



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA
AO MAL DAS FOLHAS E POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS GLOBAIS NA OCORRÊNCIA DA DOENÇA**

LILIANNE GOMES DA SILVA

JERÔNIMO MONTEIRO-ES
FEVEREIRO - 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LILIANNE GOMES DA SILVA

**COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA
AO MAL DAS FOLHAS E POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS GLOBAIS NA OCORRÊNCIA DA DOENÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, área de atuação patologia florestal, linha de pesquisa silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

JERÔNIMO MONTEIRO-ES

FEVEREIRO – 2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito
Santo, ES, Brasil)

Silva, Lillianne Gomes da, 1985-
S586c Comportamento de clones de seringueira ao mal das folhas e
potencial impacto das mudanças climáticas globais na ocorrência da
doença / Lillianne Gomes da Silva. – 2010.
91 f. : il.

Orientador: Waldir Cintra de Jesus Júnior.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo,
Centro de Ciências Agrárias.

1. Seringueira - Clone. 2. Seringueira - Doenças. 3. Microcyclus
ulei. 4. Fungos. 5. Seringueira – Mudanças climáticas - Resistência.
I. Jesus Júnior, Waldir Cintra de. II. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 63

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**Comportamento de clones de seringueira ao mal das folhas e potencial
impacto das mudanças climáticas globais na ocorrência da doença**

LILIANNE GOMES DA SILVA

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior
Orientador – DEF/UFES

Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio
Examinador interno – DER/UFES

Prof. Dr. Fábio Ramos Alves
Examinador interno – DEF/UFES

Prof. Dr. Edson Luiz Furtado
Examinador externo – UNESP

Prof. Dr. Antônio Fernando de Souza
Examinador externo – IFES/Santa Tereza

Coordenador do PPGCF: Prof. Dr. José Franklin Chichorro

Universidade Federal do Espírito Santo
Jerônimo Monteiro, ES, 26 de Fevereiro de 2010

DEDICO

À Deus,

Por me dar saúde e força para passar pelos obstáculos da vida.

À minha amada mãe Dilma

Meu querido pai Gerson (*In memoriam*)

Minhas irmãs Dilcianne e Lucianne,

Minhas sobrinhas Sarah e Sofiah

Ao meu amor Marcos

Aos meus amigos

Ao Professor Waldir

Pela amizade, paciência e compreensão

Pelo profissionalismo e apoio

Por ter acreditado em mim

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas graças concedidas, por iluminar meus caminhos e me dar força para lutar.

À minha mãe, minha base e fortaleza, por toda força, incentivo, empenho para que eu não desanimasse, pelas palavras fortes e verdadeiras nos momentos mais difíceis, pelo amor, carinho, zelo e ânimo que me ajudaram a concretizar esta vitória. Em especial ao meu pai, Gerson (*In memoriam*), pela criação, amor, carinho e afeto.

À minha família, em especial minhas irmãs Dilcianne, Lucianne e as minhas sobrinhas, Sarah e Sofiah.

Ao meu namorado, Marcos, pelo amor, carinho, amizade, paciência, compreensão, companheirismo, incentivo e força.

Aos meus amigos pela amizade, carinho, apoio, pelas palavras de ânimo, coragem, confiança e pelas orações.

Ao Professor Waldir Cintra de Jesus Júnior pela amizade, confiança, compreensão e orientação desde a graduação, tendo-o como exemplo de profissional e pessoa por toda a minha vida.

Ao Professor Antônio Fernando de Souza pela paciência, amizade, confiança e valiosas ajudas e sugestões durante o mestrado.

Aos Professores Edson Luiz Furtado, Fábio Ramos Alves e Roberto Avelino Cecílio pela participação na banca e sugestões para melhoria do trabalho.

Ao Centro de Ciências Agrárias e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, por me proporcionar-me a oportunidade de ingresso em um curso superior e na pós-graduação.

A CAPES pela concessão de bolsa para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER pela oportunidade e disponibilidade da área para a realização deste trabalho, em especial ao Sr. Paulo Cezar Marques, pela amizade, apoio e ajuda.

Aos Professores do Curso de Pós Graduação em Ciências Florestais, pelos ensinamentos e amizade.

A minha amiga Daiani Bernardo Pirovani, pelos longos anos de amizade, de companheirismo, de confiança, de alegria desde o 1º Grau até o mestrado.

Aos meus companheiros de luta do mestrado, em especial a minha turma: Daiani, Otávio, Kennedy, Renata, Daniel e Rafael.

À minha eterna equipe de trabalho: Luciana, Talita, Genilson, Sarah, Rafael e Lucas pela ajuda e carinho.

Aos amigos Willian Bucker Moraes e Fernando Carrara Cosmi pelos momentos de alegria, de companheirismo e apoio.

Aos amigos e companheiros do laboratório de fitopatologia, em especial Wanderson, Prof. Fábio, Regina, Ângelo, Lilian e Márcia.

A todos que rezaram, torceram e acreditaram em mim, muito obrigada.

“Há dois tipos de Sabedoria: a inferior e a superior.
A sabedoria inferior é dada pelo quanto uma pessoa sabe.
A superior é dada pelo quanto ela tem consciência de que não sabe.
Tenha a sabedoria Superior!
Seja um eterno aprendiz na escalada da Vida.
A sabedoria Superior tolera. A Inferior julga.
A Superior alivia. A Inferior culpa.
A sabedoria Superior perdoa. A Inferior Condena.”

Chico Xavier

BIOGRAFIA

Lilianne Gomes da Silva, filha de Dilma Maria Gomes e Djalma Luciano da Silva, nasceu em 08 de janeiro de 1985, na Cidade de Alegre, Estado do Espírito Santo.

Concluiu o ensino fundamental na Escola de 1^o e 2^o Graus Aristeu Aguiar, em Alegre.

Em dezembro de 2002, concluiu o ensino médio e o curso técnico em agroindústria na Escola Agrotécnica Federal de Alegre – ES.

Em março de 2003, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, vindo a se graduar em fevereiro de 2008, recebendo o título de Engenheira Florestal.

Em março de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação ao nível de Mestrado em Ciências Florestais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA – UFES/Alegre - ES), submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro do ano de 2010.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. OBJETIVO.....	4
1.1.2. Objetivos Gerais.....	4
1.1.3. Objetivos Específicos.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA.....	5
2.2. ETIOLOGIA E SINTOMATOLOGIA DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA.....	7
2.3. ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA.....	9
2.4. MEDIDAS DE CONTROLE APLICADOS AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA.....	11
2.5. POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO DESENVOLVIMENTO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA.....	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO 1: COMPORTAMENTO DE DEZOITO CLONES DE SERINGUEIRA AO MAL DAS FOLHAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO	24
RESUMO.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. METODOLOGIA.....	29
2.1. Descrição do experimento.....	29
2.2. Quantificação do mal das folhas da seringueira.....	30
2.3. Análise dos dados.....	33
3. RESULTADOS.....	34
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÕES.....	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

CAPÍTULO 2: POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO DESENVOLVIMENTO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA NO BRASIL.....	53
RESUMO.....	54
1. INTRODUÇÃO.....	56
2. METODOLOGIA.....	58
2.1. Criação da base de dados referente aos climas “atual” e “futuro”.....	58
2.2. Modelagem e elaboração dos mapas de risco de ocorrência da doença.....	59
2.3. Cálculo do percentual de área nas classes de risco de ocorrência da doença.....	60
3. RESULTADOS.....	61
4. DISCUSSÃO.....	68
5. CONCLUSÕES.....	72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- TABELA1. CLONES DE SERINGUEIRA, PARENTAIS E LOCAL DE ORIGEM UTILIZADOS EM EXPERIMENTO NA REGIÃO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM- ES.....29
- TABELA2. ÁREA ABAIXO DAS CURVAS DE PROGRESSO DAS INCIDÊNCIAS ESTROMÁTICA (AACPIE), CONIDIAL (AACPIC) E TOTAL (AACPT) DO MAL DAS FOLHAS (*M.ULEI*) EM DEZOITO CLONES DE SERINGUEIRA.....40
- TABELA3. ÁREA ABAIXO DAS CURVAS DE PROGRESSO DAS SEVERIDADES ESTROMÁTICA (AAPSE), CONIDIAL (AAPSC) E TOTAL (AAPST) DO MAL DAS FOLHAS (*M.ULEI*) EM DEZOITO CLONES DE SERINGUEIRA.....40
- TABELA4. VARIÁVEIS SELECIONADAS NAS CURVAS DE PROGRESSO DE INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA NOS DIFERENTES CLONES.....41
- TABELA5. EIXOS CANÔNICOS E SEUS COEFICIENTES (ENTRE ESTRUTURA CANÔNICA) RELATIVOS ÀS VARIÁVEIS AACPIC, AAPSEVE E AACPIE DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA NOS DEZOITO CLONES AVALIADOS.....42

CAPÍTULO II

- TABELA 1. CLASSES DE FAVORABILIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA EM FUNÇÃO DOS INTERVALOS DE TEMPERATURA E DE UMIDADE RELATIVA DO AR.....60
- TABELA 2. PORCENTAGEM DAS ÁREAS DE RISCO DE OCORRÊNCIA DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA, PARA CADA MÊS, NO PERÍODO ATUAL (MÉDIA DE 1961 A 1990) E FUTURO (2020, 2050 E 2080) PARA OS CENÁRIOS A2 E B2.....66

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

FIGURA1. ILUSTRAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS QUATRO FAMÍLIAS DE CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (A1, A2, B1 E B2).....14

CAPÍTULO I

FIGURA1. ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA A AVALIAÇÃO DO MAL DAS FOLHAS EM FOLÍOLOS DE SERINGUEIRA (PROPOSTA POR CHEE, 1976, MODIFICADA POR GASPAROTTO, 1988).....31

FIGURA 2. INCIDÊNCIA (%) E SEVERIDADE (%) CONIDIAL, ESTROMÁTICA E TOTAL DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA (*M. ULEI*) PARA OS CLONES RRIM 600, RRIM 802, RRIM 725 E RRIM 711, AVALIADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2008 A OUTUBRO DE 2009, NO DISTRITO DE PACOTUBA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, ES.....35

FIGURA 3. INCIDÊNCIA (%) E SEVERIDADE (%) CONIDIAL, ESTROMÁTICA E TOTAL DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA (*M. ULEI*) PARA OS CLONES RRIM 926, IAC 300, IAC 301 E IAC 302, AVALIADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2008 A OUTUBRO DE 2009, NO DISTRITO DE PACOTUBA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, ES.....36

FIGURA 4. INCIDÊNCIA (%) E SEVERIDADE (%) CONIDIAL, ESTROMÁTICA E TOTAL DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA (*M. ULEI*) PARA OS CLONES PB 324, PB 355, PB 326 E PB 260, AVALIADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2008 A OUTUBRO DE 2009, NO DISTRITO DE PACOTUBA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, ES.....37

FIGURA 5. INCIDÊNCIA (%) E SEVERIDADE (%) CONIDIAL, ESTROMÁTICA E TOTAL DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA (*M. ULEI*) PARA OS CLONES PB 306, PR 255, PR 261 E IAN 873, AVALIADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2008 A OUTUBRO DE 2009, NO DISTRITO DE PACOTUBA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, ES.....38

- FIGURA 6. INCIDÊNCIA (%) E SEVERIDADE (%) CONIDIAL, ESTROMÁTICA E TOTAL DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA (*M. ULEI*) PARA OS CLONES FX 3864 E GT1, AVALIADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2008 A OUTUBRO DE 2009, NO DISTRITO DE PACOTUBA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, ES.....39
- FIGURA 7. DIGRAMA DE ORDENAÇÃO MOSTRANDO A DISCRIMINAÇÃO DOS CLONES DE SERINGUEIRA BASEADO NA DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS A PARTIR DAS ANÁLISES DE INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DO MAL DAS FOLHAS.....43

CAPÍTULO II

- FIGURA 1. MAPAS DE FAVORABILIDADE CLIMÁTICA AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA PARA OS MESES DE JANEIRO A JUNHO PARA O CENÁRIO ATUAL (1961 A 1990) E FUTURO (ANOS DE 2020, 2050 E 2080) PARA O CENÁRIO A2.....62
- FIGURA 2. MAPAS DE FAVORABILIDADE CLIMÁTICA AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA PARA OS MESES DE JULHO A DEZEMBRO PARA O CENÁRIO ATUAL (1961 A 1990) E FUTURO (ANOS DE 2020, 2050 E 2080) PARA O CENÁRIO A2.....63
- FIGURA 3. MAPAS DE FAVORABILIDADE CLIMÁTICA AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA PARA OS MESES DE JANEIRO A JUNHO PARA O CENÁRIO ATUAL (1961 A 1990) E FUTURO (ANOS DE 2020, 2050 E 2080) PARA O CENÁRIO B2.....64
- FIGURA 4. MAPAS DE FAVORABILIDADE CLIMÁTICA AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA PARA OS MESES DE JULHO A DEZEMBRO PARA O CENÁRIO ATUAL (1961 A 1990) E FUTURO (ANOS DE 2020, 2050 E 2080) PARA O CENÁRIO B2.....65

RESUMO

SILVA, Lillianne Gomes da. **Comportamento de clones de seringueira ao mal das folhas e potencial impacto das mudanças climáticas globais na ocorrência da doença.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior.

O insucesso da heveicultura (*Hevea* spp.) nas áreas de cultivo no Brasil deve-se, principalmente, a ocorrência do mal das folhas da seringueira, causado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P.Henn. v. Arx.). As estratégias utilizadas no manejo da doença baseiam-se na resistência genética das plantas ao mal das folhas, nas características fenológicas dos clones utilizados e nas condições climáticas determinantes de epidemias. Este trabalho teve por objetivos avaliar o comportamento de dezoito clones de seringueira ao mal das folhas na região de Cachoeiro de Itapemirim-ES, estudar o progresso da doença e avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial do mal das folhas no Brasil. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Bananal do Norte do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) no distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, onde foram avaliados 18 clones, a saber: 1- RRIM 600; 2- RRIM 802; 3- RRIM 725; 4- RRIM 711; 5- RRIM 926; 6- IAC 300; 7- IAC 301; 8- IAC 302; 9- PB 324; 10- PB 355; 11- PB 326; 12- PB 260; 13- PB 306; 14- PR 255; 15- PR 261; 16- IAN 873; 17- FX 3864 e 18- GT 1. As avaliações foram realizadas a cada 15 dias, sendo retirados, em média, 30 folíolos por árvore. A doença foi quantificada a partir do número de folíolos coletados, apresentando ou não sintomas característicos do mal das folhas e classificados de acordo com os estágios de desenvolvimento da doença e do tipo de lesão, determinando a porcentagem de área foliar por meio de escala diagramática. O mal das folhas ocorreu nos folíolos de seringueira durante todo o período experimental, o qual a maior ou menor intensidade da doença variou de acordo com o nível de resistência dos clones e a época do ano. Os clones FX 3864, RRIM 725, RRIM 711, IAC 300 e IAN 873, presentes no grupo 3, foram os que apresentaram maior resistência ao mal das folhas da seringueira, os clones PB 260, GT 1, PR 255, PB 324, IAC 302, PR 261 e IAC 301, presentes no grupo 2, foram classificados como moderadamente resistentes, já os clones RRIM 926, PB 355, RRIM 802, RRIM 600, PB 326 e PB 306, presentes no grupo 1, foram considerados como suscetíveis à doença. Para o estudo dos impactos potenciais das mudanças climáticas globais sobre a distribuição do mal das folhas, elaboraram-se mapas mensais das áreas de risco para ocorrência da doença, considerando as condições climáticas atuais e os cenários futuros A2 e B2, para as décadas de 2020, 2050 e 2080 disponibilizados pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). As condições climáticas foram classificadas em quatro categorias, de acordo com o risco potencial de ocorrência da doença, considerando a temperatura (T) e a umidade relativa do ar (UR): i) altamente favorável; ii) favorável; iii) relativamente favorável e iv)

desfavorável. Os dados sobre os cenários climáticos futuros foram fornecidos pelo GCM Change Fields. Empregou-se neste trabalho o modelo de simulação Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3), utilizando o software Idrisi 32. Com base nos resultados obtidos, observou-se que haverá redução da área altamente favorável e favorável para o mal das folhas da seringueira, de modo que esta redução será gradativa para as décadas de 2020, 2050 e 2080, sendo mais acentuada no cenário A2 que no B2. Algumas áreas do país se tornarão mais aptas ao cultivo, o que poderá propiciar o surgimento e/ou maior desenvolvimento de algumas novas áreas de plantio.

Palavras-chave: *Microcyclus ulei*, genótipos, resistência, mudanças climáticas globais.

ABSTRACT

SILVA, Lillianne Gomes da. **Behavior of rubber tree clones to the South American Leaf Blight (SALB) and potential impact of global climatic changes on the disease occurrence.** 2010. Dissertation (Master's degree on Forest Science) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Advisor: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior.

