

HENRIQUE DA SILVA SILVEIRA DUARTE

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE BATATA À REQUEIMA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

D812r
2009

Duarte, Henrique da Silva Silveira, 1983-
Resistência de cultivares de batata à requeima
/ Henrique da Silva Silveira Duarte. – Viçosa, MG, 2009.
x, 49f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Laércio Zambolim.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa
Referências bibliográficas: f. 41-49.

1. Batata - Cultivo. 2. Batata - Doenças e pragas.
3. Fungos fitopatogênicos. 4. Requeima - Controle.
5. Batata - Resistência a doenças e pragas. 6. Análise
multivariada. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

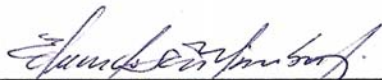
CDD 22.ed. 635.214

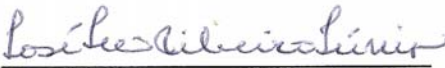
HENRIQUE DA SILVA SILVEIRA DUARTE

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE BATATA À REQUEIMA

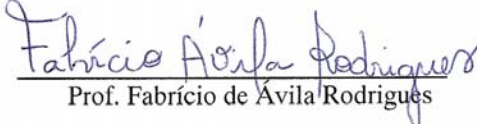
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

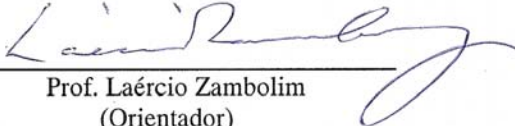
APROVADA: 16 de fevereiro de 2009.


Prof. Eduardo Seiji Gomide Mizubuti
(Co-orientador)


Prof. José Ivo Ribeiro Júnior
(Co-orientador)


Pesq. Joaquim Gonçalves de Pádua


Prof. Fabrício de Avila Rodrigues


Prof. Laércio Zambolim
(Orientador)

'A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original'
(**Albert Einstein**)

Aos meus pais, Maria Auxiliadora e Áureo

Ao meu querido irmão, Diogo

Aos meus familiares e amigos,

que sempre acreditaram em mim,

dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado a vida e por ter colocado pessoas tão especiais na minha caminhada.

A minha mãe Maria Auxiliadora, que me deu muita força para continuar lutando e alcançar meus objetivos. Ao meu irmão Diogo e ao meu pai Áureo por acreditar em mim.

A toda minha família, que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha caminhada me dando muito carinho e força para que alcançasse meus objetivos. Agradeço também a compreensão pelos momentos em que estive ausente das reuniões familiares e pelo orgulho das minhas conquistas

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade em realizar este curso.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro do projeto.

Ao Prof. Laércio Zambolim, pela orientação, confiança e disponibilização de recursos para que fosse desenvolvido o trabalho.

Aos meus co-orientadores Prof. Eduardo S. G. Mizubuti e Prof. José Ivo Ribeiro Júnior pelas valiosas sugestões e ensinamentos para a melhoria do trabalho.

Ao pesquisador da EPAMIG Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua, que muito contribuiu para a obtenção das cultivares e ensinamentos sobre a cultura da batata. Agradeço também pela amizade, companheirismo e convívio.

Ao Ezequiel Lopes do Carmo, que me ajudou muito na condução do experimento e em nenhum momento desistiu das atividades. Agradeço também pela amizade, companheirismo e convívio.

A EPAMIG por ter cedido uma área da Fazenda Experimental de Maria da Fé para a condução do experimento. Agradeço também a todas as pessoas que ali trabalham, em especial ao Emerson, Nilton, João, Zuleide, Marina, Renato, Cida, Auxiliadora e Rose que foram essenciais pelo companheirismo, amizade e convívio.

A MULTIPLANTA pela disponibilização das cultivares francesas.

A Margossiam Sementes Ltda, pelo fornecimento das cultivares Markies e Fontane.

A ABASMIG, no nome do Engenheiro Agrônomo José Daniel, pelo fornecimento de algumas cultivares.

Ao IAC, no nome do Pesquisador Valdir Josué Ramos, pelo fornecimento de suas cultivares.

Ao Produtor Elias Gurski, pelo fornecimento da cultivar IAPAR-Cristina.

A EMBRAPA Transferência de Tecnologia de Canoinhas pelo fornecimento das cultivares nacionais.

Aos professores da Universidade Federal de Viçosa, pelos valiosos conhecimentos transmitidos durante o curso.

Aos amigos do laboratório, pelo convívio agradável. Em especial a Sérgio Milagres, Antonio Fernando, Ueder Lopes, Danival Ricardo, Jonas Rios, Pedro Nery, José Cláudio, Antônio Fernandes, Josuel Tereza, Luis Felipe, Uilton Lopes, Fabrício Lanza, Alessandro Nicoli, Tiago Lelis e Bruno.

A todos os meus companheiros de república, pela amizade, compreensão e pelos momentos de descontração. Em especial ao Alexandre Capucho, Daniel Anacleto, Alessandro Nicoli, Thiago Maia e a Maria Aparecida.

Ao Alexandre Capucho e ao Daniel Anacleto pela grande amizade e por ter revisado o texto.

Ao Luciano Cota pela ajuda nos ajustes de modelos para o cálculo da análise da taxa de progresso da doença.

Ao Saulo Oliveira pela ajuda para determinação do grupo de compatibilidade do patógeno.

Aos amigos da seção 4 do Alojamento Novíssimo da UFV, que me ajudaram muito durante a minha graduação, sempre me incentivando e dessa forma contribuindo para minha formação. Em especial ao Rafael Lopes, Jonas Alberto, Marcelo, Guilherme e Pedro Nery.

A meus amigos de minha cidade natal que mesmo em minha ausência sempre estiveram torcendo por mim.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

BIOGRAFIA

HENRIQUE DA SILVA SILVEIRA DUARTE, filho de Maria Auxiliadora da Silva Silveira Duarte e Áureo Silveira Duarte, nasceu em Florestal, Minas Gerais, em 11 de agosto de 1983.

Em fevereiro de 1999, ingressou no curso Técnico em Agropecuária na Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF), formando em fevereiro de 2002.

Em maio de 2002, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em 16 de março de 2007.

No período de 2004 a 2007, foi bolsista de iniciação científica no Departamento de Fitopatologia da UFV, onde desenvolveu atividades de pesquisa em manejo integrado de doenças de plantas.

Em 26 de março de 2007, iniciou no Programa de Pós-graduação, a nível de Mestrado em Fitopatologia, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de dissertação em 16 de fevereiro de 2009.

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1 Cultura da batateira | 3 |
| 2.2 Biologia do patógeno | 3 |
| 2.3 Resistência da batateira à requeima | 6 |
| 2.4 Análise multivariada | 7 |
| 2.4.1 Introdução | 7 |
| 2.4.2 Análise de agrupamento | 8 |
| 2.4.3 Análise de componentes principais | 8 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 3.1 Aspectos gerais | 10 |
| 3.2 Quantificação da doença e da produtividade | 13 |
| 3.3 Determinação do grupo de compatibilidade | 13 |
| 3.4 Análise dos dados | 13 |
| 3.4.1 Curvas de progresso da doença | 13 |
| 3.4.2 Obtenção das variáveis epidemiológicas | 14 |
| 3.4.3 Análise de correlação | 15 |
| 3.4.4 Análise de agrupamento | 16 |
| 3.4.5 Análise discriminante | 16 |
| 3.4.6 Análise de componentes principais | 16 |
| 3.4.7 Análise de regressão múltipla | 17 |
| 3.5 Proposta para classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima | 17 |
| 4. RESULTADOS | 18 |
| 4.1 Grupo de compatibilidade | 18 |
| 4.2 Dados meteorológicos | 18 |
| 4.3 Curvas de progresso da doença | 19 |
| 4.4 Variáveis epidemiológicas e de produtividade para as cultivares | 19 |
| 4.5 Níveis de resistência à requeima | 23 |
| 4.6 Produtividade | 31 |
| 4.7 Proposta para classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima | 31 |
| 5. DISCUSSÃO | 35 |
| 6. CONCLUSÕES | 40 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

RESUMO

DUARTE, Henrique da Silva Silveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Resistência de cultivares de batata à requeima.** Orientador: Laércio Zambolim. Co-Orientadores: Eduardo Seiti Gomide Mizubuti e José Ivo Ribeiro Júnior.

A batateira (*Solanum tuberosum* L.) é cultivada em centenas de países e a batata é o quarto alimento mais consumido no mundo. A produção de batata é limitada por vários fatores, dentre estes, as doenças têm ocupado lugar de destaque. Dentre as doenças que infectam a batata, não só no Brasil, mas em todo o mundo, a requeima causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary é considerada uma das mais destrutivas e de maior importância. O uso de cultivares de batata resistentes à requeima é o modo mais econômico de controle da doença. Entretanto, o nível de resistência à requeima das principais cultivares plantadas no Brasil ainda não é conhecido. Este trabalho teve como objetivo determinar o nível de resistência destas cultivares. Foi conduzido um experimento no município de Maria da Fé - MG, localizado no Sul de Minas Gerais, no período de 22 de março a 8 de julho de 2008. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 34 tratamentos (cada tratamento foi representado por uma cultivar) com três repetições. A inoculação das plantas do experimento foi feita naturalmente. A produtividade (PROD) foi avaliada pesando-se os tubérculos de todas as plantas de cada parcela. Foi quantificada a severidade da requeima a cada dois dias a partir do surgimento dos primeiros sintomas da doença, utilizando uma escala descritiva. A partir dos dados de severidade foram obtidas as seguintes variáveis epidemiológicas: severidade na metade da epidemia para a cultivar (Y_{50} CULT); área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar (AAPDR CULT); tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade (T_{100} CULT); tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade (T_{50} CULT); severidade na metade da epidemia para o experimento (Y_{50} EXP); área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento (AAPDR EXP); tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade (T_{100} EXP); tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade (T_{50} EXP), tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade ($T_{0,5}$ EXP); taxa de progresso da doença (r) e severidade máxima (Y_{\max}). Para o agrupamento das cultivares em quatro níveis de resistência à requeima pré-definidos, foi utilizada a distância Euclidiana padronizada como medida de

dissimilaridade e a ligação completa como técnica hierárquica aglomerativa. O clone IAC 6090 (Ibituaçu) foi classificado como Resistente (R). As cultivares Aracy, Aracy Ruiva, Colorado e IAPAR Cristina foram classificadas como Moderadamente Resistentes (MR). As cultivares Baraka, Baronesa, BRS Ana, BRS Elisa, Caesar, Catucha, Emeraude, Florice, Itararé, Markies, Melody, Naturella, Soléia e Voyager foram classificadas como Moderadamente Suscetíveis (MS). As cultivares Ágata, Almera, Asterix, Atlantic, Canelle, Chipie, Cupido, Édén, Elodie, Eole, Fontane, Gourmandine, Gredine, Monalisa e Opaline foram classificadas como Suscetíveis (S) à requeima. As cultivares classificadas como resistente e moderadamente resistentes são de ciclo mais tardio, enquanto que a maioria das cultivares classificadas como moderadamente suscetíveis e suscetíveis são mais precoces. Na maioria dos casos, as cultivares mais resistentes à requeima possuem pele mais áspera, enquanto que as mais suscetíveis possuem pele lisa. O nível de resistência à requeima e a duração do ciclo da batata influenciaram a produtividade. A PROD média das cultivares R, MR, MS e S foi de 37,8; 17,6; 15,3 e 7,2 t.ha⁻¹, respectivamente. A Y₅₀ CULT média das cultivares R, MR, MS e S foi de 11,0; 7,3; 9,8 e 16,3%, respectivamente. A AACPDR CULT média das cultivares R, MR, MS e S foi de 25,0; 27,9; 29,4 e 33,3, respectivamente. O T₁₀₀ CULT médio das cultivares R, MR, MS e S foi de 72,3; 44,8; 34,0 e 29,3 dias, respectivamente. O T₅₀ CULT médio das cultivares R, MR, MS e S foi de 57,6; 33,2; 24,5 e 19,9 dias, respectivamente. A Y₅₀ EXP média das cultivares R, MR, MS e S foi de 8,3; 42,1; 96,5 e 99,8%, respectivamente. A AACPDR EXP média das cultivares R, MR, MS e S foi de 24,3; 47,1; 59,9 e 69,0, respectivamente. O T₁₀₀ EXP médio das cultivares R, MR, MS e S foi de 76,3; 53,1; 40,9 e 33,6 dias, respectivamente. O T₅₀ EXP médio das cultivares R, MR, MS e S foi de 61,6; 41,5; 31,3 e 24,1 dias, respectivamente. O T_{0,5} EXP médio das cultivares R, MR, MS e S foi de 22,3; 25,2; 17,8 e 14,2 dias, respectivamente. A *r* média das cultivares R, MR, MS e S foi de 0,12; 0,26; 0,37 e 0,46, respectivamente. A Y_{max} média das cultivares R, MR, MS e S foi de 100; 100; 100 e 100%, respectivamente.

ABSTRACT

DUARTE, Henrique da Silva Silveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2009. **Resistance of potato cultivars to late blight.** Adviser: Laércio Zambolim. Co-Advisers: Eduardo Seiti Gomide Mizubuti and José Ivo Ribeiro Júnior

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is cultivated in more than 100 countries and it is the fourth most cultivated crop in the world. But some diseases can be limiting to potato growth. The late blight of potato, caused by oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary is one of the most important diseases worldwide. Potato resistance to late blight is the most important control measure, although little emphasis has been done for disease resistance. Due to this reason, the objective of this work was to study the level of resistance of potato cultivars to late blight. Trials were conducted in Maria da Fé, in the southern area of the state of Minas Gerais, from March 22 to July 8 of 2008. The experiment design followed a complete block design with 34 treatments (represented by each cultivar) with three replications. The plants were inoculated naturally. Yield (PROD) was evaluated weighing all the potato tubers of all the plants in each replication. Late blight severity was evaluated in every two days starting when the first symptoms were visible using a descriptive scale. The following epidemiological variables were obtained: late blight severity when the epidemics reached 50 % of the cycle of the cultivar (Y_{50} CULT); relative area under disease progress curves for each cultivar (RAUDPC CULT); time in days of the first symptoms of the disease in each cultivar, until the severity reaches 100% of disease severity (T_{100} CULT); time in days of the first symptoms of the disease in each cultivar until 50% of disease severity (T_{50} CULT); late blight severity when it reaches half the epidemic for the experiment (Y_{50} EXP); relative area under disease progress curves for the experiment (RAUDPC EXP); time in days for the first symptoms in the experiment until 100% of disease severity (T_{100} EXP); time in days for the first symptoms in the experiment until 50% of disease severity (T_{50} EXP); time in days for the first symptoms in the experiment until 0.5 % of disease severity ($T_{0.5}$ EXP); rate of disease progress (r) and maximum disease severity (Y_{max}). The cultivars were grouped in four pre-determined levels of disease resistance to late blight, defined by the Euclidian distance as a measure of dissimilarity and complete linkage as hierarchical clustering. The clone IAC 6090 (Ibituaçu) was classified as Resistant (R). The cultivars Aracy, Aracy Ruiva, Colorado and IAPAR Cristina were

classified as Moderately Resistant (MR); Baraka, Baronesa, BRS Ana, BRS Elisa, Caesar, Catucha, Emeraude, Florice, Itararé, Markies, Melody, Naturella, Soléia and Voyager were classified as Moderately Susceptible (MS); Ágata, Almera, Asterix, Atlantic, Canelle, Chipie, Cupido, Édén, Elodie, Eole, Fontane, Gourmandine, Gredine, Monalisa and Opaline were classified as Susceptible (S) to late blight. The cultivars classified as resistant and moderately resistant are of long cycles whereas those classified as moderately susceptible and susceptible are in the majority of short cycle. In the great majority of the cases the more resistant cultivars to late blight have rough skin whereas those more susceptible have smooth skin. The level of late blight resistance and the duration of the cycle of the cultivar influenced the potato yield. The average yield of the R, MR, MS and S cultivars were 37.8, 17.6, 15.3 and 7.2 t/ha, respectively. The Y_{50} CULT average of the R, MR, MS and S cultivars were 11.0, 7.3, 9.8 and 16.3%, respectively. The RAUDPC CULT average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 25.0, 27.9, 29.4 and 33.3, respectively. The T_{100} CULT average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 72.3, 44.8, 34.0 and 29.3 days, respectively. The T_{50} CULT average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 57.6, 33.2, 24.5 and 19.9 days, respectively. The Y_{50} EXP average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 8.3, 42.1, 96.5 and 99.8%, respectively. The AACPDR EXP average of the cultivars R, MR, MS and S were 24.3, 47.1, 59.9 and 69.0, respectively. The T_{100} EXP average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 76.3, 53.1, 40.9 and 33.6 days, respectively. The T_{50} EXP average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 61.6, 41.5, 31.3 and 24.1 days respectively. The $T_{0.5}$ EXP average of the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 22.3, 25.2, 17.8 and 14.2 days, respectively. The average r for the cultivars R, MR, MS and S cultivars were 0.12, 0.26, 0.37 and 0.46, respectively. The average Y_{max} of the cultivars R, MR, MS and S were 100; 100; 100 e 100%, respectively.

