embora alguns autores não tenham observado redução significativa na produtividade total da cultura em razão da doença (STEVENSON et al., 2001; ZAMBOLIM; DUARTE, 2012), há relatos de que isso pode ocorrer sob altos índices de severidade, além de aumentar a proporção de tubérculos pequenos (HILTUNEN et al., 2005). Na indústria de processamento, tubérculos com lesões profundas são considerados defeituosos, pois mesmo se descascados a depreciação é aparente no produto final. Nos Estados Unidos, por exemplo, lotes de batata são rejeitados se mais de 5% do peso do tubérculo precisar ser removido durante o descascamento (WANNER; KIRK, 2015). Mesmo que as lesões parem de crescer com a maturação dos tubérculos (LORIA et al., 2006), aqueles com ferimentos superficiais são descartados no processo de lavagem, o que corrobora a preferência de tubérculos sadios pela indústria (NAZARENO; JACCOUD FILHO, 2009).

A doença pode ser causada por cerca de 12 diferentes espécies de bactérias do gênero *Streptomyces*, o que corresponde a aproximadamente 2% do total de espécies descritas neste grupo (BIGNELL et al., 2010; WANNER; KIRK, 2015). Estas também são responsáveis por atacar outras culturas de importância econômica, como a beterraba, cenoura, rabanete, nabo, amendoim, repolho, salsa e cucurbitáceas (GOYER; BEAULIEU, 1997).

O agente mais difundido nas regiões produtoras de batata do Brasil é *Streptomyces scabies* (sin. *S. scabiei*) (Thaxter) Lambert & Loria (LAMBERT; LORIA, 1989a), porém, outras espécies do mesmo gênero já foram relatadas, provocando os sintomas da doença, de forma generalizada ou regional (CORRÊA, 2011). Entre elas, pode-se citar *S. ipomoeae* Person & Martin (PERSON; MARTIN, 1940), *S. caviscabies* Goyer, Faucher e Beaulieu (GOYER; FAUCHER; BEAULIEU, 1996) e *S. acidiscabies* Lambert & Loria (LAMBERT; LORIA, 1989b). Estas espécies diferenciam-se entre si por aspectos morfológicos, fisiológicos e genéticos, não sendo possível identificá-las pelos sintomas que causam nos tubérculos (HILTUNEN et al., 2005). No entanto, os mecanismos e os genes responsáveis pela patogenicidade são similares entre elas (CORRÊA, 2011).

Os estreptomicetos patogênicos possuem genes que codificam para a produção de uma família de toxinas denominadas taxtominas, as quais estão diretamente associadas à agressividade e aos sintomas característicos da doença (KING; LAWRENCE; CLARK, 1991) consistindo no único determinante de patogenicidade da sarna comum conhecido até hoje (WANNER; KIRK, 2015). Essas substâncias induzem à hipertrofia das células meristemáticas, afetando a biossíntese de celulose (SCHEIBLE et al., 2003; BISCHOFF et al., 2009), de modo a enfraquecer as células da parede celular e levar a uma deposição de

camadas adicionais de periderme, que se acumulam e formam as lesões típicas da doença (KHATRI et al., 2011).

A infecção ocorre em tubérculos em formação, por meio de lenticelas, ferimentos ou diretamente na periderme. O período de maior vulnerabilidade à bactéria parece ser de 0 a 6 semanas após o início da tuberização e diminui à medida que a periderme se suberiza (KHATRI et al., 2011), de forma que a magnitude das lesões se relaciona diretamente à precocidade da infecção.

Acredita-se que a quantidade de toxina produzida pode estar associada às diferenças na agressividade do patógeno, porém, sabe-se que ela não é hospedeiro-específica (LORIA et al. 2006), o que dificulta a obtenção da resistência de cultivares à doença. Contudo, o nível de resistência de uma cultivar de batata parece não variar significativamente em função da espécie da bactéria presente (HILTUNEN et al., 2005).

S. scabies é uma bactéria aeróbica e gram-positiva, que sobrevive durante anos no solo, mesmo na ausência de plantas hospedeiras (ciclo da doença de Kirk e Wharton, 2014), o que torna difícil sua eliminação do campo após o estabelecimento do inóculo. Possui uma alta proporção de citosina e guanina no DNA e, em sua maioria, um único cromossomo linear (LIN et al., 1993). A bactéria forma esporos em cadeias e pseudomicélio filamentosos, estruturas geralmente encontradas em fungos. O crescimento das hifas é limitado a pequenas áreas no local de infecção, fazendo com que sua principal forma de propagação em longas distâncias seja via tubérculos-semente infectados (WANG; LAZAROVITS, 2005). Por essa razão, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do governo brasileiro estabelece, dentro dos padrões de identidade e de qualidade para a produção e comercialização de tubérculos-semente, que a tolerância máxima de severidade da sarna comum é de 5% em tubérculos

provenientes de campos de sementes básica (G0, G1, G2 e G3) e de 10% em campos de sementes C1, C2, S1 e S2 (BRASIL, 2016).

As condições que propiciam o desenvolvimento de *S. scabies* são solos neutros a alcalinos e bem aerados, com baixa umidade no período de tuberização (STEVENSON et al., 2001). Portanto, uma das medidas de controle preconizadas durante os primeiros estágios de formação dos tubérculos é a manutenção de alta umidade no solo (LEWIS, 1970), embora esta prática possa levar ao desenvolvimento de outros microrganismos patogênicos. A bactéria é favorecida em solo com pH acima de 6,0 e temperatura entre 20°C e 30°C (BOUCHEK-MECHICHE et al., 2000).

O controle da sarna comum é extremamente dificultado pela influência de fatores ambientais, não havendo uma medida única suficiente para tal. O uso de cultivares com maiores níveis de resistência é considerado a melhor opção (DEES; WANNER, 2012; WANNER; KIRK, 2015). No entanto, pouca informação se tem a esse respeito para os genótipos mais utilizados no Brasil (FISCHER et al., 2005b; GARCIA, 2008), sendo que boa parte das informações derivam de observações em campos de produção. As cultivares Ágata, Asterix e Atlantic, por exemplo, que representam em torno de 60%, 15% e 3% da produção brasileira, respectivamente, são consideradas suscetíveis ou moderadamente suscetíveis à sarna comum, conforme evidenciado em estudos de avaliação da severidade e observações nos campos de produção (IMARK, 2007; GARCIA, 2008; FISCHER et al., 2009; HAYNES et al., 2010; NAVARRO et al., 2015). Do mesmo modo, esse fato tem sido relatado para as cultivares Caesar, Cupido, Markies e Monalisa, também importantes na produção nacional (ANDREATTA, 2002; GARCIA, 2008; FISCHER et al., 2009; CORRÊA, 2011; MARGOSSIAN SEMENTES, 2016). As poucas variedades com níveis razoáveis de resistência à sarna comum

no Brasil não estão disponíveis para todas as áreas produtoras e ocupam menos de 2% da produção nacional. Entre estas, destacam-se Mondial e Voyager (ANDREATTA, 2007; GARCIA, 2008; FISCHER et al., 2009).

Já no âmbito internacional, a cultivar Kalkaska, desenvolvida nos Estados Unidos e destinada ao mercado de processamento, tem-se destacado pela alta resistência à sarna comum aliada a outras características de interesse agrônomo e industrial (DOUCHES et al., 2009). Outras importantes variedades americanas com bons níveis de resistência à sarna comum são Russet Burbank, Goldrush, Superior, Pike, Dakota Pearl (HAYNES et al., 2010; NAVARRO et al., 2012; 2015) e Liberator (DOUCHES, 2001). Navarro et al. (2012) relatam que a resistência dessas cultivares provavelmente deve-se à presença das cultivares resistentes alemãs Jubel e Hinderburg em sua genealogia.

Junto com a adoção de cultivares com um bom grau de resistência, o uso integrado de outras estratégias de controle disponíveis é de extrema importância (RODRIGUES NETO; DESTÉFANO; SHIMOYAMA et al., 2008). Dentre essas medidas, algumas que já foram empregadas ao redor do mundo, porém nem sempre de forma satisfatória, são: o uso de tubérculos-semente certificados livres do patógeno em solos não infestados ou tratados com fungicidas (WILSON; RANSON; PEMBERTON, 1999; FISCHER et al., 2005a), irrigação (LAPWOOD; HERING, 1970; LEWIS, 1970), regulagem do pH do solo para valores não superiores a 5,2 (WHARTON et al., 2007), uso de fertilizantes (FISCHER, 2005; PAVLISTA, 2005), rotação de culturas (WIGGINS; KINKEL, 2005) e controle biológico (WANNER; KIRK; QU, 2013). Deve-se considerar, porém, que algumas dessas alternativas de controle não são suficientes e, muitas vezes, não apresentam os resultados satisfatórios (DEES; WANNER, 2012). No

Brasil, a doença tem ocorrido mesmo com as recomendações preconizadas para evitá-la (FISCHER et al., 2005b).

De acordo com DEES e WANNER (2012), o desenvolvimento de novas estratégias de controle é dificultado, devido à falta do entendimento sobre as bases genéticas e fisiológicas das diferenças na severidade da doença, observadas nas cultivares de batata. No que se refere ao patógeno, faltam estudos direcionados à compreensão das diferenças da agressividade de isolados de *Streptomyces*.

2.4 Melhoramento da batata no Brasil

A cadeia produtiva da batata no Brasil é dependente do uso de cultivares e tubérculos-semente de países de clima temperado, locais com características edafoclimáticas muito distintas. Quando plantadas no Brasil, as cultivares estrangeiras apresentam, redução no ciclo de desenvolvimento e demandam um uso intensivo de insumos. Por essa razão, a pesquisa e o desenvolvimento de cultivares de batata, destinadas às condições tropicais e subtropicais brasileiras está na pauta de trabalho de instituições como a Embrapa e o IAPAR, as quais contam com a parceria de universidades como UFPel, UFLA e UFV, bem como da Associação Brasileira da Batata (ABBA), de cooperações internacionais, da iniciativa privada, entre outros. O maior programa de melhoramento genético da espécie no país está sediado na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS), onde as atividades se iniciaram em 1946. O programa desenvolveu 16 cultivares até hoje, sendo a cultivar Baronesa a que alcançou o maior sucesso, tendo ocupado mais de 80% da área plantada no Rio Grande do Sul, durante quatro décadas (PEREIRA et al., 2013).

Em geral, quando comparadas às importadas, as cultivares brasileiras são mais adaptadas às condições edafoclimáticas e tecnológicas das regiões produtoras do Brasil, o que facilita o manejo e reduz o custo de produção. Nesse sentido, Pereira (2011) destaca que, para aproveitar as vantagens oferecidas pelas cultivares brasileiras, é necessário quebrar o estereótipo do uso intenso de insumos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, pela cadeia produtiva, o que pode ser feito com a utilização de cultivares já disponíveis no mercado. Entretanto, estas ainda são relativamente pouco adotadas, o que se deve à falta de divulgação junto aos produtores, à estrutura deficitária no fornecimento de tubérculos-semente em quantidade suficiente e com regularidade, à alta resistência do setor produtivo à substituição de cultivares de batata e, sobretudo, à aparência externa dos tubérculos que, comercialmente, é menos competitiva em relação às cultivares europeias (MELO, 2004). Além disso, sabe-se que a produtividade média nacional é ainda muito inferior em relação à de países europeus e Estados Unidos. Todos esses fatores reforçam a enorme importância do melhoramento da batata em âmbito nacional, com foco nas condições brasileiras de produção e nas expectativas do produtor e consumidor brasileiros.

Dentre os principais caracteres-alvo dos melhoristas de batata brasileiros no desenvolvimento de novas cultivares estão: (1) qualidade culinária (maior teor de matéria seca/baixo teor de açúcares), quando destinada à indústria e de aparência geral do tubérculo, quando destinado ao mercado do tubérculo *in natura*; (2) alta produtividade, com baixa dependência de agroquímicos; (3) adaptação aos agroecossistemas tropicais e subtropicais do país, sobretudo tolerância ao calor; (4) resistência às principais doenças (murcha-bacteriana, canela-preta, sarna comum, PVY, PLRV, requeima, pinta preta) e pragas (larva-alfinete, nematoides, pulgões, trips, traça, mosca minadora) e (5) boa estabilidade

de produção, precocidade, dormência curta e equilíbrio entre número e tamanho de tubérculos (PEREIRA, 2003; SILVA et al., 2006; 2014). A fim de reunir alelos favoráveis, provenientes dessas diferentes características, um programa de melhoramento de batata alicerça-se, basicamente, na seleção de genitores contrastantes, realização de cruzamentos, seleção de genótipos superiores e avaliação de clones-elite selecionados em condições reais de produção. Para tal, é também objetivo dos programas o desenvolvimento de um amplo germoplasma quanto às características citadas.

Frente ao panorama da cadeia produtiva de batata e da necessidade de segurança alimentar, percebe-se o enorme desafio dos programas de melhoramento da cultura nos próximos anos. Vale lembrar que é necessário estimular a iniciativa privada nesse ramo, a qual é ainda incipiente no país. Outra ação importante é a formação de uma rede de produção integrada de batata, a fim de aumentar os padrões de qualidade e competitividade.

2.4.1 Melhoramento visando a resistência à sarna comum da batata

O uso de clones com resistência genética estável é a melhor estratégia de manejo da sarna comum. Há uma grande variação desse caráter entre as cultivares, sendo poucas aquelas, ao redor do mundo, com níveis considerados elevados e nenhuma completamente resistente. Conforme mencionado acima, esta situação não é diferente no Brasil, onde as cultivares mais plantadas são suscetíveis à doença.