The unsuccessfulness of the natural rubber cultivation (*Hevea* spp.) on the cultivation areas in Brazil is due, mostly, to the occurrence of the rubber tree South American Leaf Blight (SALB), caused by the fungus *Microcyclus ulei* (P.Henn. v. Arx.). The strategies of the disease management are based on the genetic resistance of plants to the SALB, on the phenological characteristics of the used clones and on the climatic conditions which determine the epidemics. This work had as objectives to evaluate the behavior of eighteen rubber tree clones to the SALB in the region of Cachoeiro do Itapemirim-ES, study the disease progress and evaluate the possible impacts of the global climatic changes upon the spatial distribution of SALB in Brazil. The experiment was carried out in the Experimental Farm Bananal of North of the Capixaba Research Institute, Technical Assistance and Rural Extension (INCAPER) on Pacotuba district, in Cachoeiro do Itapemirim-ES, where 18 clones were evaluated as it follows: 1- RRIM 600; 2- RRIM 802; 3- RRIM 725; 4- RRIM 711; 5- RRIM 926; 6- IAC 300; 7- IAC 301; 8- IAC 302; 9- PB 324; 10- PB 355; 11- PB 326; 12- PB 260; 13- PB 306; 14- PR 255; 15- PR 261; 16- IAN 873; 17- FX 3864 and 18- GT 1. The evaluations were carried out on each 15 days, being withdrawn, about 30 leaflets per tree. The disease was quantified from the number of collected leaflets, showing or not characteristic symptoms of the SALB and classified accordingly with the disease development stages and the lesion kind, determining the percentage of foliar area by diagrammatic scale. The SALB occurred on the rubber trees leaflets during the whole experimental period, which the higher or smaller intensity of the disease varied accordingly to the resistance level of the clones and the year station. The clones FX 3864, RRIM 725, RRIM 711, IAC 300 and IAN 873, present on group 3, were the clones which presented higher resistance to the SALB, the clones PB 260, GT 1, PR 255, PB 324, IAC 302, PR 261 and IAC 301, present on group 2, were classified as moderately resistant, the clones RRIM 926, PB 355, RRIM 802, RRIM 600, PB 326 and PB 306, present on group 1 were considered as susceptible to the disease. For the study of the potential impacts of the global climatic changes about the SALB, maps were elaborated about the risk areas to the occurrence of the disease, monthly, considering the actual climatic conditions and the future sceneries A2 and B2, for the decades of 2020, 2050 and 2080 put available by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The climatic conditions were classified in four categories, accordingly with the potential risk of occurrence of the disease, considering the temperature (T) and the air Relative Humidity (RH): i) highly favorable; ii) favorable; iii) relatively favorable and iv) unfavorable. The data about the future climatic sceneries were

provided by GCM Change Fields. In this work it was utilized the simulation model Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3), using the software Idrisi 32. Based on the obtained results it was observed that it must happen a reduction on the highly favorable area and favorable to the rubber tree SALB, in a way that this reduction will be gradual for the decades of 2020, 2050 and 2080, being higher on the scenery A2 than on scenery B2. Some areas of the country will become more able to the cultivation, what may propitiate the appearance and/or higher development of some new planting areas.

Word Keys: *Microcyclus ulei*, genotypes, resistance, global climatic changes.

1. INTRODUÇÃO

A seringueira, pertencente à família *Euphorbiaceae* e ao gênero *Hevea*, é uma dicotiledônea monóica, com folhas longamente pecioladas e trifolioladas, que apresenta espécies lenhosas, arbóreas, de médio e grande porte (GONÇALVES et al., 1983). Tem como hábitat natural a Região Amazônica do Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Guiana, Suriname e Venezuela (WYCHERLEY, 1977). A seringueira é uma das principais culturas florestais das áreas tropicais, devido à fácil comercialização da borracha e da alta produtividade que pode alcançar, principalmente, nas regiões em que a incidência de doenças é baixa (GASPAROTTO et al., 1997).

A espécie *Hevea brasiliensis* (Wild. Ex. A. Juss) Muell. Arg. é a fonte principal da borracha natural produzida no mundo, é um produto largamente utilizado na fabricação de pneumáticos e em grande número de manufaturados. Uma das grandes vantagens do cultivo é sua exploração econômica durante o longo ciclo de vida da planta, sem a necessidade de desnudamentos periódicos do solo (GASPAROTTO et al., 1997).

As regiões com produção comercial de seringueira compreendem latitudes de 22° Norte na China a 25° Sul no Estado de São Paulo. Na Ásia, a seringueira é plantada como a principal fonte de borracha natural, sendo que em 2008 mais de 78% da produção mundial foi originária de países do Sudeste Asiático, tais como Tailândia (30,33%), Indonésia (28,40%), Malásia (10,84%) e Índia (8,85%) (IAC, 2009).

O Brasil, que já foi o maior produtor e exportador de borracha natural do mundo, atualmente, importa a maior parte da borracha que consome. Segundo estimativas do International Rubber Study Group (IRSG), em 2008, para um consumo de 351,8 mil toneladas, foram produzidas 117,6 mil toneladas de borracha natural e importadas 234,2 mil toneladas.

O insucesso da heveicultura (*Hevea* spp.) nas áreas tradicionais de plantio, deve-se a ocorrência do mal das folhas da seringueira, causado por *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx., fungo originário da Amazônia, e que se encontra presente em nas regiões heveícolas do país e tem-se constituído em

sério obstáculo à implantação de culturas comerciais, a exemplo do que ocorreu nas décadas de 30 e 40 quando a Ford Motor Company decidiu tentar o estabelecimento de plantações de seringueira no Brasil, particularmente nos municípios de Fordlândia e Belterra (GASPAROTTO et al., 1984).

O ataque de *M. ulei* foi tão intenso que Fordlândia e Belterra e seus seringais foram, definitivamente, abandonados. Vale ressaltar que, até o início do século XX, Brasil e Peru eram os únicos produtores de borracha natural em todo o mundo. A totalidade dessa produção era obtida diretamente da floresta amazônica, local de origem da seringueira, a partir de árvores que cresciam naturalmente na selva. Ainda em 1912, o Brasil detinha a posição de maior produtor e exportador. Em 1951, o Brasil já era importador de borracha e, mesmo após várias tentativas e programas para aumentar a produção, mais de 75% das necessidades vêm do exterior, principalmente, do sudeste asiático (Malásia, Tailândia, Indonésia) (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

Assim, a exploração racional de *H. brasiliensis* na região amazônica é uma atividade de alto risco, mais próxima do fracasso que do sucesso. Os motivos para tal são inúmeros, assim como são também inúmeros os motivos para o sucesso da exploração racional da seringueira no sudeste asiático. Certamente, nenhum deles é mais importante que a não ocorrência de *M. ulei* naquela região (BERGAMIN FILHO e KIMATI, 1995).

Atualmente, o mal das folhas da seringueira encontra-se disseminada por toda a área de plantio do continente americano (FURTADO, 2007).

Dentre as espécies de *Hevea* sp. de maior interesse para o melhoramento, a *H. brasiliensis* é considerada uma das mais importantes, devido à sua maior capacidade produtiva e variabilidade genética da resistência ao *M. ulei* (GASPAROTTO et al., 1997).

O manejo de doenças em essências florestais é realizado, principalmente, por meio de uso de plantas resistentes e áreas de evasão (FERREIRA, 1989). No caso da cultura da seringueira, o emprego de clones resistentes tem sido apontado como importante estratégia, de forma a viabilizá-lá mesmo em áreas de alta incidência da doença (PERALTA et al., 1990).

A avaliação de clones deve ser efetuada de forma a verificar o melhor efeito da interação genótipo-ambiente, levando em consideração o caráter deciduífólio das plantas adultas de seringueira, uma vez que este período de reenfolhamento dos seringais é a fase mais importante para a Fitopatologia, pois nesta fase ocorre à grande maioria dos ataques das doenças foliares, em especial, o mal das folhas (GASPAROTTO et al., 1997; FURTADO et al., 2008).

Estudos mais detalhados sobre o progresso da doença se fazem necessário tanto para se conhecer as relações patógeno-hospedeiro-ambiente, quanto para propor métodos de controle ao mal das folhas, visando reduzir ou eliminar as epidemias presentes nas principais áreas de plantio do país.

O aquecimento global provocado pela emissão de gases de efeito estufa é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade (EEROLA, 2007). De acordo com o IPCC, considerando os efeitos naturais e ações antrópicas no ajuste dos dados observados e simulados, a previsão é a de que a temperatura global deverá aumentar entre 1,8°C a 4°C nos próximos 100 anos, tendo a média do período de 1961 a 1990 como referência (IPCC, 2007).

Com relação aos impactos das mudanças climáticas sobre as doenças de plantas, esses podem expressar-se em diferentes aspectos, podendo causar efeitos diretos e indiretos, tanto sobre os patógenos quanto sobre as plantas hospedeiras e a interação de ambos, principalmente na distribuição geográfica das doenças, na multiplicação e sobrevivência do patógeno, na eficiência dos métodos de controle e nos demais organismos que interagem com a planta (CHAKRABORTY, 2005; GHINI, 2005; VALE et al., 2004; JESUS JUNIOR et al., 2007).

A análise desses efeitos é fundamental para a adoção de medidas mitigadoras, com a finalidade de evitar prejuízos futuros aos heveicultores. Atualmente, preparar-se para proteger, do ponto de vista fitossanitário, à base territorial florestal considerando as mudanças climáticas, constitui um dos principais desafios estratégicos da integração entre melhoramento e manejo florestal.

1.1 OBJETIVO

1.1.2. Objetivos Gerais

- Avaliar o comportamento de dezoito clones de seringueira ao mal das folhas;
- Avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial das áreas de risco para a ocorrência do mal das folhas da seringueira.

1.1.3. Objetivos Específicos

- a) Estudar o progresso do mal das folhas, em diferentes clones de seringueira;
- b) Verificar qual ou quais clones que apresentam maior resistência ao mal das folhas;
- c) Efetuar o levantamento dos limites climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) que favorecem a ocorrência da doença, com base em relatos bibliográficos das regiões onde o mal das folhas ocorre;
- d) Elaborar mapas com a classificação das áreas mais propensas ao desenvolvimento do *M.ulei*, com base nos dados climáticos atuais e das projeções de cenários climáticos do futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

O mal das folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*), doença conhecida nos países de língua inglesa como “South American leaf blight”, é uma das mais importantes da cultura e o principal problema para o seu cultivo nas Américas Central e Latina. O principal dano causado pela doença é a desfolha prematura das plantas.

Com base em estudos realizados pode-se estimar a redução na produção de látex superior a 75% para uma desfolha de 20% (BURGOS et al., 2006). Em condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura a desfolha pode chegar a 100%, ocasionando a morte da planta (HOLLIDAY, 1970).

Até o início do século XX o Brasil era o maior produtor de látex natural do mundo, posteriormente, e como consequência da introdução da cultura nos países Orientais, o país perdeu a vanguarda da produção. Tentativas de obtenção de produção de borracha natural menos dependente do extrativismo começaram em 1928, quando pesquisadores da Companhia Ford decidiram instalar extensa monocultura de seringueira no Pará, em local denominado Fordilândia, em que havia 3.500 ha de seringueira implantados.

Entretanto, o mal das folhas ocorreu severamente e destruiu 25% dos seringais nos seis anos seguintes. Em 1934, o empreendimento foi abandonado. Neste mesmo ano, novo projeto foi implantado em novo local, Belterra, porém, em 1945, devido à incidência severa do *M. ulei*, esse plantio também foi abandonado (GASPAROTTO et al., 1997).

O impacto do mal das folhas ainda continua causando grande preocupação entre os heveicultores por todo país. De acordo com Alvarenga e Carmo (2008), a produção de látex na Região Amazônica e sudeste da Bahia apresentou média de 947 kg de látex seco/ha/ano em 2006, enquanto que no mesmo período, a produção na Índia foi cerca de 1879 kg de látex seco/ha/ano. Em 2007, a produção nacional correspondeu a 1,2% da produção mundial, com 9188 toneladas, em contrapartida, os países asiáticos, em

especial Tailândia, Indonésia e Malásia, onde não ocorre a doença, contribuíram com mais de 73,5 % da produção mundial de látex, sendo considerados os principais produtores do mundo.

Atualmente o Brasil é o 9º produtor de borracha no mundo. No entanto, a produção nacional vem crescendo de forma significativa e está concentrada nos estados de São Paulo (34%), Mato Grosso (29%), Bahia (15%) e Espírito Santo (5%) (ALVARENGA e CARMO, 2008). No Estado do Espírito Santo, a seringueira foi introduzida no início da década de 60, possuindo em torno de 8.600 ha de seringueiras plantadas (MARQUES et al., 2007).

O fungo *M.ulei* encontra-se distribuído em todas as áreas onde as espécies de *Hevea* são nativas. Sua ocorrência é relatada desde a latitude 18ºNorte em El Palmar, no México, até a latitude de 24ºSul, no Estado de São Paulo (MARTIN, 1948; CARDOSO e ROSSETTI, 1964).

Segundo Rands (1924), o patógeno foi constatado no Brasil e no Peru, em 1901 e a partir deste período, outros países também começaram a constatar a presença do patógeno como o Suriname, Trinidad, Guiana, Colômbia, México, Venezuela e Honduras, além destes países, também foi constatada sua presença na Nicarágua, Haiti, Guiana Francesa, Bolívia e Guatemala.

No Brasil, o mal das folhas ocorre em todos os Estados onde a seringueira é cultivada, causando danos relevantes na Região Norte, no sudeste da Bahia e em alguns municípios do Estado do Espírito Santo e Mato Grosso (GASPAROTTO, 1988).

2.2. ETIOLOGIA E SINTOMATOLOGIA DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

O *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx., fungo pertencente à Divisão Ascomycota, apresenta estádios morfológicos diferentes: estágio teleomórfico ou ascógeno denominado *Microcyclus ulei* e estágio anamórfico-conidial *Fusicladium macrosporum* Kuyper (ROJAS et al., 2006). O agente etiológico do mal das folhas foi identificado, pela primeira vez, em 1900, no Estado do Amazonas, o qual apresenta grande variabilidade e mutabilidade (CHEE et al., 1986; JUNQUEIRA et al., 1986).

A expressão dos sintomas do mal das folhas varia com a idade dos folíolos afetados. Em folíolos jovens de clones suscetíveis, com até dez dias de idade, observam-se lesões levemente escurecidas que provocam deformações e enrugamento nos limbos. Cinco a seis dias após a inoculação da planta com o patógeno, especialmente na superfície abaxial nos limbos, ocorre esporulação conidial da primeira fase assexuada ou anamórfica de *M. ulei* com tonalidade verde-oliva ou cinza-esverdeada (ALVARENGA e CARMO, 2008). Quando um elevado número de lesões ocorrem num mesmo folíolo, muitas coalescem, tendo, em consequência, o sintoma de queima ou encarquilhamento dos folíolos, os quais caem precocemente (GASPAROTTO et al., 1997).

Sob condições favoráveis à doença e a presença de clones altamente suscetíveis, infecções e reinfecções do patógeno em folíolos jovens podem causar desfolhamentos sucessivos, ocasionando o secamento do ápice de hastes e galhos e, conseqüentemente, morte descendente das plantas.

Os folíolos de clone suscetível infectados após 12 dias de idade até o início da maturação não caem prematuramente, suas lesões têm tamanhos mais reduzidos, são levemente hipertrofiadas, tendendo a circulares, e apresentam pouca ou nenhuma esporulação conidial. Nestes clones, em condições favoráveis, além dos folíolos, outras partes da planta também podem ser afetadas como pecíolos e caules jovens (GASPAROTTO, 1988).

Folíolos maduros não são infectados pelo patógeno. Os folíolos que sofrem apenas leves infecções ou que foram infectados após os 12 dias de idade até o início da maturação permanecem nas plantas e, quando maduros, suas áreas lesionadas exibem, especialmente na superfície superior do limbo, o sintoma de lixa resultante da produção de estromas negros dispostos circularmente prevalecendo nos folíolos maduros até a queda natural (FURTADO, 2007).

À medida que os folíolos envelhecem, o desenvolvimento fúngico prossegue, completando de vez o sintoma de lixa nos limbos maduros ou velhos (ALVARENGA e CARMO, 2008).

O ciclo biológico de *M. ulmi* transcorre em cinco meses, sendo dois para a formação de estromas a partir de lesões, dois para a formação de ascos e um para a maturação e descarga de aproximadamente 50% de ascósporos (MEDEIROS, 1976).

O ciclo primário tem início com a liberação dos ascósporos de folhas maduras caídas no solo ou ainda na planta. Para que essa liberação ocorra é necessário temperaturas baixas (13-16°C) e alta umidade relativa do ar (>90%), que normalmente ocorre à noite. A viabilidade dos peritécios pode ocorrer por vários meses antes que todos os ascósporos tenham sido descarregados, sendo a fase sexual a responsável pela sobrevivência do fungo em condições adversas (HOLLIDAY, 1970; CHEE, 1976a; MEDEIROS, 1976; BERGAMIN FILHO e CARDOSO, 1980; CARDOSO, 1986).

2.3. ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

Nos plantios adultos de seringueira, com mais de quatro anos de idade, as árvores perdem todas as folhas e reenfolham anualmente, característica essa, de grande importância para o progresso da doença (GASPAROTTO et al., 1997).

Os folíolos velhos abrigam os ascósporos constituintes do inóculo primário e são responsáveis pela sobrevivência do patógeno, os quais, por sua vez, infectam os folíolos novos. Sob condições favoráveis à doença, cerca de cinco a seis dias depois, as lesões ficam recobertas de conídios, constituindo o inóculo secundário (GASPAROTTO et al., 1997).

Os conídios de *M.ulei* são disseminados com maior intensidade das 9:00 às 14:00 horas, quando a temperatura é mais elevada e a umidade do ar mais baixa. São transportados, principalmente, por meio da chuva e do vento, sendo este considerado o maior responsável pela disseminação dentro de uma mesma plantação e de uma área para outra. A liberação de ascósporos ocorre com maior intensidade no período da manhã, em torno das 7:00 horas, e à noite (HOLLIDAY, 1969; CHEE, 1976b; ROCHA e VASCONCELLOS FILHO, 1978).

A temperatura ótima para a germinação dos esporos, infecções e esporulação do patógeno está em torno de 24°C. O período de molhamento foliar requerido para o patógeno depende do isolado, variando de 3 a 12 horas (LANGFORD, 1945; HOLLIDAY, 1970; CHEE, 1976c; GASPAROTTO et al., 1989).

Segundo Langford (1945), o esporo do fungo encontra condições propícias para germinar e para infectar quando há pelo menos oito horas consecutivas de molhamento foliar e temperatura variando entre 24°C e 28°C. Para Holliday (1970) a esporulação foi intensa e a doença severa nos períodos úmidos com precipitação acima de 6 mm/dia é baixa ou paralisada com precipitação diária abaixo de 3mm.

Segundo Bergamim e Amorin (1996), os ascósporos transportados pelo vento são depositados nas folhas jovens, produzindo as primeiras infecções. Nessas infecções são formados os conídios (fase assexuada), responsáveis pelo ciclo secundário da doença e desenvolvimento de epidemias (ZAMBOLIM et al., 1985). O vento e a água da chuva são os agentes mais importantes na disseminação dos conídios, não só dentro da plantação como a longas distâncias (BERGAMIN FILHO e CARDOSO, 1980; ZAMBOLIM et al., 1985).