1. INTRODUÇÃO

A batateira (*Solanum tuberosum* L.) é cultivada em centenas de países e a batata é o quarto alimento mais produzido no mundo (FAO, 2008). A produção de batata é limitada por vários fatores, dentre estes, as doenças têm ocupado lugar de destaque. Desde o plantio até a colheita, a cultura da batata está sujeita a um grande número de doenças, o que torna o cultivo dessa olerícola dependente de aplicações de fungicidas. Dentre as doenças que infectam a batata, não só no Brasil, mas em todo o mundo, a requeima causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary é considerada uma das mais destrutivas e de maior importância (Flier & Turkensteen, 1999; Aylor *et al.*, 2001; Flier *et al.*, 2001; Flier *et al.*, 2003; Mizubuti & Fry, 2006). Estima-se que o custo para o controle da requeima juntamente com as perdas causadas na produção supere 3 bilhões de dólares/ano em todo mundo (CIP, 1996). Quando medidas de controle não são adotadas corretamente, epidemias da requeima podem destruir todo o campo de produção em poucos dias.

A presença da requeima da batateira no Brasil data ser anterior a 1913 (Lorena, 1913). A doença ocorre em todas as regiões produtoras de batata do Brasil, desde que as condições ambientais estejam favoráveis. A doença é favorecida por umidade elevada e temperaturas entre 12 e 20°C (Fohner *et al.*, 1984). Em temperaturas acima de 30°C, o desenvolvimento da doença é lento ou até mesmo paralisado. Como o patógeno pode permanecer vivo nos tecidos do hospedeiro, ele pode esporular e causar danos assim que as condições climáticas se tornarem favoráveis (Lima *et al.*, 2009).

A requeima pode incidir em toda a parte aérea da planta como haste, pecíolo, folíolos, assim como nos tubérculos (Zambolim *et al.*, 2000; Flier *et al.*, 2003). Nas folíolos, os sintomas iniciais são manchas pequenas, de cor parda-escura e, com alta umidade, as manchas desenvolvem-se rapidamente formando lesões com aspecto encharcado e formato irregular. No pecíolo e no caule as lesões são semelhantes, podendo anelar todo o órgão e causar sua morte, enquanto que nos tubérculos podem ocorrer manchas marrons sobre a sua epiderme (Zambolim *et al.*, 2000).

Dentre as medidas de controle da requeima, a aplicação regular de fungicidas é a mais importante e eficiente (Aylor *et al.*, 2001; Mizubuti, 2001; De Souza & Iamauti, 2005). A batateira é cultivada no Brasil em regiões e épocas onde as condições são altamente favoráveis à requeima. Este problema é agravado pelo plantio de cultivares suscetíveis (Costa *et al.*, 2002). Com isso as pulverizações de fungicidas são iniciadas

tão logo surgem as primeiras folhas e seguem até o final do ciclo da cultura, em intervalos de três a cinco dias (Nazareno *et al.*, 1999). Diante disto, o maior gasto com fungicidas para o controle da requeima durante todo ciclo onera o custo de produção, além de aumentar: a intoxicação de aplicadores, a contaminação do ambiente pela deriva, a lixiviação dos excessos de produtos pulverizados, os teores de resíduos de fungicidas em tubérculos e outros órgãos vegetais, e o risco de seleção de isolados do patógeno resistentes a fungicidas, principalmente aqueles com mecanismo de ação mais específicos (Zambolim *et al.*, 1990; Köler, 1998; Reis *et al.*, 1999; Reis *et al.*, 2002).

Todos esses fatos são motivos de preocupação e têm levado a uma procura cada vez mais crescente por práticas e estratégias de manejo que sejam racionais, eficientes e economicamente viáveis (Costa *et al.*, 2002). Dentre estas, destaca-se a utilização de cultivares com maiores níveis de resistência à requeima para auxiliar o controle químico, já que este, ainda, não pode ser dispensado dos programas de manejo da doença.

O uso de cultivares resistentes é o método de controle preferido por apresentar a vantagem de ser mais barato e de mais fácil utilização (Camargo & Bergamin Filho, 1995). O uso de cultivares de batata resistentes à requeima é o modo mais econômico de controle da doença, principalmente para os produtores com poucos recursos financeiros (Grünwald *et al.*, 2000; Grünwald *et al.*, 2002). Nos programas de manejo da doença, com a resistência do hospedeiro pode alcançar uma eficiência no controle, quando associada às condições climáticas (Fry *et al.*, 1983), e à utilização de fungicidas (Mizubuti & Fry, 2006). Cultivares de batata com maiores níveis de resistência requerem menor quantidade de fungicida comparado a cultivares com menor nível de resistência (Fry, 1978). Além disso, a utilização de cultivares com maiores níveis de resistência pode reduzir as perdas na produtividade e a dependência do controle químico (Garrett *et al.*, 2001). Entretanto, o nível de resistência à requeima das principais cultivares plantadas no Brasil ainda não é conhecida.

Este trabalho teve como objetivo determinar o nível de resistência de 34 cultivares de batata cultivadas no Brasil, para que sejam utilizadas em programas de manejo integrado da doença.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da batateira

A batateira produz um alimento nutritivo, versátil na cozinha e é considerado básico na alimentação de muitos povos (Filgueira, 2008). A batata é uma das principais fontes de alimento no mundo, principalmente nos países de clima frio, por ser rica em carboidratos e conter níveis satisfatórios de outros componentes importantes como proteínas, sais minerais e vitaminas (Pereira, 1987). O cultivo da batateira é importante para geração de empregos e renda, e contribui para melhor nutrição e estabilização social do meio rural, principalmente em países em desenvolvimento (Pádua *et al.*, 2007).

O centro de origem de *Solanum tuberosum* é a América do Sul, na vizinhança do lago Titicaca, próximo a atual fronteira entre Peru e Bolívia (Região Andina). A espécie foi introduzida por volta de 1570 na Europa pelos colonizadores espanhóis, tornando-se um alimento importante na dieta destes povos, principalmente na Inglaterra. A partir daí foi disseminada para as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pereira & Daniels, 2003; Filgueira, 2008). A batateira tem sido cultivada em centenas de países e produz o quarto alimento mais consumido no mundo. Em 2007, a produção mundial de batata foi de 321,73 milhões de toneladas em uma área de 19,33 milhões de ha, o que representa uma produtividade média de 16.646 Kg/ha (FAO, 2008).

A produção brasileira de batata neste mesmo ano foi de 3,39 milhões de toneladas, com uma área colhida de 143.140 ha, obtendo uma produtividade média de 23.710 Kg/ha (FAO, 2008). A batata tem sido cultivada principalmente na região sudeste e sul do Brasil, correspondendo a 53,1 e 39,6% da área plantada, respectivamente. Os principais estados produtores são: Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia, correspondendo a 31,7; 25,9; 16,6; 10,8 e 7,7% da produção, respectivamente (IBGE, 2008).

2.2 Biologia do patógeno

Inicialmente, acreditava-se que o centro de origem de *P. infestans* era no Vale de Toluca no México, pois nesta região há alta diversidade genética do patógeno e se encontram isolados do grupo de compatibilidade A1 e A2 e, conseqüentemente, onde ocorre a reprodução sexual do patógeno (Goodwin *et al.*, 1994; Andrivon, 1996;

Grünwald & Flier, 2005). Porém, estudos recentes da história genealógica de *P. infestans*, utilizando porções de dois genes nucleares e vários *locos* mitocondriais, indicam que a população de *P. infestans* no México apresentou menor diversidade de nucleotídeo e haplótipos que a população Andina, sugerindo que o centro de origem de *P. infestans* é na região dos Andes, contida na América do Sul (Gómez-Alpizar *et al.*, 2007).

O oomiceto *P. infestans* reproduz sexuada ou assexuadamente. Quando há reprodução sexuada, forma-se um esporo de parede espessa, o oósporo (Drenth *et al.*, 1995; Mayton *et al.*, 2000; Smart *et al.*, 2000; Mizubuti & Fry, 2006), que é o resultado do cruzamento entre isolados do grupo de compatibilidade A1 e A2, dado ser organismo heterotático (Gallegly & Galindo, 1958; Erwin & Ribeiro, 1996; Goodwin, 1997; Mizubuti & Fry, 2006). No Brasil, ainda não foi encontrado oósporos, portanto, não há evidências de reprodução sexuada de *P. infestans*, mesmo havendo isolados de grupos de compatibilidade distintos, A1 e A2 (Reis *et al.*, 2003; Reis *et al.*, 2006). Quando a reprodução é assexuada, formam-se os esporângios hialinos, de formato limoniforme, e papilados que contêm em seu interior zoósporos biflagelados (um liso e outro rugoso) de formato reniforme (Zambolim *et al.*, 2000; Agrios, 2005; Fry, 2008).

No Brasil, os isolados do grupo de compatibilidade A2 são encontrados infectando apenas a batateira, enquanto os do grupo de compatibilidade A1 estão associados principalmente ao tomateiro. Cada um dos grupos de compatibilidade coincide com uma linhagem clonal do patógeno. Assim, ocorrem as linhagens US-1 que pertence ao grupo A1, e a linhagem BR-1, que pertence ao grupo A2 (Reis *et al.*, 2003). Uma linhagem clonal é composta por isolados que descendem de um único genótipo, por meio de reprodução assexual, e seus indivíduos diferem uns dos outros principalmente por mudanças genéticas originadas de mutações (Anderson & Kohn, 1995). Os isolados da linhagem US-1 estão adaptados ao tomateiro e os isolados da linhagem BR-1 à batateira (Suassuna *et al.*, 2004).

Inóculo de *P. infestans* podem ser dispersos por quilômetros, ou até de um continente a outro por meio do transporte de tubérculos infectados. Este último é, certamente, o mecanismo mais importante para a migração global ter ocorrido (Mizubuti & Fry, 2006). A curtas distâncias, a dispersão dos esporângios ocorre principalmente pelo vento (Aylor *et al.*, 2001). Quando há dias nublados, frescos e úmidos, o inóculo pode ser transportado a maiores distâncias com chances de ocorrer a infecção (Harrison, 1992; Mizubuti *et al.*, 2000). Velocidade do vento de 1 a 2 m.s⁻¹ é

suficiente para remover considerável quantidade de esporângios de *P. infestans* e com isso transportar o propágulo por 10 a 20 km em menos de 3 horas (Aylor *et al.*, 2001), período esse que o esporângio pode ainda estar viável, se em dias nublados (Mizubuti & Fry, 2006).

A germinação do esporângio pode ocorrer de forma direta produzindo um tubo germinativo ou indiretamente pela liberação dos zoósporos neles contidos (De Bary, 1876). O modo de germinação é influenciado pela temperatura (De Bary, 1876; Melhus, 1915; Crosier, 1934). Em temperaturas abaixo de 15°C, ocorre predominantemente a produção de zoósporos, enquanto em temperaturas mais elevadas (entre 18 e 26 °C, aproximadamente), a proporção de esporângio que germinam indiretamente diminui, e alguns esporângios passam a germinar diretamente (De Bary, 1876; Melhus, 1915).

Os esporângios e zoósporos de *P. infestans* formam tubos germinativos que penetram diretamente por meio da cutícula com a formação do apressório. Entretanto, com menor frequência, pode ocorrer a penetração pelos estômatos (Zambolim *et al.*, 2000; Agrios, 2005). A partir do momento em que *P. infestans* atingiu o interior da planta, a colonização ocorre tanto inter quanto intracelularmente com a formação de haustório (Agrios, 2005). Portanto, afeta os tecidos do hospedeiro rapidamente, em virtude de seu período latente ser curto (três a quatro dias), variando com o nível de resistência da cultivar e das condições climáticas (Flier & Turkensteen, 1999; Carlisle *et al.*, 2002). O efeito da temperatura sobre o crescimento do patógeno dentro dos tecidos da planta é mais importante do que o efeito da umidade (Harrison *et al.*, 1990), mas a alta umidade é importante durante a reprodução, principalmente na formação do esporângio (Mizubuti & Fry, 2006). Após a ocorrência de um ciclo de infecção, os esporangióforos hialinos formados, emergem dos estômatos e produzem novos esporângios que servirão de inóculo para ocorrência de novas infecções (Agrios, 2005).

Em locais onde a reprodução sexual é ausente, o patógeno é essencialmente parasita obrigatório na natureza e não sobrevive por longos períodos na ausência de um hospedeiro suscetível (Mayton *et al.*, 2000; Mizubuti & Fry, 2006). No Brasil, batateira, tomateiro, *Petunia hybrida* e *Nicotiana benthamiana* são hospedeiros de *P. infestans* (Lima *et al.*, 2009). Em locais onde é possível ocorrer a fase sexual, o oósporo, que pode servir como estrutura de sobrevivência (Strömberg *et al.*, 1999; Mayton *et al.*, 2000; Turkensteen *et al.*, 2000), faz com que *P. infestans* sobreviva de uma estação para outra, mesmo sem um hospedeiro suscetível presente (Mizubuti & Fry, 2006).

2.3 Resistência da batateira à requeima

A busca por cultivares de batateira com resistência à requeima teve início após a primeira epidemia na Europa, em meados do século XIX (Müller & Black, 1952). O melhoramento genético tornou-se bem sucedido com a introgressão de genes de resistência (genes R) raça-específica (resistência vertical, monogênica ou qualitativa) oriundos de *S. demissum* e de *S. stoloniferum* em cultivares de *S. tuberosum* (Black *et al.*, 1953; Malcolmson & Black, 1966; Grünwald & Flier, 2005). Entretanto, a resistência raça-específica, a qual é controlada por genes de efeito principal, não foi durável. Isto porque ocorreu rápida adaptação do patógeno e, com isso, raças compatíveis de *P. infestans* apareceram ao longo dos anos para todos os 11 genes R até então conhecidos (Turkensteen, 1993). Mais recentemente, vários outros genes R foram identificados, como em *S. berthaultii*, *S. bulbocastanum* e *S. pinnatisectum* (Sanchez *et al.*, 2000; Kuhl *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2005). As cultivares de batateira contêm uma combinação de genes R, mas a efetividade da resistência destas cultivares depende das raças que compõem a população do patógeno e que estão presentes em uma determinada área cultivada (Turkensteen, 1989; Visker *et al.*, 2004). A resistência raça-específica além de não ser durável, apresenta outro problema. Quando se faz o melhoramento visando este tipo de resistência, pode levar a perda de genes que conferem resistência raça não-específica (resistência horizontal, poligênica ou quantitativa) devido ao estreitamento da base genética do material, processo esse denominado de efeito Vertifolia. Com isso, em cultivares que tiveram a resistência raça-específica suplantada pelo patógeno, o progresso da epidemia da requeima foi mais rápido comparado à cultivares que não possuíam os tais genes para resistência raça-específica (Vanderplank, 1963).

Atualmente, buscam-se cultivares com resistência raça não-específica à requeima, a qual é controlada por genes de efeito secundário, por ser mais durável (McDonald & Linde, 2002; Grünwald & Flier, 2005; Gabriel *et al.*, 2007). Esta durabilidade da resistência é devido ao fato de ser efetiva para várias raças do patógeno, contudo provê apenas uma proteção parcial (Thurston, 1971; Haynes *et al.*, 1998; Landeo *et al.*, 2000). A resistência durável é definida como aquela que é efetiva por vários anos e em diferentes locais, sob condições climáticas favoráveis ao patógeno (Johnson, 1984). O melhoramento para a obtenção de cultivares com resistência durável deve visar a resistência raça não-específica, uma vez que o patógeno apresenta as

seguintes características que o permite suplantar a resistência raça-específica facilmente: a) alto potencial de fluxo genotípico por produzir esporos assexuais que são facilmente dispersos pelo ar, tendendo a evoluir mais rapidamente; b) possuir duas formas de reprodução (assexual e sexual), levando à formação de novas combinações de alelos (genótipos) que são resultados da recombinação, o que leva a uma maior diversidade genotípica, e com isso, aumentando as chances de seleção de patógenos que possam suplantar a resistência; c) possuir grandes populações e assim um maior número relativo de mutantes com potencial de suplantar a resistência (McDonald & Linde, 2002).