Não há um consenso quanto a um modelo genético para explicar a resistência à doença, mas o padrão de distribuição contínua sugere que a resistência é um caráter de herança quantitativa (DRISCOLL et al., 2009;

HAYNES et al., 2010) e fortemente influenciado pelo ambiente, sobretudo, heterogeneidade do solo. Por essas razões, tem-se observado pouco progresso no desenvolvimento de um sistema baseado em marcadores moleculares para essa característica.

Embora as bases genéticas e fisiológicas da agressividade de *Streptomyces* spp. e da reação de tubérculos à bactéria ainda não sejam bem elucidadas, trabalhos recentes têm observado interações específicas entre cultivares, entre isolados de estreptomicetos e entre cultivares e isolados do patógeno. Em experimento de campo realizado por Wanner e Haynes (2009) todos esses efeitos contribuíram com 50-55% da variação total dos sintomas de sarna comum observados, o que confirma a forte influência do ambiente no caráter. Espera-se que experimentos em ambientes controlados, como casas de vegetação, com níveis de inóculos padronizados resultem em menores graus de variação.

A base do surgimento de novas espécies patogênicas de *Streptomyces* spp. é a transferência horizontal de genes de biossíntese de taxtomina que ocorrem em ilhas de patogenicidade para espécies estreitamente relacionadas não patogênicas (KERS et al., 2005; LORIA; KERS; JOSHI, 2006). Dentre os genes de patogenicidade desse gênero, estão: *necI* (proteína indutora de necrose), *tomA* (fator de patogenicidade tomatinase), e *txtAB*, *txtC* e *nos* (envolvidos na síntese da taxtomina A). Com base na presença desses genes, Corrêa (2011) caracterizou a patogenicidade de linhagens de *Streptomyces* spp. oriundas de tubérculos de diferentes regiões produtoras brasileiras.

Atualmente, o mecanismo de defesa de plantas de batata à *S. scabies* ou à taxtomina ainda não é bem conhecido, já que esse fenômeno não parece seguir um modelo de resistência típico (DEES; WANNER, 2012). Sabe-se que as tomatinases produzidas pela bactéria inibem a resposta de defesa da planta,

prejudicando os mecanismos de resistência (LORIA; KERS; JOSHI, 2006). Contudo, algumas pesquisas têm mostrado haver um fluxo de íons Ca^{++} e H^+ em culturas de tecido de tabaco e *Arabidopsis*, como respostas de defesa da planta pela taxtomina (TEGG et al., 2005; ERRAKHI et al., 2008), o que pode sugerir que o mesmo ocorra na batata. Além disso, pesquisas têm mostrado que a presença de triptofano, um aminoácido necessário para a produção de taxtomina, pode inibir a produção desta quando em altas quantidades (LAUZIER et al., 2002). Uma biblioteca de cDNA de tubérculos contaminados com sarna comum mostrou não conter genes típicos de resposta de defesa (FLINN et al., 2005).

No que se refere ao emprego de estratégias de melhoramento para resistência à sarna comum, pesquisas têm focado na busca de fontes de resistência já existentes, de métodos que diferenciem o grau de resistência entre clones e, sobretudo, de formas de aumentar o grau de resistência de clones. Os primeiros esforços nesse sentido são relatados por Clark e colaboradores em 1936, nos Estados Unidos. A partir de então, as estratégias adotadas por cada programa têm sido variáveis, sendo que não há uma tendência generalizada na obtenção de cultivares mais resistentes (DOUCHES et al., 1996). Contudo, provas de que a seleção para esse caráter pode ser bem-sucedida podem ser tiradas de programas de melhoramento que hoje possuem germoplasma significativamente mais resistente que cultivares antigas (TARN et al., 2003; DOUCHES et al., 2001; 2009; HAYNES et al., 2010; NAVARRO et al., 2012). Nos Estados Unidos, diferenças regionais e entre safras foram relatadas tanto na severidade da doença quanto no *ranking* da suscetibilidade à sarna em cultivares de batata (HAYNES; GOTH; YOUNG, 1997), mostrando haver ganhos ao longo de sucessivos anos de ensaios de campo.

Da experiência obtida por programas de melhoramento, podem ser citados

alguns fatores que ainda dificultam o desenvolvimento de novas cultivares resistentes à sarna comum, bem como propostas para contorná-los:

(1) Forte influência ambiental na expressão do fenótipo suscetível, o que diminui a herdabilidade do caráter, a previsibilidade do desempenho e, por consequência, a eficiência de seleção.

Em estudo realizado por Blomquist (1963), com batatas tetraploides, a proporção genética presente na variação para resistência à sarna comum, ou seja, a herdabilidade desse caráter, foi estimada em 0,37 no sentido restrito. Essa variação genética foi particionada como sendo 65% aditiva, 33% de dominância e 2% devido a componentes epistáticos. Já Haynes et al. (1997) mostraram que a maior parte da variação para resistência à doença também em uma população tetraploide foi genética (89-93%), embora o componente aditivo não tenha sido mencionado. Haynes et al. (2009), por sua vez, obtiveram estimativas de herdabilidade no sentido amplo de 0,18 em populações diploides, com um intervalo de confiança de 0,15 a 0,35, sendo toda a variação dentro de famílias. Como não houve variância genética aditiva para resistência nessa população, a herdabilidade foi estimada como sendo de 0.00, indicando que o melhoramento não poderia ser efetuado naquela população.

Um dos principais fatores ambientais que influenciam a avaliação da sarna comum é a enorme variabilidade em sua incidência e severidade de ano para ano e de local para local, o que dificulta a mensuração dos danos e, por consequência, a caracterização de cultivares e clones de programas de melhoramento quanto à resistência. Assim, pode-se esperar que solos com baixa densidade de inóculo ou com concentração desconhecida possam não representar a suscetibilidade característica de certos genótipos (RIBEIRO et al., 2012; NIEDERHEITMANN et al., 2015). Diversos estudos têm sido feitos, a fim de

avaliar os prejuízos da sarna comum, em campo e em casa de vegetação, de forma qualitativa ou quantitativa, face à diversidade do tipo de sintomas e sua extensão. Entre as abordagens mais utilizadas, ressalta-se a avaliação da severidade – notas baseadas em uma escala diagramática que representam uma determinada porcentagem da superfície do tubérculo lesionada –, da incidência – porcentagem de tubérculos afetados – e do tipo de lesão (MARAIS; VORSTER, 1988; GOTH et al., 1995; BOUCHEK-MECHICHE et al., 2000; HILTUNEN et al., 2005; WANNER, 2006; GARCIA, 2008; HAYNES et al., 2010; RIBEIRO et al., 2012; NAVARRO et al., 2015; NIEDERHEITMANN et al., 2015).

Experimentos de campo geram dados muito variáveis quando reproduzidos, sendo necessários diversos anos de experimento para a obtenção de resultados confiáveis (DRISCOLL et al., 2009). A extensa interação genótipos por ambientes e variação espacial dentro de um mesmo campo também restringem o progresso na seleção de clones com resistência estável à sarna (HAYNES; GOTH; YOUNG, 1997; NAVARRO et al., 2012). Sob essa perspectiva, Navarro et al. (2015) compararam a estabilidade de clones quanto à resistência à doença durante 8 anos, tanto em locais com altos níveis de *Streptomyces* spp. patogênicas (“ensaios DST”), quanto em locais com ensaios-padrão de melhoramento, submetidos a práticas de rotação com outras espécies anuais (“ensaios SBT”). Enquanto os ensaios DST foram capazes de separar cultivares suscetíveis de cultivares resistentes, os ensaios SBT não foram capazes de discernir esses grupos e ainda apresentaram estimativas de herdabilidade inferiores para o caráter em relação aos ensaios DST. Tais resultados corroboram as ideias discutidas por Navarro et al. (2012) que, para aumentar a herdabilidade do caráter e melhor predizer o verdadeiro nível de resistência de clones de um ano para o outro, os experimentos devem ser conduzidos num mesmo campo, o qual

tenha níveis leves a altos de severidade de sarna, utilizando-se variedades-padrão com desempenho conhecido em relação à doença e submetidas à delineamentos que removam a variação espacial das estimativas de seu desempenho.

Já em estudos realizados em casa de vegetação, a técnica mais comum é a infestação artificial do solo com determinado isolado de *Streptomyces*, sob concentrações conhecidas. Driscoll et al. (2009), por exemplo, foram capazes de discernir indivíduos resistentes e suscetíveis, utilizando uma concentração de 3×10^8 UFC.mL⁻¹. Ao realizar a avaliação da sarna comum, tanto em campo quanto em casa de vegetação, estes mesmos autores obtiveram uma correlação moderada entre ambos os ensaios, indicando que resultados obtidos em sistemas controlados podem ser extrapolados ao que poderia ocorrer em condições de campo. Também, Wang e Lazarovits (2005), encontraram uma perfeita correlação entre as densidades de *Streptomyces* patogênicas na zona radicular

(2) Necessidade de melhores fontes de resistência. Nesse sentido, Hosaka et al. (2000) estudaram o uso de espécies selvagens capazes de fornecer novos genes de resistência à sarna. Já em uma análise do pedigree de variedades tolerantes à doença, Navarro et al. (2012) verificaram que todas as cultivares com alto grau de resistência liberadas nos Estados Unidos de 1944 a 2011 incluem em sua genealogia as cultivares alemãs Jubel ou Hinderburg. Além dessas, as cultivares alemãs Ostragis, Rheingold, Arnica e Ackersegen foram importantes genitores de variedades atuais resistentes à sarna comum. No entanto, é muito importante o desenvolvimento de fontes adicionais de resistência, a fim de evitar o estreitamento da base genética de variedades resistentes e se antecipar a uma provável coevolução destas com *Streptomyces* spp.

(3) Variabilidade na patogenicidade, virulência e distribuição de espécies do patógeno. Diversas espécies de estreptomicetos têm sido

diagnosticadas como patogênicas ao redor do mundo, as quais possuem isolados que diferem, significativamente, em sua agressividade (WANNER, 2006; WANNER; HAYNES, 2009; DEES; SLETTEN; HERMANSEN, 2013). No Brasil, embora *S. scabies* seja a espécie mais abundante e amplamente distribuída, Fischer et al. (2003) indicaram a existência das espécies *S. acidiscabies* e *S. turgidiscabies*, com base em testes de patogenicidade seguidos de reisolamento e comparação morfológica de isolados. Um recente levantamento realizado por Corrêa (2011) confirmou, em nível molecular, a presença de *S. ipomoeae*, *S. caviscabies*, *S. sampsonii* e *S. europaeiscabiei* em lesões de tubérculos oriundos das principais regiões produtoras, sendo as duas primeiras espécies mais extensivamente distribuídas no país do que as demais.

O conhecimento da suscetibilidade das cultivares mais utilizadas pode ser uma importante ferramenta no emprego efetivo de estratégias de melhoramento para resistência à doença. Elas servem como testemunhas em delineamentos experimentais e permitem que os níveis de severidade da doença nos demais genótipos sejam estimados com mais eficiência (NAVARRO et al., 2012).

Outras tentativas de melhoramento ou pré-melhoramento para resistência à sarna comum são encontradas na literatura, sendo que muitas teorias foram desenvolvidas a partir de populações diploides. Murphy et al. (1995) e Tai et al. (1996), por exemplo, verificaram que a resistência à doença pode ser transmitida de híbridos diploides interespecíficos, capazes de produzir gametas masculinos $2n$, para progênies tetraploides, por meio de cruzamentos $4x-2x$. Com esse método, concluíram que a seleção baseada nos melhores indivíduos e aquela feita nas melhores famílias tiveram o mesmo grau de eficiência. Já a seleção dentro de famílias mostrou-se não ser um método vantajoso para essa característica. Wilson et al. (2010a) realizaram seleção de células somáticas com taxtomina A como um

agente seletivo para isolar variedades com diferentes níveis de resistência à sarna comum. De forma similar, Hiltunen et al. (2011) mostraram que a eliminação de progênies suscetíveis à sarna comum de populações de um programa de melhoramento também pode ser realizada usando taxtomina A como agente seletivo.

2.4.2 Melhoramento visando ao bom desempenho produtivo e caracteres qualitativos de tubérculos

Dentre as culturas de clima temperado, a batata é a que possui mais características de importância econômica a serem consideradas pelo melhorista (JELLIS, 1992). Assim, o desafiante papel desses pesquisadores é acumular vários desses atributos, ao longo dos ciclos de seleção dos clones do programa, de forma a detectar pequenas diferenças de origem genética e obter novas cultivares mais competitivas em relação às já existentes. Grande parte das características agrônômicas desejáveis tem herança quantitativa e são controladas por um grande número de genes de pequeno efeito. No entanto, o progresso genético de muitas delas tem sido constante, mesmo que lento.

Conforme já comentado, do ponto de vista do produtor, as cultivares devem ter alto potencial produtivo, tolerância a doenças e pragas e, por consequência, menor dependência de agroquímicos, boa adaptação às condições edafoclimáticas, precocidade, entre outros caracteres. Já do ponto de vista do consumidor, é crescente a demanda por cultivares que possuam boa aparência de tubérculos. A indústria, por sua vez, prefere tubérculos com alto teor de matéria seca, uma vez que o rendimento do produto final é maior e há uma redução na absorção de óleo, o que reduz o custo para a indústria e aumenta a qualidade do produto final. Tubérculos fora dos padrões comercializáveis são usualmente

destinados ao processamento mínimo ou a elaboração de conservas e desidratados de batata (LOVATTO, 2010), o que resulta em menores preços pagos ao produtor.