2.4. MEDIDAS DE CONTROLE APLICADOS AO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

As estratégias utilizadas no manejo do mal das folhas baseiam-se nas propostas de Furtado e Trindade (2005), sobre a interação seringueira-clima-*M.ulei*, ou seja, na resistência ao mal das folhas, nas características fenológicas dos clones e nas características climáticas favoráveis ou não a epidemias. Dentre as medidas de controle aplicadas as doenças de plantas, especialmente as de essências florestais, se destaca o uso de plantas resistentes e áreas de evasão (FERREIRA, 1989).

A utilização de clones resistentes e produtivos é a medida mais eficiente de controle da doença. Contudo, a maioria dos trabalhos de melhoramento é conduzida sem o conhecimento da variabilidade existente entre patógeno-hospedeiro-ambiente. Esta variabilidade na resistência é devido às diferenças climáticas e às variações do patógeno, ou seja, a existência de raças fisiológicas.

Além disso, os clones apresentam comportamento fenológico diferente de um lugar para outro, fato de extrema importância em relação à infecção das folhas pelo fungo (TRATADO DE COOPERACION AMAZÔNICA, 1999), o que torna alguns clones resistentes em um local e suscetíveis em outro, onde as características ambientes são diferentes do local onde foram selecionados (GASPAROTTO, 1988).

Os objetivos do melhoramento da seringueira variam de acordo com as necessidades específicas de cada região, local ou país (GONÇALVES et al., 1999; GONÇALVES et al., 2001). No Brasil, o melhoramento genético de clones de seringueira iniciou-se em Fordlândia, no ano 1928, sendo os primeiros trabalhos visando à resistência ao mal das folhas realizados por pesquisadores da Companhia Ford (ALVARENGA e CARMO, 2008)

O mal das folhas da seringueira tem causado prejuízos em algumas regiões produtoras da América Tropical, resultando em poucos clones resistentes ao fungo *M.ulei* (SIMONS, 1966; SCHAFER, 1971; PARLEVLIEP,

1979; MENTEN, 1980), o que os torna suscetíveis a qualquer período, devido à mutabilidade do fungo e da natureza perene da cultura.

Junqueira et al. (1985) avaliaram a reação de 34 clones de diferentes origens genéticas a 16 isolados de *M. ulei*, provenientes de diversas regiões do país. Dentre estes, o clone P10 de *H. pauciflora*, apresentou resistência completa a todos os isolados. O FX 4542 de *H. benthamiana*, foi suscetível a nove dos isolados de *M. ulei* testados, não obtendo resistência satisfatória a doença. Por sua vez, os clones IAN 2880, FX 3810, FX 3899, IAN 6158, PFB 5, CNSAM 7907, FX 985 e IAN 3193 foram resistentes ao isolado proveniente de Governador Valadares, MG.

A reação de 33 clones de diferentes origens genética de 16 isolados de *M. ulei* de diferentes regiões do Brasil, foi estudada por Junqueira et al. (1988). Os autores concluíram que o clone P10, de *H. pauciflora*, apresentou resistência a todos os isolados, e que a resistência dos demais clones variaram com a origem dos isolados do fungo *M. ulei*.

Garcia et al. (1999) avaliaram a resistência de 36 clones de *Hevea* sp. ao *M. ulei*, concluindo que a resistência à doença é complexa devido a interações hospedeiro / patógeno que se diferenciam de acordo com o clone e do genótipo dos isolados fúngicos.

Em plantios da Michelin na Bahia, Garcia et al. (2004) avaliaram diferentes clones de forma a selecionar aqueles com resistência ao mal das folhas e rendimento na produção de borracha. Os clones MDX 624, FDR 5788, CD 1130, MDX 607, CDC 312, FDR 5802, CD 1174 foram selecionados por apresentarem alta produtividade e resistência ao mal das folhas.

Em São Paulo, no Vale do Ribeira, Furtado et al. (2008) avaliaram a intensidade do mal das folhas da seringueira em seis clones de plantas jovens e adultas. O clone IAN 873 apresentou maior incidência da doença na fase jovem, com menor intensidade de doença na fase adulta. Já o clone RRIM 600 apresentou menor resistência na fase jovem e adulta.

Estudos realizados na Guiana Francesa por Guyot et al. (2008), compararam a dinâmica espacial e temporal do mal das folhas em dois clones de seringueira: altamente suscetível e moderadamente suscetível. Foi avaliado

o efeito da fenologia na intensidade da doença no hospedeiro de acordo com escalas diagramáticas.

Em condições de campo o índice de doença não diferiu significativamente entre os clones suscetíveis IRCA GY 5 e PB 260, contudo, foi superior em relação ao clone moderadamente suscetível FX 3864. A esporulação estromática apresentou maior intensidade para o clone PB 260 e menor para FX 3864. A resistência parcial do clone FX 3864 para o *M. ulei*, quando comparado com IRCA GY5 e PB 260, implicou em redução no número de lesões nas folhas, menor intensidade de esporulação e menores estruturas reprodutivas sexuais (estromas).

No Estado do Espírito Santo a avaliação de clones de seringueira foi conduzido pela EMCAPA, atual INCAPER, no município de Viana-ES, sendo testados dez clones, dentre os quais se destacaram em produção de borracha os clones FX 3864, FX 3899, FX 4163 e RRIM 600 (MARQUES, 1997). O clone FX 3864 é o mais plantado no Estado e, juntamente com o clone RRIM 600, é recomendado para plantio em grande escala (MARQUES et al., 2007).

Uma medida de vital importância para o controle da doença na cultura da seringueira é o conhecimento do comportamento fenológico das plantas de seringueira, tanto para condições de viveiro e jardim clonal, como para plantas adultas e clones recomendados para plantio.

Tal medida auxilia na decisão do momento adequado para aplicar-se determinado método de controle, uma vez que o período de reenfolhamento dos seringais é a fase mais importante no desenvolvimento da doença, pois nesta fase, em que a seringueira apresenta folíolos com coloração antociânica intensa, de doze a quinze dias de idade, ocorre à grande maioria dos ataques das doenças foliares (GASPAROTTO et al., 1997).

2.5. POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO DESENVOLVIMENTO DO MAL DAS FÓLHAS DA SERINGUEIRA

A mudança climática global começou a ser discutida no final da década de 1980, no âmbito do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e da Organização Meteorológica Mundial, com o apoio dos estudos do Painel Intergovernamental sobre mudança climática, conhecido pela sua sigla em inglês, IPCC (HAMADA et al., 2006).

Uma de suas mais importantes realizações foi a divulgação de um conjunto de cenários de emissão de gases de efeito estufa, que levam em consideração forças controladoras, como demografia, desenvolvimento sócio-econômico, mudança tecnológica, bem como suas interações (GHINI e HAMADA, 2008). Assim, foram definidas quatro famílias de cenários: A1, A2, B1 e B2 (Figura 1), que constituem referências em relação às emissões futuras de gases de efeito estufa (IPCC, 2001).

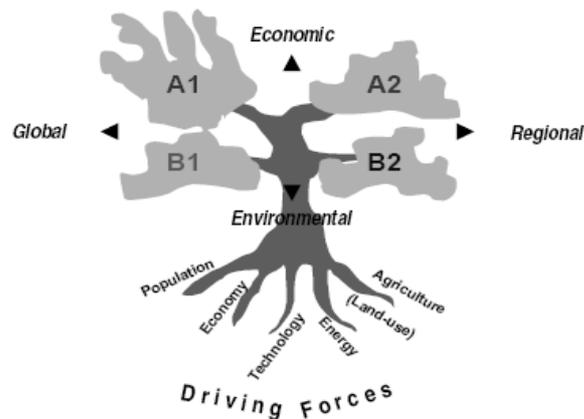


FIGURA 1: Ilustração esquemática das quatro famílias de cenários de mudanças climáticas (A1, A2, B1 e B2).

O cenário A2 descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante. Nesse cenário, o desenvolvimento econômico é, principalmente, orientado regionalmente e o crescimento econômico per capita e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos, comparados as outras famílias de cenário (IPCC, 2001).

O cenário B2, por sua vez, descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. O cenário B2 é um cenário de menores emissões, com características mais otimistas em relação ao cenário A2. É um mundo com moderado crescimento populacional, níveis intermediários de desenvolvimento econômico e mudanças tecnológicas menos rápidas e mais diversas, do que o B1 e o A1. É orientado para a proteção do meio ambiente e a equidade social, mas com foco nos níveis local e regional (IPCC, 2001).

Assim, o cenário A2 prevê mudanças climáticas mais acentuadas, devido à maior emissão de gases de efeito estufa, em relação ao cenário B2, conforme apresentado por Hulme e Sheard (1999).

Dentre as diversas manifestações da mudança global do planeta destacam-se não somente o aquecimento global, mas também significativas alterações no clima pela maior frequência e intensidade de eventos extremos na forma de enchentes, ondas de calor, secas, furacões e tempestades (HAMADA et al., 2006).

Modelos de simulação de processos climáticos em diferentes escalas temporais e espaciais vêm sendo utilizados de forma a prever futuras mudanças nas variáveis climáticas como temperatura do ar, precipitação e umidade relativa, entre outros. A natureza e a magnitude das mudanças climáticas influenciam diretamente no desenvolvimento das doenças de plantas e nas opções de gestão, afetando a produtividade e sustentabilidade dos sistemas agrícolas (CHAKRABORTY et al., 1998).

Entre todos os setores econômicos, a agricultura é a que apresenta maior dependência das condições ambientais, especialmente as climáticas. Tais alterações deverão não só afetar a produtividade potencial das culturas, mas também modificar os efeitos das doenças nas plantas, resultando em graves problemas sociais, econômicos e ambientais (JESUS JUNIOR et al., 2008). Dentre esses, a distribuição geográfica, a época de ocorrência e a severidade de doenças de plantas podem ser alteradas (GHINI, 2005).

Alguns estudos já foram realizados com o objetivo de estudar os efeitos das alterações climáticas globais sobre o desenvolvimento de doenças de plantas.

Carter et al. (1996) simularam alterações climáticas na Finlândia, concluindo que o aumento na temperatura irá estender as áreas de cultivo de cereais em 2050. Além disso, o aumento do nível de CO₂ provavelmente irá gerar maior rendimento, o que irá alterar a distribuição geográfica de nematóides. Em outro estudo, o risco para ocorrência da requeima da batata (*Phytophthora infestans*) foi maior sobre todas as áreas na Finlândia. Resultados similares foram observados na Europa para os nematóides *Xiphinema* spp. e *Longidorus* spp. (BOAG et al., 1991) e para *Phytophthora cinnamomi* (BRASIER e SCOTT, 1994; BRASIER, 1996).

Jesus Junior et al. (2008) avaliaram os efeitos potenciais das mudanças climáticas globais sobre a distribuição geográfica da sigatoka negra por meio da elaboração de mapas nas seguintes situações: a) clima atual e futuro (2020, 2050 e 2080), b) cenários A2 e B2 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, c) predito por seis diferentes modelos de mudanças climáticas e média dos mesmos e, d) entre meses. Com base nos resultados os autores concluíram que de uma forma geral as alterações na distribuição geográfica da doença ocorrerá entre meses, de modo que, áreas consideradas desfavoráveis irão tornar-se favoráveis, enquanto áreas consideradas favoráveis se tornarão desfavoráveis. Apesar disso, extensas áreas continuarão favoráveis ao desenvolvimento da sigatoka negra.

No setor florestal, Lonsdale e Gibbs (1996, 2002) analisaram os efeitos das mudanças climáticas sobre doenças no Reino Unido. Para tanto, os efeitos foram divididos em efeitos diretos sobre o patógeno, incluindo sua distribuição geográfica, reprodução, dispersão e sobrevivência; efeitos diretos sobre a planta hospedeira, em que foram discutidos os estresses durante a estação de crescimento e alteração das temperaturas do inverno; e efeitos sobre a interação entre árvores ou patógenos e outros organismos, como insetos vetores e micorriza.

A análise dos potenciais impactos das alterações climáticas sobre doenças de plantas é essencial para a adoção de medidas de controle (CHAKRABORTY e PANGGA, 2004; GHINI, 2005), pois as mudanças ambientais, além de influenciarem diretamente o desenvolvimento do patógeno, podem comprometer a fisiologia do hospedeiro. As conseqüências vão desde a inviabilidade da produção simplesmente por não permitir, por exemplo, a germinação das sementes, o crescimento da árvore, a produção de látex e a frutificação, até o aumento da incidência de doenças pelo fato de os hospedeiros se encontrarem debilitados e, portanto, com maior predisposição ao ataque dos patógenos (FURTADO, 2008).

Ao se avaliar as alterações climáticas como temperatura, a precipitação e a umidade relativa, observou-se que apresentam mudanças consideráveis em relação ao progresso da doença. A temperatura e a umidade, aliadas à distribuição das chuvas, têm grande influência sobre a cultura da seringueira, na produtividade, distribuição geográfica e temporal das doenças (FURTADO, 2008).

Além de fatores climáticos, outros componentes estão associadas a ocorrência da doença, como a virulência do patógeno, a suscetibilidade e densidade do hospedeiro, a disponibilidade de inoculados, a localização topográfica do plantio e período de renovação das folhas da cultivar. Dentro do setor florestal, a heveicultura é uma atividade altamente dependente das condições climáticas, que tanto beneficia ou limita o desenvolvimento e a produção da planta, como favorece ou inibe a ocorrência do mal das folhas, principal doença da cultura.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A.de P.; CARMO, C.A.F.S. do. **Seringueira**. Viçosa: EPAMIG, 2008. 879p.

BERGAMIN FILHO, A.; CARDOSO, C.O.N. Doenças da seringueira *Hevea brasiliensis* L. In: GALLI, F., Ed. **Manual de Fitopatologia**: doenças de plantas cultivadas. São Paulo, Agron. CERES, 1980. V.2, p.459-474.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Importância das doenças de plantas. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**: Princípios e Conceitos. São Paulo, CERES, 1995. p. 13-31.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: Epidemiologia e Controle econômico. São Paulo, CERES, 1996. 289p.

BOAG, B.; CRAWFORD, J. W.; NEILSON, R. The effect of potential climatic changes on the geographical distribution of the plant-parasitic nematodes *Xiphinema* and *Longidorus* in Europe. **Nematologica**, Leiden, v. 37, p. 312-323, 1991.

BURGOS, D.J.; MORENO, J.G.; ROJAS, J.A.P. Estudio preliminar de prevalência de *Microcyclus ulei* em jardins clonales de *Hevea brasiliensis* en Cundinamarca, Meta, Santander y Tolima. **Revista Colombia Forestal**, v.9, n.19, p.61-69, 2006.

BRASIER, C.M.; SCOTT, J.K. European oak declines and global warming: a theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*. **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin**, v.24, p.221-232. 1994.

BRASIER, C.M. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. **Annales des Sciences Forestières**, v.53, p.347-358. 1996.

CARDOSO, R.M.G.; ROSSETTI, V. Doenças da seringueira no estado de São Paulo. In: Congresso da Sociedade Botânica do Brasil, Manaus, 1963. **Resumos**. S.l., p. 49-50,1964.

CARDOSO, R.M.G. Doenças da seringueira no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DO SÃO PAULO, 1, Piracicaba, 1986. **Trabalhos apresentados**. Campinas, Fundação Cargill, 1986, p.165-172.

CARTER, T.R.; SAARIKKO, R.A.; NIEMI, K.J. Assessing the risks and uncertainties of regional crop potential under a changing climate in Finland. **Agricultural and Food Science in Finland**, V.5, p. 329-350. 1996.

CHAKRABORTY, S.; MURRAY, G.M.; MAGAREY, P.A.; YONOW, T.; SIVASITHAMPARAM, K.; O'BRIEN, R.G.; CROFT, B.J.; BARBETTI, M.J.; OLD, K.M.; DUDZINSKI, M.J.; SUTHERST, R.W.; PENROSE, L.J.; ARCHER, C.; EMMETT, R.W. Potential impact of climate change on plant diseases of economic significance to Australia. **Australasian Plant Pathology**, v.27, p.15-35, 1998.

CHAKRABORTY, S.; PANGGA, I.B. Plant disease and climate change. In: GILLINGS, M.; HOLMES, A. (Ed.) **Plant microbiology**, London: BIOS Scientific, 2004. p.163-180.

CHAKRABORTY, S. Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions. **Australasian Plant Pathology**, v.34, p.443-448, 2005.

CHEE, K.H. Factors affecting discharge, germination and viability of spores of *Microcyclus ulei*. **Transactions of the British Mycological Society**, v.66, p.499-504, 1976a.

CHEE, K.H. South American leaf blight of *Hevea brasiliensis*: spore dispersal of *Microcyclus ulei*. **Annals of Applied Biology**, v.84, n.2, p.147-152, 1976b.

CHEE, K.H. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. **Annals of Applied Biology**, v.84, p.135-145, 1976c.

CHEE, K.H.; ZHANG, K.M.; DARMONO, T.W. Occurrence of eight races of *Microcyclus ulei* on *Hevea* rubber in Bahia, Brazil. **Transactions of the British Mycological Society**, v.87, n.1, p.15-21, 1986.

EEROLA, T.T. **Mudanças climáticas globais: passado, presente e futuro**. Disponível: http://www.helsinki.fi/hum/ibero/xaman/articulos/2004_01/mudancas_climaticas_globais.pdf. Acesso em: 20 out. 2007.

FERREIRA, F. A. **Patologia Florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.

FURTADO, E.L.; TRINDADE, D.R. Doenças da seringueira. In: KIMATI, H; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**: doenças das culturas. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.559-569.

FURTADO, E.L. Manejo do mal das folhas da Seringueira no Brasil. In: **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, MG. EPAMIG. v.28, n.237, p.130-137, mar/abr. 2007.

FURTADO, E.L.; MENTEN, J.O.M.; PASSOS, J.R. Intensidade do Mal das folhas em plantas jovens e adultas de seis clones de Seringueira na região do Vale do Ribeira. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.2, p.130-137, 2008.