A resistência raça não-específica é caracterizada por uma contínua variação no fenótipo e uma complexa herança poligênica, fazendo com que o melhoramento seja dificultado (Umaerus, 1970). Mesmo assim, os programas de melhoramento mais modernos têm seu foco na busca da resistência durável a requeima (Colon *et al.*, 1995; Inglis *et al.*, 1996; Peters *et al.*, 1999).

O fato de uma cultivar apresentar resistência raça não-específica não significa que ela não tenha resistência raça-específica e vice-versa (Van Der Plank, 1963). Portanto, durante o melhoramento visando a resistência raça não-específica, podem selecionar materiais que contém genes que conferem a resistência raça-específica.

2.4 Análise multivariada

2.4.1 Introdução

As técnicas de análise multivariada são métodos estatísticos apropriados para extrair informações dos dados originados de diversas variáveis, de forma simultânea (Johnson & Wichern, 1998). Com o uso da análise multivariada, podem-se ter interpretações que não seriam possíveis com a utilização da análise univariada. Sendo assim, as ferramentas multivariadas são importantes quando for necessário estabelecer uma grande simplificação da estrutura de variabilidade e de relação entre as várias variáveis respostas.

As principais ferramentas utilizadas para análise multivariada visando classificar cultivares quanto à resistência à doenças de plantas são: análise de agrupamento e análise de componentes principais.

2.4.2 Análise de agrupamento

A análise de agrupamentos, também conhecida como análise de conglomerados ou *cluster*, tem como objetivo dividir os n tratamentos em grupos, de forma que aqueles pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si de acordo com as variáveis respostas que foram medidas. Além disso, os tratamentos localizados em grupos diferentes devem ser heterogêneos em relação às mesmas variáveis respostas (Mingoti, 2005). Esta análise consiste em agrupar n tratamentos em grupos baseados nas variáveis respostas de acordo com a estimação de medidas de similaridade ou dissimilaridade e da adoção de técnicas hierárquicas aglomerativas (Cruz *et al.*, 2004). O resultado do agrupamento é mostrado por meio de um dendrograma. Existem várias medidas de dissimilaridade, tais como: distância Euclidiana, Minkowsky, Mahalanobis, Manhattan, etc. Já as técnicas hierárquicas aglomerativas mais utilizadas são: ligação simples (*single linkage* ou método do vizinho mais próximo), ligação completa (*complete linkage* ou método do vizinho mais distante), ligação média (*average linkage*), centróide (*centroid linkage*) e Ward.

2.4.3 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais tem como objetivo resumir a informação contida no complexo de variáveis respostas originais, eliminando as informações redundantes existentes em decorrência da correlação entre as variáveis e proporcionando assim, uma simplificação dos resultados (Liberato *et al.*, 1995).

Esta análise consiste em transformar o conjunto das p variáveis respostas em k componentes principais (CPs), onde cada componente principal (CP) é uma combinação linear das p variáveis respostas, independentes ou não correlacionados entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o percentual da variação total contida em todas as p variáveis respostas (Cruz *et al.*, 2004), para estudar a variabilidade entre os n tratamentos com apenas k ($k \leq p$) CPs. Para que o valor de k seja bem menor do que o de p é necessário que haja pelo menos duas variáveis respostas altamente correlacionadas. Os coeficientes dos CPs são denominados elementos dos autovetores e a variância associada a cada CP é denominada de autovalor (Liberato *et al.*, 1995; Johnson & Wichern, 1998; Mingoti, 2005). Os autovalores decrescem do primeiro até o último CP, sendo assim, o primeiro CP é o mais importante, pois retém a maior parte da variação total encontrada nos dados originais. Recomenda-se interpretar

todos os CPs com autovalores maiores ou iguais à suas médias (Kaiser, 1958). As interpretações dos CPs se referem a utilizá-los como novas variáveis a serem analisadas (escores) para a interpretação dos tratamentos. A análise de CPs pode ser realizada por meio da matriz de correlação ou covariância. A utilização da matriz de correlação ameniza a discrepância causada pela diferença das unidades de medidas das variáveis, fazendo uma transformação nos dados originais, de modo a equilibrar os valores de variância ou colocar os dados na mesma escala de medida (Mingoti, 2005). A partir da escolha dos CPs, pode-se obter a estimativa dos seus autovalores que são utilizados para calcular os escores dos n tratamentos para cada CP. Os escores dos n tratamentos são estimados com base nos elementos dos autovetores associados aos valores padronizados das p variáveis respostas. Os escores podem ser utilizados para a simples ordenação (*ranking*) dos n tratamentos e, conseqüentemente, para identificar aqueles que estão com maiores ou menores valores globais do CP (Mingoti, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos gerais

O experimento foi conduzido em um campo experimental no município de Maria da Fé-MG, localizado no Sul de Minas Gerais (latitude - 22° 19'01.68", longitude - 45° 22'30.00" e altitude de 1309 metros), no período de 22 de março a 8 de julho de 2008, utilizando 34 cultivares de batata (Tabela 1).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo cada tratamento representado por uma cultivar. O espaçamento utilizado foi de 0,80 m entre fileiras da parcela e 1,60 m entre as parcelas. O espaçamento entre tubérculos variou de acordo com o número de hastes por tubérculo em cada cultivar para que se obtivesse 15 hastes/m². Cada parcela foi constituída de duas fileiras de 2,5 m de comprimento.

Dados meteorológicos como precipitação, umidade relativa máxima, média e mínima; temperatura máxima, média e mínima foram coletados da estação meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), situada a 200 m do experimento.

A calagem, adubação de plantio e a adubação de cobertura (primeira amontoa) foram realizadas de acordo com os resultados da análise de solo e foi baseada na 5ª Aproximação (Fontes, 1999). Foi utilizada irrigação por aspersão em todo experimento para favorecer a epidemia da requeima.

Pulverizações com fungicidas específicos foram realizadas para o controle de outras doenças da batateira permitindo apenas o estabelecimento da requeima no campo de produção. Foi feita a pulverização do fungicida dimetomorfe + clorotalonil (239,7 + 1.198,5 g i.a./ha) aos 10, 15, 20 e 25 dias após o plantio (DAP) com pulverizador costal manual provido de uma válvula reguladora de pressão para obter pressão de trabalho de 30 lbs/pol². Foi usado bico cônico e o volume de calda foi de 600 L/ha. Essas pulverizações foram realizadas para que as plantas das cultivares que emergissem primeiro não fossem infectadas por *P. infestans*, dado que cada cultivar possui diferenças quanto a capacidade de emergência. Quando as plantas de todas as cultivares estavam com pelo menos 25 cm de altura (25 DAP), a pulverização com o fungicida foi suspensa. A partir daí a inoculação das plantas do experimento ocorreu naturalmente.

Tabela 1- Cultivares de batateira utilizadas no experimento: origens, aptidões culinárias, ciclo e características de pele.

| TRAT.¹ | CULTIVAR | ORIGEM | APTIDÃO CULINÁRIA² | CICLO³ | PELÍCULA |
|--------------------------|-----------------|-----------------|---|--------------------------|-----------------|
| 1 | Ágata | Holanda/AGRICO | Cozimento | Precoce | Lisa |
| 2 | Almera | Holanda/ AGRICO | Cozimento | Meio precoce | Lisa |
| 3 | Aracy | Brasil/IAC | Fritura Doméstica, Cozimento | Tardio | Áspera |
| 4 | Aracy Ruiva | Brasil/IAC | Fritura Doméstica, Cozimento | Tardio | Áspera |
| 5 | Asterix | Holanda/HZPC | Cozimento, Fritura Industrial (palito e palha) | Meio tardio | Meio áspera |
| 6 | Atlantic | EUA | Fritura Industrial (chips) | Médio | Áspera |
| 7 | Baraka | Holanda/HZPC | Fritura Industrial (Palha), Cozimento, Assada | Meio tardio | Áspera |
| 8 | Baronesa | Brasil/EMBRAPA | Cozimento | Meio Precoce | Lisa |
| 9 | BRS Ana | Brasil/EMBRAPA | Cozimento, Fritura Industrial (palitos) | Meio tardio | Meio áspera |
| 10 | BRS Elisa | Brasil/EMBRAPA | Cozimento, Fritura Doméstica | Médio | Lisa |
| 11 | Caesar | Holanda/HZPC | Cozimento, Assada, Fritura Industrial (palitos e palha) | Meio tardio | Lisa |
| 12 | Canelle | França/FO | Cozimento, Fritura Industrial (palito) | Meio precoce | Lisa |
| 13 | Catucha | Brasil/EE | Cozimento, Fritura Industrial (palito e palha) | Médio | Lisa |
| 14 | Chipie | França/ FO | Fritura Industrial (chips e palha) | Médio | Meio áspera |
| 15 | Colorado | França/ FO | Cozimento, Fritura Industrial (palito) | Meio Tardio | Áspera |
| 16 | Cupido | Holanda/ MEIJER | Cozimento | Meio precoce | Lisa |
| 17 | Éden | França/ FO | Cozimento, Fritura Doméstica | Médio | Lisa |
| 18 | Elodie | França/ FO | Cozimento | Meio precoce | Lisa |
| 19 | Emeraude | França/ FO | Cozimento, Assada | Meio precoce | Lisa |
| 20 | Eole | França/ FO | Cozimento | Meio precoce | Lisa |
| 21 | Florice | França/ FO | Cozimento | Meio precoce | Lisa |

Tabela 1- Continuação

| | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------|---|--------------|-------------|
| 22 | Fontane | Holanda/AGRICO | Cozimento, Fritura Industrial (palito e palha) | Médio | Lisa |
| 23 | Gourmandine | França/ FO | Cozimento na forma de salada | Médio | Lisa |
| 24 | Gredine | França/ FO | Cozimento (pré-cozida e embalada a vácuo), Fritura Industrial (palha) | Meio precoce | Lisa |
| 25 | IAPAR Cristina | Brasil/IAPAR | Cozimento | Meio tardio | Áspera |
| 26 | Itararé | Brasil/IAC | Cozimento, Assada | Meio tardio | Meio áspera |
| 27 | Ibituaçu ⁴ | Brasil/IAC | Fritura Doméstica, Cozimento | Tardio | Lisa |
| 28 | Markies | Holanda/AGRICO | Cozimento, Fritura Industrial (palito) | Meio tardio | Lisa |
| 29 | Melody | Holanda/ MEIJER | Cozimento | Meio precoce | Lisa |
| 30 | Monalisa | Holanda/HZPC | Cozimento | Meio precoce | Lisa |
| 31 | Naturella | França/ FO | Cozimento, Fritura Industrial (palito e palha) | Meio precoce | Lisa |
| 32 | Opaline | França/ FO | Cozimento, Fritura Industrial (palito e palha) | Meio precoce | Lisa |
| 33 | Soléia | França/ FO | Cozimento, Fritura Industrial (palito) | Médio | Lisa |
| 34 | Voyager | Holanda/ HZPC | Cozimento, Fritura Industrial (palito e palha) | Precoce | Lisa |

¹Trat.= tratamento

² As cultivares de fritura industrial também se aplicam a fritura doméstica e o vice-versa não é verdade. Chips = fatias; Palito = French fries = Frituras à francesa

³ Precoce = 90 dias; Meio precoce = 91 a 100 dias; Médio = 101 a 110 dias; Meio tardio = 111 a 120 dias; Tardio = mais de 121 dias

⁴ O que se chama de cultivar Ibituaçu no texto, se refere ao Clone IAC 6090. Este clone está sendo usado em ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso) para registro junto ao RNC/MAPA (Registro Nacional de Cultivares). Após isso, será chamado cultivar Ibituaçu.

FO= FRANCE OBTENTION; EE= EMBRAPA-EPAGRI

3.2 Quantificação da doença e da produtividade

A severidade da requeima de cada parcela foi quantificada a cada dois dias, a partir do surgimento dos primeiros sintomas da doença, utilizando uma escala descritiva (James, 1971), totalizando 40 avaliações.

A produtividade foi avaliada no fim do experimento pesando-se os tubérculos de todas as plantas de cada parcela. Os valores foram convertidos em t.ha⁻¹.

3.3 Determinação do grupo de compatibilidade

Foram coletadas folhas de batata com sintomas da doença no campo experimental, para o isolamento do patógeno. O isolamento foi feito pelo método direto (Erwin & Ribeiro, 1996) utilizando o meio B de centeio-sacarose-ágar (CSA) (Caten & Jinks, 1968).

O isolado foi caracterizado quanto ao grupo de compatibilidade, fazendo o pareamento com dois isolados padrões, um pertencente ao grupo A1 e outro pertencente ao A2. O pareamento foi feito em placa de petri de 90 mm de diâmetro, onde um fragmento de meio de cultura de aproximadamente 0,5 cm de largura x 3 cm de comprimento, contendo micélio de um isolado padrão foi retirado e colocado em um dos extremos da placa. O outro disco de meio de cultura do isolado a ser caracterizado foi retirado e colocado no outro extremo da placa. Com isso, para o isolado a ser caracterizado, foram confeccionadas duas placas, uma contendo o pareamento do isolado com um isolado A1 e outra com o isolado A2. As placas foram mantidas em uma incubadora a 18°C no escuro. Após duas semanas de incubação, foram feitas lâminas para cada placa e observadas sob microscópio de luz para avaliar a formação de oósporos. Se o isolado desconhecido apresentar formação de oósporos com o isolado padrão A1, deverá ser classificado como A2 e se apresentar formação de oósporos com o isolado padrão A2, será classificado como A1 (Reis *et al.*, 2006).

3.4 Análise dos dados

3.4.1 Curvas de progresso da doença

Com os dados de severidade foram plotadas curvas de progresso da doença para cada cultivar. Após a classificação das cultivares quanto ao nível de resistência, foi obtida a média dos dados de severidade ao longo do tempo das cultivares dentro de cada

nível de resistência e, com isso, obteve-se as curvas de progresso entre os diferentes níveis de resistência.

3.4.2 Obtenção das variáveis epidemiológicas

A partir dos dados de severidade de cada cultivar foram obtidos:

- 1- Severidade na metade da epidemia para a cultivar (Y_{50} CULT). A epidemia em cada cultivar foi considerada a partir do aparecimento do primeiro sintoma na determinada cultivar até atingir os 100% de severidade.
- 2- Área abaixo da curva de progresso da doença conforme proposto por (Shaner & Finney, 1977) para a cultivar (AACPD CULT). A epidemia em cada cultivar foi considerada a partir do aparecimento do primeiro sintoma na determinada cultivar até atingir os 100% de severidade. Posteriormente, a AACPD CULT foi dividida pelo número de dias da epidemia obtendo-se a área abaixo da curva de progresso da doença relativa (AACPD_R CULT) para a cultivar conforme proposto por (Fry, 1978).
- 3- Tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade (T_{100} CULT). O tempo para cada cultivar foi considerado a partir do aparecimento do primeiro sintoma na determinada cultivar até atingir os 100% de severidade.
- 4- Tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade (T_{50} CULT). O tempo para cada cultivar foi considerado a partir do aparecimento do primeiro sintoma na determinada cultivar até atingir os 50% de severidade.
- 5- Severidade na metade da epidemia para o experimento (Y_{50} EXP). A epidemia no experimento foi considerada a partir do aparecimento do primeiro sintoma dentre todas cultivares até que todas atingissem 100% de severidade.
- 6- Área abaixo da curva de progresso da doença conforme proposto por (Shaner & Finney, 1977) para o experimento (AACPD EXP). A epidemia no experimento foi considerada a partir do aparecimento do primeiro sintoma dentre todas cultivares até que todas atingissem 100% de severidade. Posteriormente, a AACPD EXP foi dividida pelo número de dias da epidemia para obtendo-se a área abaixo da curva de progresso da doença relativa (AACPD_R EXP) para o experimento conforme proposto por (Fry, 1978).
- 7- Tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade (T_{100} EXP). O tempo para cada cultivar foi considerado a partir do aparecimento do primeiro

sintoma dentre todas cultivares até que determinada cultivar atingisse 100% de severidade.

8- Tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade (T_{50} EXP). O tempo para cada cultivar foi considerado a partir do aparecimento do primeiro sintoma dentre todas cultivares até que determinada cultivar atingisse 50% de severidade.

9- Tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade ($T_{0,5}$ EXP). O tempo para cada cultivar foi considerado a partir do aparecimento do primeiro sintoma dentre todas cultivares até que determinada cultivar atingisse 0,5% de severidade.

10- Taxa de progresso da doença (r). A partir dos dados de progresso da severidade da doença, ajustaram-se os modelos exponencial, monomolecular, Gompertz e logístico por meio de regressão linear e não linear (Madden *et al.*, 2007). O melhor modelo foi selecionado usando como critérios: menor valor do quadrado médio do resíduo, independência e homogeneidade do resíduo, e maior coeficiente de determinação (R^2). As análises foram realizadas com o programa SAS (Statistical Analysis System) versão 9.0.

11- Severidade máxima (Y_{\max}). A severidade atingida por cada cultivar ao final da respectiva epidemia.

Foi obtida a média dos valores das variáveis epidemiológicas e da produtividade para que fossem utilizados em análises de correlação, agrupamento, componentes principais e regressão múltipla.

Após a classificação das cultivares quanto ao nível de resistência à requeima por meio da análise de agrupamento, foi obtida a média dos valores com seus respectivos desvios padrão para as variáveis epidemiológicas e para produtividade das cultivares dentro de cada nível de resistência.

3.4.3 Análise de correlação

Foi feita uma análise de correlação de Pearson utilizando as onze variáveis epidemiológicas e a produtividade. Os coeficientes obtidos foram testados pelo teste de t a 5 e a 1% de probabilidade. A análise foi realizada com o programa MINITAB versão 14.

3.4.4 Análise de agrupamento

Após a obtenção das médias das onze variáveis epidemiológicas e da produtividade, foi feita a análise de agrupamento para analisar estas variáveis simultaneamente. Foi utilizado como medida de dissimilaridade a distância euclidiana padronizada e as seguintes técnicas hierárquicas aglomerativas: ligação simples, ligação completa, ligação média, centróide e ward. Foi escolhida a técnica hierárquica aglomerativa que melhor se adequou aos dados obtidos no experimento, por meio de análise visual dos padrões de agrupamento. Para a formação do dendrograma, foi definida a utilização de quatro grupos, onde cada se distinguiu por diferentes níveis de resistência da batateira à requeima. Os níveis de resistência da batateira à requeima foram definidos como: Resistente (R), Moderadamente Resistente (MR), Moderadamente Suscetível (MS) e Suscetível (S). As análises foram realizadas com o programa MINITAB versão 14.

3.4.5 Análise discriminante

A análise discriminante foi utilizada para confirmar a qualidade do agrupamento formado pela técnica hierárquica aglomerativa escolhida e, com isso, aumentar a confiabilidade do agrupamento formado. Também foi realizada para verificar se a resistência medida com bases nas características epidemiológicas e de produtividade pode ser classificada em função dos diferentes ciclos e das diferentes características de pele separadamente. A análise foi realizada com o programa SAEG versão 9.1.

3.4.6 Análise de componentes principais

A análise de CPs foi realizada por meio da matriz de correlação dos dados, e obteve-se a estimativa dos autovetores e autovalores dos CPs. Posteriormente, foram estimados os escores das 34 cultivares, por meio dos autovetores de cada variável resposta, para os CPs que apresentaram autovalores maiores ou iguais à média de todos eles (Kaiser, 1958). Para estes CPs foram realizadas interpretações, visando identificar aquelas cultivares que foram mais resistentes à requeima dentro de cada nível de resistência. Foi obtida a correlação entre os componentes principais e cada variável resposta. A análise foi realizada com o programa MINITAB versão 14.

3.4.7 Análise de regressão múltipla

Uma regressão múltipla foi feita usando como variável resposta a produtividade em função da severidade na metade da epidemia para a cultivar, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, severidade na metade da epidemia para o experimento, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade, taxa de progresso da doença e severidade máxima. Para selecionar a melhor equação de regressão, a qual foi constituída por somente variáveis significativas pelo teste de t ($P < 0,05$), foi utilizado o método de *Stepwise* com níveis de significância de 0,15 para a entrada e saída das variáveis do modelo selecionado. As análises foram realizadas com o programa MINITAB versão 14.

3.5 Proposta para classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima

Dentre as doze variáveis respostas analisadas, foi utilizada para propor a classificação de outras cultivares, que não as utilizadas neste trabalho, quanto ao nível de resistência à requeima apenas as variáveis que possuíram menores correlações entre as variáveis respostas. A partir da seleção das variáveis respostas a serem utilizadas, procedeu-se à análise de CPs obtendo os escores do CP_1 . Para deixar os escores com o mesmo sinal (positivo) e padronizados, foi feita a soma dos valores dos escores do CP_1 de cada cultivar com o valor em módulo do maior escore negativo. A cultivar com o maior escore negativo foi considerada o padrão de resistência. Após a padronização, foi obtida a percentagem correspondente do valor padronizado de cada cultivar em relação ao valor padronizado da cultivar com o maior escore positivo. A cultivar com o maior escore positivo foi considerada o padrão de suscetibilidade. Com a obtenção das percentagens foi escolhida a faixa de valores para cada nível de resistência à requeima, o qual foram definidos pela análise de agrupamento.

4. RESULTADOS

4.1 Grupo de compatibilidade

Após o pareamento do isolado obtido do experimento com os dois isolados padrões, um pertencente ao grupo A1 e outro pertencente ao A2, verificou-se que houve a formação do oósporo somente quando o isolado foi pareado com o isolado padrão do grupo A1. Portanto, o isolado presente neste experimento pertence ao grupo de compatibilidade A2.

4.2 Dados meteorológicos

A temperatura média durante a epidemia foi de 13,4°C, e a temperatura variou de 1,1 a 25,3°C (Figura 1). A umidade relativa média foi de 85,5% e a umidade relativa variou de 36 a 100%. A precipitação durante o experimento foi de 104,4 mm (Figura 2). Estas condições climáticas favoreceram a epidemia da requeima.

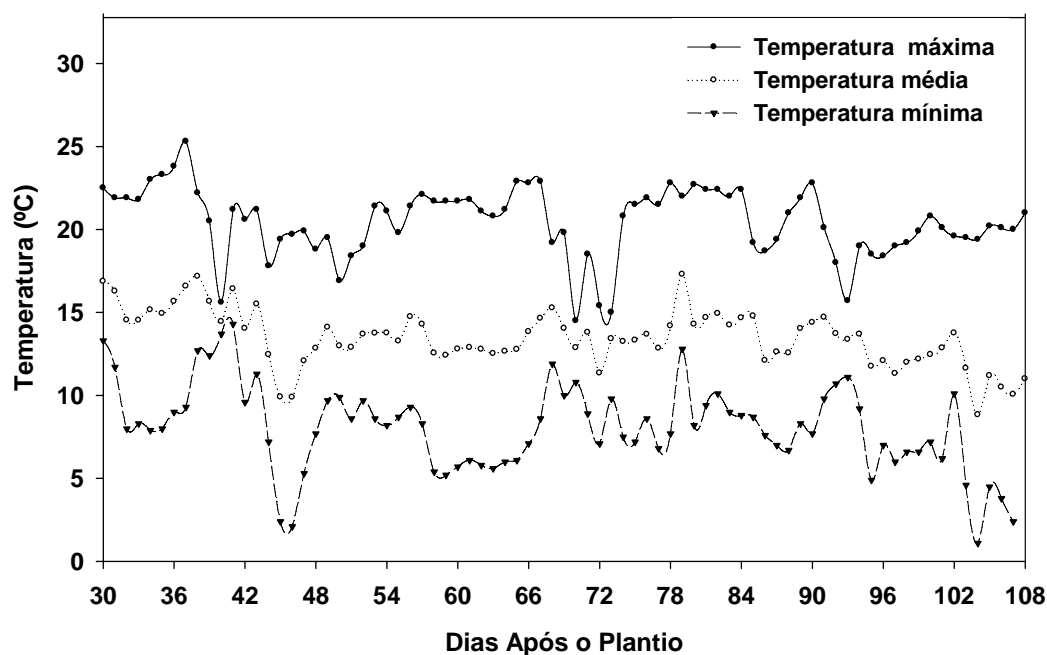


Figura 1- Temperatura máxima, média e mínima diária durante a epidemia da requeima no período de 21/abr a 08/jul do ano de 2008, no município de Maria da Fé-MG.

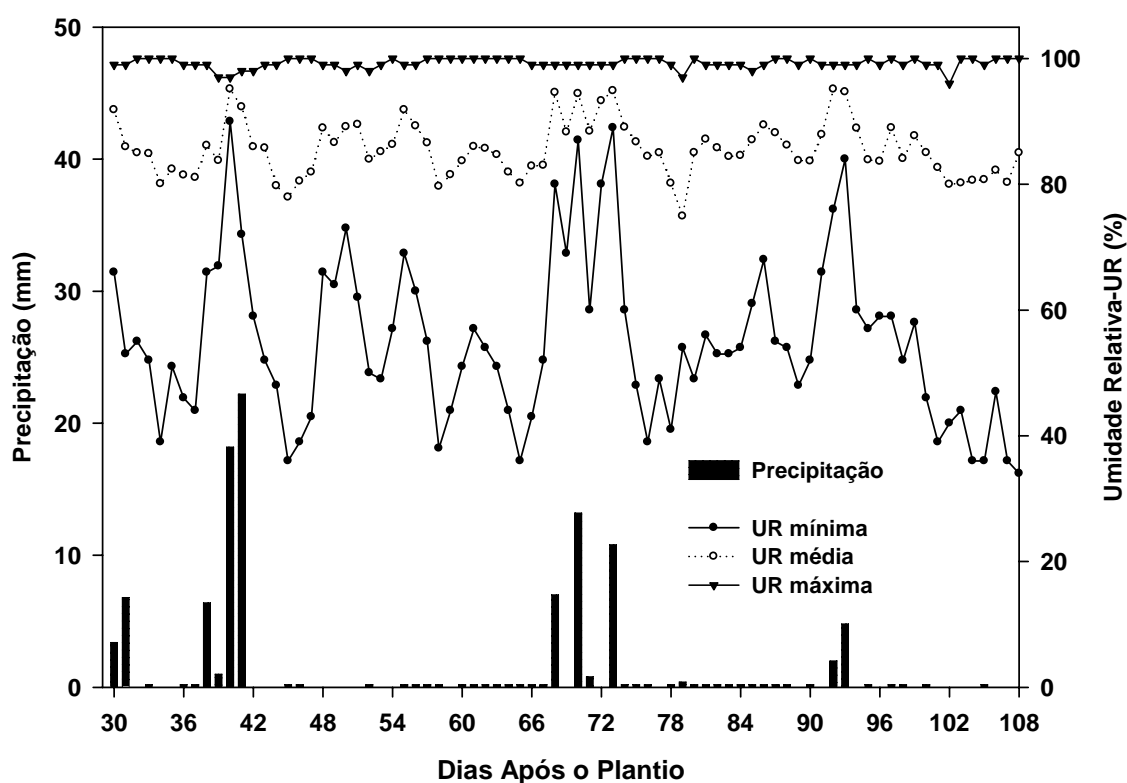


Figura 2- Umidade relativa máxima, média e mínima diária; e precipitação durante a epidemia da requeima no período de 21/abr a 08/jul do ano de 2008, no município de Maria da Fé-MG.

4.3 Curvas de progresso da doença

A epidemia de requeima iniciou aos 32 DAP. Aos 40 DAP, todas as cultivares apresentaram sintomas. Somente aos 108 DAP que o clone IAC 6090 (Ibituaçu) apresentou 100% de severidade. Portanto, o número de dias de epidemia para o experimento foi de 77 dias. Todas as curvas de progresso da requeima, para cada cultivar, estão apresentadas na Figura 3.

O modelo que melhor se ajustou aos dados de severidade ao longo do tempo, para todas as cultivares foi o logístico. Portanto, os valores da taxa de progresso da doença (r) foram comparados entre todas as cultivares.

4.4 Variáveis epidemiológicas e de produtividade para as cultivares

Os valores médios das variáveis epidemiológicas e da produtividade para cada cultivar, os quais foram utilizados para a análise de correlação, agrupamento, componentes principais e regressão múltipla estão representados na Tabela 2.

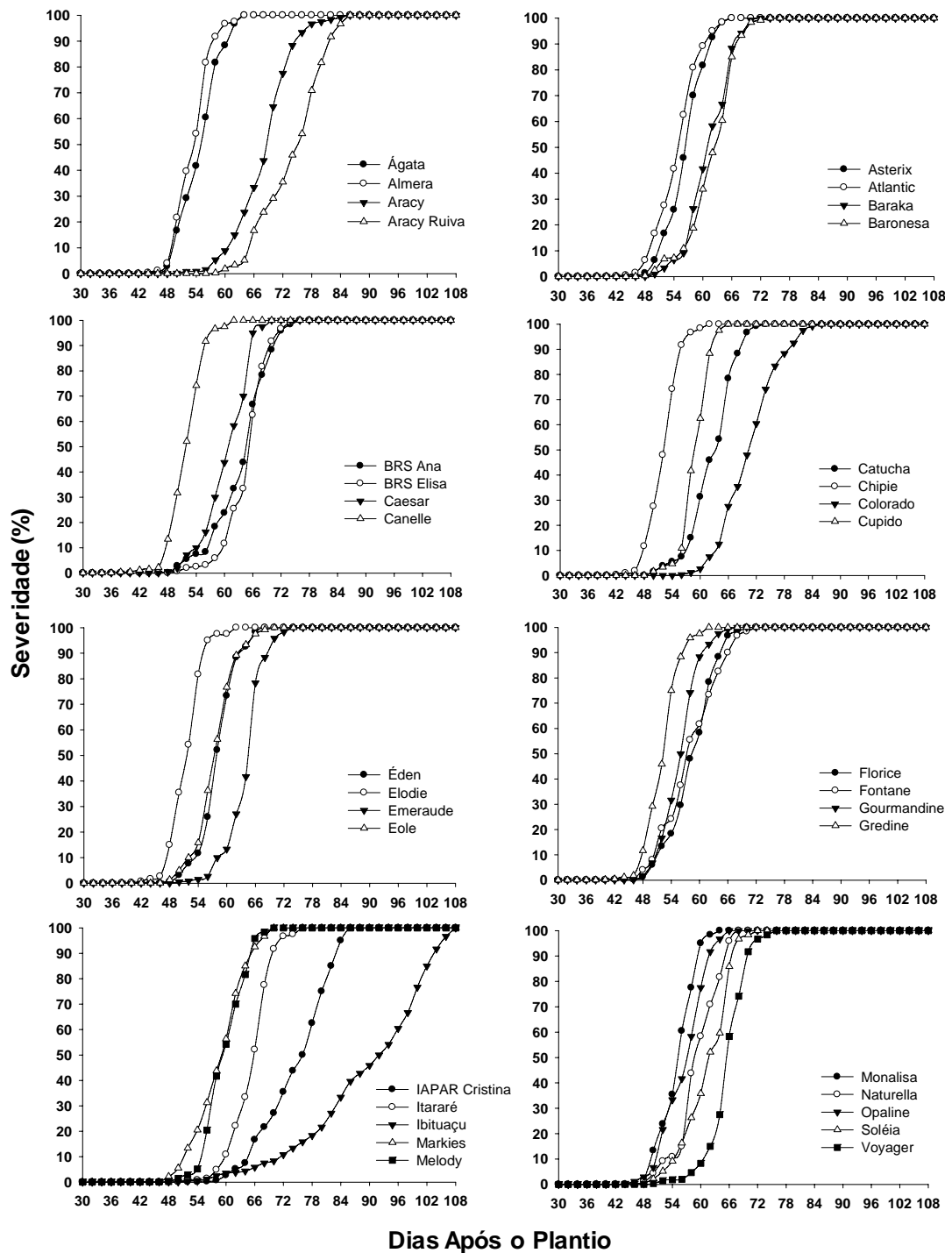


Figura 3- Curvas de progresso da requeima da batateira (*Phytophthora infestans*) nas diferentes cultivares avaliadas, no período de 21/abr a 08/jul do ano de 2008, no município de Maria da Fé-MG.