O aumento da produtividade das cultivares de batatas utilizadas no Brasil tem aumentado nos últimos 10 anos (IBGE, 2016), porém, a necessidade de clones mais produtivos é uma constante, a fim de reduzir custos de produção e atender às crescentes demandas nacionais. Para o caráter produtividade de tubérculos, Slater et al. (2014) estimaram um valor de herdabilidade de 0.58.

Dentre as características que compõem a aparência, a textura da periderme de tubérculos é considerada a mais influente na decisão da compra da batata pelo consumidor (JEMISON; SEXTON; CAMIRE, 2008), cuja preferência é pelas cultivares lisas. A periderme é composta por três tecidos: súber, felogênio e feloderme, os quais formam uma barreira de proteção de infecções por patógenos e desidratação (LULAI; SUTTLE, 2009). Além de ser um caráter estável ao longo dos anos (ANDREU, 2005), possui herdabilidade mediana no sentido amplo (SILVA et al., 2008b) e é influenciado pela umidade, tipo de solo e doenças (FUROMOTO, 1997).

A coloração da periderme preferida pelos consumidores brasileiros de batatas é a amarela, embora o interesse por batatas de coloração vermelha ou púrpura esteja aumentando e já seja um nicho pesquisado em programas de melhoramento do país (NEY, 2009). A expressão desse caráter depende da presença de antocianinas desenvolvidas pelas células da seiva de periderme ou na periferia das células corticais (BURTON, 1967), sendo seu controle genético feito por três locos independentes: *R*, *P* e *I*. Os alelos *R* e *P* controlam as colorações vermelho e púrpura, respectivamente, em batatas diploides, sendo *P* epistático ao *R*. Já o alelo *I* é responsável pela distribuição de coloração no tubérculo, sendo que sua ausência determina o fenótipo de periderme branca. Já em batatas

tetraploides, acredita-se que o loco *D* possua a mesma função do alelo *I* das batatas diploides (DE JONG, 1991).

No mercado do tubérculo *in natura*, o formato preferido pelos consumidores é o oval-alongado. Já no processamento industrial de batatas fritas, o formato redondo é requerido para o processamento de chips, e o alongado para o de pré-fritas congeladas. Com base em uma escala de notas, Silva et al. (2008b) estimaram uma alta correlação entre o formato de tubérculos, aparência, apontamento e curvatura, indicando ser possível uma seleção correlacionada entre esses caracteres. A boa uniformidade de tubérculos é altamente desejável, sendo preferido tubérculos entre 40 e 95mm de diâmetro (KIRKMAN, 2007).

O formato e a uniformidade de tubérculos são características que podem ser avaliadas logo na primeira geração clonal (KUMAR; GOPAL, 2006), além de ser um caráter determinado no início do desenvolvimento do tubérculo (PRASHAR et al., 2014).

A profundidade de olhos é outro atributo chave na qualidade visual do tubérculo. Tanto no processamento industrial quanto no doméstico, tubérculos com olhos profundos são indesejáveis por causarem desperdício durante o descascamento. Li et al. (2005) observaram que o fenótipo olhos profundos é conferido pelo alelo dominante *Eyd*, cujo loco está situado no cromossomo 10, enquanto que a apenas 4cM deste, observaram a presença do gene *Ro* responsável pelo formato redondo, indicando haver uma forte correlação entre estes dois caracteres.

Embora alguns de seus componentes possuam herança mono ou oligogênica, conforme relatado, a aparência de tubérculos é considerada um caráter complexo e de herdabilidade baixa (TAI, 1975; MARIS, 1988). Nesse caso, recomenda-se a seleção indireta por meio de caracteres correlacionados

(CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Ney (2012), por exemplo, observou que alguns caracteres componentes de aparência geral de tubérculos (aspereza da periderme, curvatura, apontamento, proeminência da sobrançelha, profundidade do olho e aparência geral), bem como os caracteres de produção número e massa de tubérculos por planta são fortes e favoravelmente associados. Similarmente, Silva et al. (2006) verificaram uma correlação positiva entre ganho de seleção para aparência de tubérculos e o ganho em produtividade. Outra opção de seleção indicada em programas de melhoramento da batata é a seleção nas gerações iniciais (TAI; YOUNG, 1984). Além disso, os melhoristas têm buscado compreender quais os melhores caracteres a serem selecionados e qual a melhor pressão de seleção, a fim de que genótipos superiores não sejam eliminados.

A combinação de caracteres agronômicos e de qualidade de tubérculos com resistência a doenças é altamente almejada em programas de melhoramento. No caso da sarna comum, sabe-se que a maioria das cultivares comercialmente bem-sucedidas ao redor do mundo são muito suscetíveis (WANNER, 2009), reforçando o ideal da obtenção de cultivares com múltiplas vantagens.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material experimental

Foram avaliados 86 clones de 17 famílias clonais provenientes do Programa de Melhoramento de Batata-PROBATATA/UFLA – cujos tubérculos- sementes foram colhidos de um experimento conduzido em campo, em Lavras, durante a safra de inverno de 2015 – e oito cultivares-testemunhas (Ágata, Asterix, Atlantic, Caesar, Cupido, IPR Cris, Markies e Snowden), sendo sete melhoradas em programas internacionais, adquiridas de um produtor de Pouso Alegre - MG, e uma oriunda de programa de melhoramento nacional, IPR Cris, adquirida do IAPAR, Curitiba-PR. As cultivares Ágata, Asterix, Caesar, Cupido, Markies e Snowden foram consideradas testemunhas suscetíveis (ANDREATTA, 2002; GARCIA, 2008; FISCHER et al., 2009; CORRÊA, 2011; MARGOSSIAN SEMENTES, 2016) e Atlantic e IPR Cris testemunhas resistentes (GARCIA, 2008; NAZARENO, 2015).

3.2 Local de condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no município de Lavras, MG. A avaliação quanto à resistência à sarna comum foi realizada em casa de vegetação e a de produtividade e a de caracteres qualitativos de tubérculos, em campo.

A cidade de Lavras situa-se nas coordenadas 21°14'43 de latitude S, 45°59'59 de longitude O e numa altitude média de 918,8 m. A temperatura anual

média anual é de 19,9°C e a precipitação anual média é de 1404 mm e umidade relativa do ar média anual de 76,2%. O solo é classificado como Latossolo Roxo Distrófico, de textura argilosa.

3.3 Avaliação da reação de genótipos à sarna comum

A cultura liofilizada de *S. scabies* (linhagem 2308) foi obtida do acervo Coleção de Culturas de Fitobactérias do Instituto Biológico (IBSBF), Campinas-SP. A reidratação da cultura foi realizada no Laboratório de Bacteriologia de Plantas, Departamento de Fitopatologia/UFLA, segundo instruções da IBSBF e cultivada em meio de cultura YME (extrato de levedo 4 g, extrato de malte 10 g, glucose 4 g, ágar 18 g, água destilada q.s.p. 1000 mL, pH 7,2) por treze dias a 28°C antes de sua utilização. Para a preparação da suspensão de inóculo, esporos foram coletados da superfície do meio bacteriano com uma alça de Drigalski, filtrados e misturados em água de torneira. A concentração da suspensão foi ajustada para $A_{540} = 0,1$ (GARCIA, 2008), utilizando um espectrofotômetro, o que corresponde a aproximadamente 10^7 UFC.mL⁻¹, valor estimado posteriormente após diluição, plaqueamento e contagem de unidades formadoras de colônias.

O experimento para avaliação da reação de genótipos à sarna comum foi conduzido de fevereiro a junho de 2016. Tubérculos-semente sem sintomas de sarna comum foram mantidos em temperatura ambiente até que brotações aparecessem em sua superfície. Um dia antes do plantio, eles foram desinfetados com hipoclorito de sódio (0,5%) por 15 min e lavados em água destilada por mais 15 min, conforme Garcia (2008). Os tratamentos foram organizados em um delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, sendo a parcela constituída de um tubérculo por vaso. Uma lona plástica foi assentada sobre a brita

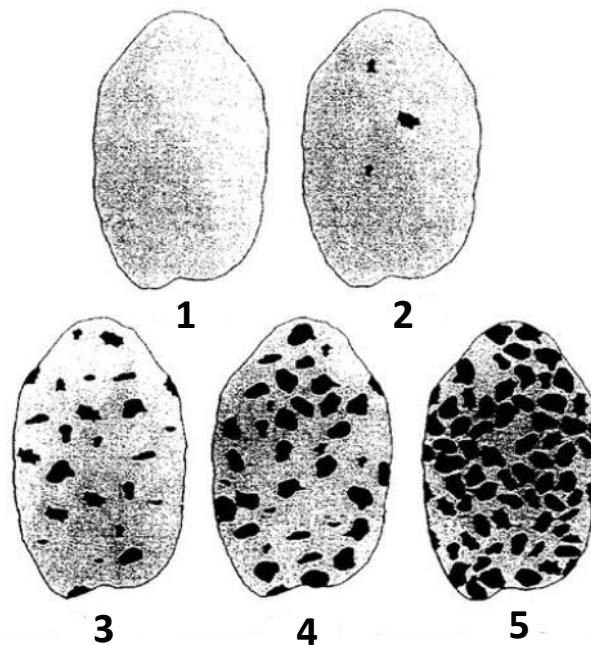
em casa de vegetação, para evitar uma eventual contaminação, e os vasos dispostos nos blocos de forma paralela à colmeia e exaustores. Os tubérculos foram plantados em vasos de 3,0L contendo substrato orgânico-mineral (Tropstrato HA®) a uma profundidade de aproximadamente 5cm.

A inoculação consistiu na aspersão da suspensão de inóculo em cada tubérculo imediatamente antes do plantio, utilizando-se um borrifador. Essa forma de inoculação foi escolhida com base em um experimento preliminar, em que esse procedimento se apresentou como o mais adequado para discriminar os tratamentos suscetíveis dos resistentes. Além disso, baseou-se no fato de que a população bacteriana tende a aumentar na região do solo ao redor do tubérculo-mente (WANG; LAZAROVITS, 2005). A suspensão foi agitada e borrifada no tubérculo, de modo a cobrir toda a sua superfície. Todos os clones do programa e cultivares comerciais receberam parcelas com inóculo e, como controle negativo da inoculação, somente as cultivares receberam parcelas sem inóculo, constituindo 102 tratamentos no experimento. Os vasos controle foram suspensos com blocos de cimento para evitar uma possível contaminação entre vasos pela água de irrigação.

O controle fitossanitário foi realizado semanalmente até o início da senescência das plantas, visando a manter a cultura sem danos de pragas e doenças foliares. As plantas receberam duas adubações de cobertura em volume proporcional ao conteúdo de substrato dos vasos, sendo a primeira aos 22 DAP (dias após plantio) com o formulado comercial 20-0-20 (N-P₂O₅-K₂O) e a segunda, aos 46 DAP com sulfato de amônio, além de uma adubação foliar aos 60 DAP. As plantas foram tutoradas para um melhor desenvolvimento e os vasos foram irrigados diariamente, porém, procurou-se manter uma umidade adequada para propiciar o desenvolvimento da bactéria.

Os tubérculos foram colhidos aos 102 DAP, quando boa parte das plantas apresentavam sinais de senescência natural. A severidade da doença foi avaliada por meio de notas que representam uma determinada porcentagem da superfície de cada tubérculo com sintomas de sarna comum, baseadas na escala diagramática adaptada de James (1971) (GARCIA, 2008), variando de 1 a 5 (1= 0% da superfície do tubérculo coberta com sarna; 2= 0,1 a 1,0%; 3= 1,1 a 10%; 4= 10,1 a 25% e 5= 25% ou mais) (Figura 1). Os valores de severidade foram obtidos por meio da média aritmética das notas atribuídas a todos os tubérculos produzidos com diâmetro igual ou superior a 2,5cm, por três avaliadores.

Figura 1 – Representação da escala de severidade de sarna comum em tubérculos de batata adaptada de JAMES, 1971 (GARCIA, 2008).



3.4 Avaliação da produtividade e caracteres qualitativos de tubérculos

Além do material experimental citado no item 3.1, neste experimento também foram utilizadas as cultivares nacionais BRS Ana e BRS Camila, adquiridas de um produtor de Pouso Alegre-MG, as quais não estavam disponíveis para o experimento de avaliação quanto à reação à sarna comum.

A avaliação da produtividade e de caracteres qualitativos de tubérculos foi realizada de março a junho de 2016. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições e parcela de cinco plantas com espaçamento de 0,30 m x 0,80 m.