FURTADO, E. L. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da seringueira. In: Raquel Ghini; Emília Hamada. (Org.). Mudanças climáticas globais: Impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília: Embrapa, 2008, v., p. 257-272.

GARCIA, B.D.; GRANGE, T.N.; RIVANO, F.; D'AUZAC.J. Evaluation of the resistance of 36 *Hevea* clones to *Microcyclus ulei* and relation to their capacity to accumulate scopoletin and lignins. **European Journal of Plant-Pathology**, v.29, p.323-338, 1999.

GARCIA, B.D.; MATTOS, C.R.R.; GONÇALVES, P.de S.; LE GUEN, V. Selection of Rubber clones for resistance to South American Leaf Blight and Latex Yied in the Germplasm of the Michelin Plantation of Bahia, Brazil. **Journal of Rubber Research**, v.7, n. 3, p.188-198, 2004.

GASPAROTTO, L.; TRINDADE, D.R.; SILVA, H.M. **Doenças da seringueira**. Manaus. Embrapa/CNPDS, 1984, 71 p.

GASPAROTTO, L. **Epidemiologia do mal das folhas (*Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx) da seringueira (*Hevea sp.*)**. 1988. 124f. Tese. UFV. Viçosa-MG.

GASPAROTTO, L.; ZAMBOLIM, L.; MAFFIA, L.; VALE , F.X.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Efeito da temperatura e da umidade sobre a infecção de seringueira por *Microcyclus ulei*. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.38-41, 1989.

GASPAROTTO, L.; SANTOS, A.F.dos.; PEREREIRA, J.C.R.; FERREIRA, F.A. **Doenças da Seringueira no Brasil**. Brasília: EMBRAPA.1997.168p.

GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R.; SOUZA. R.A. **Retrospectiva e atualidades do melhoramento genético da seringueira (*Hevea sp.*) no Brasil e em países Asiáticos**. Manaus: Embrapa- CNPDS, 69 p, 1983.

GONÇALVES, P. de S.; BORTOLETTO, N.; ORTOLANI, A. A.; BELLETTI, G. O.; SANTOS, W. R. dos. Desempenho de novos clones de seringueira. III. Seleções promissoras para a região de Votuporanga, Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 971-980, jun. 1999.

GONÇALVES, P. de S.; BORTOLETTO, N.; FURTADO, E.L.; SAMBURAGO, R.; BATAGLIA, O.C.; ORTOLANI, A.A.; GODOY JUNIOR, G. Desempenho de clones de seringueira de origem amazônica no planalto do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1469-1477, abr. 2001.

GUYOT, J.; CILAS, C.; SACHE, I. Influence of host resistance and phenology on South American leaf blight of the rubber tree with special consideration of temporal dynamics. **European Journal of Plant Pathology**, v.120, n.2, p.111-124, 2008.

GHINI, R. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Embrapa Meio Ambiente, 2005, 104p.

GHINI, R.; HAMADA, E. **Mudanças Climáticas: Impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2008. 331p.

HAMADA, E.; GHINI, R.; GONÇALVES, R.R.V. Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologia de elaboração de mapas. **Engenharia Ambiental**, v. 3, p. 73-85, 2006.

HOLLIDAY, P. Dispersal of conidial of *Dothidella ulei* from *Hevea brasiliensis*. **Annals of Applied Biology**, v.63, n.3, p.435-437, 1969.

HOLLIDAY, P. South American leaf blight (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis*. Farnham Royal: **CAB**, 1970. p.31.(CAB. Phytopathological Papers, 12).

IAC- **INSTITUTO AGRÔNOMO CAMPINAS**. Programa Seringueira. <http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/Seringueira>. Acesso em: 07 de agosto de 2009.

IPCC. **Climate change 2001: the science basis** IPCC WG I,TAR. New York: Cambridge University Press, 2001. 881p.

IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers**. Geneva: IPCC, 2007. 18p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

IRSG-International Rubber Study Group. Production and consumption of natural rubber - **Rubber Statistical Bulletin**, (2008).

JESUS JUNIOR, W.C.; VALE, F.X.R.; MORAES, W.B.; ZAMBOLIM, L.; RAMOS, F.A. Critérios epidemiológicos para tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. In: JESUS JUNIOR, W.C.; POLANCZYK, R.; PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J.E.M.; SANTIAGO, T. (Ed.). **Atualidades em Defesa Fitossanitária**. Editora Suprema Gráfica, Visconde do Rio Branco, 2007. p. 307-326.

JESUS JUNIOR, W.C.; VALADARES JUNIOR, R.; CECÍLIO, R.A.; MORAES, W.B.; VALE, F.X.R.; ALVES, F.R.; PAUL, P.A. Worldwide geographical distribution of black sigatoka for banana: predictions based on climate change models. **Scientia Agrícola**, v.65, p. 40-53, 2008.

JUNQUEIRA N.T.V. **Variabilidade fisiológica de *Microcyclus ulei* (P.Henn.)** v. **Arx.** 1985. 134f. Tese, UFV. Viçosa-MG.

JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L.; GASPAROTTO, L.; ALFENAS, A.C. Variabilidade fisiológica de *Microcyclus ulei*. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, n.4, p.823-833, 1986.

JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L.; GASPAROTTO, L.; ALFENAS, A.C. Reação de clones de seringueira a vários isolados de *Microcyclus ulei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.8, p.877-893, 1988.

LANGFORD, M.H. **South American leaf blight of *Hevea* rubber trees.** Washington, D.C: USDA, 1945. 31 p. (USDA. Technical Bulletin, 882).

LONSDALE, D.; GIBBS, J.N. Effects of climate change on fungal diseases of trees. In: FRANKLAND, J.C.; MAGAN, N.; GADD, G.M.; (Ed.) **Fungi and environmental change.** Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p.1-19.

LONSDALE, D.; GIBBS, J.N. Effects of climate change on fungal diseases of trees. In: BROADMEADOW, M. (Ed.) **Climate change: impacts on UK forests.** Edinburgh: Forestry Commission, 2002. p. 83-97. (Bulletin, 125).

MARQUES, P. C. Produção de borracha seca de clones de seringueira, no município de Viana, Espírito Santo. Vitória: **EMCAPA**, 1997. 7p. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 83).

MARQUES, P. C.; GONÇALVES, P. de S.; GALVEAS, P. A. O. **Seringueira: Clones – 2007 – 2ª recomendação para o Estado do Espírito Santo.** Vitória: INCAPER, 2007. 4p. (INCAPER.Documentos, 143).

MARTIN, W.J. The occurrence of South American leaf blight of *Hevea* rubber tree in México. **Phytopathology**, v.38, p.157-158, 1948.

MEDEIROS, A.G. Novos conceitos técnicos sobre o controle químico do Mal das folhas da Seringueira. In: Seminário Nacional da Seringueira, 2. Rio Branco. **Anais...** Brasília, SUDHEVEA, 1976, p.391-405.

MENTEN, J.O.M. **Avaliação da resistência horizontal e vertical e da tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Urg.** 1980. 213f. Dissertação. ESALQ. Piracicaba-SP.

PARLEVLIT, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.203-222, 1979.

PERALTA, A.M.; FURTADO, E.L.; AMORIM, L.; MENTEN, J.O.M.; BERGAMIN FILHO, A. Melhoramento genético da Seringueira para a resistência ao mal das folhas (*Microcyclus ulei*). **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.16, p.214-224, 1990.

RANDS, R.D. **South American leaf disease of Para rubber**. Washington, USDA, 1924. 19p. (USDA, Bulletin, 1286).

ROCHA, H.M.; VASCONCELLOS FILHO, A.P. Epidemiology of the South American leaf blight of rubber in the region of Ituberá, Bahia, Brazil. **Turrialba**, v.28, n.4, p.325-329, 1978.

ROJAS, J.A.P.; BURGOS, D.J.; G MORENO, J. Aislamiento de cepas de *Microcyclus ulei* em Colombia. **Revista Colombia Forestal**, v.9, n.19, p.126-135, 2006.

SCHAFER, J.F. Tolerance to plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.9, p.235-352, 1971.

SIMONS, M.D. Relative tolerance of oat varieties to crown rust fungus. **Phytopathology**, St, Paul, v.56, p.36-40, 1966.

TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA . Impactos actuales y potenciales de las enfermedades de los cultivos perennes de la amazonia y posibilidades de control para el desarrollo sostenible de la region. **Ministério de cooperacion técnica del reino de los países bajos**. Secretaria *pro tempore*. Caracas, Venezuela. Setiembre, 1999.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Perfil. 2004. 532p.

WYCHERLEY, P.R. **The genus *Hevea***. In: Workshop on international collaboration *Hevea* breeding and the collection an establishment of materials from the neotropic 12-16. April 1977. Kuala Lumpur, 1977. 12p.

ZAMBOLIM, L.; JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M. Doenças que incidem sobre a seringueira em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, n.11, p.36-42, 1985.

CAPÍTULO I

COMPORTAMENTO DE DEZOITO CLONES DE SERINGUEIRA AO MAL DAS FOLHAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Comportamento de dezoito clones de seringueira ao mal das folhas na região Sul do Espírito Santo

RESUMO

O insucesso da heveicultura na região Norte do Brasil deve-se, principalmente, a ocorrência do mal das folhas da seringueira, causado pelo *Microcyclus ulei*, fungo originário da Amazônia, presente nas regiões de plantio do país. As estratégias utilizadas no manejo do mal das folhas baseiam-se na resistência ao mal das folhas, nas características fenológicas dos clones utilizados e nas características climáticas favoráveis ou não a epidemias. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de dezoito clones de seringueira ao mal das folhas e estudar o progresso da doença. O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) em Cachoeiro de Itapemirim-ES, onde foram avaliados 18 clones, a saber: 1- RRIM 600; 2- RRIM 802; 3- RRIM 725; 4- RRIM 711; 5- RRIM 926; 6- IAC 300; 7- IAC 301; 8- IAC 302; 9- PB 324; 10- PB 355; 11- PB 326; 12- PB 260; 13- PB 306; 14- PR 255; 15- PR 261; 16- IAN 873; 17- FX 3864 e 18- GT 1. As avaliações foram realizadas em intervalos de 15 dias, sendo retirados, em média, 30 folíolos por árvore. A doença foi quantificada a partir do número de folíolos coletados e classificados de acordo com os estágios de desenvolvimento da doença e do tipo de lesão. Pode-se concluir que o mal das folhas ocorreu durante todo o período experimental, o qual a maior ou menor intensidade da doença variou de acordo com o nível de resistência dos clones e da época do ano. Os clones FX 3864, RRIM 725, RRIM 711, IAC 300 e IAN 873, presentes no grupo 3, foram os que apresentaram maior resistência ao mal das folhas da seringueira, os clones PB 260, GT 1, PR 255, PB 324, IAC 302, PR 261 e IAC 301, presentes no grupo 2, foram classificados como moderadamente resistentes, já os clones RRIM 926, PB 355, RRIM 802, RRIM 600, PB 326 e PB 306, presentes no grupo 1, foram considerados como suscetíveis à doença.

Palavras-chave: *Hevea* sp., *Microcyclus ulei*, resistência, genótipos.

Behavior of eighteen rubber tree clones to the South American Leaf Blight on the South region of Espírito Santo

ABSTRACT

The unsuccessfulness of the natural rubber cultivation on the North region of Brazil is due, mostly, to the occurrence of the South American Leaf Blight (SALB), caused by *Microcyclus ulei*, fungus originated from Amazônia, present on the cultivation regions of the country. The strategies utilized to the SALB management are based on the genetic resistance of plants to the SALB, on the phenological characteristics of the used clones and on the climatic conditions favorable or not to determine the epidemics. The present work had as objective to evaluate the behavior of eighteen rubber tree clones to the SALB and to study the disease progress. The experiment was carried out in the Experimental Farm of the Capixaba Research Institute, Technical Assistance and Rural Extension (INCAPER) in Cachoeiro do Itapemirim-ES, where 18 clones were evaluated as it follows: 1- RRIM 600; 2- RRIM 802; 3- RRIM 725; 4- RRIM 711; 5- RRIM 926; 6- IAC 300; 7- IAC 301; 8- IAC 302; 9- PB 324; 10- PB 355; 11- PB 326; 12- PB 260; 13- PB 306; 14- PR 255; 15- PR 261; 16- IAN 873; 17- FX 3864 and 18- GT 1. The evaluations were carried out on each 15 days, being withdrawn, about 30 leaflets per tree. The disease was quantified from the number of collected leaflets and classified accordingly with the disease development stages and the lesion kind. It can be concluded that the SALB occurred during all the experimental period, where the higher or the smaller intensity of the disease varied accordingly to the clone resistant levels and the year station. The clones FX 3864, RRIM 725, RRIM 711, IAC 300 and IAN 873, present on group 3, were the clones which presented higher resistance to the SALB, the clones PB 260, GT 1, PR 255, PB 324, IAC 302, PR 261 and IAC 301, present on group 2, were classified as moderately resistant, the clones RRIM 926, PB 355, RRIM 802, RRIM 600, PB 326 and PB 306, present on group 1 were considered as susceptible to the disease.

Key words: *Hevea* sp., *Microcyclus ulei*, resistance, genotypes.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de plantas laticíferas a seringueira (*Hevea* spp.) destaca-se como uma das principais culturas florestais em regiões de clima tropical, devido à fácil comercialização da borracha e da quantidade e qualidade do látex produzido (FURTADO et al., 2008).

Atualmente, o Brasil, que já foi o maior produtor e exportador de borracha natural do mundo, importa a maior parte da borracha que é consumida. Segundo estimativas do International Rubber Study Group (IRSG), em 2008, para um consumo de 351,8 mil toneladas, foram produzidas 117,6 mil toneladas de borracha natural e importadas 234,2 mil toneladas no país.

Este insucesso da heveicultura no país deve-se, principalmente, a ocorrência do mal das folhas da seringueira, causado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P.Henn. v. Arx.), originário da Amazônia, e que se encontra presente em todas as regiões heveícolas do país. Essa doença, segundo Gasparotto et al. (1984) e Silveira & Furtado (1995), constituiu-se em um dos principais fatores limitantes à expansão da heveicultura no Brasil, bem como em toda a América Latina.

As estratégias utilizadas no manejo do mal das folhas baseiam-se na resistência ao mal das folhas, nas características fenológicas dos clones cultivados e nas características climáticas favoráveis ou não às epidemias (FURTADO & TRINDADE, 2005)

De acordo com Menten (1990), um dos principais métodos de controle de doenças baseia-se em mecanismos de defesa da própria planta, o qual apresenta uma série de vantagens em relação às outras opções de controle, principalmente, referente aos aspectos econômicos, ecológicos e práticos. Dentre os métodos de controle, o uso de plantas resistentes tem sido considerado o mais adequado, em especial para doenças de espécies florestais (FERREIRA, 1989).

A avaliação de clones deve ser efetuada de forma a verificar o melhor efeito da interação genótipo-ambiente, levando em consideração o caráter decíduifólio das plantas adultas de seringueira, que em determinados

ambientes consiste em uma forma de defesa adicional a resistência, útil para o controle do mal das folhas (PEREIRA, 1988; FURTADO, 1990; MENTEN e FURTADO, 1991). Conforme observado nos trabalhos de Furtado et al. (2008) e Guyot et al. (2008), os quais, levando em consideração o comportamento fenológico da seringueira, avaliaram a resistência de diferentes clones ao mal das folhas.

Estudos mais detalhados em relação ao comportamento de clones de seringueira quanto à resistência ao mal das folhas se fazem necessários tanto para se conhecer as relações patógeno-hospedeiro-ambiente, quanto para propor métodos de controle ao mal das folhas, visando reduzir ou eliminar as epidemias presentes nas principais áreas de plantio de seringueira do país.

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho: avaliar o comportamento de dezoito clones de *Hevea* sp. ao mal das folhas da seringueira e estudar o progresso do mal das folhas, em dezoito clones de seringueira na região sul do Espírito Santo.

2. METODOLOGIA

2.1. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, no distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, localizada a uma latitude de 20°75' S e longitude de 41°29' W, no período de fevereiro de 2008 a novembro de 2009. O relevo classificado como levemente ondulado, está sujeito a encharcamento e formação de várzea devido à presença de baixadas. Os 18 clones e seus respectivos parentais e origem, utilizados no experimento, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Clones de seringueira, parentais e local de origem utilizados em experimento na região de Cachoeiro de Itapemirim - ES.

CLONES	PARENTAIS	PAÍS
RRIM600	Tjir 1 x PB 86	Malasia
RRIM 802	RRIM 501 (Pil A 44 x Lun N) x RRIM 623 (PB 49 x Pil B 84)	Malasia
RRIM 725	Fx 25 (F 351 x AVROS 49) x ill.	Malasia
RRIM 711	RRIM 605 (Tjir 1x PB 49) x RRIM 71	Malasia
RRIM 926	PB 5/51 (PB 56 x PB 24) x RRIM 703 [RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) x RRIM 500(Pil B 84 x Pil A 44)]	Malasia
IAC 300	RRIM 605 (Tjir 1 x PB 49) x AVROS 353	Brasil
IAC 301	RRIM 501 (Pil A 44 x Lun N) x AVROS 1518 (AVROS 214 x AVROS 256)	Brasil
IAC 302	RRIM 501 (Pil A 44 x Lun N) x AVROS 353	Brasil
PB 324	RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) x PB 235 [PB 5/51(PB 56 x PB 24) x PB S/78]	Malasia
PB 355	PB 235 [PB 5/51(PB 56 x PB 24) x PB S/78] x PR 107	Malasia
PB 326	RRIM 600 (Tjir 1 x PB 86) x PB 235 [PB 5/51(PB 56 x PB 24) x PB S/78]	Malasia
PB 260	PB 5/51(PB 56 x PB 24) x PB 49	Malasia
PB 306	-	Malasia
PR 255	Tjir 1 x PR 107	Indonésia
PR 261	Tjir 1 x PR 107	Indonésia
IAN 873	PB 86 x FA 1717	Brasil
FX 3864	PB 86 x FB 38	Brasil
GT 1	Clone Primário	Indonésia

O experimento foi conduzido seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, com dezoito tratamentos (clones), quatro repetições (blocos) e três plantas por tratamento, em espaçamento 8,0 m x 3,0 m, totalizando 216 plantas. Os clones foram oriundos da própria fazenda, obtidos a partir do jardim clonal e as mudas plantadas no campo em dezembro de 2003.