Tabela 2. Médias das variáveis epidemiológicas e da produtividade de cada cultivar.

| Cultivar | Variáveis ¹ | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|----------|------------------|
| | PROD | Y ₅₀ CULT | AACPDR CULT | T ₁₀₀ CULT | T ₅₀ CULT | Y ₅₀ EXP | AACPDR EXP | T ₁₀₀ EXP | T ₅₀ EXP | T _{0,5} EXP | <i>r</i> | Y _{max} |
| Ágata | 11.135,4 | 13,2 | 30,2 | 31,0 | 22,5 | 100,0 | 69,3 | 33,0 | 24,5 | 15,0 | 0,40 | 100,0 |
| Almera | 7.187,7 | 17,2 | 34,7 | 31,0 | 20,6 | 100,0 | 71,1 | 33,0 | 22,6 | 13,6 | 0,47 | 100,0 |
| Aracy | 10.696,0 | 7,5 | 30,8 | 41,0 | 29,4 | 64,6 | 51,9 | 49,6 | 38,0 | 21,6 | 0,31 | 100,0 |
| Aracy Ruiva | 19.707,3 | 8,0 | 26,9 | 45,0 | 34,3 | 29,1 | 44,3 | 55,0 | 44,3 | 27,6 | 0,24 | 100,0 |
| Asterix | 5.239,6 | 14,5 | 30,4 | 27,6 | 19,0 | 100,0 | 67,2 | 33,6 | 25,0 | 15,6 | 0,43 | 100,0 |
| Atlantic | 5.468,1 | 18,7 | 31,5 | 27,6 | 19,3 | 100,0 | 69,3 | 32,3 | 24,0 | 12,6 | 0,39 | 100,0 |
| Baraka | 11.127,1 | 9,1 | 28,7 | 31,0 | 22,5 | 99,1 | 60,9 | 39,0 | 30,5 | 18,6 | 0,36 | 100,0 |
| Baronesa | 18.939,6 | 11,4 | 30,3 | 31,6 | 22,4 | 98,3 | 60,1 | 40,3 | 31,1 | 17,3 | 0,36 | 100,0 |
| BRS Ana | 16.906,3 | 13,3 | 30,6 | 38,3 | 27,5 | 88,3 | 57,6 | 44,3 | 33,5 | 18,0 | 0,30 | 100,0 |
| BRS Elisa | 19.475,0 | 7,4 | 29,1 | 34,3 | 24,3 | 91,6 | 56,2 | 43,6 | 33,6 | 18,6 | 0,44 | 100,0 |
| Caesar | 18.434,0 | 9,9 | 27,9 | 34,3 | 25,6 | 100,0 | 61,8 | 39,0 | 30,3 | 17,3 | 0,35 | 100,0 |
| Canelle | 2.508,5 | 17,9 | 35,3 | 29,0 | 18,9 | 100,0 | 73,0 | 31,0 | 20,9 | 8,6 | 0,50 | 100,0 |
| Catucha | 17.604,2 | 6,6 | 27,6 | 37,0 | 27,0 | 96,6 | 59,1 | 41,6 | 31,6 | 18,0 | 0,35 | 100,0 |
| Chipie | 7.041,7 | 15,6 | 34,6 | 27,0 | 17,9 | 100,0 | 72,7 | 30,3 | 21,2 | 11,6 | 0,53 | 100,0 |
| Colorado | 26.510,4 | 7,0 | 29,8 | 45,6 | 32,0 | 47,9 | 48,8 | 53,0 | 39,4 | 26,0 | 0,28 | 100,0 |
| Cupido | 6.844,8 | 11,9 | 31,2 | 25,6 | 18,4 | 100,0 | 66,9 | 35,0 | 27,8 | 18,0 | 0,60 | 100,0 |
| Éden | 5.240,6 | 14,2 | 33,1 | 28,3 | 18,6 | 100,0 | 65,0 | 36,3 | 26,6 | 16,6 | 0,48 | 100,0 |

Tabela 2- Continuação

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Elodie | 3.264,6 | 20,1 | 36,6 | 29,0 | 18,6 | 100,0 | 73,5 | 31,0 | 20,6 | 10,3 | 0,53 | 100,0 |
| Emeraude | 12.531,3 | 8,8 | 28,7 | 33,0 | 24,1 | 95,8 | 57,3 | 42,3 | 33,4 | 19,0 | 0,50 | 100,0 |
| Eole | 10.951,0 | 11,4 | 32,8 | 32,3 | 21,8 | 100,0 | 65,7 | 37,0 | 26,5 | 18,0 | 0,44 | 100,0 |
| Florice | 13.989,6 | 10,8 | 29,9 | 37,0 | 26,6 | 100,0 | 64,5 | 38,3 | 27,9 | 14,6 | 0,34 | 100,0 |
| Fontane | 16.578,1 | 16,6 | 32,5 | 37,0 | 25,3 | 98,3 | 65,0 | 39,0 | 27,3 | 15,0 | 0,37 | 100,0 |
| Gourmandine | 5.677,1 | 18,5 | 34,2 | 29,6 | 19,4 | 100,0 | 67,7 | 35,0 | 24,8 | 17,0 | 0,45 | 100,0 |
| Gredine | 6.270,8 | 18,5 | 35,1 | 28,3 | 18,4 | 100,0 | 72,6 | 31,0 | 21,1 | 11,3 | 0,51 | 100,0 |
| IAPAR Cristina | 13.468,8 | 6,8 | 24,2 | 47,6 | 37,1 | 27,1 | 43,5 | 55,0 | 44,5 | 25,6 | 0,22 | 100,0 |
| Itararé | 10.580,2 | 8,2 | 30,7 | 35,0 | 24,8 | 91,6 | 55,5 | 45,0 | 34,8 | 20,6 | 0,43 | 100,0 |
| Ibituaçu | 37.833,3 | 11,0 | 25,0 | 72,3 | 57,6 | 8,3 | 24,3 | 76,3 | 61,6 | 22,3 | 0,12 | 100,0 |
| Markies | 13.302,1 | 15,6 | 31,4 | 36,3 | 25,9 | 100,0 | 64,1 | 40,5 | 30,1 | 18,5 | 0,31 | 100,0 |
| Melody | 15.598,2 | 10,8 | 31,5 | 31,0 | 20,9 | 100,0 | 62,9 | 38,3 | 28,2 | 17,6 | 0,39 | 100,0 |
| Monalisa | 3.565,6 | 16,7 | 31,2 | 27,0 | 18,9 | 100,0 | 68,9 | 32,3 | 24,2 | 16,0 | 0,45 | 100,0 |
| Naturella | 12.477,1 | 9,5 | 27,8 | 31,6 | 22,5 | 100,0 | 63,4 | 37,0 | 27,9 | 15,6 | 0,38 | 100,0 |
| Opaline | 10.552,1 | 19,5 | 31,7 | 30,3 | 20,9 | 100,0 | 67,0 | 35,0 | 25,6 | 14,0 | 0,35 | 100,0 |
| Soléia | 13.468,8 | 10,0 | 28,6 | 33,0 | 24,8 | 98,3 | 60,7 | 39,6 | 31,4 | 17,0 | 0,33 | 100,0 |
| Voyager | 20.028,1 | 7,0 | 29,5 | 33,6 | 23,8 | 91,6 | 55,3 | 44,3 | 34,5 | 19,3 | 0,39 | 100,0 |

¹ PROD= produtividade (Kg/ha); Y₅₀ CULT= severidade na metade da epidemia para a cultivar; AACPDR CULT= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar; T₁₀₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade; T₅₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, Y₅₀ EXP= severidade na metade da epidemia para o experimento; AACPDR EXP= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento; T₁₀₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade; T₅₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade, T_{0,5} EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade; *r* = taxa de progresso da doença e Y_{max}= severidade máxima.

As estimativas das correlações entre as variáveis epidemiológicas e de produtividade estão apresentadas na Tabela 3. Todas as variáveis epidemiológicas e de produtividade apresentaram correlações ($P < 0,05$) entre si. Correlações acima de 0,92 foram verificadas entre as variáveis: tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade e tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade. A produtividade apresentou maior correlação com a variável epidemiológica: tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade.

Como a severidade máxima para as cultivares foi de 100%, essa variável não foi importante para classificar as cultivares quanto a resistência à requeima.

4.5 Níveis de resistência à requeima

O agrupamento das cultivares nos quatro níveis de resistência à requeima, com 100% de acerto, foi baseado na distância Euclidiana padronizada, e no método da ligação completa, por ser o que melhor se adequou aos dados do experimento.

Analisando o dendrograma obtido pela análise de agrupamento (Figura 4), verificou-se que as percentagens de cultivares resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente suscetíveis e suscetíveis à requeima foram de 2,9%; 11,8%; 41,2% e 44,1%, respectivamente. O clone IAC 6090 (Ibituaçu) foi classificado como Resistente; as cultivares Aracy, Aracy Ruiva e Colorado como Moderadamente Resistente; as cultivares Baraka, Baronesa, BRS Ana, BRS Elisa, Catucha, Emeraude, Florice, Itararé, Markies, Melody, Naturella, Soléia e Voyager como Moderadamente Suscetível; e as cultivares Ágata, Almera, Asterix, Atlantic, Canelle, Chipie, Cupido, Édén, Elodie, Eole, Fontane, Gourmandine, Gredine, Monalisa e Opaline como Suscetível.

A partir da classificação quanto ao nível de resistência à requeima obtida, verificou-se que não foi possível classificar as cultivares quanto ao nível de resistência de maneira satisfatória em função dos diferentes ciclos e das diferentes características de pele separadamente por terem apresentado taxas de acerto de 68%.

A média dos autovalores obtida de todos os CPs foi de 1,1. Portanto, apenas o CP₁ foi interpretado, por ter sido o único a apresentar autovalor superior à média. O CP₁ explicou 79,8% da variação total dos dados (Tabela 4).

Tabela 3. Estimativas das correlações entre as variáveis epidemiológicas e de produtividade.

| Variáveis ¹ | PROD | Y ₅₀ CULT | AACPDR CULT | T ₁₀₀ CULT | T ₅₀ CULT | Y ₅₀ EXP | AACPDR EXP | T ₁₀₀ EXP | T ₅₀ EXP | T _{0,5} EXP | <i>r</i> |
|-----------------------------|---------|----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------|
| PROD | - | | | | | | | | | | |
| Y₅₀ CULT | -0,59** | - | | | | | | | | | |
| AACPDR CULT | -0,67** | 0,76** | - | | | | | | | | |
| T₁₀₀ CULT | 0,83** | -0,44* | -0,63** | - | | | | | | | |
| T₅₀ CULT | 0,82** | -0,47** | -0,70** | 0,99** | - | | | | | | |
| Y₅₀ EXP | -0,64** | 0,43* | 0,60** | -0,89** | -0,89** | - | | | | | |
| AACPDR EXP | -0,83** | 0,66** | 0,78** | -0,92** | -0,93** | 0,89** | - | | | | |
| T₁₀₀ EXP | 0,83** | -0,60** | -0,72** | 0,96** | 0,96** | -0,90** | -0,99** | - | | | |
| T₅₀ EXP | 0,83** | -0,64** | -0,78** | 0,93** | 0,94** | -0,89** | -0,99** | 0,99** | - | | |
| T_{0,5} EXP | 0,63** | -0,76** | -0,73** | 0,65** | 0,66** | -0,75** | -0,84** | 0,80** | 0,82** | - | |
| <i>r</i> | -0,75** | 0,44** | 0,73** | -0,83** | -0,84** | 0,73** | 0,80** | -0,80** | -0,79** | -0,66** | - |

*significativo pelo teste t (P<0,05) ** Significativo pelo teste t (P<0,01)

¹Variáveis: PROD= produtividade (Kg/ha); Y₅₀ CULT= severidade na metade da epidemia para a cultivar; AACPDR CULT= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar; T₁₀₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade; T₅₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, Y₅₀ EXP= severidade na metade da epidemia para o experimento; AACPDR EXP= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento; T₁₀₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade; T₅₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade, T_{0,5} EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade; *r* = taxa de progresso da doença e Y_{max}= severidade máxima.

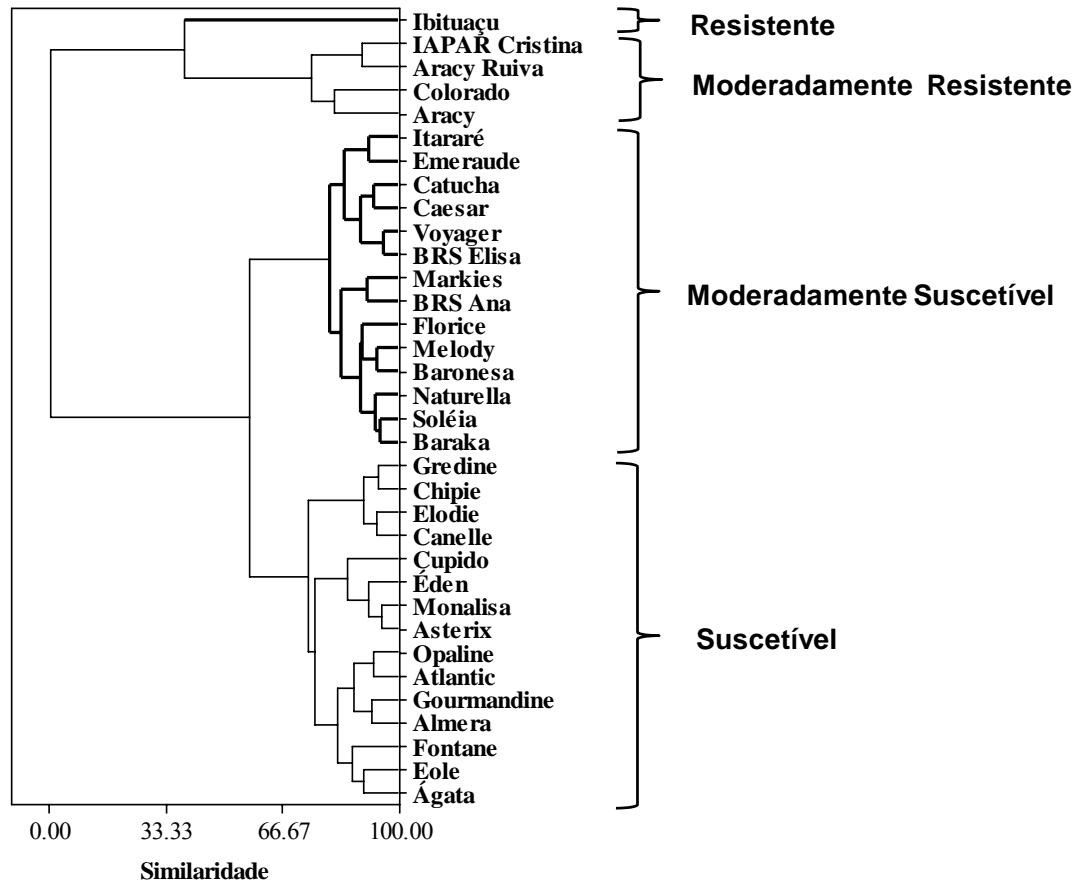


Figura 4- Dendrograma das cultivares de batateira com seus respectivos níveis de resistência à requeima (*Phytophthora infestans*).

Os autovetores do CP_1 apresentaram sinais negativos para as variáveis: produtividade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade e tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade. Isto indicou que quanto maiores foram os valores destas variáveis para cada cultivar, menor o escore do CP_1 e maior o nível de resistência à requeima. Para as variáveis: severidade na metade da epidemia para a cultivar, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar, severidade na metade da epidemia para o experimento, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento e taxa de progresso da doença, os autovetores do CP_1 apresentaram sinais positivos indicando que quanto menores foram os valores destas variáveis para cada cultivar, menor o escore do CP_1 e maior o nível de resistência à requeima (Tabela 4).

Tabela 4. Autovetores do CP₁ para as variáveis epidemiológicas e de produtividade e correlação entre estas e o CP₁.

| Variáveis ¹ | Autovetores | Correlação |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| | CP ₁ | CP ₁ |
| PROD | -0,29 | -0,86 |
| Y ₅₀ CULT | 0,23 | 0,68 |
| AACPDR CULT | 0,27 | 0,82 |
| T ₁₀₀ CULT | -0,32 | -0,93 |
| T ₅₀ CULT | -0,32 | -0,95 |
| Y ₅₀ EXP | 0,30 | 0,89 |
| AACPDR EXP | 0,33 | 0,98 |
| T ₁₀₀ EXP | -0,33 | -0,98 |
| T ₅₀ EXP | -0,33 | -0,98 |
| T _{0,5} EXP | -0,28 | -0,84 |
| <i>r</i> | 0,29 | 0,86 |
| Autovalor | 8,77 | - |
| Explicação (%) | 79,8 | - |

¹ PROD= produtividade (Kg/ha); Y₅₀ CULT= severidade na metade da epidemia para a cultivar; AACPDR CULT= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar; T₁₀₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade; T₅₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade; Y₅₀ EXP= severidade na metade da epidemia para o experimento; AACPDR EXP= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento; T₁₀₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade; T₅₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade; T_{0,5} EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade; *r* = taxa de progresso da doença e Y_{max}= severidade máxima. Como a Y_{max} para todas cultivares foi de 100% de severidade, essa variável não foi utilizada.