O solo foi preparado conforme práticas usuais para a cultura, utilizando-se arado, enxada rotativa e sulcador/adubador. No plantio, realizou-se a adubação com uma dose de 1500 kg.ha⁻¹ do formulado comercial 8-28-16 (N-P₂O₅-K₂O) e aos 34 DAP, uma adubação de cobertura com 300 kg.ha⁻¹ do fertilizante formulado 30-00-20, juntamente com a amontoa. As irrigações foram realizadas seguindo a necessidade da cultura e os demais tratos culturais foram conduzidos, conforme efetuado em lavouras comerciais da região, seguindo as recomendações de aplicação de produtos químicos. A colheita foi realizada aos 99 DAP e avaliados os seguintes caracteres quantitativos:

- a) Produtividade (g.planta⁻¹): produção total dividida pelo número de plantas da parcela (g.planta⁻¹) e, posteriormente, extrapolado para hectare, considerando uma população de 40 mil plantas por hectare;
- b) Produtividade de tubérculos graúdos (g.planta⁻¹): produção de tubérculos com diâmetro transversal acima de 45 mm, dividido pelo número de plantas da parcela (g.planta⁻¹) e,

então, extrapolado para hectare, da mesma forma que para o item anterior;

- c) Peso específico de tubérculos (PET): determinado pela expressão $PE = \text{Peso no ar} / (\text{Peso no ar} - \text{Peso na água})$, obtidos em balança hidrostática. O teor de matéria seca foi estimado pela expressão: $-217,2 + (221,2 \times \text{PET})$ (SCHIPPERS, 1976).

Além disso, foram atribuídas notas aos seguintes caracteres relacionados à aparência de tubérculos, por três avaliadores treinados:

- a) Formato dos tubérculos: nota um (formato redondo) até cinco (formato alongado) (LEPRE, 2009);
- b) Textura da periderme: avaliação visual e pelo tato, nota um (periderme áspera) até cinco (periderme lisa) (LEPRE, 2009);
- c) Profundidade dos olhos (gemas vegetativas): nota um (olhos profundos) até cinco (olhos superficiais) (LEPRE, 2009);
- d) Aparência geral de tubérculos: nota um (má aparência) até cinco (ótima aparência) (LEPRE, 2009);
- e) Uniformidade de tubérculos: nota um (desuniforme em tamanho) até cinco (uniforme em tamanho) (LEPRE, 2009).

Foram identificados os 20 clones e 3 testemunhas mais resistentes à sarna comum e, utilizando médias, estes foram analisados quanto à produtividade e à qualidade de tubérculos.

3.5 Análises estatísticas

Tanto para a avaliação da reação à sarna comum quanto para a de produtividade e caracteres qualitativos de tubérculos, aplicou-se uma análise de variância, conforme o seguinte modelo estatístico,

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

Em que:

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

μ : é o efeito fixo da média geral;

t_i : é o efeito fixo do i-ésimo tratamento;

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

e_{ij} : é o efeito aleatório do erro experimental do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco, assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

Para o experimento de avaliação da reação à sarna comum, a certificação da normalidade dos quadrados médios dos erros foi feita por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises e Anderson-Darling, em razão do grande número de dados. A fim de obter a normalidade dos erros, as notas de severidade foram transformadas para raiz quadrada antes de se proceder à análise de variância. As análises foram realizadas com nível de significância de 5%, utilizando-se a soma de quadrados tipo III do software SAS. As médias foram calculadas por tratamento e agrupadas pelo teste de Scott-Knott ajustado para experimentos não balanceados (CONRADO, 2015).

Para a avaliação da produtividade e caracteres qualitativos de tubérculos,

a certificação da normalidade dos quadrados médios dos erros foi feita por meio do teste de Shapiro-Wilk. Somente os dados de produtividade de tubérculos graúdos foram transformados (Box-Cox), por meio de um pacote estatístico do software R. As análises foram realizadas com nível de significância de 5%, sendo as médias calculadas por tratamento e agrupadas pelo teste de Scott-Knott (1974).

Em todos os casos, foram estimados o coeficiente de variação ambiental (CVe%) e a acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}) pela seguinte expressão (RESENDE; DUARTE, 2007):

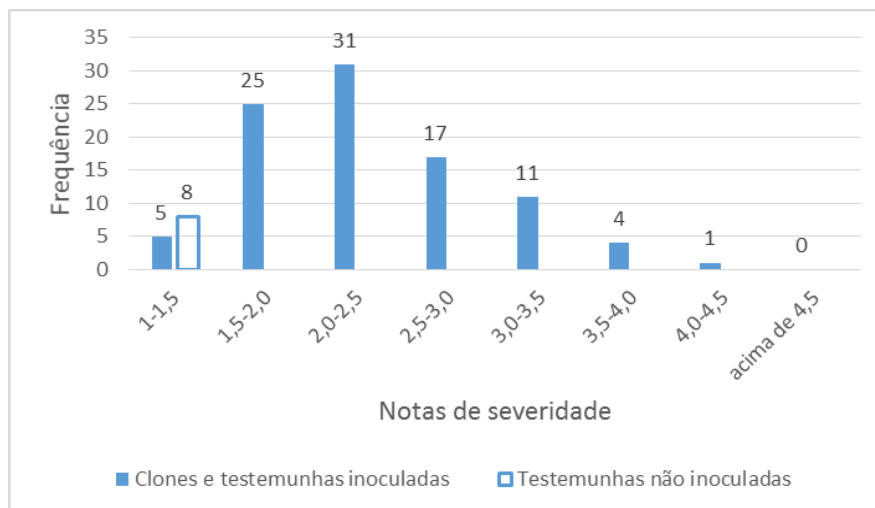
$$(\hat{r}_{gg}) = \sqrt{1 - \frac{1}{F}}$$

F: valor do teste F de Snedecor para o efeito de tratamento obtido pela ANAVA.

4.1 Avaliação da reação à sarna comum

As notas médias de severidade variaram de 1,00 (ausência do patógeno) a 4,00 (10,1% a 25% de incidência do patógeno), o que revelou a ocorrência de alguns genótipos com elevado grau de resistência até alguns muito suscetíveis, resultando em uma média geral de 2,37 entre os tratamentos que receberam o inóculo (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição de frequência de notas de severidade da sarna comum (*Streptomyces scabies*) em clones e testemunhas de batata.



O resumo da análise de variância para as notas de severidade está apresentado na Tabela 1. Observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre tratamentos, tanto dentro de clones quanto dentro de testemunhas inoculadas, indicando uma ampla e variável resposta à inoculação de *Streptomyces scabies* (Tabela 1). Verificou-se, também, diferença significativa ($P < 0,05$) entre clones e testemunhas inoculadas, bem como para avaliadores ($P < 0,01$), porém não ocorreu interação entre avaliadores e tratamentos.

Tabela 1 – Quadrados médios e significância para notas de severidade da sarna comum. Lavras, 2016.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio Notas de severidade
Tratamentos	99	0,4988**
Entre Clones	85	0,5357**
Entre Testemunhas inoculadas	7	0,5197**
Entre Testemunhas não inoculadas	7	0,0288 ^{ns}
Clones vs. Testem. Inoculadas	1	0,2742*
Testem. inoculadas vs. Testem. não-inoculadas	1	8,4245**
Avaliadores	2	1,5878**
Avaliadores X Tratamentos	202	0,0074 ^{ns}
Blocos	4	2,1798**
Erro	1160	0,0492
Acurácia (%)		94,94
CVe%		14,81
Média Tratamentos com inóculo		2,37
Média Clones		2,39
Média Testemunhas com inóculo		2,22
Média Testemunhas sem inóculo		1,15

*, **, ns: significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

O contraste entre testemunhas com e sem inóculo foi altamente significativo, o que pode ser melhor observado na tabela 2. A média de notas de

severidade das testemunhas com inóculo foi 92,5% superior à média das testemunhas sem inóculo. Dentre as testemunhas inoculadas, sobressaíram-se Atlantic, IPR Cris, Asterix e Markies, tendo sido agrupadas junto com 26 clones do programa. Não houve diferença significativa entre os clones não inoculados (Tabelas 1 e 2; Apêndice: Tabela 1A).

Tabela 2 – Médias de notas de severidade da sarna comum das testemunhas com e sem inóculo de *Streptomyces scabies*. Lavras, 2016.

Testemunha	Com inóculo	Sem inóculo
ATLANTIC	1,55 B	1,16 A
IPR CRIS	1,71 B	1,17 A
ASTERIX	1,90 B	1,12 A
MARKIES	1,99 B	1,14 A
CUPIDO	2,17 C	1,25 A
CAESAR	2,46 C	1,31 A
ÁGATA	2,48 C	1,06 A
SNOWDEN	3,47 E	1,00 A
Média	2,22	1,15

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

As médias das notas dos 20 clones mais resistentes e das testemunhas que receberam o inóculo estão apresentadas na Tabela 3. Os clones TSB 03-06, IND 03-28, IRF 13-02, IND 06-08 e TSB 08-04 foram os mais resistentes, tendo suas médias agrupadas junto com todas as testemunhas que não receberam o inóculo (Tabela 1A).

A estimativa da acurácia seletiva foi de alta magnitude (RESENDE; DUARTE, 2007), enquanto o coeficiente de variação foi médio (PIMENTEL GOMES, 1987). Esse indicativo da qualidade da condução do experimento, aliado a uma ampla variação na reação de resposta dos clones experimentais, permitiu a

separação dos tratamentos em cinco grupos distintos pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1A).

Tabela 3 – Média dos 20 clones mais resistentes e das testemunhas inoculadas com *Streptomyces scabies*. Lavras, 2016.

Tratamento	Notas de severidade	
TSB 03-06	1,24	A
IND 03-28	1,33	A
IRF 13-02	1,41	A
IND 06-08	1,49	A
TSB 08-04	1,50	A
ATLANTIC	1,55	B
TSB 07-04	1,55	B
TSB 12-06	1,59	B
TSB 03-10	1,62	B
TSB 11-04	1,63	B
IRF 08-65	1,64	B
IPR CRIS	1,71	B
DSM 04-01	1,73	B
TSB 06-08	1,75	B
TSB 11-25	1,76	B
IND 07-46	1,79	B
TSB 02-07	1,80	B
TSB 10-08	1,87	B
MLG 11-05	1,87	B
CTB 49-39	1,88	B
TSB 10-11	1,89	B
ASTERIX	1,90	B
IND 08-47	1,91	B
MARKIES	1,99	B
CUPIDO	2,17	C
CAESAR	2,46	C
ÁGATA	2,48	C
SNOWDEN	3,47	E

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

O número de tubérculos por parcela variou de 1 a 12, mas não foi observada uma correlação significativa entre esses valores e as notas de severidade ($b=0,06$). A média de tubérculos avaliados por tratamento e por avaliador, em todos os blocos, foi de 19,62, variando de 7 a 35.

4.2 Avaliação da produtividade e de caracteres qualitativos de tubérculos

O resumo da análise de variância do experimento realizado em campo para produtividade, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos, aparência geral de tubérculos e uniformidade de tubérculos é apresentado na tabela 4. Todas as características apresentaram diferenças significativas ($P<0,01$) para a fonte de variação tratamentos, exceto para a aparência geral, evidenciando a variabilidade entre os genótipos utilizados. Com o desdobramento dos graus de liberdade para tratamentos, foi observado que os clones não diferiram entre si apenas para a aparência geral. No caso das testemunhas, não houve diferença significativa para o PET, aparência geral e uniformidade dos tubérculos.

Para o contraste clones vs testemunhas, observam-se diferenças significativas para a textura da periderme e aparência geral, de modo que as testemunhas se revelaram mais lisas e brilhantes (2,95 dos clones vs. 3,23 das testemunhas), além de apresentarem uma melhor aparência (2,48 dos clones vs. 2,85 das testemunhas) (Tabela 4). Embora não tenha sido detectada diferença estatística, em média, as testemunhas tenderam a apresentar uma produtividade de tubérculos graúdos superior aos clones (27,6%), além de um formato mais alongado. O PET dos clones e das testemunhas foi semelhante, representando um conteúdo de 18,55% e 18,27% de matéria seca nos tubérculos, respectivamente.

As batatas mais adequadas para fritura de boa qualidade devem apresentar teor de matéria seca acima de 18% (GRIZOTTO, 2005).

A média para a produtividade de tubérculos foi de 551,71 g.planta⁻¹, sendo que 43 clones e cinco testemunhas (BRS Ana, BRS Camila, Cupido, Asterix e Caesar) apresentaram produtividades superiores a esse valor. Entre esses clones, apenas TSB 11-16 foi superior em relação a todas as testemunhas (Apêndice-Tabela 2A).

As estimativas da acurácia para os caracteres avaliados estão no nível moderado (56,54%) a alta (87,07%), exceto para aparência geral, que foi baixo (47,41%).