2.2. QUANTIFICAÇÃO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA

A quantificação do mal das folhas da seringueira seguiu uma periodicidade quinzenal, coletando-se em cada avaliação uma média de trinta folíolos por planta, em diferentes fases de brotações (jovens, maduros e senescentes), sendo retirados em um determinado quadrante da copa a cada coleta, utilizando para isso um podão de corte.

Os folíolos coletados foram armazenados em sacos de papel e, posteriormente, encaminhados para o laboratório de fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, onde foram realizadas, para cada clone, as avaliações da incidência e severidade do mal das folhas em cada folíolo.

A doença foi quantificada a partir do número de folíolos coletados, apresentando ou não sintomas característicos do mal das folhas e classificados de acordo com os estágios de desenvolvimento da doença e do tipo de lesão.

Uma vez obtido o número de folíolos doentes, calculou-se a porcentagem dos mesmos em relação ao número total de folíolos coletados. A partir dos folíolos doentes foi quantificado o tipo de lesão, considerando as duas fases do desenvolvimento do patógeno: conidial e estromática. Após a separação dos folíolos por tipo de lesão, foi quantificada a severidade da doença, determinando a porcentagem de área foliar com mal das folhas, tanto para a fase conidial quanto para a fase estromática, de acordo com a escala diagramática proposta por Chee (1976) e modificada por Gasparotto (1988) (Figura 1).

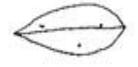
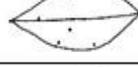
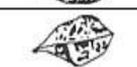
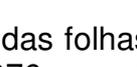
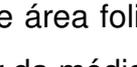
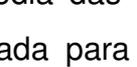
CLASSE	SUB-CLASSE	DIAGRAMA	ÁREA FOLIAR LESIONADA (%)
1	1		0
	2		0,2
	3		0,4
	4		0,6
	5		0,8
2	1		1
	2		2
	3		3
	4		4
	5		5
3	1		6
	2		8
	3		10
	4		12
	5		15
4	1		18
	2		21
	3		24
	4		27
	5		30
5	1		40
	2		50
	3		65
	4		80
	5		100

FIGURA1. Escala diagramática para a avaliação do mal das folhas em folíolos de seringueira (Proposta por Chee, 1976, modificada por Gasparotto, 1988).

A severidade foi obtida a partir da porcentagem de área foliar lesionada para a fase conidial e estromática de cada folíolo. A partir da média dos folíolos avaliados, foi calculada a porcentagem de área foliar lesionada para cada planta e tipo de lesão. Posteriormente, foi obtido à média das mesmas, de forma a se obter a porcentagem de área foliar lesionada para cada bloco. Assim, calculando a média dos blocos, pode-se obter a porcentagem de área foliar lesionada para a fase conidial e estromática de cada clone.

A incidência para cada clone, tanto para a fase conidial quanto para a fase estromática, foi obtida seguindo os mesmos critérios utilizados para o calculo da severidade.

A partir das avaliações de quantificação realizadas para cada clone pode-se obter as seguintes variáveis epidemiológicas:

- 1- Incidência conidial: número de folíolos com lesões conidiais.
- 2- Incidência estromática: número de folíolos com lesões estromáticas.
- 3- Severidade conidial: porcentagem de área foliar com presença de lesões conidiais.
- 4- Severidade estromática: porcentagem de área foliar com presença de lesões estromáticas.

Como não foi possível ajustar os dados do progresso do mal das folhas aos modelos biológicos clássicos, optou-se por fazer as avaliações do comportamento dos clones frente ao mal das folhas por meio de variáveis obtidas das curvas de progresso da doença (conidial e estromática) de cada clone, sendo realizado por meio do cálculo da variável área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Foram calculadas as áreas abaixo da curva de progresso da incidência conidial (AACPIC) e estromática (AACPIE), e da severidade conidial (AACPSC) e estromática (AACPSE).

As áreas abaixo da curva de progresso da doença foram calculadas pelo método de integração trapezoidal proposto por Shaner e Finney (1977).

$$AACPD = \{[\sum (y+y_{i+1})/2 \cdot d_{ij}]/n\} \quad (1)$$

Em que:

y_i e **y_{i+1}** = são os valores de severidade observados em duas avaliações consecutivas

d_{ti} = intervalo entre as avaliações

n = duração do período de avaliação.

2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Os conjuntos de dados compostos pelas variáveis obtidas a partir da área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade do mal das

folhas (AACPIC, AACPIE, AACPSC, AACPSE) foram submetidos à análise de regressão múltipla com seleção STEPWISE, utilizando-se para isso o procedimento STEPDISC do SAS (Statistical Analysis Software System-Versão 9.0; SAS Institute 2004, Cary, NC).

Este procedimento permitiu selecionar somente aquelas variáveis que possibilitam maior poder de discriminação entre os tratamentos. As variáveis foram selecionadas de acordo com: a) valor de F parcial da análise de covariância, significativo a $p < 0,15$ (onde as variáveis selecionadas agem como co-variáveis ou variáveis explicativas e as novas variáveis que dão entrada no modelo agem como variáveis independente); b) a correlação quadrada parcial, a qual fornece a variância única explicada pela variável independente no modelo ($p < 0,15$), indicando a correlação entre uma variável independente e a dependente, enquanto se controlam os efeitos preditivos de todas as outras variáveis sobre a variável independente.

Os dados das variáveis selecionadas, foram submetidos à análise de variáveis canônicas (CVA). Esta é uma técnica de ordenação indireta que reduz a dimensionalidade do conjunto dos dados originais em um conjunto de variáveis que podem ser usadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias das respostas de cada tratamento sob comparação (KEDWARDS et al., 1999). A significância da diferença (indicada pela ordenação) entre grupos devido ao tratamento foi determinada pela comparação dos tratamentos dois-a-dois pelo teste F aproximado ($p < 0,05$), utilizando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas.

3. RESULTADOS

As epidemias do mal das folhas estiveram presentes nos clones durante todo o período avaliado, o qual a maior ou menor intensidade da doença, tanto para incidência quanto para severidade, variou de acordo com o nível de resistência dos clones e da época do ano (Figuras 2 a 6).

Com base nos resultados obtidos observa-se que a maior severidade estromática ocorreu entre os meses de setembro e novembro de 2008 e de janeiro a junho de 2009, sendo também observado altos índices de doenças entre fevereiro e abril de 2008 e a partir de setembro de 2009. A severidade conidial, por sua vez, se apresentou de forma freqüente após o período de senescência, ou seja, após os meses de fevereiro, março e julho e agosto de 2008 e 2009, porém em baixa intensidade na maioria das avaliações, exceto para o período de setembro de 2009, o qual observa-se a máxima severidade conidial.

A severidade estromática apresentou-se maior que a severidade conidial, como é o caso do RRIM 600, RRIM 802, PB 306, PB 355, RRIM 926, PR 255 e PB 326 variando entre 10% a 20% em vários períodos de avaliação. Clones como IAC 301, IAC 302, PB 260, PB 324, GT 1 e PR 261 apresentaram variabilidade nos níveis de severidade estromático em quase todo o período avaliado, variando entre 5% e 10% na maioria dos clones. Em clones como IAN 873, IAC 300, FX 3864, RRIM 725, RRIM 711 a severidade conidial e estromática permaneceu baixa durante o período de avaliação, entre 0% e 5%.

De acordo com os dados de incidência, a doença foi observada durante todo período experimental e esteve presente em 100% dos clones avaliados, em praticamente todas as avaliações realizadas. Nos clones RRIM 725, RRIM 711, IAC 300, IAN 873 a incidência estromática esteve predominante em quase todas as avaliações, variando entre 5% e 40% de folíolos doentes, as lesões conidiais, por sua vez, variaram entre 80% e 100% nos meses avaliados. Nos demais clones, houve predominância das lesões estromáticas, contudo, nos meses com lesões conidiais notou-se uma variabilidade no comportamento da incidência com base no tipo de lesão, conidial ou estromática.

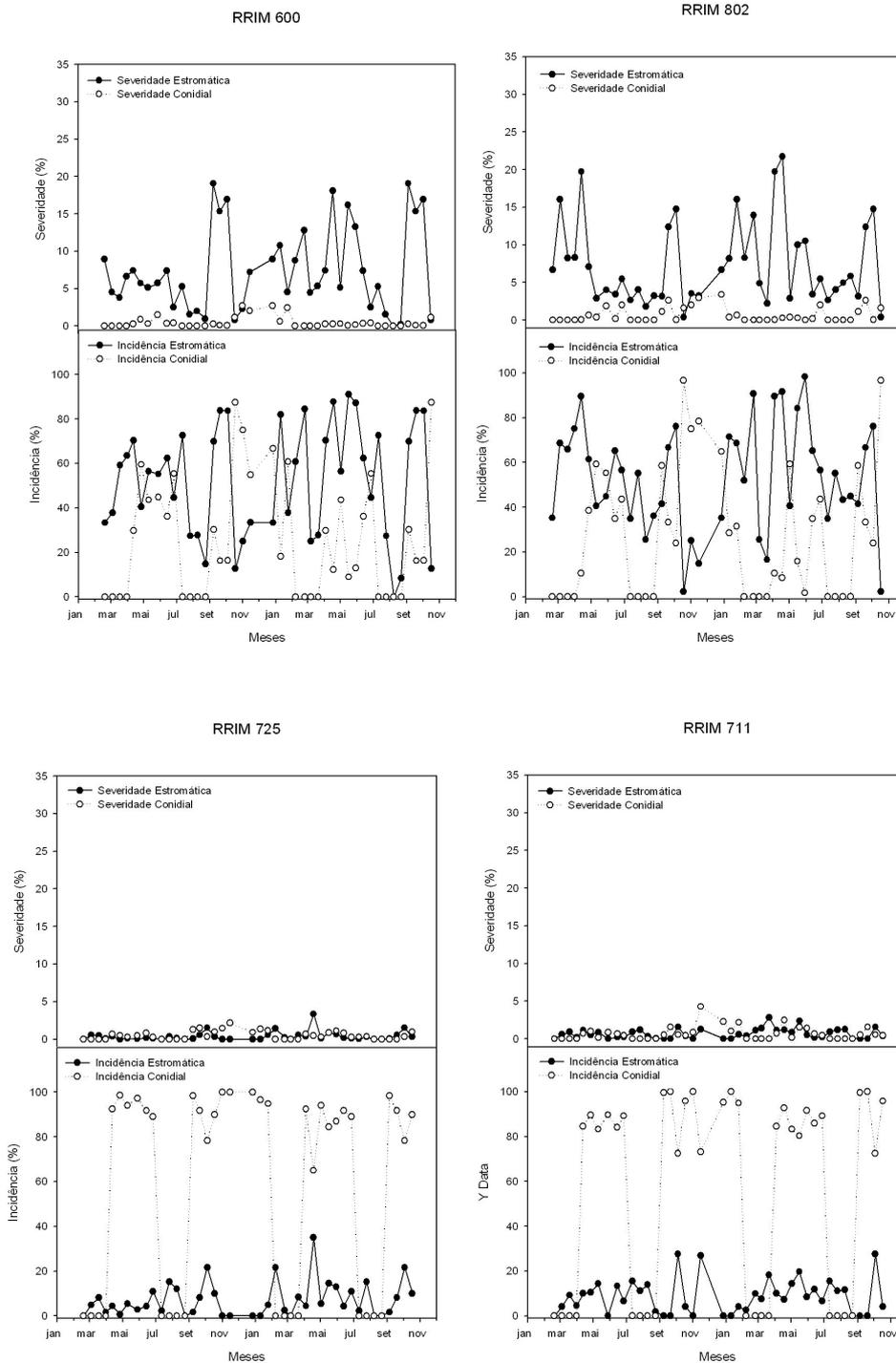


FIGURA 2. Incidência (%) e severidade (%) conidial, estromática e total do mal das folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*) para os clones RRIM 600, RRIM 802, RRIM 725 e RRIM 711, avaliados no período de fevereiro de 2008 a outubro de 2009, no distrito de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

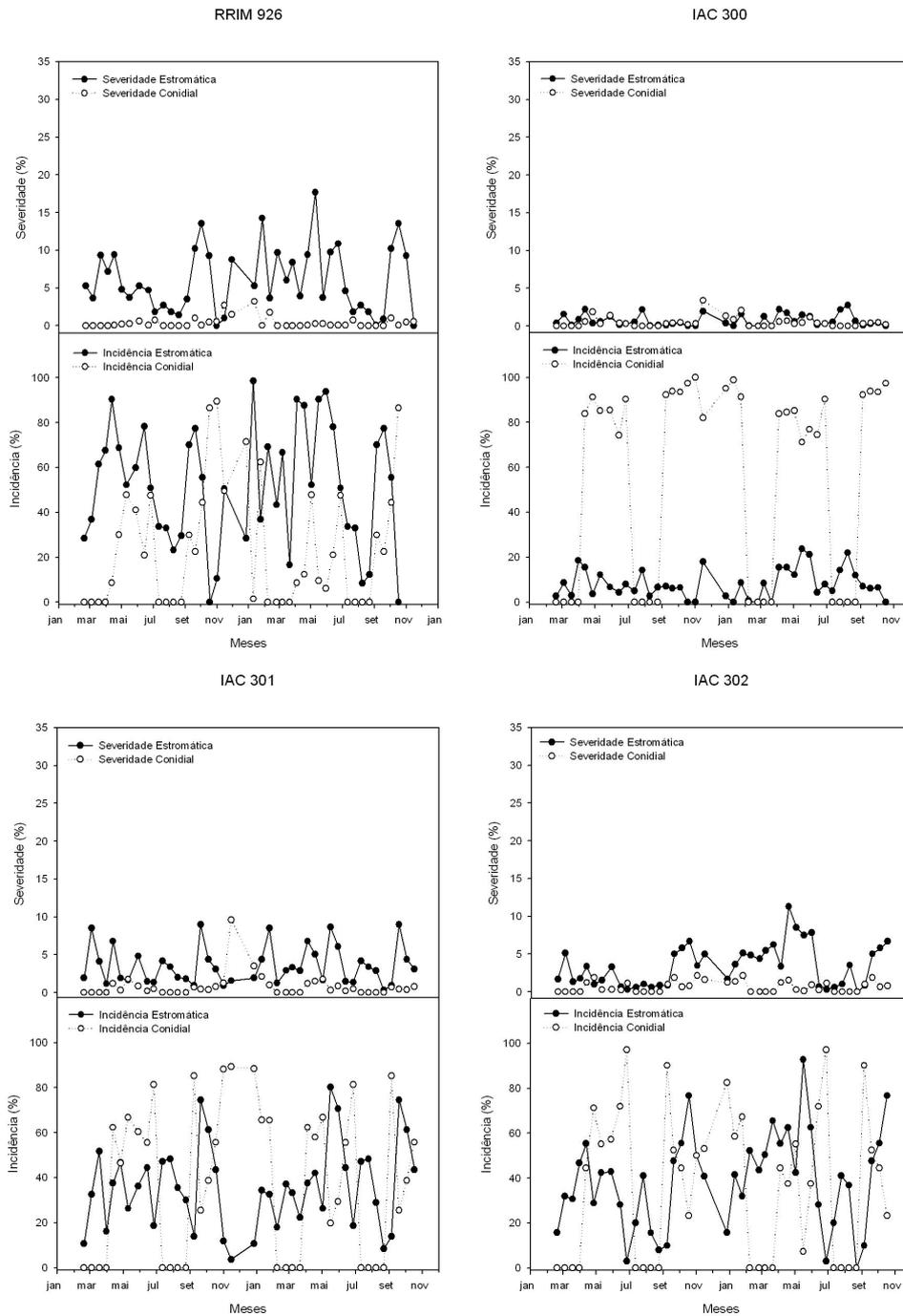


FIGURA 3. Incidência (%) e severidade (%) conidial, estromática e total do mal das folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*) para os clones RRIM 926, IAC 300, IAC 301 e IAC 302, avaliados no período de fevereiro de 2008 a outubro de 2009, no distrito de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