Os autovetores foram próximos em módulo, variando de 0,23 a 0,33. Isto mostra que as variáveis foram explicadas de forma semelhante pelo CP₁, o que é confirmado pelos altos valores de correlação das variáveis com o CP₁ (Tabela 4).

Com a estimativa dos escores do CP₁, foi possível obter um *ranking* das cultivares e identificar dentro de cada nível de resistência, quais cultivares foram mais resistentes à requeima. Observou-se que quanto mais negativo foi o valor do escore do CP₁, maior foi o nível da resistência. Por outro lado, quanto mais positivo foi o valor do escore do CP₁, menor foi o nível da resistência (Tabela 5).

Tabela 5. Escores do CP₁ para cada cultivar, média e desvio-padrão para cada nível de resistência à requeima.

| CULTIVARES | ESCORES DO CP₁ | MÉDIA | DESVIO- PADRÃO | NÍVEL DA RESISTÊNCIA |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Ibituaçu (clone IAC 6090) | -10,35 | -10,35 | 0 | RESISTENTE |
| IAPAR Cristina | -5,52 | -4,38 | -1,39 | MODERADAMENTE RESISTENTE |
| Aracy Ruiva | -5,24 | | | |
| Colorado | -4,34 | | | |
| Aracy | -2,44 | | | |
| Voyager | -1,27 | -0,47 | 0,56 | MODERADAMENTE SUSCETÍVEL |
| Catucha | -1,26 | | | |
| BRS Ana | -1,12 | | | |
| BRS Elisa | -1,03 | | | |
| Itararé | -0,80 | | | |
| Caesar | -0,61 | | | |
| Soléia | -0,42 | | | |
| Emeraude | -0,37 | | | |
| Baronesa | -0,21 | | | |
| Baraka | -0,13 | | | |
| Markies | -0,04 | | | |
| Florice | 0,03 | | | |
| Naturella | 0,23 | | | |
| Melody | 0,45 | | | |
| Fontane | 0,61 | 2,32 | 1,01 | SUSCETÍVEL |
| Eole | 1,03 | | | |
| Ágata | 1,31 | | | |
| Opaline | 1,66 | | | |
| Asterix | 1,86 | | | |
| Éden | 1,95 | | | |
| Cupido | 1,98 | | | |
| Gourmandine | 2,27 | | | |
| Monalisa | 2,31 | | | |
| Atlantic | 2,40 | | | |
| Gredine | 2,43 | | | |
| Almera | 2,64 | | | |
| Chipie | 3,71 | | | |
| Canelle | 3,71 | | | |
| Elodie | 3,94 | | | |

Curvas de progresso da requeima relativas a cada nível de resistência estão representadas na Figura 5. Há diferenças entre elas para cada nível de resistência à requeima.

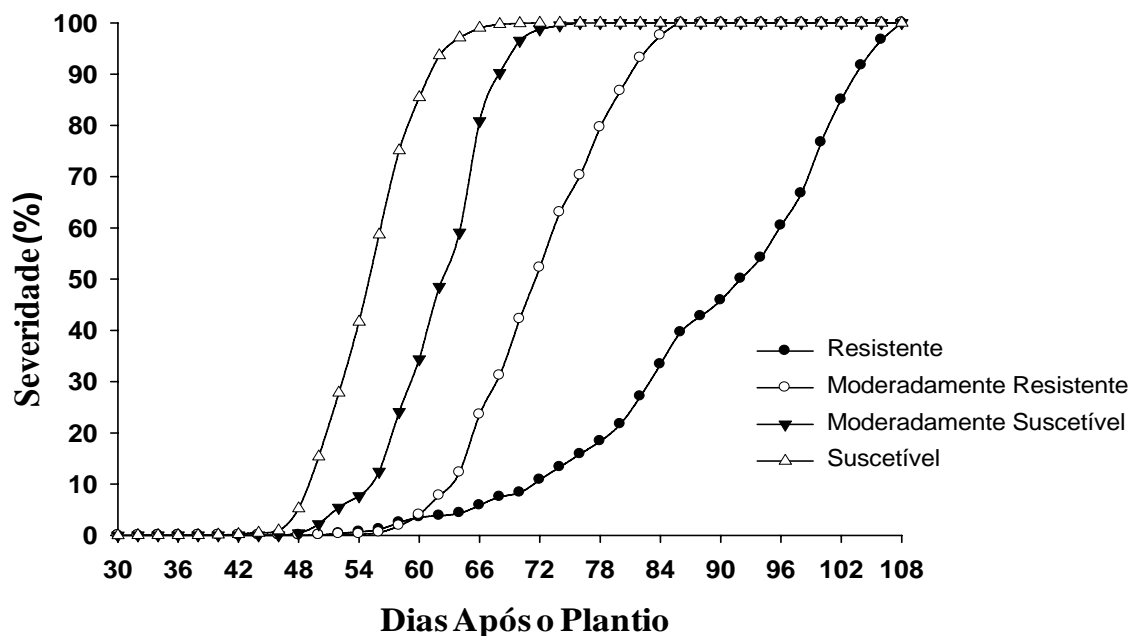


Figura 5- Curvas de progresso de cada nível de resistência à requeima (*Phytophthora infestans*).

De acordo com a Tabela 6, os valores tenderam a crescer quando o nível de resistência à requeima aumentou, para as seguintes variáveis: produtividade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade e tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade. Para as variáveis: severidade na metade da epidemia para a cultivar, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar, severidade na metade da epidemia para o experimento, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento e taxa de progresso da doença, os valores tenderam a decrescer quando o nível de resistência à requeima aumentou.

Na Tabela 7 encontram-se os desvios-padrão para as variáveis epidemiológicas e de produtividade de acordo com cada nível de resistência à requeima.

Tabela 6. Médias das variáveis epidemiológicas e produtividade para cada nível de resistência à requeima.

| Nível da Resistência | Variáveis ¹ | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|------------------|
| | PROD | Y ₅₀ CULT | AACPDR CULT | T ₁₀₀ CULT | T ₅₀ CULT | Y ₅₀ EXP | AACPDR EXP | T ₁₀₀ EXP | T ₅₀ EXP | T _{0,5} EXP | r | Y _{max} |
| R | 37.833,3 | 11,0 | 25,0 | 72,3 | 57,6 | 8,3 | 24,3 | 76,3 | 61,6 | 22,3 | 0,12 | 100,0 |
| MR | 17.595,6 | 7,3 | 27,9 | 44,8 | 33,2 | 42,1 | 47,1 | 53,1 | 41,5 | 25,2 | 0,26 | 100,0 |
| MS | 15.318,6 | 9,8 | 29,4 | 34,0 | 24,5 | 96,5 | 59,9 | 40,9 | 31,3 | 17,8 | 0,37 | 100,0 |
| S | 7.168,3 | 16,3 | 33,0 | 29,3 | 19,9 | 99,8 | 69,0 | 33,6 | 24,1 | 14,2 | 0,46 | 100,0 |

R= resistente; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente suscetível e S= suscetível

¹PROD= produtividade (Kg/ha); Y₅₀ CULT= severidade na metade da epidemia para a cultivar; AACPDR CULT= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar; T₁₀₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade; T₅₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, Y₅₀ EXP= severidade na metade da epidemia para o experimento; AACPDR EXP= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento; T₁₀₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade; T₅₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade, T_{0,5} EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade; r = taxa de progresso da doença e Y_{max}= severidade máxima.

Tabela 7. Desvios-padrão para variáveis epidemiológicas e produtividade para cada nível de resistência à requeima.

| Nível da Resistência | Variáveis ¹ | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|------------------|
| | PROD | Y ₅₀ CULT | AACPDR CULT | T ₁₀₀ CULT | T ₅₀ CULT | Y ₅₀ EXP | AACPDR EXP | T ₁₀₀ EXP | T ₅₀ EXP | T _{0,5} EXP | r | Y _{max} |
| R | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MR | 7.037,2 | 0,5 | 2,9 | 2,7 | 3,3 | 17,6 | 3,9 | 2,5 | 3,3 | 2,5 | 0,04 | 0 |
| MS | 3.225,0 | 2,4 | 1,3 | 2,3 | 1,9 | 4,0 | 3,1 | 2,6 | 2,3 | 1,5 | 0,05 | 0 |
| S | 3.717,2 | 2,7 | 1,9 | 2,7 | 2,0 | 0,4 | 2,9 | 2,5 | 2,4 | 2,8 | 0,06 | 0 |

R= resistente; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente suscetível e S= suscetível

¹PROD= produtividade (Kg/ha); Y₅₀ CULT= severidade na metade da epidemia para a cultivar; AACPDR CULT= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar; T₁₀₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade; T₅₀ CULT= tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, Y₅₀ EXP= severidade na metade da epidemia para o experimento; AACPDR EXP= área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento; T₁₀₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade; T₅₀ EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade, T_{0,5} EXP= tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade; r = taxa de progresso da doença e Y_{max}= severidade máxima.

4.6 Produtividade

A produtividade das cultivares foi influenciada ($P < 0,05$) pelas variáveis: tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade (T_{100} EXP) e severidade na metade da epidemia para o experimento (Y_{50} EXP) como segue: $PROD = -47.908 + 1.095 T_{100} EXP^* + 185 Y_{50} EXP^*$ ($R^2 = 0,77$). * significativos pelo teste t ($P < 0,05$) para: $30,3 \leq T_{100} EXP \leq 76,3$; $8,3 \leq Y_{50} EXP \leq 100$. A variável, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade (T_{100} EXP) foi a variável que mais influenciou a produtividade, devido à maior magnitude do seu coeficiente.

4.7 Proposta para classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima

De acordo as estimativas das correlações entre as variáveis respostas presentes na Tabela 3, correlações acima de 0,92 foram verificadas entre as variáveis: tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 100% de severidade, tempo em dias do primeiro sintoma na cultivar até 50% de severidade, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para o experimento, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade e tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 50% de severidade. Portanto, para a proposta de classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima foi utilizada apenas uma das cinco variáveis acima, devido ao fato delas serem altamente correlacionadas. Foi utilizada a variável tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade por ser a variável que possui maiores valores de correlações ($> 0,96$) entre as cinco variáveis acima. A variável severidade máxima não será utilizada por apresentar o mesmo valor (100%) para todas cultivares.

As variáveis produtividade, severidade na metade da epidemia para a cultivar, área abaixo da curva de progresso da doença relativa para a cultivar, severidade na metade da epidemia para o experimento, tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 0,5% de severidade e taxa de progresso da doença, as quais apresentaram menores valores de correlação entre as variáveis, juntamente com a variável tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade foram as variáveis escolhidas para propor a classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima. Com isso, quando for determinar o nível de resistência à

requeima de outra cultivar será necessário obter os valores das sete variáveis respostas descritas acima.

Na Tabela 8, está presente o nível de resistência das cultivares definidos pela análise de agrupamento, o escore do CP₁ obtido pelas sete variáveis selecionadas, o valor padronizado obtido pela soma dos escores de cada cultivar por 6,54 (maior escore negativo), e a percentagem do valor padronizado das cultivares em relação ao valor padronizado da cultivar com o maior escore positivo (Elodie). O clone IAC 6090 (Ibituaçu) foi considerado o padrão de resistência e a cultivar Elodie o padrão de suscetibilidade.

Na Tabela 9, está representado as faixas das percentagens do valor padronizado para cultivares em relação ao valor padronizado da cultivar Elodie para cada nível de resistência à requeima, baseados nos valores de percentagem contidos na Tabela 8. Portanto, para a determinação do nível de resistência à requeima de outras cultivares que não as presentes neste trabalho, será necessário avaliar as sete variáveis selecionadas e estar presente no estudo o clone IAC 6090 (Ibituaçu) e a cultivar Elodie. Com a obtenção da percentagem do valor padronizado da determinada cultivar em relação ao valor padronizado da cultivar Elodie, basta verificar em qual faixa o determinado valor se enquadra para a obtenção do nível de resistência à requeima da determinada cultivar.

Esta proposta de classificação de outras cultivares quanto ao nível de resistência à requeima deverá passar por um processo de validação, onde experimentos deverão ser realizados utilizando cultivares que não foram usadas neste trabalho, com a utilização do clone IAC 6090 (Ibituaçu) e a cultivar Elodie, para determinação dos seus níveis de resistência à requeima.

Tabela 8. Nível de resistência das cultivares, escores do CP₁ para cada cultivar, valor padronizado e percentagem do valor padronizado das cultivares em relação ao valor padronizado da cultivar Elodie.

| CULTIVARES | NÍVEL DA RESISTÊNCIA | ESCORE DO CP ₁ | VALOR PADRONIZADO | PERCENTAGEM |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|-------------|
| Ibituaçu (clone IAC 6090) | R | -6,54 | 0,00 | 0,00 |
| IAPAR Cristina | MR | -4,40 | 2,14 | 21,08 |
| Aracy Ruiva | | -4,34 | 2,20 | 21,67 |
| Colorado | | -3,71 | 2,83 | 27,83 |
| Aracy | | -1,81 | 4,73 | 46,54 |
| Voyager | MS | -1,30 | 5,24 | 51,52 |
| Catucha | | -1,28 | 5,26 | 51,70 |
| BRS Elisa | | -1,01 | 5,53 | 54,35 |
| Caesar | | -0,80 | 5,75 | 56,50 |
| BRS Ana | | -0,76 | 5,78 | 56,87 |
| Itararé | | -0,55 | 5,99 | 58,90 |
| Soléia | | -0,55 | 5,99 | 58,92 |
| Baraka | | -0,46 | 6,08 | 59,77 |
| Baronesa | | -0,44 | 6,10 | 60,01 |
| Emeraude | | -0,28 | 6,26 | 61,53 |
| Naturella | | -0,20 | 6,35 | 62,39 |
| Florice | | 0,00 | 6,54 | 64,32 |
| Markies | | 0,01 | 6,56 | 64,46 |
| Melody | | 0,03 | 6,58 | 64,65 |
| Fontane | S | 0,70 | 7,25 | 71,24 |
| Eole | | 0,70 | 7,25 | 71,25 |
| Ágata | | 0,79 | 7,33 | 72,05 |
| Asterix | | 1,27 | 7,81 | 76,82 |
| Opaline | | 1,35 | 7,89 | 77,59 |
| Cupido | | 1,43 | 7,97 | 78,39 |
| Éden | | 1,59 | 8,13 | 79,96 |
| Monalisa | | 1,73 | 8,27 | 81,29 |
| Atlantic | | 1,91 | 8,45 | 83,10 |
| Gourmandine | | 1,95 | 8,49 | 83,47 |
| Almera | | 2,31 | 8,85 | 87,02 |
| Chipie | | 2,73 | 9,27 | 91,12 |
| Gredine | | 2,95 | 9,50 | 93,37 |
| Canelle | | 3,36 | 9,90 | 97,34 |
| Elodie | | 3,63 | 10,17 | 100,00 |

R= Resistente MR= Moderadamente resistente MS= Moderadamente suscetível S= Suscetível

Tabela 9. Faixa de percentagem do valor padronizado para cultivares em relação ao valor padronizado da cultivar Elodie para cada nível de resistência à requeima.

| NÍVEL DE RESISTÊNCIA¹ | FAIXA² |
|---|--------------------------|
| R | 0 - 9,9 |
| MR | 10- 49,9 |
| MS | 50- 69,9 |
| S | >70 |

¹R= Resistente MR= Moderadamente resistente MS= Moderadamente suscetível S= Suscetível

²Faixa de percentagem do valor padronizado para cultivares em relação ao valor padronizado da cultivar Elodie.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo, a maioria das cultivares plantadas no Brasil foram suscetíveis à requeima. O mesmo comportamento foi observado na Europa Ocidental (Colon *et al.*, 1995) e na América do Norte (Platt & Tai, 1998), onde grande parte das cultivares também se comportaram como suscetíveis.