Tabela 4 – Resumo das análises de variância para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos (PET), formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos, aparência geral de tubérculos e uniformidade de tubérculos dos tratamentos. Lavras, 2016.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio							
		Produtividade (g.planta ⁻¹)	Produtividade de graúdos (g.planta ⁻¹)	PET	Formato	Textura da periderme	Profundidade dos olhos	Aparência Geral	Uniformidade
Blocos	2	301.517,00**	97,97 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,40**	0,99**	0,92 ^{ns}	3,58**
Tratamentos	96	113.916,00**	143,89**	1,33**	0,94**	0,51**	0,32**	0,50 ^{ns}	0,81**
Entre Clones	86	107.566,00**	123,05**	1,33**	0,78**	0,46**	0,25**	0,48 ^{ns}	0,81**
Entre Testemunhas	9	187.305,00**	332,40**	1,37 ^{ns}	2,36**	0,85**	0,99**	0,43 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Clones vs Testemunhas	1	2155,00 ^{ns}	136,24 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,71 ^{ns}	1,69**	0,19 ^{ns}	3,50**	0,69 ^{ns}
Erro	181	41.293	54,08	0,78	0,22	0,12	0,1	0,39	0,55
Acurácia%		79,84	78,99	64,16	87,07	86,88	81,64	47,41	56,54
CVe%		36,84	33,85	0,83	17,7	11,97	9,1	24,81	22,43
Média Geral		551,71	290,23	1,0657	2,69	2,98	3,60	2,52	3,33
Média Clones		551,63	282,12	1,0658	2,66	2,95	3,59	2,48	3,31
Média Testemunhas		552,44	359,99	1,0645	2,92	3,23	3,68	2,85	3,48

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

4.3 Identificação de clones resistentes à sarna comum com melhor desempenho produtivo e qualitativo de tubérculos

A classificação dos genótipos mais resistentes à sarna comum, com boa produtividade e bom desempenho em caracteres qualitativos do tubérculo levou à identificação de 20 clones superiores, além de três testemunhas (Tabela 5). Dentro dessa classificação, o clone mais resistente à sarna comum, TSB 03-06, também foi o que apresentou o maior teor de matéria seca, 22,01%. Além de receber uma média da nota de severidade da sarna comum 24,6% menor que a testemunha mais resistente, Atlantic, ele foi classificado no mesmo grupo dessa testemunha para todos os demais caracteres avaliados, exceto para produtividade de tubérculos graúdos. Por essas razões, esse clone revelou-se com potencial para o processamento industrial na forma de chips. Vale ressaltar o desempenho do clone IRF 13-02, que recebeu uma nota de severidade da sarna comum 8,8% inferior à Atlantic, apresentou-se 73,2% mais produtivo, com tendência a formar tubérculos mais alongados e olhos mais rasos, bem como apresentar aparência geral e uniformidade superiores que essa testemunha, que é largamente utilizada para processamento industrial.

Os clones mais produtivos apresentaram peso superior a 800g.planta⁻¹ e superaram a testemunha mais produtiva (Asterix), dentre os tratamentos mais resistentes à sarna comum (Tabela 5). Também em relação a essa testemunha, o clone TSB 08-04 apresentou superioridade de 31,1% para produtividade de tubérculos, foi mais uniforme e recebeu uma nota de severidade 26,7% inferior. Além disso, foi agrupado no mesmo grupo de Asterix para a produtividade de tubérculos graúdos, textura da periderme e aparência geral, tendendo para uma pele lisa e brilhante e aparência intermediária. Já o clone TSB 10-08, além de ser

superior em 7,4% à Asterix com relação à produtividade de tubérculos, classificou-se entre os clones de melhor aparência geral, podendo ser considerado como de potencial para o mercado de batata *in natura*.

Destaca-se, ainda, o clone IND 08-47 pela maior uniformidade dentre todos os tratamentos e por apresentar matéria seca 9,3% superior a Asterix. Além disso, revelou ter uma pele mais lisa e brilhante, olhos mais rasos e aparência geral superior a Atlantic (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias dos 20 clones e três testemunhas mais resistentes à sarna comum quanto às notas de severidade da doença, produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos (PET), formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos, aparência geral de tubérculos e uniformidade de tubérculos. Lavras, 2016.

Tratamento	Notas de severidade da sarna comum	Produtividade (g.planta ⁻¹)	Produtividade de graúdos (g.planta ⁻¹)	PET	Formato	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Aparência geral	Uniformidade
TSB 03-06	1,24	A 528,75	B 181,25	E 1,0814	A 2,22	B 2,89	C 3,22	B 2,11	B 3,67
IND 03-28	1,33	A 298,61	B 72,83	G 1,0627	B 2,33	B 2,67	C 3,78	A 2,33	B 3,44
IRF 13-02	1,41	A 851,67	A 488,33	C 1,0646	B 3,89	A 2,44	C 3,56	A 2,89	A 3,56
IND 06-08	1,49	A 380,00	B 96,11	F 1,0733	A 2,00	B 2,78	C 3,67	A 2,00	B 3,44
TSB 08-04	1,50	A 903,33	A 486,67	C 1,0629	B 2,00	B 3,44	A 3,22	B 3,00	A 4,11
TSB 07-04	1,55	B 255,00	B 113,67	F 1,0693	A 2,11	B 3,22	B 3,78	A 2,22	B 3,11
TSB 12-06	1,59	B 350,00	B 242,17	E 1,0709	A 3,00	A 2,67	C 3,83	A 2,83	A 3,67
TSB 03-10	1,62	B 858,33	A 347,22	D 1,0702	A 2,56	B 3,11	B 3,78	A 2,11	B 2,61
TSB 11-04	1,63	B 373,89	B 144,44	E 1,0708	A 3,56	A 3,00	B 3,78	A 3,11	A 3,44
IRF 08-65	1,64	B 686,67	A 301,67	D 1,0522	B 2,89	A 2,44	C 3,44	B 2,11	B 2,44
DSM 04-01	1,73	B 575,56	A 204,44	E 1,0564	B 3,22	A 3,22	B 3,78	A 2,89	A 3,78
TSB 06-08	1,75	B 701,11	A 412,22	D 1,0636	B 2,00	B 2,56	C 3,44	B 3,00	A 3,56
TSB 11-25	1,76	B 683,33	A 508,33	C 1,0701	A 2,89	A 2,89	C 3,44	B 2,22	B 2,67
IND 07-46	1,79	B 411,67	B 110,83	F 1,0679	A 2,11	B 3,33	B 3,67	A 2,22	B 3,44

Tabela 5, continua

Tratamento	Notas de severidade da sarna comum	Produtividade (g.planta ⁻¹)	Produtividade de grãos (g.planta ⁻¹)	PET	Formato	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Aparência geral	Uniformidade	
TSB 02-07	1,80	B 650,00	A 275,00	D 1,0677	A 3,44	A 3,33	B 3,78	A 2,67	A 3,11	B
TSB 10-08	1,87	B 740,00	A 393,33	D 1,0649	B 3,22	A 3,11	B 3,33	B 3,11	A 3,33	A
MLG 11-05	1,87	B 425,00	B 316,67	D 1,0591	B 2,89	A 1,44	E 3,89	A 2,67	A 3,89	A
CTB 49-39	1,88	B 280,00	B 115,00	F 1,0674	A 2,00	B 3,56	A 3,33	B 3,22	A 4,33	A
TSB 10-11	1,89	B 442,22	B 186,11	E 1,0616	B 3,78	A 3,11	B 3,56	A 3,11	A 3,56	A
IND 08-47	1,91	B 391,67	B 68,06	G 1,0783	A 2,00	B 3,67	A 3,78	A 2,78	A 4,44	A
ATLANTIC	1,55	B 491,67	B 368,33	D 1,0706	A 1,78	B 2,89	C 3,11	B 2,33	B 3,33	A
IPR CRIS	1,71	B 383,33	B 0,00	H 1,0680	A 2,67	B 3,50	A 3,83	A 2,83	A 4,33	A
ASTERIX	1,90	B 688,89	A 473,61	C 1,0701	A 3,89	A 3,89	A 4,00	A 3,00	A 3,22	B

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

5 DISCUSSÃO

Combinar produtividade e resistência a doenças é um dos maiores focos em programas de melhoramento. Grande parte das cultivares comercialmente bem-sucedidas ao redor do mundo são muito suscetíveis à sarna comum (WANNER, 2009), justificando o manejo integrado dessa doença com diversas medidas preventivas associadas ao uso de cultivares mais resistentes à doença.

Tubérculos com lesões da sarna comum são, muitas vezes, rejeitados, seja no mercado de batata *in natura* quanto no de processamento, podendo causar prejuízos significativos. Por essas razões, reafirma-se a necessidade do melhoramento visando a resistência à sarna comum para ambos os setores.

Embora parte dos clones testados quanto à resistência à sarna comum aqui possam ser considerados suscetíveis, também foram obtidos genótipos com resposta semelhante aos materiais não inoculados (Tabela 1A), o que demonstra a existência de resistência genética e a possibilidade de utilizá-los como fontes de resistência em cruzamentos. Quando esses materiais apresentaram sintomas, as lesões eram superficiais ou praticamente imperceptíveis.

A ausência da interação entre avaliadores e tratamentos indicou a consistência no julgamento das notas efetuadas pelos avaliadores. Observou-se que a escala diagramática utilizada apresentou algumas falhas que dificultaram a classificação da severidade, tais como a ampla variação entre as notas de severidade e o fato de não contemplar o tipo de lesão. Por ser baseada somente na superfície lesionada, um tubérculo com lesão do tipo superficial acabou por receber a mesma nota de um tubérculo com lesão do tipo profunda se a área comprometida foi a mesma. Essa avaliação pode, portanto, superestimar ou

subestimar a resistência de um determinado genótipo, prejudicando a identificação de clones superiores.

O agrupamento das testemunhas não inoculadas em um único grupo com notas de severidade muito baixas (Tabela 2) comprova a ausência de *Streptomyces scabies* no substrato e, ao mesmo tempo, demonstra que a metodologia de inoculação utilizada foi adequada, uma vez que as testemunhas apresentaram notas de severidade bem mais elevadas.

Diversos estudos retratam a diversidade de respostas de cultivares quanto à resistência à sarna comum. Essas observações, sob níveis controlados da bactéria, permitem uma melhor discriminação dos níveis de resistência, o que nem sempre é notado em nível de campo. A alta resistência observada na testemunha IPR Cris, indicada para o cultivo orgânico, condiz com as observações de campo em experimentos do IAPAR e em propriedades de agricultores familiares (NAZARENO et al., 2015). As testemunhas Atlantic e Asterix, que também se destacaram nesse experimento, foram classificadas como resistente e suscetível, respectivamente, por Garcia (2008), utilizando a mesma concentração de inóculo em experimento em vasos. Fischer et al. (2009), no entanto, classificou Asterix como moderadamente suscetível. Markies, que demonstrou ser moderadamente resistente, concorda com a classificação de MARGOSSIAN SEMENTES (2016). Já para as demais testemunhas, consideradas suscetíveis (Cupido, Caesar, Ágata e Snowden), os resultados assemelham-se aos citados por diversos autores, seja por meio de inoculações controladas ou observações de campo (ANDREATTA, 2002; GARCIA, 2008; FISCHER et al., 2009; CORRÊA, 2011).

Wilson et al. (2010b) também observaram uma baixa correlação entre o número de tubérculos e resistência à sarna comum. Esses autores verificaram, ainda, que tubérculos maiores tendem a apresentar maior severidade da doença,

independente do genótipo. Resultados semelhantes foram observados neste experimento. Isso pode ser decorrente do fato de que os tubérculos de maior tamanho tenham sido os primeiros a serem formados e ficaram expostos à bactéria por um período mais longo. Para contornar possíveis efeitos do número e tamanho de tubérculos na severidade da doença, alguns autores costumam atribuir notas a um mesmo número de tubérculos por parcela (GARCIA, 2008) ou um tamanho mínimo do tubérculo a ser avaliado (MARAIS; VORSTER, 1988). Neste trabalho, embora números variáveis de tubérculos tenham sido avaliados por parcela, foram eliminados aqueles muito pequenos, com diâmetro menor que 2,5cm, aproximadamente.

Em média, os clones mais resistentes à sarna comum, avaliados neste trabalho, tiveram desempenho inferior às três testemunhas mais resistentes (Atlantic, IPR Cris e Asterix) nas características avaliadas em campo, exceto para a produtividade de tubérculos. No entanto, ressalta-se que o clone mais resistente, TSB 03-06, foi relativamente produtivo e apresentou alto teor de matéria seca e uniformidade, revelando-se como de grande potencial no programa de melhoramento de batata da UFLA. Contudo, este e outros clones resistentes identificados com melhor desempenho em boa parte dos caracteres, ainda deixam a desejar em outros como, por exemplo, baixa produtividade de tubérculos graúdos. Uma vez que grande parte destes caracteres possuem herança quantitativa, sendo controlada por um grande número de genes de pequeno efeito, mais ciclos de seleção recorrente devem ser conduzidos.

O clone DGN 21-10, por exemplo, que apresentou resistência moderada à sarna comum, boa produtividade e bom desempenho em caracteres qualitativos de tubérculos, já havia sido caracterizado por Neder (2008) como resistente à pinta-preta e ao vírus Y da batata, revelando ser de grande potencial como fonte

de resistência, além da aptidão à indústria de chips. Já os clones IND 03-28 e IRF 13-02, que foram o segundo e terceiro mais resistentes à sarna comum, já haviam sido caracterizados como de alta qualidade por Cavallin (2016).

6 CONCLUSÃO

Os clones TSB 03-06, IND 03-28, IRF 13-02, IND 06-08 e TSB 08-04 foram identificados como tendo níveis mais elevados de resistência à sarna comum. Dentre esses, TSB 03-06, IRF 13-02 e TSB 08-04 foram os mais responsivos quanto à produtividade e/ou caracteres qualitativos de tubérculos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AINSWORTH, G. C. **Introduction to the History of Plant Pathology.**

Cambridge University Press, 1981, 319 p.

ANDREATTA, A. Variedade Caesar: Boa para o consumidor, muito boa para o produtor, ótima para a bataticultura brasileira! **Batata Show**, ano 2, n. 4, p. 15-16, mai. 2002.

ANDREATTA, A. Novas variedades da HZPC no Brasil. **Batata Show**, ano 7, n.18, p. 27-28, ago. 2007.