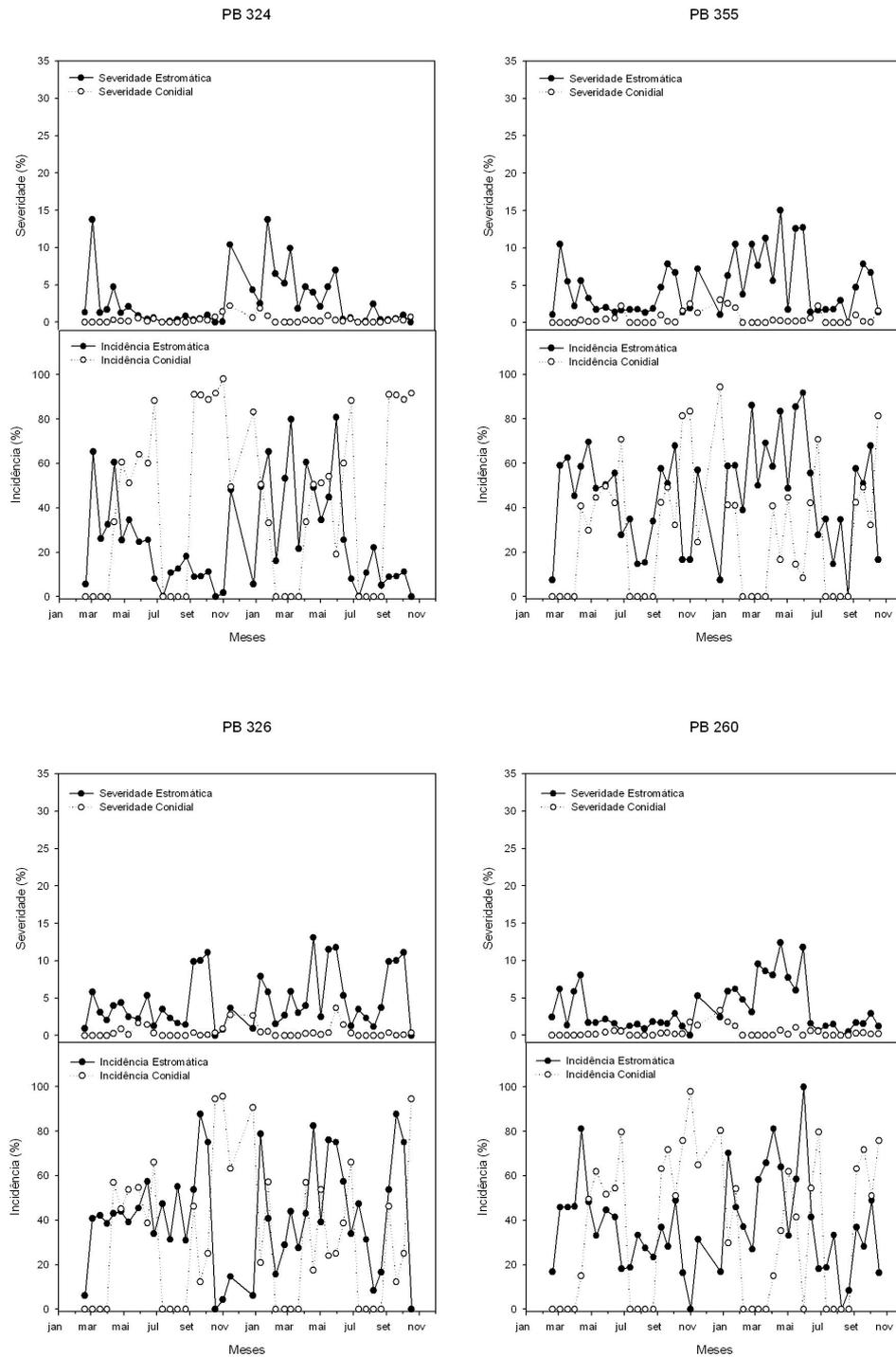


FIGURA 4. Incidência (%) e severidade (%) conidial, estromática e total do mal das folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*) para os clones PB 324, PB 355, PB 326 e PB 260, avaliados no período de fevereiro de 2008 a outubro de 2009, no distrito de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

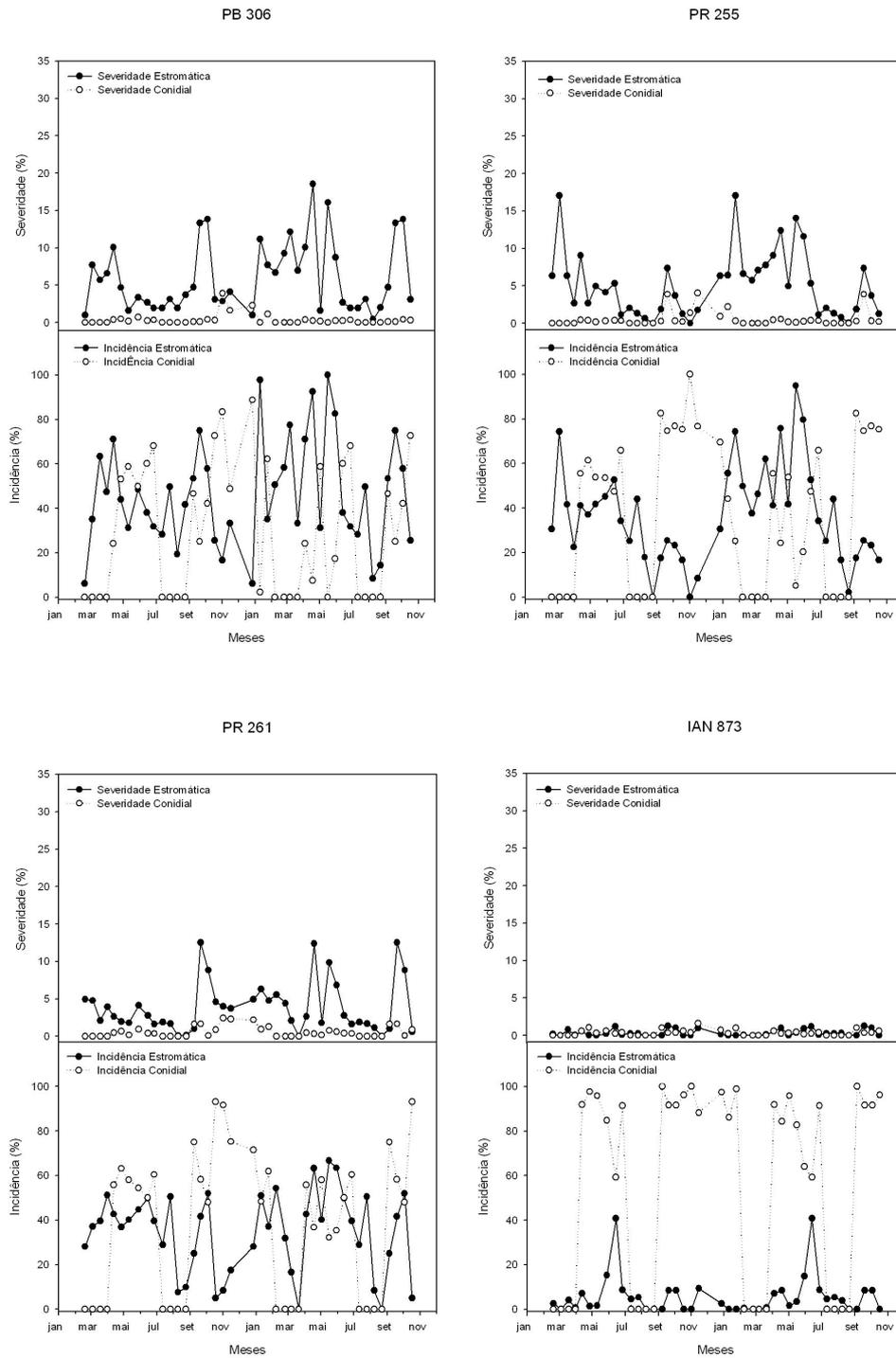


FIGURA 5. Incidência (%) e severidade (%) conidial, estromática e total do mal das folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*) para os clones PB 306, PR 255, PR 261 e IAN 873, avaliados no período de fevereiro de 2008 a outubro de 2009, no distrito de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

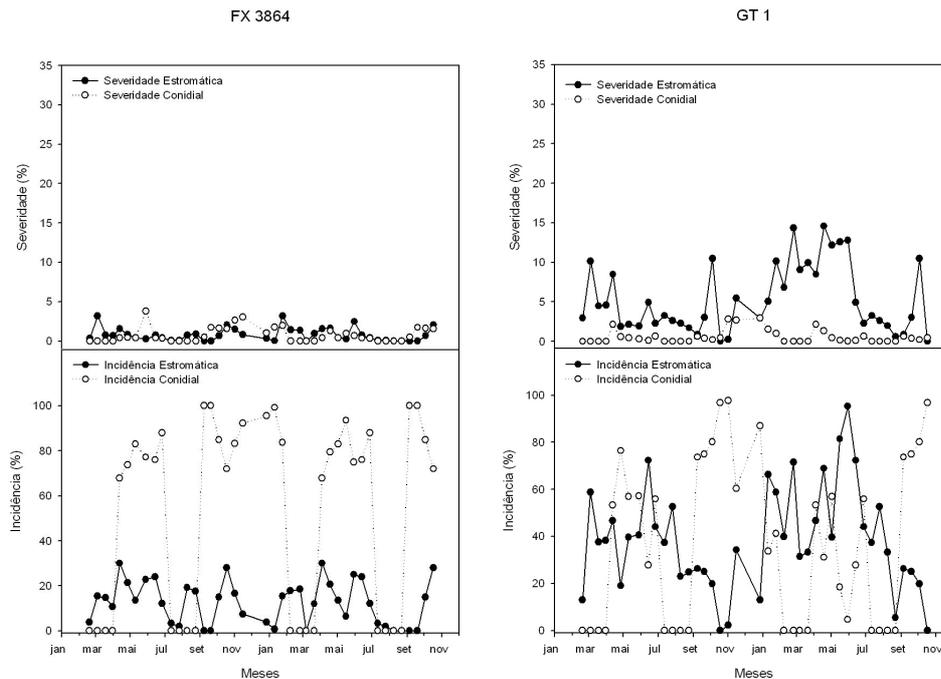


FIGURA 6. Incidência (%) e severidade (%) conidial, estromática e total do mal das folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*) para os clones FX 3864 e GT1, avaliados no período de fevereiro de 2008 a outubro de 2009, no distrito de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Foram obtidas quatro variáveis por meio do cálculo da AACPD, o qual os valores médios das variáveis epidemiológicas são apresentados nas Tabelas 2 e 3. Uma vez obtidas as variáveis relacionadas à área abaixo da curva de progresso, foi realizada a análise de regressão múltipla, com o procedimento de seleção de STEPWISE, o qual permitiu selecionar somente as variáveis representativas da incidência e/ou severidade, de forma a obter uma máxima discriminação entre os resultados alcançados com os diferentes tratamentos (clones) avaliados.

TABELA 2. Área abaixo das curvas de progresso das incidências estromática (AACPIE) e conidial (AACPIC) do mal das folhas (*Microcyclus ulei*) em dezoito clones de seringueira.

Clones	AACPIE	AACPIC
RRIM600	33.387,63 ± 877,8*	30.192,26 ± 847,9
RRIM 802	33.936,49 ± 1985,7	30.067,70 ± 1969,3
RRIM 725	4.402,15 ± 431,4	59.248,19 ± 338,5
RRIM 711	5.820,95 ± 363,8	57.713,16 ± 601,7
RRIM 926	33.555,46 ± 1530,0	29.997,57 ± 1478,9
IAC 300	5.425,79 ± 767,3	57.637,27 ± 387,2
IAC 301	22.705,68 ± 2555,9	40.858,15 ± 2561,8
IAC 302	24.528,44 ± 3636,5	39.503,24 ± 3527,3
PB 324	17.155,28 ± 1643,9	44.548,30 ± 1312,8
PB 355	30.003,83 ± 2359,9	33.252,68 ± 1846,4
PB 326	26.657,10 ± 2822,2	36.252,37 ± 2055,0
PB 260	24.399,73 ± 3468,6	38.612,98 ± 3171,5
PB 306	29.381,92 ± 2980,0	33.438,80 ± 2907,1
PR 255	23.409,00 ± 2743,1	39.684,77 ± 2808,2
PR 261	22.229,78 ± 3863,9	41.331,33 ± 3775,2
IAN 873	3.715,90 ± 1190,1	58.242,63 ± 709,5
FX 3864	7.819,61 ± 1264,6	55.837,19 ± 1419,2
GT 1	24.887,77 ± 1703,8	39.084,76 ± 1604,5

*Erro padrão

TABELA 3. Área abaixo das curvas de progresso das severidades estromática (AACPSE) e conidial (AACPSC) do mal das folhas (*Microcyclus ulei*) em dezoito clones de seringueira.

Clones	AACPSE	AACPSC
RRIM600	4.875,63 ± 582,9*	1.067,74 ± 57,3
RRIM 802	4.788,75 ± 676,8	968,86 ± 193,7
RRIM 725	242,68 ± 32,1	667,89 ± 94,3
RRIM 711	440,81 ± 57,0	960,69 ± 237,0
RRIM 926	3.997,52 ± 493,1	744,15 ± 74,4
IAC 300	503,59 ± 47,4	598,94 ± 35,7
IAC 301	2.260,39 ± 242,4	1.168,75 ± 173,0
IAC 302	2.095,58 ± 244,7	871,03 ± 64,8
PB 324	1.754,17 ± 314,5	592,27 ± 30,6
PB 355	3.110,34 ± 595,2	931,39 ± 112,6
PB 326	2.989,51 ± 406,6	1.196,05 ± 106,0
PB 260	2.232,68 ± 428,9	760,96 ± 81,2
PB 306	3.867,48 ± 583,6	849,82 ± 62,1
PR 255	3.267,48 ± 239,4	1.168,93 ± 179,9
PR 261	2.334,59 ± 560,8	895,81 ± 53,6
IAN 873	110,65 ± 18,6	462,98 ± 21,6
FX 3864	502,56 ± 59,2	868,57 ± 29,0
GT 1	3.114,46 ± 408,2	1.173,69 ± 208,2

*Erro padrão

As variáveis avaliadas, área abaixo da curva de progresso da incidência conidial (AACPIC), área abaixo da curva de progresso da incidência estromatica (AACPIE), área abaixo da curva de progresso da severidade conidial (AAPSC) e área abaixo da curva de progresso da severidade estromatica (AAPSE), apresentaram maior poder de discriminação, sendo selecionadas como variáveis mais representativas dos dados analisados, utilizadas para a análise adicional (Tabela 4).

TABELA 4. Variáveis selecionadas nas curvas de progresso de incidência e severidade do mal das folhas da seringueira nos diferentes clones.

	Análise de Covariância			Correlação quadrada parcial	
	R ² Parcial	F	P	Média da correlação canônica ao quadrado	P
AACPIC	0,8853	25,52	<0,0001	0,05207751	<0,0001
AACPSC	0,4437	2,49	0,0059	0,07800390	<0,0001
AACPSE	0,4137	2,16	0,0174	0,10188889	<0,0001
AACPIE	0,4256	2,22	0,0145	0,12440069	<0,0001

*AACPIC= área abaixo da curva de progresso da incidência conidial, AAPSE= área abaixo da curva de progresso da severidade estromatica, AACPIE= área abaixo da curva de progresso da incidência estromatica.

Com base na análise das variáveis canônicas para as variáveis selecionadas, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que dos três eixos canônicos obtidos, dois foram significativos, os quais explicaram 88,54% do total da variância observada (Tabela 5).

TABELA 5. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos às variáveis AACPIC, AACPSEVE e AACPIE do mal das folhas da seringueira nos dezoito clones avaliados.

Clone	Eixos Canônicos	
	Can 1	Can 2
RRIM600	27,2907	50,84
RRIM 802	27,5719	50,7662
RRIM 725	35,4798	50,6213
RRIM 711	34,7802	51,3633
RRIM 926	28,0008	49,4074
IAC 300	34,8746	49,9718
IAC 301	30,5368	51,0597
IAC 302	30,8303	50,2415
PB 324	31,2685	48,2333
PB 355	28,7804	49,7158
PB 326	29,0188	50,5563
PB 260	30,2891	49,2006
PB 306	28,3168	49,552
PR 255	29,603	51,0929
PR 261	30,8319	50,3125
IAN 873	34,8121	48,7669
FX 3864	34,5342	50,9922
GT 1	29,9178	51,5535
Peso de Cada Variável	10,2611	1,1474
Variância de Cada Eixo	0,7963	0,089
Variância Acumulada	0,7963	0,8854
F	5,50	2,62
GL (numerador; denominador)	68/190,68	48/146,53
P	<0, 0001	<0, 0001

Com base nos coeficientes canônicos, os clones que mais contribuíram de forma positiva no eixo 1 foram: RRIM 725, RRIM 711, IAC 300, FX 3864 e IAN 873. Já os clones RRIM 725, RRIM 600, RRIM 802, RRIM 711, IAC 301, IAC 302, PB 326, PR 255, PR 261, FX 3864 e GT 1 foram os que mais contribuíram positivamente no eixo 2.

A partir dos dois eixos canônicos significativos, derivados da análise das variáveis canônicas, obteve-se o diagrama de ordenação, no qual verifica-se o agrupamento entre os clones avaliados, com base na distância de Mahalanobis (Figura 7). Por este método a distância entre os pontos dentro de um mesmo círculo não deferem entre si, mas diferem significativamente da distância entre pontos de círculos diferentes.

Foram obtidos três grupos de similaridade, sendo classificados da seguinte forma: Grupo 1 (Suscetível)- RRIM 926, PB 355, RRIM 802, RRIM 600, PB 326 e PB 306; Grupo 2 (Moderadamente Resistente)- PB 260, GT 1, PR 255, PB 324, IAC 302, PR 261 e IAC 301 e Grupo 3 (Resistente)- FX 3864, RRIM 725, RRIM 711, IAC 300, IAN 873.

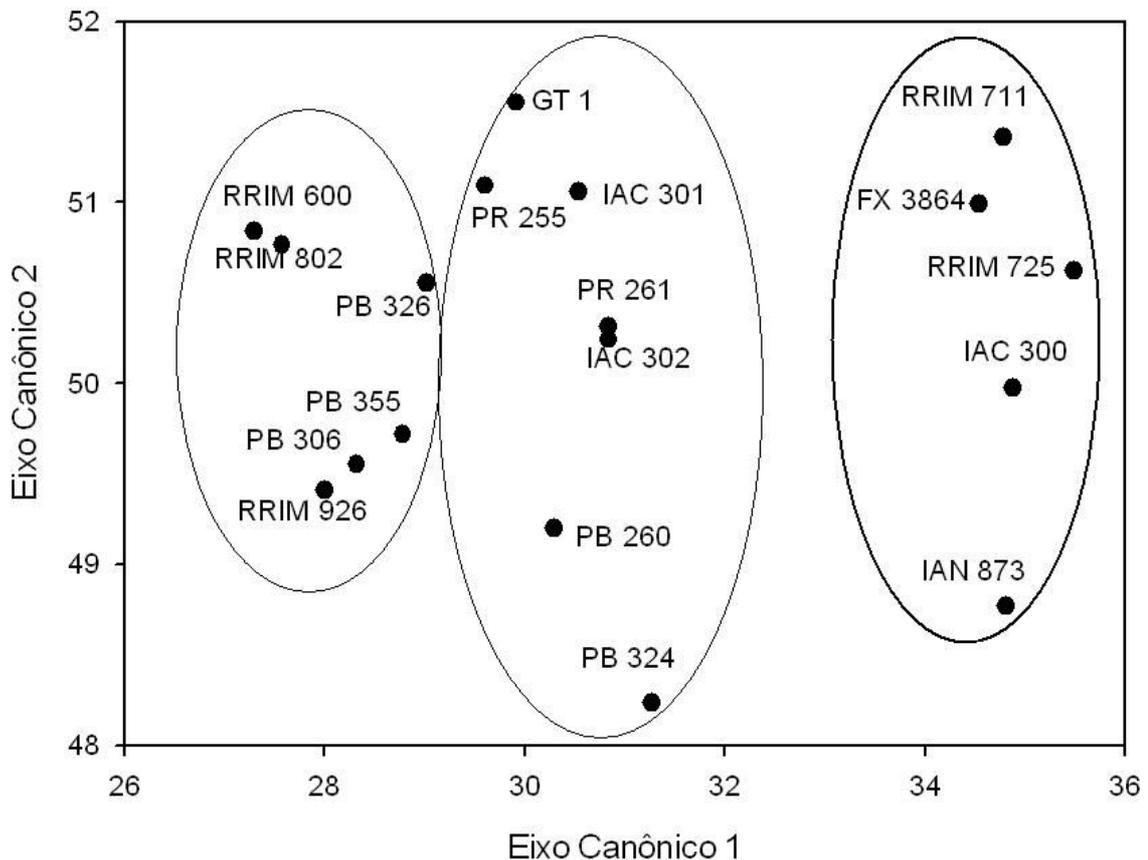


FIGURA 7. Diagrama de Ordenação mostrando a discriminação dos clones de seringueira baseado na distância de Mahalanobis a partir das análises de incidência e severidade do mal das folhas.