Como nenhuma cultivar foi imune (ausência de doença) à requeima, ocorrerá a doença sempre que as condições climáticas do local estiverem favoráveis, concomitantemente com a presença do patógeno. A intensidade da doença dependerá do nível de resistência de cada cultivar. O clone IAC 6090 (Ibituaçu) apresentou o mais alto nível de resistência à requeima e produziu 38 t.ha⁻¹, sem nenhuma aplicação de fungicida. Resultados similares foram obtidos com as cultivares Norteña e Rosita, as quais produziram de 20 a 30 t.ha⁻¹, cultivares estas que foram desenvolvidas pelo Programa Nacional de Melhoramento do México (Flores-Gutiérrez & Cadena-Hinojosa, 1996).

A resistência à requeima das cultivares de batata pode ser estável ou instável. Caso a instabilidade da resistência for detectada, esta pode ser devido ao ambiente, população do patógeno ou a combinação de ambos (Forbes *et al.*, 2005). Em ensaios realizados em diversas localidades dos EUA, utilizando vários genótipos de batateira, foram encontrados materiais resistentes à requeima que apresentaram estabilidade da resistência, mas alguns clones de resistência moderada foram pouco estáveis (Haynes *et al.*, 1998; Haynes *et al.*, 2002). A cultivar Alpha foi mais resistente no estado de Nova Iorque (EUA) do que no Vale de Toluca (México), e três outros genótipos se comportaram de forma similar nas duas localidades (Parker *et al.*, 1992). A cultivar Atzimba apresentou nível moderado de resistência à requeima no México e, na Costa Rica, foi considerada suscetível (Forbes *et al.*, 2005). Diante disto, o nível de resistência das cultivares de batata pode variar de um local para o outro. Sendo assim, a classificação das cultivares avaliadas no presente estudo quanto ao nível de resistência à requeima foi representativa para a Região de elevadas altitudes do Sul de Minas Gerais, e para se ter uma classificação mais abrangente destas cultivares quanto ao nível de resistência, estudos em outras regiões deverão ser realizados para verificar a estabilidade da resistência das cultivares à requeima.

A ocorrência no experimento do grupo de compatibilidade A2 de *P. infestans* nas plantas da batateira, condiz com os relatos da literatura. O primeiro relato da

ocorrência de isolados de *P. infestans* no Brasil pertencentes ao grupo compatibilidade A2 foi em 1986 (Brommonschenkel, 1988). Em levantamento feito no Brasil, de 184 isolados coletados de batateira, 82% foram do grupo de compatibilidade A2 (Reis *et al.*, 2003). Isolados deste grupo de compatibilidade são mais agressivos à batateira do que ao tomateiro, mostrando a especificidade por hospedeiro (Suassuna *et al.*, 2004).

Os resultados obtidos nesse experimento são coerentes com os da literatura, no que diz respeito à importância das condições climáticas para o desenvolvimento da epidemia da requeima. A temperatura média durante a epidemia favoreceu a ocorrência da germinação indireta dos esporângios. Portanto, houve um aumento no potencial de *P. infestans* causar a infecção, e conseqüentemente, a epidemia da doença foi mais severa. A umidade relativa de 85,5% também favoreceu a epidemia da doença. Em trabalho realizado na mesma época que esse experimento (inverno), verificou-se que a umidade relativa em torno de 80% foi suficiente para gerar molhamento foliar (Costa *et al.*, 2002), pois há tendência à formação inicial de orvalho com umidade relativa mais baixa no inverno comparado ao verão (Jones, 1986). Com isso, pode-se concluir que houve molhamento foliar suficiente para o desenvolvimento de epidemia da requeima no presente trabalho. As condições climáticas favoráveis à requeima, associadas ao isolado mais agressivo à batateira, explicou o rápido desenvolvimento da doença observado no campo.

As variáveis respostas utilizadas neste estudo foram usadas em outros estudos. Dentre estas variáveis, as que são mais utilizadas em trabalhos de resistência da batateira à requeima são: área abaixo da curva de progresso da doença (Fry, 1978; Grünwald *et al.*, 2000; Ojiambo *et al.*, 2000; Flier *et al.*, 2003; Haynes & Weingartner, 2004; Porter *et al.*, 2004; Forbes *et al.*, 2005; Hansen *et al.*, 2005; Cadena-Hinojosa *et al.*, 2007; Gabriel *et al.*, 2007; Kumar *et al.*, 2007), taxa de progresso da doença (Fry, 1978; Ojiambo *et al.*, 2000), severidade máxima (Fry, 1978; Cadena-Hinojosa *et al.*, 2007), produtividade (Cadena-Hinojosa *et al.*, 2007) e número de dias de epidemia (Hansen *et al.*, 2005). Nestes trabalhos, as variáveis, muitas vezes, foram utilizadas separadamente. Já no presente trabalho, todas elas foram analisadas simultaneamente, para obter uma interpretação mais globalizada e simplificada.

Na análise de agrupamento existe uma grande quantidade de técnicas hierárquicas aglomerativas, cujas diferenças ocorrem devido à forma de definir a proximidade entre os indivíduos dentro do grupo contendo vários indivíduos ou entre grupos de indivíduos (Liberato *et al.*, 1995). Com isso, não existe técnica hierárquica

aglomerativa melhor do que a outra. O pesquisador é quem define qual é a mais adequada ao seu trabalho, uma vez que diferentes técnicas hierárquicas aglomerativas podem levar a diferentes padrões de agrupamento (Manly, 1986; Cruz, 1990). Portanto, neste trabalho a técnica hierárquica aglomerativa da ligação completa foi a que melhor se adequou aos dados obtidos no experimento.

Um problema comum na análise de agrupamento, relativo às diferentes técnicas hierárquicas aglomerativas, é a dificuldade de decidir quanto ao número de grupos formados. Não há critério definitivo para se determinar o melhor número de grupos (Liberato *et al.*, 1995). Portanto, foram definidos quatro grupos de acordo com as diferenças visuais quanto à resistência da batateira à requeima durante o experimento. Após definido o número de grupos e os tratamentos que o compõem, a utilização da análise discriminante, permitiu verificar a adequação da partição obtida por meio dos grupos (Hansen & Hamm, 1983).

Dentre as variáveis respostas utilizadas para prever a produtividade, o tempo em dias do primeiro sintoma no experimento até 100% de severidade (T_{100} EXP) foi a mais importante. Esta variável foi a que apresentou a maior correlação com a produtividade. Teoricamente, quanto maior o T_{100} EXP, maior será o tempo que a planta permanece no campo mantendo área foliar sadia, e conseqüentemente, maior serão: a produção de fotoassimilados ao longo do tempo, a quantidade de fotoassimilados translocados para os tubérculos, o tempo para o enchimento dos tubérculos. Portanto, maior será a produtividade. Entretanto, esta relação não foi verificada para todas as cultivares, onde pôde-se observar algumas cultivares com menores valores de T_{100} EXP que outras, apresentando maior produtividade, ou vice-versa. Isto pode ser explicado por dois fatos: a) as cultivares não possuem entre elas a mesma duração do ciclo. Por exemplo, a cultivar Aracy (ciclo tardio) foi moderadamente resistente à requeima e a produtividade foi inferior a Melody (ciclo meio precoce), a qual foi classificada como moderadamente suscetível. Portanto, a cultivar Melody por ser mais precoce, começa o processo de tuberização antes ao da cultivar Aracy. Pode ser que o tempo desde que as plantas da cultivar Melody começaram a tuberizar até completar os 100% de severidade da requeima seja maior do que na cultivar Aracy, o que justificou a maior produtividade da cultivar Melody. Estas duas cultivares possuem o mesmo potencial produtivo (Carmo, 2009 - comunicação pessoal). b) as cultivares não possuem entre elas o mesmo potencial produtivo. Por exemplo, as cultivares Gredine e Canelle foram classificadas como suscetíveis à requeima e o valor do T_{100} EXP para elas foi de 31 dias. Estas

cultivares são de ciclo meio precoce. Portanto, nas mesmas condições observadas, a produtividade da cultivar Gredine foi maior que a da cultivar Canelle.

As cultivares que apresentaram os maiores níveis de resistência à requeima (resistente e moderadamente resistentes) são de ciclo meio tardio a tardio. Na maioria das cultivares, que foram classificadas como moderadamente suscetíveis e suscetíveis, têm ciclo precoce a médio. Esta relação entre resistência e ciclo já é bem descrita (Toxopeus, 1958). Raramente se encontram cultivares tardios muito suscetíveis à requeima, enquanto que cultivares precoces com alto nível de resistência não ocorre. O mecanismo para explicar esta relação não é bem conhecido, podendo ser genético ou fisiológico (Toxopeus, 1958).

A aspereza da película não tem influência para o mercado de batata processada. Entretanto, é muito importante no mercado *in natura*, onde o consumidor tem preferência por batatas de película lisa (Carmo *et al.*, 2008). O clone IAC 6090 (Ibituaçu), classificado como resistente à requeima, possui película lisa. Sendo assim, quando este clone tornar-se uma cultivar, além de apresentar todas as vantagens de se utilizar uma cultivar resistente, poderá ser usada para o mercado de batata *in natura*. As cultivares Aracy, Aracy Ruiva, Colorado e IAPAR Cristina, classificadas como moderadamente resistente à requeima, possuem película áspera. Portanto, estas cultivares terão difícil aceitação no mercado de batata *in natura*, sendo assim deverão ser direcionadas ou para o mercado de batata processada (caso o teor de matéria seca seja adequado a essa finalidade) ou para o mercado de orgânico. Isto porque os consumidores de batata orgânica são mais esclarecidos de que a aspereza de película não influencia na qualidade da batata, mas afeta apenas o aspecto visual. Dentre as 29 cultivares que foram classificadas como moderadamente suscetíveis e suscetíveis, apenas 5 cultivares não apresentaram película lisa.

Geralmente, cultivares mais resistentes à requeima possuem pele mais áspera e as mais suscetíveis pele lisa. Isto possivelmente ocorre, devido ao fato de que quando se direciona o melhoramento para buscar cultivares de batateira com melhores características para o mercado, como: melhor produtividade, batatas com película mais clara e lisa, batatas com olho raso, etc., pode ocorrer a perda de genes que conferem resistência a doenças, e com isso, as cultivares passam a apresentar um menor nível de resistência a doenças. Por exemplo, as cultivares Ágata, Asterix, Cupido e Monalisa; as quais tem sido amplamente cultivadas por apresentar características adequadas ao mercado, foram classificadas como suscetíveis à requeima.

Cabe ao produtor avaliar cada característica das cultivares disponíveis para o plantio, para que ele faça a escolha da melhor cultivar a ser plantada. Com a determinação dos níveis de resistência à requeima das principais cultivares de batata plantadas no Brasil, o produtor terá mais informações para determinar a cultivar mais adequada ao seu objetivo. A característica da resistência à requeima é importante, dado que dentro o custo total de produção de batata, estima-se que 20% é relativo ao controle da requeima com pulverizações de fungicida, medida de controle mais adotada (Mizubuti, 2001). Portanto, com a utilização das cultivares mais resistentes à requeima, será possível reduzir estes custos, além de diminuir os problemas causados pela aplicação de fungicidas, aumentando a competitividade dos produtores no mercado, e garantindo maior sustentabilidade de toda a cadeia produtiva da batata.

6. CONCLUSÕES

- As cultivares de batateira mais plantadas no Brasil apresentam diferentes níveis de resistência à requeima;
- A percentagens de cultivares resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente suscetíveis e suscetíveis à requeima foram de 2,9%; 11,8%; 41,2% e 44,1%, respectivamente;
- O clone IAC 6090 (Ibituaçu) foi quem apresentou maior nível de resistência à requeima;
- As cultivares mais resistentes (resistentes e moderadamente resistentes) são de ciclo mais tardio, enquanto que a maioria das cultivares mais suscetíveis (moderadamente suscetível e suscetível) são mais precoces;
- Geralmente, cultivares mais resistentes à requeima possuem pele mais áspera, enquanto que as mais suscetíveis possuem pele lisa.
- O nível de resistência à requeima e a duração do ciclo da batata influenciaram a produtividade;

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. Plant Pathology, 5ª Edição. Elsevier Academic Press. 922p. 2005.
- ANDERSON, J.B. & KOHN, L.M. Clonality in soilborne, plant-pathogenic fungi. Annual Review of Phytopathology 33:369-391. 1995.
- ANDRIVON, D. The origin of *Phytophthora infestans* populations present in Europe in the 1840s: a critical review of historical and scientific evidence. Plant Pathology 45:1027-1035. 1996.
- AYLOR, D.E., FRY, W.E., MAYTON, H. & ANDRADE PIEDRA, J.L. Quantifying the rate of release and escape of *Phytophthora infestans* sporangia from a potato canopy. Phytopathology 91:1189-1196. 2001.
- BLACK, W., MASTENBROEK, C., MILLS, W.R. & PETERSON, L.C. A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. Euphytica 2:173-240. 1953.
- BROMMONSCHENKEL, S.H. Patogenicidade, compatibilidade, citogenética e padrões isoenzimáticos de isolados de *Phytophthora infestans* (Mont.) DeBary no Brasil. Tese de mestrado, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1988.
- CADENA-HINOJOSA, M.A., DÍAZ-VALASIS, M., GUZMÁN-PLAZOLA, R.A., FERNÁNDEZ-PAVÍA, S. & GRÜNWARD, N.J. Late Blight Resistance of Five Mexican Potato Cultivars in the Eastern Sierra of the State of Mexico. American Journal of Potato Research 84:385-392. 2007.
- CAMARGO, L.E.A. & BERGAMIN FILHO, A. Controle Genético. pp.729-760 In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H. & AMORIM, L. (Eds.) Manual de Fitopatologia - Princípios e Conceitos. São Paulo: 1995.
- CARLISLE, D.J., COOKE, L.R., WATSON, S. & BROWN, A.E. Foliar aggressiveness of Northern Ireland isolates of *Phytophthora infestans* on detached leaflets of three potato cultivars. Plant Pathology 51:424-434. 2002.
- CARMO, E.L., PÁDUA, J.G., MOTA, R.V., DUARTE, H.S.S., DUARTE FILHO, J. & DIAS, J.P.T. Aptidão culinária de cultivares de batata sob diferentes condições ambientais de Minas Gerais. pp. 1-5 In: Produção Integrada no Brasil, Ouro Preto-MG (Resumos). 2008.
- CATEN, C.E. & JINKS, J.L. Spontaneous variability of single isolates of *Phytophthora infestans* I. Cultural variation. Canadian Journal of botany 46:329-348. 1968.
- CIP Enhancing the Global Late Blight Network. Global Initiative on Late Blight. Peru: Centro Internacional de la Papa. 1996.

- COLON, L.T., TURKENSTEEN, L.J., PRUMMEL, W., BUDDING, D.J. & HOOGENDOORN, J. Durable resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in old potato cultivars. *European Journal of Plant Pathology* 101:387–397. 1995.
- COSTA, R.V., ZAMBOLIM, L., DO VALE, F.X.R. & MIZUBUTI, E.S.G. Previsão da queima da batateira. *Fitopatologia Brasileira* 27:349-354. 2002.
- CROSIER, W. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Cornell University Agricultural Experiment Station Memoir 155. 40p. 1934.
- CRUZ, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba. 1990.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. & CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Editora UFV. 480p. 2004.
- DE BARY, A. Researches into the nature of the potato fungus, *Phytophthora infestans*. *Journal of the Royal Agricultural Society of England* 12:239-269. 1876.
- DE SOUZA, J.A.C. & IAMAUTI, M.T. Doenças da batateira. pp.119-149 In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A. & CAMARGO, L.E.A. (Eds.) *Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo: 2005.
- DRENTH, A., JANSSEN, E.M. & GOVERS, F. Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. *Plant Pathology* 44:86-94. 1995.
- ERWIN, D.C. & RIBEIRO, O.K. *Phytophthora Diseases Worldwide*. Saint Paul, MN: 562p. 1996.
- FAO. Food and Agriculture Organization. Disponível em <http://faostat.fao.org>. Acesso em 28 de dezembro de 2008.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3ª Edição. Viçosa: 421p. 2008.
- FLIER, W.G. & TURKENSTEEN, L.J. Foliar aggressiveness of *Phytophthora infestans* in three potato growing regions in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology* 105:381-388. 1999.
- FLIER, W.G., TURKENSTEEN, L.J., VAN DEN BOSCH, G.B.M., VEREIJKEN, P.F.G. & MULDER, A. Differential interaction of *Phytophthora infestans* on tubers of potato cultivars with different of blight resistance. *Plant Pathology* 50:292-301. 2001.
- FLIER, W.G., VAN DEN BOSCH, G.B.M. & TURKENSTEEN, L.J. Stability of partial resistance in potato cultivars exposed to aggressive strains of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* 52:326–337. 2003.