ANDREU, M. A. Associação entre características agronômicas da batata nos plantios de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 925-929, 2005.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Batata: de todo jeito.** Editora Gazeta. Santa Cruz do Sul, p. 34-37, 2014.

BIGNELL, D. R. D. et al. What does it take to be a plant pathogen: genomic insights from *Streptomyces* species. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 98, n. 2, p. 179-94, 2010.

BISCHOFF, V. et al. Thaxtomin A affects CESA-complex density, expression of cell wall genes, cell wall composition, and causes ectopic lignification in *Arabidopsis thaliana* seedlings. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 955-965, 2009.

BLOMQUIST, A.W. **A quantitative genetic analysis of resistance to common scab (*Streptomyces scabies* Thaxt.) in the Irish potato (*Solanum tuberosum* L.).** 1963. 61p. Tese de Doutorado, University of Minnesota, 1963.

BOUCHEK-MECHICHE, K. et al. Differences in host range, pathogenicity to potato cultivars and response to soil temperature among *Streptomyces* species causing common and netted scab in France. **Plant Pathology**, v. 49, n. 1, p. 3-10, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº32 de 20 de novembro de 2012 – Anexo I. **Padrões de identidade para a produção e comercialização de batata semente**. Brasília, 2012.

Disponível

em: <http://www.editoramagister.com/legis_23976293_instrucao_normativa_n_32_de_20_de_novembro_de_2012.aspx>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BURTON, W. G. **The potato**. Wageningen: Veenman & Zonen, 1967. 368p.

CAVALLIN, I. C. **Respostas de clones de batata ao armazenamento em baixas temperaturas e ao acondicionamento**. 2016. 80p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CLARK, C. F.; RALEIGH, W. P.; STEVENSON, F. J. Breeding for resistance to common scab in the potato. **The American Potato Journal**, v. 13, n. 9, p. 256-259, 1936.

CONRADO, T. V. **Ajuste do procedimento de agrupamento de médias Scott-Knott para experimentos não-balanceados**. 2015. 57p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

CORRÊA, D. B. A. **Caracterização morfológica, patogênica e molecular de linhagens de *Streptomyces* associadas à sarna da batata de diferentes regiões produtoras do Brasil**. 2011, 196p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular). Universidade Estadual de Campinas – Instituto Biológico, Campinas, 2011.

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

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

DEES, M. W.; SLETTEN, A.; HERMANSEN, A. Isolation and characterization of *Streptomyces* species from potato common scab lesions in Norway. **Plant Pathology**, v. 62, p. 217-225, 2013.

DEES, M. W.; WANNER, L. A. In Search of Better Management of Potato Common Scab. **Potato Research**, v. 55, n. 3, p. 249-268, 2012.

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.

DOUCHES, D.S. et al. Assessment of Potato Breeding Progress In The USA over the Last Century. **Crop Science**, v. 36, n. 6, p. 1544-1552, 1996.

DOUCHES, D. S. et al. Liberator: A Round White Chip-Processing Variety with Resistance to Scab. **American Journal of Potato Research**, v. 78, n. 6, p. 425-431, 2001.

DOUCHES, D. S. et al. Kalkaska: A Round White Chip-Processing Potato Variety with Common Scab Resistance. **American Journal of Potato Research**, v.86, n. 5, p. 347-355, 2009.

DRISCOLL, J. et al. Greenhouse and Field Nursery Evaluation for Potato Common Scab Tolerance in a Tetraploid Population. **American Journal of Potato Research**, v. 86, n. 2, p. 96-101, 2009.

EMILSSON, B; N. GUSTAFSSON. Scab resistance in potato varieties. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 3, n. 1, p. 33-52, 1953.

ERRAKHI, R. et al. An early Ca^{2+} influx is a prerequisite to thaxtomin A-induced cell death in *Arabidopsis thaliana* cells. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 15, p. 4259-4270, 2008.

FISCHER, I. H.; KIMATI, H.; MARTINS, M. C. Isolamento, caracterização cultural-morfológica, patogenicidade e serologia de *Streptomyces* spp. da batata. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 650-655, 2003.

FISCHER, I. H. et al. Efeito de fertilizantes e fungicidas no controle de *Streptomyces scabies* em batata. **Summa Phytopathologica**, v. 31, n. 3, p. 236-240, 2005a.

FISCHER, I. H. et al. Efeito de fertilizantes e fungicidas na incidência da sarna da batata. **Batata Show**, ano 5, n. 11, p. 9-10, abr. 2005b.

FISCHER, I. H. et al. Reação de cultivares de batata a *Streptomyces scabies*, agente causal da sarna comum profunda. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 219-222, 2009.

FLINN, B. et al. Potato Expressed Sequence Tag Generation and Analysis using Standard and Unique cDNA Libraries. **Plant Molecular Biology**, v. 59, n. 3, p. 407-433, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - STATISTICS DIVISION – **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em 20 jun. 2016.

FUROMOTO, O. Épocas de plantio. In: LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Cultivo da batata** (*Solanum tuberosum* L.). Instruções técnicas Embrapa Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 9-10, 1997.

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

GARCIA, E. O. **Resistência de cultivares de batata (*Solanum tuberosum*) à sarna comum (*Streptomyces* spp.) e mecanismo de ação da fitotoxina taxtomina A em sorgo (*Sorghum bicolor*): aspectos bioquímicos e ultraestruturais**. 2008, 92p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba, 2008.

GERALDINI, F.; JULIÃO, L.; BORGATO, E. Procuram-se agroindústrias. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, ano 10, n. 104, p. 8, ago. 2011.

GOTH, R. W. et al. Relative resistance of the potato cultivar Krantz to common scab caused by *Streptomyces scabies* as determined by cluster analysis. **American Potato Journal**, v. 72, n. 9, p. 505-511, 1995.

GOYER, C.; FAUCHER, E.; BEAULIEU, C. *Streptomyces caviscabies* sp. nov., from Deep-Pitted Lesions in Potatoes in Québec, Canada. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 46, n. 3, p. 635-639, 1996.

GOYER, C; BEAULIEU, C. Host Range of Streptomycete Strains Causing Common Scab. **Plant Disease**, v. 81, n. 8, p. 901-904, 1997.

GRIZOTTO, R. K. Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS, 2005, Pouso Alegre. **Anais...**, Pouso Alegre: Associação Brasileira de Batata, p. 1-11, 2005.

HAYNES, K. G.; GOTH, R. W.; YOUNG, R. J. Genotype X Environment Interactions for Resistance to Common Scab in Tetraploid Potato. **Crop Science**, v. 37, n. 4, p. 1163-1167, 1997.

HAYNES, K. G. et al. Heritability of Resistance to Common Scab in Diploid Potatoes. **American Journal of Potato Research**, v. 86, n. 3, p. 165-170, 2009.

HAYNES, K. et al. Common Scab Trials of Potato Varieties and Advanced Selections at Three U.S. Locations. **American Journal of Potato Research**, v. 87, n. 3, p. 261-276, 2010.

HILL, J.; LAZAROVITS, G. A mail survey of growers to estimate potato common scab prevalence and economic loss in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 27, n. 1, p. 46-52, 2005.

HILTUNEN, L. H. et al. Responses of potato cultivars to the common scab pathogens, *Streptomyces scabies* and *S. turgidiscabies*. **Annals of Applied Biology**, v. 146, n. 3, p. 395-403, 2005.

HILTUNEN, L. H. et al. Elimination of common scab sensitive progeny from a potato breeding population using thaxtomin A as a selective agent. **Plant Pathology**, v. 60, n. 3, p. 426-435, 2011.

HOSAKA, K.; MATSUNAGA, H.; SENDA, K. Evaluation of several wild tuber-bearing *Solanum* species for scab resistance. **American Journal of Potato Research**, v. 77, n. 1, p. 41-45, 2000.

IMARK, M. Produção de Batata na Região de São Mateus do Sul. **Batata Show**, ano 7, n. 17, p. 10, abr. 2007.

JAMES, W. C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. **Canadian Plant Disease**, v. 51, n. 2, p. 39-65, 1971.

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

JEMISON, J. M.; SEXTON, P.; CAMIRE, M. E. Factors Influencing Consumer Preference of Fresh Potato Varieties in Maine. **American Journal of Potato Research**, v. 85, n. 2, p. 140-149, 2008.

KERS, J. A. et al. A large, mobile pathogenicity island confers plant pathogenicity on *Streptomyces* species. **Molecular Microbiology**, v. 55, n. 4, p. 1025-1033, 2005.

KHATRI, B. B. et al. Temporal association of potato tuber development with susceptibility to common scab and *Streptomyces scabiei*-induced responses in the potato periderm. **Plant Pathology**, v. 60, n. 4, p. 776-786, 2011.

KING, R. R.; LAWRENCE, C. H.; CLARK, M. C. Correlation of phytotoxin production with pathogenicity of *Streptomyces scabies* isolates from scab infected potato tubers. **American Potato Journal**, v. 68, n. 10, p. 675-680, 1991.

KIRK, W. W.; WHARTON, P. S. **Fungal and bacterial disease aspects of potato production**. In: The Potato, Botany, Production and Uses. Eds. R. Navarre and M. Pavek, cap. 11, p. 167-201. CABI, Boston, MA, 2014.

KIRKMAN, M. A. Global Markets for Processed Potato Products. In: Vreugdenhil, D. (Ed.) **Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives**, Elsevier, Oxford, p. 27-44, 2007.

KUMAR, R.; GOPAL, J. Repeatability of Progeny Mean, Combining Ability, Heterosis and Heterobeltiosis in Early Generations of a Potato Breeding Programme. **Potato Research**, v. 49, n. 2, p. 131-141, 2006.

- LAMBERT, D. H.; LORIA R. *Streptomyces scabies* sp. nov., nom. rev. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 39, n. 4, p. 387–392, 1989a.
- LAMBERT, D. H.; LORIA R. *Streptomyces acidiscabies* sp. nov. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 39, n. 4, p. 393–396, 1989b.
- LAPWOOD, D. H.; HERING, T. F. Soil moisture and the infection of young potato tubers by *Streptomyces scabies* (common scab). **Potato Research**, v. 13, n. 4, p. 296-304, 1970.
- LAPWOOD, D. H. The Relative Importance of Weather, Soil and Seed-borne Inoculum in determining the Incidence of Common Scab (*Streptomyces scabies*) in Potato Crops. **Plant Pathology**, v. 21, n. 3, p. 105-108, 1972.
- LAUZIER, A. et al. Effect of amino acids on thaxtomin A biosynthesis by *Streptomyces scabies*. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 48, n. 4, p. 359-364, 2002.
- 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, 2009.
- LEWIS, B. G. Effects of water potential on the infection of potato tubers by *Streptomyces scabies* in soil. **Annals of Applied Biology**, v. 66, n. 1, p. 83-88, 1970.
- LI, X. Q. et al. Inheritance and genetic mapping of tuber eye depth in cultivated diploid potatoes. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 110, n. 6, p. 1068-1073, 2005.
- LIN, Y. S. et al. The chromosomal DNA of *Streptomyces lividans* 66 is linear. **Molecular Microbiology**, v. 10, n. 5, p. 923-933, 1993.
- LORIA, R. et al. Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 8, p. 836-846, 1997.

- LORIA, R.; KERS, J.; JOSHI, M. Evolution of plant pathogenicity in *Streptomyces*. **Annual Review of Phytopathology**, v. 44, n. 1, p. 469-487, 2006.
- LOVATTO, M. T. **Desenvolvimento de tecnologias para processamento de tubérculos não comercializáveis de batata**. 2010, 134p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- LULAI, E. C.; SUTTLE, J. C. Signals involved in tuber wound-healing. **Plant Signaling & Behavior**, v. 4, n. 7, p. 620-622, 2009.
- MARAIS, L; VORSTER, R. Evaluation in pot and field trials of resistance of potato cultivars and breeding lines to common scab caused by *Streptomyces scabies*. **Potato Research**, v. 31, n. 3, p. 401-444, 1988.
- MARGOSSIAN SEMENTES. Batata-Markies. Disponível em: <<http://www.margossian.com.br/batata-markies>> Acesso em 20 jun. 2016.
- MARIS, B. Correlations within and between characters between and within generations as a measure for the early generation selection in potato breeding. **Euphytica**, v. 37, n. 3, p. 205-224, 1988.
- MELO, P. E. de. O melhoramento genético de batata na Embrapa. **Batata Show**, ano 4, n. 9, p. 19-20, set. 2004.
- MENEZES, C. B. et al. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 145-157, 2001.
- MURPHY, A. M., DE JONG, H., TAI, G. C. C. Transmission of resistance to common scab from the diploid to the tetraploid level via 4x-2x crosses in potatoes. **Euphytica**, v. 82, n. 3, p. 227-233, 1995.
- NAVARRO, F. M. et al. **Varietal Resistance to Common Scab**. 2012. Disponível em: <<http://horticulture.wisc.edu/wp-content/uploads/2014/03/14-2012-WPVGA-Article-Varietal-Resistance-to-Common-Scab-final.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2015.

NAVARRO, F. M. et al. Strategies for Selecting Stable Common Scab Resistant Clones in a Potato Breeding Program. **American Journal of Potato Research**, v. 92, n. 3, p. 326-338, 2015.

NAZARENO, N. R. X. de; JACCOUD FILHO, D. S. Manejo Integrado de Doenças. In: NAZARENO, N. R. X. (Ed.) **Produção Orgânica de Batata – Potencialidades e Desafios**. Capítulo 6), Londrina, IAPAR, p. 109-119, 2009.