4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados fazem parte de um conjunto de dados obtidos de fevereiro de 2008 a outubro de 2009 em avaliações realizadas em um seringal com dezoito clones.

Ao contrário do que normalmente encontra-se na literatura referente a outros patossistemas, não foi possível ajustar os dados do progresso do mal das folhas aos modelos biológicos clássicos (Exponencial, Monomolecular, Logístico e de Gompertz) e nem utilizar os parâmetros desses modelos para comparar as curvas de progresso geradas para cada clone (JESUS JUNIOR et al., 2004), uma vez que, a utilização de dezoito clones com diferentes níveis de resistência gerou curvas de progresso com formato variado não se assemelhando ao padrão das curvas dos modelos (Figuras 2 a 6).

Com isso, baseado nas recomendações propostas na literatura, não se deve utilizar parâmetros epidemiológicos retirados de modelos diferentes para comparar as epidemias (CAMPBELL e MADDEN, 1990; JESUS JUNIOR et al., 2004). Dessa forma, optou-se por fazer as comparações dos clones, por meio de variáveis obtidas das curvas de progresso do mal das folhas, procedimento, este, considerado como a etapa inicial nos estudos epidemiológicos de doenças em plantas (JESUS JUNIOR et al., 2004).

De modo geral, quando o ajuste dos dados aos modelos epidemiológicos não é possível, a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) torna-se uma opção na comparação univariada de epidemias, pois o valor calculado integra indiretamente todos os processos epidemiológicos ocorridos no período avaliado (CAMPBELL e MADDEN, 1990).

Deste modo, para efetuar a comparação entre os clones quanto à intensidade da doença, quatro variáveis foram obtidas por meio da análise da AACPD, baseado na incidência e severidade (conidial e estromática), de forma a obter uma melhor representação do progresso da doença (Tabela 2 e 3).

Através da seleção de Stepwise obteve-se que as variáveis AACPIE, AACPIC, AACPSC e AACPSE foram aquelas que melhor maximizam a discriminação dos tratamentos (Tabela 4). A seleção das variáveis AACPIE e AACPIC confirma os dados de outros autores, que comparando as duas variáveis, recomendam a utilização da porcentagem de folíolos lesionados, ou seja, da contagem e verificação da presença ou ausência de sintomas para a quantificação da doença, uma vez que esta é uma medida mais acurada e mais fácil de se determinar do que a severidade, apesar desta também ter sido selecionada no presente trabalho (FURTADO, 1996; FURTADO et al., 2008). Esse método também tem sido utilizado por outros autores com este patossistema (CAMARGO et al, 1967; ROCHA e VASCONCELOS FILHO, 1978; PEREIRA, 1988; FURTADO, 1990).

Apesar do mal das folhas ser uma doença classificada como sendo de juro compostos (BERGAMIN FILHO, 1982), conforme proposta de Vanderplank (1963), em que o uso da severidade é recomendado, a incidência mostrou-se uma medida de fácil determinação, e suficiente para as comparações no presente estudo. Vários trabalhos foram realizados visando verificar a correlação entre elas. Horsfall e Hueremberger (1942) encontraram alta correlação entre a severidade e a incidência de pinta preta em tomateiro, causada por *Alternaria solani*. James e Shih (1973) também obtiveram alta correlação entre incidência e severidade para oídio do trigo.

Após proceder a escolha das variáveis, efetuou-se a comparação entre os clones através das análises de variáveis canônicas seguida da comparação dois a dois dos tratamentos pelo teste F aproximado ($p < 0,05$), usando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas de forma a colocar num mesmo grupo aqueles clones que apresentarem maior similaridade entre si (Tabela 5 e Figura 7).

Como nenhum clone foi imune (ausência de doença) ao mal das folhas, a doença irá ocorrer sempre que as condições climáticas do local estiverem favoráveis, concomitantemente com a presença do patógeno. Entretanto, a intensidade da doença dependerá do nível de resistência de cada clone. Tais informações são de vital importância, uma vez que, a utilização de clones

resistentes e produtivos se faz necessário para um manejo eficiente do mal das folhas e para o sucesso na produção.

Vale ressaltar, que as lesões conidiais encontradas no presente estudo, referem-se aos períodos de senescência da planta, (fevereiro, março, julho e agosto). Medeiros e Bahia (1971) já chamavam a atenção para a necessidade de selecionar clones de seringueira com base no comportamento fenológico, cujo controle do mal das folhas se daria por “escape”, cujo termo evasão seria melhor aplicado (PEREIRA, 1988; MENTEM, 1990), já que escape significa a não ocorrência da doença em determinado indivíduo ou órgão da planta por estes tecidos não terem recebido o inóculo do patógeno, ou seja, sem ocorrer a inoculação (ROBINSON, 1976).

Segundo, Furtado et al. (2008) a preferência pela recomendação de clones nacionais de *H. brasiliensis* como FX 3844, IAN 873 e FX 2261 para a região do Vale do Ribeira-SP, se dá, principalmente, devido a evasão no tempo.

Com isso, a ocorrência das lesões conidiais nos períodos avaliados do presente trabalho pode ser explicada tanto pelo comportamento dos clones nos períodos fenológicos, uma vez que o período de reenfolhamento dos seringais é a fase mais importante no desenvolvimento da doença, pois nesta fase, ocorre à grande maioria dos ataques das doenças foliares (GASPAROTTO et al., 1997) como pelo ciclo da doença, uma vez que estes folíolos jovens, de 7 a 10 dias de idade, são suscetíveis a infecção conidial.

Com base nos resultados obtidos verificou-se que os clones presentes no grupo 3, apresentaram maior resistência ao mal das folhas, tanto baseado nos valores de incidência quanto nos de severidade. Furtado et al. (2008), trabalhando com 6 clones na região de São Paulo, encontrou comportamento similar para o clone IAN 873 em plantios no campo, porém quando avaliado em jardim clonal, este obteve maior intensidade da doença. Resultados compatíveis também foram encontrados por outros autores (PARIZZI, 1992; BURGOS et al, 2006), em que a severidade da doença foi menor no clone IAN 873. Para o clone FX 3864, foram encontrados resultados similares por Parizzi (1992) em Viana-ES, também presente no grupo 3, que apresentou baixos

valores de incidência e severidade da doença. Os clones presentes neste grupo apresentaram alta incidência após o período de senescência avaliado (fevereiro/março e julho/agosto de 2008 e 2009), contudo sua severidade foi baixa (entre 0,2% e 5%) o que favoreceu para que este grupo enquadrasse na classe de resistentes.

Outro grupo de destaque é o grupo 1, o qual apresentou os clones mais suscetíveis a doença, alta severidade e irregularidade quanto ao comportamento da incidência não ocorrendo predominância de um tipo de lesão ao longo do tempo. Dentro desse grupo um clone de grande importância é o RRIM 600, devido sua utilização em grande escala em plantios em todo país, principalmente, visando à produtividade. Contudo, esse não apresentou desempenho satisfatório em relação ao mal das folhas no presente trabalho, sendo um dos que apresentaram maior incidência e severidade. Em estudos realizados na Colômbia (BURGOS, 2006), Registro-SP (FURTADO et al., 2008) e Viana-ES (PARIZZI, 1992), também foi observado comportamento suscetível deste clone ao mal das folhas.

Os clones presentes nos grupos 2 se comportaram de maneira moderadamente resistente, uma vez que apresentaram severidade média em torno de 10%, ocorrendo variabilidade em alguns períodos avaliados. Outros clones que se enquadram nesta categoria de moderada resistência são IAN 6158, FX 985, FX 2261, FX 4098 e 180 (MARQUES et al., 2007).

Segundo Marques et al. (2007), alguns clones podem ser citados como resistentes ao mal das folhas da seringueira como: IAN 710, IAN 713, IAN 717, IAN 873, FX 25, FX 349, FX 3810, FX 3864, FX 3899, FX 3925, FX 4098. Já o clone RRIM 600 apresenta menor resistência do que outros clones suscetíveis, fatos que corroboram com os resultados apresentados no presente trabalho para os clones IAN873, FX 3864 e RRIM 600. Entretanto, segundo este mesmo autor, o clone RRIM 725 apresenta resistência parcial, o que não foi confirmado neste estudo, estando presente no grupo 3 e comportando como resistente.

Guyot et al. (2008) compararam a dinâmica espacial e temporal do mal das folhas em dois clones altamente suscetível (IRCA GY 5 e PB 260) e moderadamente suscetível (FX 3864), o que não corrobora com os dados do

presente trabalho, uma vez que o clone PB 260 se enquadrou no grupo moderadamente resistente e o clone FX 3864 no grupo de resistentes.

Implicações práticas dos resultados de comportamento obtidas por diferentes clones em relação à doença devem ser tratadas com maior atenção, uma vez que, clones considerados resistentes em um determinado local, podem ser suscetíveis em outro de características ambientais diferentes daqueles onde foram selecionados (GASPAROTTO, 1988). Como exemplo tem-se o clone FX 2261, bastante afetado pelo *M. ulei* no Pará, se comportando de forma diferente na Bahia. Porém, situação inversa é observada para o clone FX 3899. Já o clone FX 3864, tem apresentado desempenho satisfatório na Bahia, todavia, para a Região Amazônica, seu comportamento não tem sido o mesmo (GOMES et al., 1983).

Embora haja poucos trabalhos relacionados com a avaliação da resistência horizontal em clones de seringueira, sabe-se que a caracterização desse tipo de resistência é fundamental para um programa de seleção de clones (PERALTA et al., 1990). Um avanço nesse sentido foi o estudo dos componentes da resistência horizontal da seringueira desenvolvido por Junqueira et al. (1990) e Rivano (1997). Segundo Junqueira (1985) a ocorrência de *M. ulei* em seringais adultos, localizados em áreas de baixada no estado do Espírito Santo, demonstra que devem ser tomadas algumas precauções, mesmo em áreas consideradas como escapes para a doença.

Assim, devem-se evitar plantios em áreas de baixadas, utilizarem clones com período de troca de folhas definidos e com certo nível de resistência incompleta ou completa para evitar danos futuros no seringal, pelo possível estabelecimento de um patógeno mais adaptado a essas condições. Os resultados obtidos no presente estudo são de vital importância para os produtores da região, uma vez que estes podem saber quais clones devem ser utilizados em plantios no estado do Espírito Santo quanto à resistência ao mal das folhas, visando reduzir ou eliminar as epidemias presentes nas áreas de plantio.

5. CONCLUSÕES

- O mal das folhas ocorreu durante todo o período experimental, sendo que a maior ou menor intensidade da doença variou de acordo com o nível de resistência dos clones e época do ano;
- Os clones presentes no grupo 3 (FX 3864, RRIM 725, RRIM 711, IAC 300, IAN 873) foram os que apresentaram maior resistência ao mal das folhas da seringueira;
- Os clones do grupos 2 (PR 255, PB 324, IAC 302, PR 261, PB 260, GT1, IAC 301) foram classificados como moderadamente resistentes;
- Os clones presentes no grupo 1 (RRIM 926, PB 355, RRIM 802, RRIM 600, PB 306, PB 326) foram considerados como suscetíveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMIN FILHO, A. Alternativas para o controle do mal das folhas da seringueira uma revisão. **Summa Phytopathologica**, v.8, n. 4, p. 65-74, 1982.

BURGOS, D.J.; MORENO, J.G.; ROJAS, J.A.P. Estudio preliminar de prevalência de *Microcyclus ulei* em jardins clonales de *Hevea brasiliensis* em Cundinamarca, Meta, Santander y Tolima. **Revista Colombia Forestal**, v.9, n.19, p.61-69, 2006.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990, 430p.

CAMARGO, A.P.; CARDOSO, R.M.G.; SCHMIDT, N.C. Comportamento e ecologia do mal das folhas da seringueira nas condições climáticas no Planalto Paulista. **Bragantia**, v.26, n.1, p. 1-18, 1967.

CHEE, K.H. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. **Annals of Applied Biology**, v.84, p.135-145, 1976.

FERREIRA, F.A. **Patologia Florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 1989, 570p.

FURTADO, E.L. **Comportamento decíduo da seringueira (*Hevea spp*) e quantificação do Mal-das-folhas causado por *Microcyclus ulei* (P Henn) v. Arx**. 1990. Dissertação. Piracicaba: ESALQ, 1990, 82p.

FURTADO, E.L. **Comportamento de cultivares de Seringueira (*Hevea spp.*) frente ao Mal-das-folhas na Região do Vale do Ribeira- SP**. 1996. Tese. Piracicaba: ESALQ, 1996, 79p.

FURTADO, E.L.; TRINDADE, D.R. Doenças da seringueira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das culturas**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.559-569.

FURTADO, E.L.; MENTEN, J.O.M.; PASSOS, J.R. Intensidade do Mal-das-folhas em plantas jovens e adultas de seis clones de Seringueira na região do Vale do Ribeira. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.2, p.130-137, 2008.

GASPAROTTO, L.; LIEBEREI, R.; TRINDADE, D.R. Germinação de conídios de *Microcyclus ulei* e sua sensibilidade a fungicidas *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, v.9, n.3, p 505-511, 1984.

- GASPAROTTO, L. **Epidemiologia do mal-das-folhas** (*Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx) **da seringueira** (*Hevea sp.*) 1988. Tese. Viçosa: UFV,1988, 124p.
- GASPAROTTO, L.; SANTOS, A.F.dos.; PEREREIRA, J.C.R.; FERREIRA, F.A. **Doenças da Seringueira no Brasil**. Brasília: EMBRAPA.1997.168p.
- GOMES, A.R.S.; VIRGENS FILHO, A.C.; MARQUES, J.R.B.; SANTOS, P.M. Avaliação de clones de seringueira (*Hevea sp*) no sul da Bahia. In: Seminário Brasileiro sobre recomendações de clones de seringueira. 1. Brasília, 1982. **Anais...** Brasília. SUDHEVEA, 1983, p.139.
- GUYOT, J.; CILAS, C.; SACHE, I. Influence of host resistance and phenology on South American leaf blight of the rubber tree with special consideration of temporal dynamics. **European Journal of Plant Pathology**, v.120, n.2, p.111-124, 2008.
- HORSFALL, J.G.; HUEREMBERGER, J.W. Measuring magnitude of a defoliation disease of tomatoes. **Phytopathology**, v.32, n.1, p.226-232, 1942.
- IRSG- International Rubber Study Group. **Production and consumption of natural rubber** - Rubber Statistical Bulletin, (2008).
- JAMES, W.C.; SHIH, C.S. Relationship between incidence and severity of powdery mildew and leaf rust on winter wheat. **Phytopathology**, v.63, n.1, p.183-187, 1973.
- JESUS JUNIOR, W.C.; POZZA, E.A.; VALE, F.X.R.; MORA-AGUILERA, G. Análise temporal de epidemias. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte. Perfil Editora. 2004. p.125-192.
- JUNQUEIRA N.T.V. **Variabilidade fisiológica de *Microcyclus ulei* (P.Henn.) v. Arx**. 1985. 134f. Tese, UFV. Viçosa-MG.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; LIEBEREI, R.; KALIL FILHO, A.N.; LIMA, M.I.P.M. Components of partial resistance in *Hevea* clones to rubber tree leaf blight, caused by *Microcyclus ulei*. **Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.3, p. 211-214, 1990.
- KEDWARDS, T.J.; MAUND, S.J.; CHAPMAN, P.F. Community level analysis of ecotoxicological field studies. II. Replicated-design studies. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.18, p.158-166, 1999.
- MARQUES, P. C.; GONÇALVES, P. de S.; GALVEAS, P. A. O. Seringueira: Clones – 2007 –2ª recomendação para o Estado do Espírito Santo. Vitória: **INCAPER**, 2007. 4p. (INCAPER.Documentos, 143).

MEDEIROS, A.G.; BAHIA, D.B; Estudos preliminares das enfermidades que causam a desfolhação em seringueira, na Bahia (Brasil). **Polímeros**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, p. 9-12, 1971.

MENTEN, J.O.M. Evitação: forma de defesa das plantas contra patógenos que deve ser melhor compreendida e explorada. **Summa Phytopathologica**, v.16, n.2, p. 77-83, 1990.

MENTEN, J.O.M.; FURTADO, E.L. Effect of phenology of rubber trees on the development of South American leaf blight. In: International plant protection congress, 12. Rio de Janeiro, 1991. **Anais...**

PARIZZI, P. **Previsão de ocorrência do mal das folhas** (*Microcyclus ulei* (P.Henn.) v. Arx.) **da seringueira** (*Hevea* spp.). 1992. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 95p.