- FLORES-GUTIÉRREZ, F.X. & CADENA-HINOJOSA, M.A. Evaluation of horizontal resistance and effects of R-genes in ten Mexican cultivars against potato late blight (*Phytophthora infestans*) under natural conditions in the central plateau of Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología* 102:97-102. 1996.
- FOHNER, G.R., FRY, W.E. & WHITE, G.B. Computer simulation raises question about timing protecting fungicide application frequency according to potato late blight forecast. *Phytopathology* 74:1145-1147. 1984.
- FONTES, P.C.R. Batata. pp.179 In: RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V, V.H. (Eds.) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: 1999.
- FORBES, G.A., CHACÓN, M.G., KIRK, H.G., HUARTE, M.A., VAN DAMME, M., DISTEL, S., MACKAY, G.R., STEWART, H.E., LOWE, R., DUNCAN, J.M., MAYTON, H.S., FRY, W.E., ANDRIVON, D., ELLISSÈCHE, D., PELLÉ, R., PLATT, H.W., MACKENZIE, G., TARN, T.R., COLON, L.T., BUDDING, D.J., LOZOYA-SALDAÑA, H., HERNANDEZ-VILCHIS, A. & CAPEZIO, S. Stability of resistance to *Phytophthora infestans* in potato: an international evaluation. *Plant Pathology* 54:364-372. 2005.
- FRY, W.E. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 68:1650-1655. 1978.
- FRY, W.E. *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. *Molecular plant pathology* 9:385-402. 2008.
- FRY, W.E., APPLE, A.E. & BRUHN, J.A. Evaluation of potato late blight forecast modified to incorporation host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73:1054-1059. 1983.
- GABRIEL, J., COCA, A., PLATA, G. & PARLEVLIET, J.E. Characterization of the resistance to *Phytophthora infestans* in local potato cultivars in Bolivia. *Euphytica* 153:321-328. 2007.
- GALLEGLY, M.E. & GALINDO, J. Mating types and oospores of *Phytophthora infestans* in nature in Mexico. *Phytopathology* 48:274-277. 1958.
- GARRETT, K.A., NELSON, R.J., MUNDT, C.C., CHACÓN, G., JARAMILLO, R.E. & FORBES, G.A. The effects of host diversity and other management components on epidemics of potato late blight in the humid highland tropics. *Phytopathology* 91:993-1000. 2001.
- GÓMEZ-ALPIZAR, L., CARBONE, I. & RISTAINO, J.B. An Andean origin of *Phytophthora infestans* inferred from mitochondrial and nuclear gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104:3306-3311. 2007.
- GOODWIN, S.B. The population genetics of *Phytophthora*. *Phytopathology* 87:462-473. 1997.

- GOODWIN, S.B., COHEN, B.A. & FRY, W.E. Panglobal distribution of a single clonal lineage of the Irish potato famine fungus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91:11591-11595. 1994.
- GRÜNWARD, N.J. & FLIER, W.G. The biology of *Phytophthora infestans* at its center of origin. *Annual Review of Phytopathology* 43:171–190. 2005.
- GRÜNWARD, N.J., ROMERO MONTES, G., LOZOYA SALDAÑA, H., RUBIO COVARRUBIAS, O.A. & FRY, W.E. Potato late blight management in the Toluca valley: Field validation of SimCast modified for cultivars with high field resistance. *Plant Disease* 86:1163-1168. 2002.
- GRÜNWARD, N.J., RUBIO-COVARRUBIAS, O.A. & FRY, W.E. Potato late-blight management in the Toluca Valley: Forecasts and resistant cultivars. *Plant Disease* 84:410-416. 2000.
- HANSEN, E.M. & HAMM, P.B. Morphological differentiation of host-specialized groups of *Phytophthora megasperma*. *Phytopathology* 73:129-134. 1983.
- HANSEN, J.G., KOPPEL, M.B., VALSKYTE, A.C., TURKA, I.D. & KAPSA, J. Evaluation of foliar resistance in potato to *Phytophthora infestans* based on an international field trial network. *Plant Pathology* 54:169–179. 2005.
- HARRISON, J.G. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage -a review *Plant Pathology* 41:384-416. 1992.
- HARRISON, J.G., BARKER, H., LOWE, R. & RESS, E.A. Estimation of amounts of *Phytophthora infestans* mycelium in leaf tissues by enzyme-linked immunosorbent assay. *Plant Pathology* 39:274-277. 1990.
- HAYNES, K.G., CHRIST, B.J., WEINGARTNER, D.P., DOUCHES, D.S., THILL, C.A., SECOR, G., FRY, W.E. & LAMBERT, D.H. Foliar resistance to late blight in potato clones evaluated in national trials in 1997. *American Journal of Potato Research* 79:451–457. 2002.
- HAYNES, K.G., LAMBERT, D.H., CHRIST, B.J., WEINGARTNER, D.P., DOUCHES, D.S., BACKLUND, J.E., SECOR, G., FRY, W.E. & STEVENSON, W. Phenotypic stability of resistance to late blight in potato clones evaluated at eight sites in the United States. *American Journal of Potato Research* 75:211–217.1998.
- HAYNES, K.G. & WEINGARTNER, D.P. The use of area under the disease progress curve to assess resistance to late blight in potato germplasm. *American Journal of Potato Research* 81:137-141. 2004.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_2008_05_6.shtm. Acesso em 28 de dezembro de 2008: 2008.

- INGLIS, D.A., JOHNSON, D.A., LEGARD, D.E., FRY, W.E. & HAMM, P.B. Relative resistances of potato clones in response to new and old populations of *Phytophthora infestans*. *Plant Disease* 80:575–578. 1996.
- JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant disease, their preparation and usage. *Canadian Plant Disease Survey* 51:39-65. 1971.
- JOHNSON, R. A critical analysis of durable resistance. *Annual Review of Phytopathology* 22:309-330. 1984.
- JOHNSON, R.A. & WICHERN, D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis* (4ª edição). 816p. 1998.
- JONES, A.L. Role of wet periods in predicting foliar disease. pp.87-89 In: LEONARD, K.J. & FRY, W.E. (Eds.) *Plant disease epidemiology: population dynamics and management*. New York: MacMillan Publishing Company. 1986.
- KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 23:187-200. 1958.
- KÖLER, W. Chemical approaches to managing plant pathogens. pp.337-376 In: RUBERSON, J.R. (Ed.) *Handbook of pest management*. New York: Marcel Dekker Inc. 1998.
- KUHL, J.C., HANNEMAN JR., R.E. & HAVEY, M.J. Characterization and mapping of Rpi1, a late-blight resistance locus from diploid (1EBN) Mexican *Solanum pinnatisectum*. *Molecular Genetics and Genomics* 265:977-985. 2001.
- KUMAR, R., KANG, G.S. & PANDEY, S.K. Inheritance of resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in potato. *Euphytica* 155:183-191. 2007.
- LANDEO, J.A., GASTELO, M., RONCAL, E. & MENDOZA, A. Phenotypic stability for horizontal resistance to potato late blight in population B. *American Journal of Potato Research* 77:2000.
- LIBERATO, J.R., CRUZ, C.D., VALE, F.X.R.D. & ZAMBOLIM, L. Técnicas estatísticas de análise multivariada aplicada a fitopatologia. I. Análise de componetes principais, análise canônica e "cluster análise". pp.227-281 In: LUZ, W.C. (Ed.) *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. 1995.
- LIMA, M.A., MAFFIA, L.A., BARRETO, R.W. & MIZUBUTI, E.S.G. *Phytophthora infestans* in a subtropical region: survival on tomato debris, temporal dynamics of airborne sporangia and alternative hosts. *Plant Pathology* 58:87–99. 2009.
- LORENA, B.A. Cultura da Batata. *Boletim da Agricultura* 14:634-640. 1913.
- MADDEN, L.V., HUGHES, G. & BOSH, F.V.D. *The Study of Plant Disease Epidemics* 421p. 2007.

- MALCOLMSON, J.F. & BLACK, W. New R genes in *Solanum demissum* Lindl. & their complementary races of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Euphytica* 15:199–203. 1966.
- MANLY, B.F.J. *Multivariate statistical methods: A primer*. London: Chapman and Hall. 159p. 1986.
- MAYTON, H., SMART, C.D., MORAVEC, B., MIZUBUTI, E.S.G., MULDOON, A.E. & FRY, W.E. Oospore survival and pathogenicity of single oospore recombinant progeny from a cross involving US-17 and US-8 genotypes of *Phytophthora infestans*. *Plant Disease* 84:1190-1196. 2000.
- MCDONALD, B.A. & LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annual Review of Phytopathology* 40:349-379. 2002.
- MELHUS, I.E. Germination and infection with the fungus of the late blight of potato (*Phytophthora infestans*). *Agricultural Experiment Station of the University of Wisconsin Research Bulletin*. 37:1-64. 1915.
- MINGOTI, S.A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada-uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: 295p. 2005.
- MIZUBUTI, E.S.G. Requeima ou mela da batata e do tomate. pp.100-174 In: LUZ, E.D.N., SANTOS, A.F., MATSUOKA, K. & BEZERRA, J.L. (Eds.) *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas: Livraria Editora Rural. 2001.
- MIZUBUTI, E.S.G., AYLOR, D.E. & FRY, W.E. Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. *Phytopathology* 90:78-84. 2000.
- MIZUBUTI, E.S.G. & FRY, W.E. Potato Late Blight. pp.445-471 In: COOKE, B.M., JONES, D.G. & KAYE, B. (Eds.) *The epidemiology of plant disease*. Dordrecht:Springer: 2006.
- MÜLLER, K.O. & BLACK, W. Potato breeding for resistance to late blight and virus diseases during the last hundred years. *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung* 31:305–318. 1952.
- NAZARENO, N.R.X., SCOTTI, C.A., MAFIOLETT, R.L. & BOSCHETTO, N. Controle da requeima da batata através do monitoramento de variáveis climáticas. *Fitopatologia Brasileira* 24:170-174. 1999.
- OJIAMBO, P.S., NYANAPAH, J.O., LUNG'AHU, C., KARINGA, J.K. & KIDANEMARIAM, H.M. Comparing different epidemiological models in field evaluations of selected genotypes from *Solanum tuberosum* CIP population A for resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary in Kenya. *Euphytica* 111:211–218. 2000.
- PÁDUA, J.G., MESQUITA, H.A., PAULA, M.B., CARVALHO, V.L., REIS, P.R. & ALCÂNTRA, E.N. Batata (*Solanum tuberosum* L.). pp.125-136 In: PAULA

- JÚNIOR, T.J. & VENZON, M. (Eds.) 101 Culturas-Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG. 2007.
- PARK, T.-H., GROS, J., SIKKEMA, A., VLEESHOUWERS, V.G.A.A., MUSKENS, M., ALLEFS, S., JACOBSEN, E., VISSER, R.G.F. & VAN DER VOSSEN, E.A.G. The late blight resistance locus Rpi-blb3 from *Solanum bulbocastanum* belongs to a major late blight R gene cluster on chromosome 4 of potato. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 18:722-729. 2005.
- PARKER, J.M., THURSTON, H.D., VILLAREAL-GONZALEZ, M.J. & FRY, W.E. Stability of disease expression in the potato late blight pathosystem: a preliminary field study. *American Potato Journal* 69:635-644. 1992.
- PEREIRA, A.S. Composição química, valor nutricional e industrialização. pp.12-28 In: REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.) *Produção de Batata*. Brasília: Linha Gráfica. 1987.
- PEREIRA, A.S. & DANIELS, J. O cultivo da batata na região sul do Brasil. Brasília-DF: EMBRAPA Clima Temperado. 567p. 2003.
- PETERS, R.D., PLATT, H.W., HALL, R. & MEDINA, M. Variation in aggressiveness of Canadian isolates of *Phytophthora infestans* as indicated by their relative abilities to cause potato tuber rot. *Plant Disease* 83:652-661. 1999.
- PLATT, H.W. & TAI, G. Relationship between resistance to late blight in potato foliage and tubers of cultivars and breeding selections with different resistance levels. *American Journal of Potato Research* 75:173-178. 1998.
- PORTER, L.D., INGLIS, D.A. & JOHNSON, D.A. Identification and characterization of resistance to *Phytophthora infestans* in leaves, stems, flowers, and tubers of potato clones in the Pacific Northwest. *Plant Disease* 88:965-972. 2004.
- REIS, A., RIBEIRO, F.H.S. & MIZUBUTI, E.S.G. Caracterização de isolados de *Phytophthora infestans* do Distrito Federal e de Goiás. *Fitopatologia Brasileira* 31:270-276. 2006.
- REIS, A., SMART, C.D., FRY, W.E., MAFFIA, L.A. & MIZUBUTI, E.S.G. Characterization of isolates of *Phytophthora infestans* from southern and southeastern Brazil from 1998 to 2000. *Plant Disease* 87:896-900 2003.
- REIS, A., SUASSUNA, N.D., ALFENAS, A.C. & MIZUBUTI, E.S.G. Monitoramento da população de *Phytophthora infestans* na região da zona da mata de Minas Gerais de 1998 a 2000. *Fitopatologia Brasileira* 27:614-620. 2002.
- REIS, E.M., MEDEIROS, C.A., CASA, R.T. & MENDES, C. Previsão de doenças de plantas: sistemas para a requeima e para a pinta preta da batateira. *Summa Phytopathologica* 25:60-65. 1999.
- SANCHEZ, G.M., SMART, C.D., SINKO, I., BONIERBALE, M., EWING, E.E., MAY, G., GREENLAND, A. & FRY, W.E. Identification of two new R-genes to *Phytophthora infestans* from *Solanum berthaultii*. *Phytopathology* 90:S68. 2000.

- SHANER, G. & FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67:1051-1056. 1977.
- SMART, C.D., MAYTON, H., MIZUBUTI, E.S.G., WILLMANN, M.R. & FRY, W.E. Environmental and genetic factors influencing self-fertility in *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 90:987-994. 2000.
- STRÖMBERG, A., PERSSON, L. & WIKSTRÖM, M. Infection of potatoes by oospores of *Phytophthora infestans* in soil. *Plant Disease* 83:876. 1999.
- SUASSUNA, N.D., MAFFIA, L.A. & MIZUBUTI, E.S.G. Aggressiveness and host specificity of Brazilian isolates of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* 53:405-413. 2004.
- THURSTON, H.D. Relationship of general resistance: late blight of potato. *Phytopathology* 61:620-626. 1971.
- TOXOPEUS, H.J. Some notes on the relations between field resistance to *Phytophthora infestans* in leaves and tubers and ripening time in *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*. *Euphytica* 7:123-130. 1958.
- TURKENSTEEN, L.J. Interaction of R-genes in breeding for resistance of potatoes against *Phytophthora infestans*. pp.85-96 In: *Fungal Diseases of the Potato*. CIP, Lima, Peru.: 1989.
- TURKENSTEEN, L.J. Durable resistance of potatoes against *Phytophthora infestans*. In: JACOBS, T. & PARLEVLIE, J.E. (Eds.) *Durability of Disease Resistance*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1993.
- TURKENSTEEN, L.J., FLIER, W.G., WANNINGEN, R. & MULDER, A. Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* 49:688-696. 2000.
- UMAERUS, V., 1970. Studies on field resistance to *Phytophthora infestans*. 5. Mechanisms of resistance and applications to potato breeding. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 63:1-23. 1970.
- VANDERPLANK, J.E. *Plant Disease: Epidemics and control*. New York: Academic Press. 349p. 1963.
- VISKER, M.H.P.W., VAN RAAIJ, H.M.G., KEIZER, L.C.P., STRUIK, P.C. & COLON, L.T. Correlation between late blight resistance and foliage maturity type in potato. *Euphytica* 137:311-323. 2004.
- ZAMBOLIM, L., DO VALE, F.X.R. & COSTA, H. Doenças causadas por fungos em batata. pp.173-208 In: ZAMBOLIM, L., DO VALE, F.X.R. & COSTA, H. (Eds.) *Controle de Doenças de Plantas-Hortaliças*. Visconde do Rio Branco: 2000.

ZAMBOLIM, L., DO VALE, F.X.R., CRUZ FILHO, J. & CHAVES, G.M. Emprego da calda Viçosa na cultura do tomateiro (*L. esculentum*) para o controle de doenças da parte aérea. Viçosa:UFV: Informe Técnico 66. 1990.