NEDER, D. G. **Seleção de clones de batata com resistência múltipla a pinta preta e aos vírus X e Y**. 2008, 72p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

NEY, V. G. **Estimativa de parâmetros genéticos de caracteres de produção e de aparência de tubérculo de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2012, 47p. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

NEY, V. G. et al. Segregação para coloração de polpa e película de tubérculos de batata. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11 e MOSTRA CIENTÍFICA, 1., 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2009. 1 CD-ROM.

NIEDERHEITMANN, M. et al. Caracterização de clones de batata quanto à reação à sarna comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8, 2015, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: UFG, 2015. Disponível em: <http://www.sbmp.org.br/8congresso/anais/lista_area_05.htm>. Acesso em 04 fev. 2016.

NUNES, M. U. C. Produtividade e principais problemas fitossanitários de cultivares de batata em Sergipe. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 424-427, 2002.

PAVLISTA, A. D. Early-season applications of sulfur fertilizers increase potato yield and reduce tuber defects. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 2, p.599-603, 2005.

PEREIRA, A. da D. **Melhoramento Genético**. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS,

J. O cultivo da batata na Região Sul do Brasil. Brasília: Embrapa, p. 105-124, 2003.

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.

PEREIRA, A. da S. et al. **Catálogo de cultivares de batata**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 43p.

PERSON, L. H.; MARTIN W. J. Soil rot of sweet potatoes in Louisiana. **Phytopathology**, v. 30, n. 11, p. 913-926, 1940.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Nobel: São Paulo, 1987. 467 p.

PORTAL ARAXÁ. **Deputado Bosco defende valorização do mercado nacional da batata**, 2014. Disponível em: <<http://www.portalaraxa.com.br/noticia/politica/2014/05/16/Deputado-Bosco-defende-valorizacao-do-mercado-nacional-da-batata.php>>. Acesso em 20 jun. 2015.

PRASHAR, et al. Construction of a dense SNP map of a highly heterozygous diploid potato population and QTL analysis of tuber shape and eye depth. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 127, n. 10, p. 2159–2171, 2014.

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

RIBEIRO, S. R. R. P. et al. Incidência e severidade de sarna comum (*Streptomyces* spp.) em famílias clonais de batata. CONGRESSO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE LA PAPA, 25. e ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 14., 2012, Uberlândia. **Anais eletrônicos...** Uberlândia: ALAP, 2012. Disponível em: <<http://www.abbatatabrasileira.com.br/images/eventos/arquivos/ALAP2012-0074.pdf>>. Acesso em 25 set. 2015.

RODRIGUES NETO, J.; DESTÉFANO, S. A. L.; SHIMOYAMA, N. Y. A sarna da batata causada por *Streptomyces* spp. **Publicação Técnica ABBA**, 2008. 31p.

ROWE, R. C. (Ed.). **Potato health management**. Saint Paul: The American Phytopathological Society Press, 1993. 178p.

SCHEIBLE, W. R. et al. An *Arabidopsis* mutant resistant to thaxtomin A, a cellulose synthesis inhibitor from *Streptomyces* species. **Plant Cell**, v. 15, n. 8, p. 1781–1794, 2003.

SCHIPPERS, P. The relationship between specific gravity and percentage of dry matter in potato tubers. **American Potato Journal**, v. 53, n. 4, p. 111-122, 1976.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A Cluster Analysis Method for Grouping Means in the Analysis of Variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, G. O. et al. Early generation selection for tuber appearance affects potato yield components. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, p. 73-78, 2006.

SILVA, G. O. et al. Seleção para caracteres componentes de aparência e rendimento de tubérculo em plântulas de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 325-329, 2008a.

SILVA, G. O. et al. Qualidade de película de famílias clonais de batata. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 633-638, 2008b.

SILVA, G. O. et al. Desempenho de cultivares nacionais de batata para produtividade de tubérculos. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 752-756, 2014.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA) - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

SLACK, S. A. A look at potato leafroll virus and potato virus Y: past, present, future. **Badger Common Tater**, v. 43, p. 16-21, 1991.

SLATER, A.T. et al. Improving the analysis of low heritability complex traits for enhanced genetic gain in potato. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 127, n. 4, p. 809-820, 2014.

STEVENSON, W. R. et al. **Compendium of Potato Diseases**, 2 ed. St. Paul, MN, USA: APS Press., 2001. 144p.

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

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

TAI, G. C. C., MURPHY, A., DE JONG, H. Comparison of efficiency of alternative selection strategies: An example of selection for resistance to common scab in potatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 76, n. 4, p. 849-852, 1996.

TARN, T. R. et al. Multiple resistance to diseases in a population of long-day adapted Andigena potatoes. **Acta Horticulturae**, v. 619, p. 189–194, 2003.

TEGG, R. S. et al. Plant cell growth and ion flux responses to the streptomycete phytotoxin thaxtomin A: calcium and hydrogen flux patterns revealed by the non-invasive MIFE technique. **Plant & Cell Physiology**, v. 46, n. 4, p. 638-648, 2005.

TÓTH, L. et al. Isolation and identification of pathogenic strains of *Streptomyces acidiscabies* from netted scab lesions of potato tubers in Hokkaido (Japan). **Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica**, v. 48, n.3-4, p. 575-585, 2001.

WANG, A.; LAZAROVITS, G. Role of Seed Tubers in the Spread of Plant Pathogenic *Streptomyces* and Initiating Potato Common Scab Disease. **American Journal of Potato Research**, v. 82, n. 3, p. 221-230, 2005.

WANNER, L. A. A Survey of Genetic Variation in *Streptomyces* Isolates Causing Potato Common Scab in the United States. **Phytopathology**, v. 96, n. 12, p. 1363-1371, 2006.

WANNER, L. A.; HAYNES, K. G. Aggressiveness of *Streptomyces* on four potato cultivars and implications for common scab resistance breeding. **American Journal of Potato Research**, v. 86, n. 5, p. 335-346, 2009.

WANNER, L. A. A patchwork of *Streptomyces* species isolated from potato common scab lesions in North America. **American Journal of Potato Research**, v. 86, n. 4, p. 247-264, 2009.

WANNER, L. A.; KIRK, W. W.; QU, X. S. Field efficacy of nonpathogenic *Streptomyces* species against potato common scab. **Journal of Applied Microbiology**, v. 116, n. 1, p. 123-133, 2013.

WANNER, L. A.; KIRK, W. W. *Streptomyces* – from Basic Microbiology to Role as a Plant Pathogen. **American Journal of Potato Research**, v. 92, n. 2, p. 236-242, 2015.

WHARTON, P. et al. 2007. **Common scab of potato**. Extension Bulletin E-2990. Disponível em: <<http://www.lateblight.org/pdf/common-potato-scab-bulletin.pdf>>. Acesso em 21 jun. 2016.

WIGGINS, B. E.; KINKEL, L. L. Green manures and crop sequences influence potato diseases and pathogen inhibitory activity of indigenous streptomycetes. **Phytopathology**, v. 95, n. 2, p. 178-185, 2005.

WILSON, C. R.; RANSON, L. M.; PEMBERTON, B. M. The Relative Importance of Seed-borne Inoculum to Common Scab Disease of Potato and the Efficacy of Seed Tuber and Soil Treatments for Disease Control. **Journal of Phytopathology**, v. 147, n. 1, p. 13-18, 1999.

WILSON, C. R. et al. Stable and extreme resistance to common scab of potato obtained through somatic cell selection. **Phytopathology**, v. 100, n. 5, 460-467, 2010a.

WILSON, C. R.; TEGG, R. S.; HINGSTON, L. H. Yield and cooking qualities of somaclonal variants of cv. Russet Burbank selected for resistance to common scab disease of potato. **Annals of Applied Biology**, v. 157, n. 2, p. 283-297, 2010b.

ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. da S. S. Controle integrado das doenças da batata. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 270, p. 64-80, 2012.

APÊNDICE

Tabela 1A – Médias de notas de severidade da sarna comum (*Streptomyces scabies*). Lavras, 2016.

Genótipo	Notas de severidade
SNOWDEN (sem inóculo)	1,00 A
ÁGATA (sem inóculo)	1,06 A
ASTERIX (sem inóculo)	1,12 A
MARKIES (sem inóculo)	1,14 A
ATLANTIC (sem inóculo)	1,16 A
IPR CRIS (sem inóculo)	1,17 A
TSB 03-06	1,24 A
CUPIDO (sem inóculo)	1,25 A
CAESAR (sem inóculo)	1,31 A
IND 03-28	1,33 A
IRF 13-02	1,41 A
IND 06-08	1,49 A
TSB 08-04	1,50 A
ATLANTIC (com inóculo)	1,55 B
TSB 07-04	1,55 B
TSB 12-06	1,59 B
TSB 03-10	1,62 B
TSB 11-04	1,63 B
IRF 08-65	1,64 B
IPR CRIS (com inóculo)	1,71 B
DSM 04-01	1,73 B
TSB 06-08	1,75 B
TSB 11-25	1,76 B
IND 07-46	1,79 B
TSB 02-07	1,80 B
TSB 10-08	1,87 B
MLG 11-05	1,87 B
CTB 49-39	1,88 B
TSB 10-11	1,89 B
ASTERIX (com inóculo)	1,90 B
IND 08-47	1,91 B
TSB 10-05	1,93 B
CTB 32-31	1,94 B

TABELA 1A, continua

Genótipo	Notas de severidade
DGN 21-10	1,95 B
IRF 11-40	1,98 B
TSB 04-05	1,98 B
MARKIES (com inóculo)	1,99 B
TSB 11-18	1,99 B
CTB 09-22	2,01 B
IRF 02-112	2,07 B
IND 05-07	2,08 B
IND 02-58	2,11 B
GMR 17-10	2,12 B
CMA 258	2,16 C
TSB 14-07	2,17 C
CUPIDO (com inóculo)	2,17 C
TSB 11-16	2,18 C
CTB 05-02	2,19 C
TSB 13-16	2,21 C
IND 08-46	2,22 C
CTB 32-26	2,23 C
GMR 17-35	2,24 C
TSB 05-02	2,28 C
GMR 12-10	2,30 C
SR3 32-16	2,33 C
TSB 07-07	2,34 C
SR2 50-02	2,34 C
SR2 24-03	2,38 C
SR1 06-14	2,41 C
TSB 07-05	2,42 C
CTB 03-17	2,43 C
SR1 06-11	2,43 C
IRF 02-68	2,44 C
PRM 348	2,45 C
CAESAR (com inóculo)	2,46 C
GMR 22-47	2,47 C
CTB 04-26	2,48 C
ÁGATA (com inóculo)	2,48 C

Tabela 1A, continua

Genótipo	Notas de severidade
GMR 13-48	2,49 C
IRF 01-96	2,50 C
IND 02-51	2,52 C
SR2 31-03	2,52 C
IND 07-11	2,52 C
CTB 27-38	2,57 C
CBM 22-19	2,58 C
GMR 05-04	2,59 C
IND 02-37	2,65 C
GRO 01-03	2,66 C
RVS 06-37	2,68 C
SR2 57-02	2,75 C
DGN 51-04	2,76 C
TSB 03-14	2,82 C
IRF 03-45	2,82 C
DGN 18-04	2,83 C
CMA 31	2,83 C
IND 07-59	2,83 C
CTB 39-13	3,04 D
TSB 12-16	3,06 D
IND 08-18	3,06 D
IND 01-50	3,07 D
CBM 16-16	3,15 D
IRF 01-15	3,19 D
CMM 02-46	3,29 D
IND 01-03	3,36 D
SR2 29-01	3,37 D
SNOWDEN (com inóculo)	3,47 E
DGN 05-01	3,48 E
GMR 02-60	3,51 E
SR3 32-09	3,65 E
SR1 04-01	3,79 E
SR1 07-16	3,83 E
CBM 04-48	4,00 E

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

Tabela 2A – Médias dos clones e das testemunhas para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos (PET), formato de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos, aparência geral de tubérculos e uniformidade de tubérculos. Lavras, 2016.

Tratamento	Produtividade (g.planta ⁻¹)		Produtividade de graúdos (g.planta ⁻¹)		PET		Formato		Textura da periderme		Profundidade de olhos		Aparência geral		Uniformidade	
TSB 11-16	1076,67	A	780,00	A	1,0634	B	2,89	A	3,11	B	3,22	B	2,78	A	2,56	B
BRS ANA	1026,67	A	773,33	A	1,0608	B	4,22	A	3,33	B	4,00	A	3,22	A	3,56	A
TSB 03-14	1005,56	A	702,78	B	1,0596	B	3,00	A	2,67	C	3,67	A	3,11	A	3,33	A
TSB 08-04	903,33	A	486,67	C	1,0629	B	2,00	B	3,44	A	3,22	B	3,00	A	4,11	A
TSB 07-07	900,00	A	483,33	C	1,0614	B	3,22	A	3,22	B	3,56	A	1,89	B	2,44	B
GMR 12-10	881,67	A	500,00	C	1,0640	B	3,67	A	3,44	A	3,89	A	2,33	B	2,44	B
TSB 03-10	858,33	A	347,22	D	1,0702	A	2,56	B	3,11	B	3,78	A	2,11	B	2,61	B
IRF 13-02	851,67	A	488,33	C	1,0646	B	3,89	A	2,44	C	3,56	A	2,89	A	3,56	A
IRF 03-45	843,67	A	200,00	E	1,0618	B	2,22	B	2,67	C	4,00	A	1,67	B	3,67	A
IND 07-59	825,00	A	456,67	C	1,0617	B	2,22	B	3,00	B	3,78	A	2,11	B	2,89	B
CUPIDO	822,22	A	611,11	B	1,0577	B	2,78	A	3,11	B	4,00	A	2,56	A	2,89	B
DGN 21-10	783,33	A	400,33	D	1,0733	A	2,33	B	3,00	B	3,78	A	2,67	A	4,22	A
GMR 22-47	780,00	A	368,33	D	1,0609	B	2,33	B	3,00	B	3,44	B	2,67	A	4,22	A
RVS 06-37	772,22	A	476,67	C	1,0554	B	2,44	B	3,33	B	3,56	A	2,22	B	2,56	B
IRF 11-40	752,78	A	408,33	D	1,0625	B	2,67	B	3,11	B	4,00	A	1,67	B	2,67	B

Tabela 2A, continua

Tratamento	Produtividade (g.planta ⁻¹)		Produtividade de grãos (g.planta ⁻¹)		PET		Formato		Textura da periderme		Profundidade de olhos		Aparência geral		Uniformidade	
SR3 32-16	750,00	A	418,33	D	1,0594	B	2,00	B	2,44	C	3,00	B	2,00	B	3,00	B
CBM 16-16	743,33	A	476,67	C	1,0714	A	2,67	B	3,11	B	3,67	A	2,56	A	3,11	B
TSB 10-08	740,00	A	393,33	D	1,0649	B	3,22	A	3,11	B	3,33	B	3,11	A	3,33	A
SR1 04-01	733,33	A	336,67	D	1,0568	B	2,33	B	2,89	C	3,67	A	2,11	B	3,00	B
DGN 05-01	725,00	A	493,06	C	1,0626	B	2,67	B	2,78	C	3,33	B	2,22	B	2,89	B
TSB 06-08	701,11	A	412,22	D	1,0636	B	2,00	B	2,56	C	3,44	B	3,00	A	3,56	A
TSB 13-16	700,00	A	600,00	B	1,0560	B	2,67	B	3,83	A	3,67	A	3,67	A	4,33	A
TSB 12-16	696,53	A	402,78	D	1,0717	A	2,33	B	2,67	C	3,56	A	2,78	A	3,67	A
ASTERIX	688,89	A	473,61	C	1,0701	A	3,89	A	3,89	A	4,00	A	3,00	A	3,22	B
IRF 08-65	686,67	A	301,67	D	1,0522	B	2,89	A	2,44	C	3,44	B	2,11	B	2,44	B
TSB 11-25	683,33	A	508,33	C	1,0701	A	2,89	A	2,89	C	3,44	B	2,22	B	2,67	B
PRM 348	666,67	A	486,67	C	1,0670	A	3,28	A	2,50	C	4,00	A	2,83	A	3,39	A
DGN 18-04	661,67	A	368,33	D	1,0701	A	2,11	B	2,67	C	3,44	B	1,89	B	3,11	B
TSB 10-05	660,00	A	393,33	D	1,0737	A	3,22	A	3,11	B	3,56	A	3,00	A	3,00	B
SR2 29-01	650,00	A	212,50	E	1,0752	A	2,11	B	3,22	B	3,56	A	2,11	B	3,67	A
IND 07-11	650,00	A	375,00	D	1,0732	A	2,56	B	2,67	C	3,67	A	2,67	A	3,61	A
TSB 02-07	650,00	A	275,00	D	1,0677	A	3,44	A	3,33	B	3,78	A	2,67	A	3,11	B

Tabela 2A, continua

Tratamento	Produtividade (g.planta ⁻¹)		Produtividade de grãos (g.planta ⁻¹)		PET		Formato		Textura da periderme		Profundidade de olhos		Aparência geral		Uniformidade	
CMM 02-46	644,17	A	439,17	C	1,0610	B	1,89	B	3,33	B	2,33	C	2,89	A	3,56	A
IND 02-58	642,22	A	370,00	D	1,0685	A	2,00	B	2,67	C	3,22	B	2,67	A	3,44	A
GRO 01-03	641,67	A	347,92	D	1,0719	A	2,67	B	2,89	C	3,33	B	2,56	A	3,22	B
BRS CAMILA	635,56	A	445,56	C	1,0603	B	3,78	A	4,11	A	4,11	A	3,11	A	3,56	A
CTB 05-02	633,33	A	352,50	D	1,0805	A	2,56	B	3,00	B	3,67	A	2,78	A	4,11	A
IND 08-18	625,00	A	347,78	D	1,0709	A	2,78	A	3,22	B	3,56	A	2,56	A	3,22	B
CBM 04-48	620,00	A	364,44	D	1,0634	B	2,56	B	3,11	B	3,56	A	2,67	A	3,00	B
CAESAR	599,44	A	497,78	C	1,0572	B	3,22	A	2,89	C	4,00	A	2,44	B	3,00	B
SR2 57-02	596,67	A	371,67	D	1,0656	B	2,22	B	1,89	D	3,11	B	2,56	A	3,44	A
CTB 32-31	585,00	A	203,33	E	1,0660	A	3,22	A	2,78	C	3,78	A	2,11	B	2,56	B
IND 02-51	581,67	A	181,67	E	1,0631	B	2,89	A	2,89	C	3,22	B	2,56	A	3,44	A
DSM 04-01	575,56	A	204,44	E	1,0564	B	3,22	A	3,22	B	3,78	A	2,89	A	3,78	A
TSB 11-18	566,67	A	311,11	D	1,0675	A	2,56	B	3,56	A	3,67	A	2,67	A	4,11	A
IND 02-37	556,67	B	276,67	E	1,0728	A	2,22	B	2,78	C	3,11	B	2,22	B	3,22	B
GMR 17-35	553,33	B	277,00	D	1,0613	B	3,44	A	2,78	C	4,00	A	1,89	B	3,00	B
GMR 05-04	553,33	B	273,33	D	1,0666	A	3,33	A	3,22	B	4,00	A	2,11	B	2,33	B
TSB 04-05	546,67	B	286,67	D	1,0674	A	2,89	A	2,44	C	3,78	A	2,44	B	2,78	B

Tabela 2A, continua

Tratamento	Produtividade (g.planta ⁻¹)		Produtividade de grãos (g.planta ⁻¹)		PET		Formato		Textura da periderme		Profundidade de olhos		Aparência geral		Uniformidade	
IRF 02-68	541,67	B	253,33	D	1,0644	B	3,33	A	2,56	C	4,00	A	2,22	B	2,56	B
GMR 02-60	536,67	B	266,67	D	1,0573	B	3,44	A	2,78	C	3,89	A	2,67	A	3,22	B
TSB 03-06	528,75	B	181,25	E	1,0814	A	2,22	B	2,89	C	3,22	B	2,11	B	3,67	A
SR3 32-09	522,22	B	283,33	D	1,0627	B	2,22	B	2,44	C	3,22	B	2,22	B	3,00	B
IRF 01-96	516,25	B	270,83	D	1,0569	B	2,00	B	3,00	B	3,11	B	2,67	A	3,22	B
DGN 51-04	508,33	B	225,00	E	1,0483	B	2,44	B	2,44	C	3,89	A	2,00	B	3,00	B
IND 08-46	493,75	B	373,75	D	1,0582	B	3,22	A	4,11	A	3,89	A	3,22	A	3,00	B
ATLANTIC	491,67	B	368,33	D	1,0706	A	1,78	B	2,89	C	3,11	B	2,33	B	3,33	A
CMA 258	490,00	B	231,67	E	1,0723	A	3,00	A	3,00	B	3,67	A	2,56	A	3,56	A
CTB 32-26	465,56	B	235,56	E	1,0686	A	2,56	B	3,11	B	4,11	A	2,11	B	2,33	B
IRF 02-112	456,25	B	193,75	E	1,0610	B	2,67	B	2,17	D	3,50	A	2,33	B	2,83	B
CTB 39-13	451,67	B	351,67	D	1,0633	B	2,00	B	2,89	C	3,11	B	2,89	A	3,44	A
TSB 10-11	442,22	B	186,11	E	1,0616	B	3,78	A	3,11	B	3,56	A	3,11	A	3,56	A
CTB 27-38	432,64	B	206,94	E	1,0566	B	3,00	A	2,78	C	3,67	A	2,22	B	2,67	B
IRF 01-15	427,22	B	270,56	D	1,0696	A	3,33	A	2,44	C	3,44	B	3,22	A	3,22	B
MLG 11-05	425,00	B	316,67	D	1,0591	B	2,89	A	1,44	E	3,89	A	2,67	A	3,89	A
SR2 50-02	423,33	B	151,67	E	1,0631	B	2,00	B	2,50	C	3,67	A	1,83	B	3,67	A

Tabela 2A, continua

Tratamento	Produtividade (g.planta ⁻¹)		Produtividade de grãos (g.planta ⁻¹)		PET	Formato		Textura da periderme		Profundidade de olhos		Aparência geral		Uniformidade		
IND 01-50	421,67	B	221,67	E	1,0669	A	3,22	A	2,89	C	3,67	A	2,22	B	3,00	B
IND 05-07	413,33	B	48,67	G	1,0684	A	1,56	B	2,89	C	3,33	B	2,00	B	3,89	A
IND 07-46	411,67	B	110,83	F	1,0679	A	2,11	B	3,33	B	3,67	A	2,22	B	3,44	A
SR1 07-16	403,33	B	152,50	E	1,0671	A	2,44	B	2,89	C	3,44	B	2,33	B	3,67	A
IND 08-47	391,67	B	68,06	G	1,0783	A	2,00	B	3,67	A	3,78	A	2,78	A	4,44	A
TSB 07-05	386,67	B	240,00	E	1,0690	A	2,44	B	3,00	B	3,89	A	1,67	B	2,00	B
IPR CRIS	383,33	B	0,00	H	1,0680	A	2,67	B	3,50	A	3,83	A	2,83	A	4,33	A
IND 06-08	380,00	B	96,11	F	1,0733	A	2,00	B	2,78	C	3,67	A	2,00	B	3,44	A
TSB 11-04	373,89	B	144,44	E	1,0708	A	3,56	A	3,00	B	3,78	A	3,11	A	3,44	A
CTB 09-22	352,78	B	110,00	F	1,0719	A	3,00	A	3,11	B	3,78	A	2,89	A	3,44	A
ÁGATA	350,00	B	137,50	F	1,0580	B	2,78	A	3,11	B	3,67	A	3,22	A	3,89	A
TSB 12-06	350,00	B	242,17	E	1,0709	A	3,00	A	2,67	C	3,83	A	2,83	A	3,67	A
CTB 04-26	348,89	B	65,33	G	1,0670	A	2,67	B	3,33	B	3,67	A	2,56	A	3,33	A
SR1 06-11	342,08	B	120,14	F	1,0690	A	2,56	B	2,89	C	3,78	A	2,44	B	3,22	B
SR2 31-03	336,67	B	123,33	F	1,0632	B	2,33	B	2,67	C	3,33	B	2,33	B	3,56	A
CTB 03-17	332,50	B	135,00	E	1,0783	A	2,67	B	3,33	B	3,67	A	2,50	A	3,67	A
GMR 13-48	325,00	B	108,33	F	1,0553	B	2,00	B	3,33	B	3,50	A	2,50	A	3,67	A

Tabela 2A, continua

Tratamento	Produtividade (g.planta ⁻¹)		Produtividade de grãos (g.planta ⁻¹)		PET		Formato		Textura da periderme		Profundidade de olhos		Aparência geral		Uniformidade	
CBM 22-19	325,00	B	100,00	F	1,0532	B	2,50	B	3,33	B	3,42	B	2,00	B	3,08	B
IND 01-03	310,28	B	51,25	G	1,0738	A	2,89	A	2,89	C	3,89	A	2,78	A	3,89	A
TSB 05-02	303,33	B	78,67	G	1,0771	A	3,00	A	3,22	B	3,67	A	2,67	A	3,33	A
CMA 31	300,00	B	176,67	E	1,0677	A	2,44	B	2,89	C	3,89	A	2,11	B	3,00	B
IND 03-28	298,61	B	72,83	G	1,0627	B	2,33	B	2,67	C	3,78	A	2,33	B	3,44	A
CTB 49-39	280,00	B	115,00	F	1,0674	A	2,00	B	3,56	A	3,33	B	3,22	A	4,33	A
SR2 24-03	276,67	B	113,67	F	1,0648	B	3,33	A	3,11	B	4,00	A	2,78	A	4,33	A
SNOWDEN	266,67	B	170,00	E	1,0773	A	1,44	B	2,22	D	2,22	C	3,22	A	4,22	A
MARKIES	260,00	B	121,67	F	1,0651	B	2,67	B	3,22	B	3,89	A	2,56	A	2,78	B
TSB 07-04	255,00	B	113,67	F	1,0693	A	2,11	B	3,22	B	3,78	A	2,22	B	3,11	B
SR1 06-14	245,00	B	56,67	G	1,0572	B	2,22	B	3,33	B	3,78	A	2,67	A	4,11	A
GMR 17-10	218,75	B	138,00	E	1,0885	A	3,00	A	3,50	A	3,50	A	2,17	B	3,17	B
TSB 14-07	141,67	B	100,00	F	1,0542	B	3,33	A	3,33	B	3,00	B	2,67	A	4,00	A

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