PERALTA, A.M.; FURTADO, E.L.; AMORIM, L.; MENTEN, J.O.M.; BERGAMIN FILHO, A. Melhoramento genético da seringueira para a resistência ao mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*)- Revisão. **Summa Phytopathologica**. v.16, p.214-224, 1990.

PEREIRA, R.E.A. **Formas de defesa da seringueira** (*Hevea* spp.) **contra** *Microcyclus ulei* (P.Henn.) v. Arx. 1988. Dissertação. Piracicaba: USP, 1988. 67p.

RIVANO, F. La maladie sud-américaine des feuilles de l'hévéa. I. Variabilité Du pouvoir pathogène de *Microcyclus ulei*. **Phytopathologie: Plantations, recherche, développement**, v.4, p.104-114, 1997.

ROBINSON, R.A. **Plant Pathosystems**. New York. Springer-Verlag, 1976, 184p.

ROCHA, H.M.; VASCONCELLOS FILHO, A.P. Epidemiology of the South American leaf blight of rubber in the region of Ituberá, Bahia, Brazil. **Turrialba**, v.28, n.4, p.325-329, 1978.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect on nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SILVEIRA, A. P.; FURTADO, E. L. **Doenças da seringueira no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Biológico, 1995. 30p. (Boletim Técnico, 7).

VANDERPLANK, J.E. **Plant diseases: epidemics and control** New York. Academic Press, 1963. 349p.

CAPÍTULO II

POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO DESENVOLVIMENTO DO MAL DAS FOLHAS DA SERINGUEIRA NO BRASIL

Potencial impacto das Mudanças Climáticas Globais no desenvolvimento do mal das folhas da seringueira no Brasil.

RESUMO

Dentre os problemas fitossanitários do país, o mal das folhas da seringueira, causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, constitui-se no principal fator de queda na produtividade dos seringais, com reduções de até 100 % na produção comercial de látex. A temperatura (T) e a umidade relativa do ar (UR) associadas à distribuição das chuvas têm grande influência sobre a cultura da seringueira, na produtividade e na distribuição geográfica e temporal das doenças. Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial do mal das folhas no Brasil. Para isso, elaboraram-se mapas mensais das áreas de risco para ocorrência da doença, considerando as condições climáticas atuais, com base em uma série histórica entre 1961 e 1990 e, os cenários futuros A2 e B2, previstos pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). As condições climáticas foram classificadas em quatro categorias, de acordo com o risco potencial de ocorrência da doença, considerando a temperatura e a umidade relativa do ar: i) altamente favorável; ii) favorável; iii) relativamente favorável e iv) desfavorável. Empregou-se neste trabalho o modelo de simulação Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3), utilizando o software Idrisi 32. Haverá redução da área altamente favorável e favorável para o mal das folhas da seringueira, de modo que essa redução será gradativa para as décadas de 2020, 2050 e 2080, sendo mais acentuada no cenário A2 que no B2. Algumas regiões do país se tornarão mais aptas ao cultivo, o que poderá propiciar o surgimento e/ou maior desenvolvimento de algumas novas regiões de plantio. Entretanto, algumas áreas ainda continuarão favoráveis ao desenvolvimento da doença, principalmente, nos meses mais quentes do ano.

Palavras-chave: *Hevea sp.*, *Microcyclus ulei*, mudanças climáticas globais

Potential impact of the Global Climatic Changes on the development of the rubber tree South American Leaf Blight in Brazil.

ABSTRACT

Among the phytosanitary problems of the country, the rubber tree South American Leaf Blight (SALB), caused by the fungus *Microcyclus ulei*, constitutes the most important factor on the reduction of the rubber trees production, with reductions up to 100% on the commercial production of latex. The temperature (T) and Relative Humidity (RH) associated to the rain distribution have a large influence about the rubber tree culture, on the productivity and on the geographical and temporal distribution of the diseases. This way the objective of this work was to evaluate the possible impacts of the global climatic changes upon the spatial distribution of SALB in Brazil. For this purpose, monthly maps of the risk area for the occurrence of the disease were elaborated, considering the actual climatic conditions, based on the historical series among 1961 and 1990 and the future sceneries A2 and B2, foreseen by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The climatic conditions were classified in four categories, accordingly with the potential risk of the disease occurrence, considering the temperature and the air relative humidity: i) highly favorable; ii) favorable; iii) relatively favorable and iv) unfavorable. In this work it was utilized the simulation model Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3), using the software Idrisi 32. It can be concluded that must happen a reduction on the highly favorable area and favorable to the rubber tree SALB, in a way that this reduction will be gradual for the decades of 2020, 2050 and 2080, being higher on the scenery A2 than on scenery B2. Some areas of the country will become more able to the cultivation, what may propitiate the appearance and/or higher development of some new planting areas. However, some areas will still be favorable to the development of the disease, mostly on the hotter months of the year.

Key words: *Hevea sp.*, *Microcyclus ulei*, global climatic changes.

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas ocorridas nas últimas décadas têm despertado as atenções de diferentes segmentos da sociedade, especialmente com relação às suas causas e consequências (GHINI & HAMADA, 2008). Dentre todos os setores econômicos, a agricultura é a que apresenta maior dependência das condições ambientais, especialmente as climáticas.

Tais alterações deverão, não só afetar a produtividade potencial das culturas, mas também modificar os efeitos das doenças nas plantas, resultando em graves problemas sociais, econômicos e ambientais (JESUS JUNIOR et al., 2008). Dentre esses, a distribuição geográfica, a época de ocorrência e a severidade de doenças de plantas podem ser significativamente alteradas (GHINI, 2005).

Os impactos sobre doenças de plantas se expressam em diferentes aspectos, destacando-se os efeitos dos danos causados devido à ocorrência de doenças, na sua distribuição geográfica, na eficiência das medidas de controle e nos demais organismos que interagem com a planta (ATKINSON, 1993; CHAKRABORTY et al., 2000; CHAKRABORTY, 2001; CHAKRABORTY, 2005; JESUS JUNIOR et al., 2007; JESUS JUNIOR et al., 2008).

Sabe-se que as condições climáticas podem influenciar o desenvolvimento e a suscetibilidade da planta hospedeira, a multiplicação, a sobrevivência e as atividades do patógeno, assim como a interação entre ambos (BELL et al., 1993; COAKLEY, 1995; MANNING & TIEDEMANN, 1995; CHAKRABORTY, 2005; GHINI, 2005; JESUS JUNIOR et al., 2007; JESUS JUNIOR et al., 2008).

Dentre os problemas fitossanitários do país, o mal das folhas da seringueira, causada por *Microcyclus ulei*, constitui-se no principal fator de queda na produtividade dos seringais no Brasil, a exemplo do que ocorreu nas décadas de 30 e 40 nos seringais de Fordlândia e Belterra. Segundo Ghini & Hamada (2008) a temperatura e a umidade relativa do ar associadas à distribuição das chuvas apresentam grande influência sobre a cultura da

seringueira, afetando a produtividade e a distribuição espacial e temporal das doenças.

Almeida et al. (1987) e Macedo et al. (2002) apontam para a necessidade de plantios de seringais em áreas de evasão de forma a reduzir perdas, sendo identificadas por meio de conhecimentos sobre o clima da região e de estudos de zoneamento agroclimático, de forma a obter a definição de locais para implantação de novos seringais. As mudanças climáticas globais constituem uma séria ameaça ao cenário fitossanitário brasileiro, pois podem promover significativas alterações na ocorrência e severidade de doenças de plantas de interesse agrônomo e florestal.

Com isso, a análise dos efeitos das mudanças climáticas é fundamental para a adoção de medidas mitigadoras, com a finalidade de evitar prejuízos futuros, sendo considerada como um dos principais desafios estratégicos da integração entre melhoramento e manejo florestal.

Sendo assim, mediante a importância da doença para o cenário econômico do país, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial do mal das folhas da seringueira no Brasil.

2.METODOLOGIA

2.1. CRIAÇÃO DA BASE DE DADOS REFERENTE AO CLIMA “ATUAL” E “FUTURO”

Para elaboração dos mapas de distribuição espacial da doença foi considerado como dados atuais de temperatura média e umidade relativa do ar os dados normais mensais referentes ao período de 1961-1990, conforme indicado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e pela Organização Meteorológica Mundial.

Os dados espacializados médios mensais das variáveis climáticas temperatura (T) e umidade relativa (UR), foram originários de estudos conduzidos pelo Climate Research Unit (C.R.U.) da University of East Anglia, Inglaterra, a partir do trabalho de New et al. (2002). Os dados são referentes às médias históricas destas variáveis no período entre 1961 e 1990, sob o formato matricial (grid), com células de 10' x 10' de latitude e longitude.

A fim de caracterizar o clima futuro, em cada mês, foram utilizadas as previsões de desvios nos elementos clima, obtidas a partir do IPCC, feitas pelo modelo desenvolvido pelo Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3), uma vez que este é o único modelo que apresenta as estimativas para as duas variáveis, temperatura e umidade relativa. Os cenários utilizados para a realização das projeções futuras foram A2 e B2, centrados nas décadas de 2020 (período entre 2010 e 2039), 2050 (período entre 2040 e 2069) e 2080 (período entre 2070 e 2099) (IPCC, 2007).

O cenário A2 apresenta elevadas emissões de gases de efeito estufa, isto é, assume a manutenção dos padrões atuais de emissões. Descreve um mundo futuro muito heterogêneo, com preservação das identidades locais e da tradição. Os padrões de fertilidade entre regiões convergem muito lentamente, o que resulta em alto crescimento populacional. O cenário B2 é um cenário de menores emissões, com características mais otimistas em relação ao cenário A2. Descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. É orientado para a proteção do

meio ambiente e a equidade social, mas com foco nos níveis local e regional (IPCC, 2001). Assim, o cenário A2 pode ser considerado mais “pessimista”, com maior emissão de gases de efeito estufa, e o B2, “otimista”, em relação às mudanças climáticas, conforme apresentado em Hulme e Sheard (1999).

2.2. MODELAGEM E ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RISCO DE OCORRÊNCIA DA DOENÇA

O programa computacional de Sistema de Informações Geográficas Idrisi 32[®] foi utilizado para a elaboração dos mapas. Devido à resolução espacial do modelo disponibilizado pelo IPCC (HadCM3: 3,75° X 2,5°), os dados relativos aos desvios nos elementos do clima (temperatura média e umidade relativa mensais) para os cenários futuros foram reamostrados, de forma a gerar mapas que tivessem resolução espacial de 10' X 10' de latitude e longitude.

Para cada mês, esses mapas foram somados, utilizando Idrisi 32[®] (operação aritmética), com os mapas de temperatura e umidade relativa atual de forma a obter projeções futuras destes elementos climáticos. A seguir, uma máscara delimitando os continentes foi aplicada sobre os mapas e, posteriormente, a área correspondente ao Brasil foi recortada dos dados georeferenciados. Para cada mês foram gerados mapas contendo os dados de temperatura e umidade relativa do ar, considerando a situação climática atual e as previsões para as décadas de 2020, 2050 e 2080, nos cenários A2 e B2.

De posse dessas imagens digitais e das características climáticas que favorecem a ocorrência do patógeno, para cada elemento climático (T e UR) e cenário analisado, através de técnicas de sobreposição, foram confeccionados mapas contendo a distribuição espacial das áreas onde cada elemento climático favorece a ocorrência do patógeno. Para tanto, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento específicas que permitiram a sobreposição e fusão destes mapas, para posterior identificação das áreas. Estes mapas serviram de base para a delimitação de áreas com diferentes graus de favorabilidade ao estabelecimento e desenvolvimento do *M. ulei*.

A partir dos mapas de temperatura média e umidade relativa mensais, para os cenários A2 e B2, para o período atual e futuro (2020, 2050 e 2080), foram obtidos mapas mensais de distribuição das áreas favoráveis ou não ao desenvolvimento da doença, utilizando classes definidas com base em dados epidemiológicos disponíveis sobre os efeitos da temperatura do ar e umidade relativa no desenvolvimento do mal das folhas da seringueira (Tabela 1) (LANGFORD, 1945; HOLLIDAY, 1970; CHEE, 1976; GASPAROTTO et al., 1989; GASPAROTTO et al., 1991).

TABELA 1. Classes de favorabilidade para o desenvolvimento do mal das folhas da seringueira em função dos intervalos de temperatura e de umidade relativa do ar.

Classes de Favorabilidade	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Descrição
1	24 a 28	>90	Altamente Favorável
2	20 a 24	>80	Favorável
2	24 a 28	80 a 90	Favorável
3	16 a 20	>80	Relativamente Favorável
3	16 a 28	65 a 80	Relativamente Favorável
4	<16 e >28	<65	Desfavorável

2.3. CÁLCULO DO PERCENTUAL DE ÁREA NAS CLASSES DE RISCO DE OCORRÊNCIA DA DOENÇA

O programa computacional de Sistema de Informações Geográficas Idrisi 32® foi utilizado para o cálculo do percentual de áreas nas classes de risco. A partir dos mapas mensais de distribuição de áreas de risco para ocorrência da doença, utilizando a ferramenta Gys Analysis-Database Query - AREA (Idrisi 32®), obteve-se as áreas para cada classe de risco em hectares, transformando-as em seguida para porcentagem. Para cada mês, foram gerados valores em porcentagem para cada classe de risco, considerando a situação climática atual e as previsões futuras para os cenários A2 e B2.

3. RESULTADOS

Foram obtidos 96 mapas (Figuras 1 a 4), contendo as distribuições espaciais potenciais das áreas de risco de ocorrência do mal das folhas da seringueira, em escala mensal, nas condições climáticas atuais e futuras (2020, 2050 e 2080), para os cenários A2 e B2.

Os mapas de áreas de risco ao mal das folhas confeccionados para os cenários futuros indicam que, de um modo geral, haverá redução da área altamente favorável e favorável ao desenvolvimento da doença no país, em relação ao clima atual, tanto para o cenário A2 quanto para o cenário B2 (Figuras 1 a 4). Tal redução está projetada tanto para o período de maior favorabilidade à doença (meses de novembro a junho), como para o período menos favorável (meses de julho a outubro).

A principal alteração do clima responsável por esse resultado, provavelmente, é a redução da umidade relativa média para níveis desfavoráveis à doença, ou seja, valores abaixo de 65%.

De forma geral, observou-se que as reduções na incidência da doença foram mais acentuadas para o cenário A2 que para o cenário B2. O cenário A2 prevê maiores reduções de umidade que o cenário B2, resultando em condições menos favoráveis ao mal das folhas.

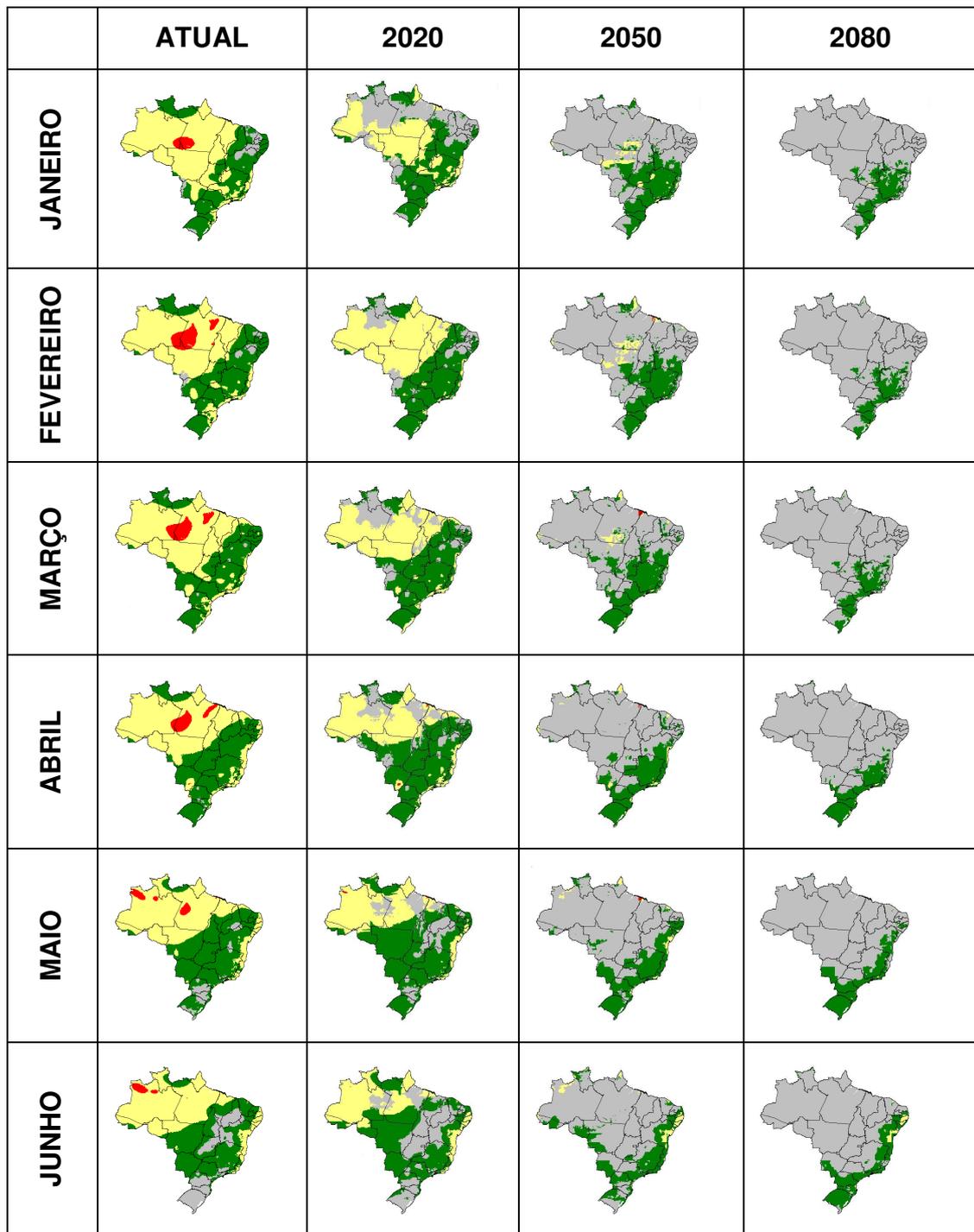
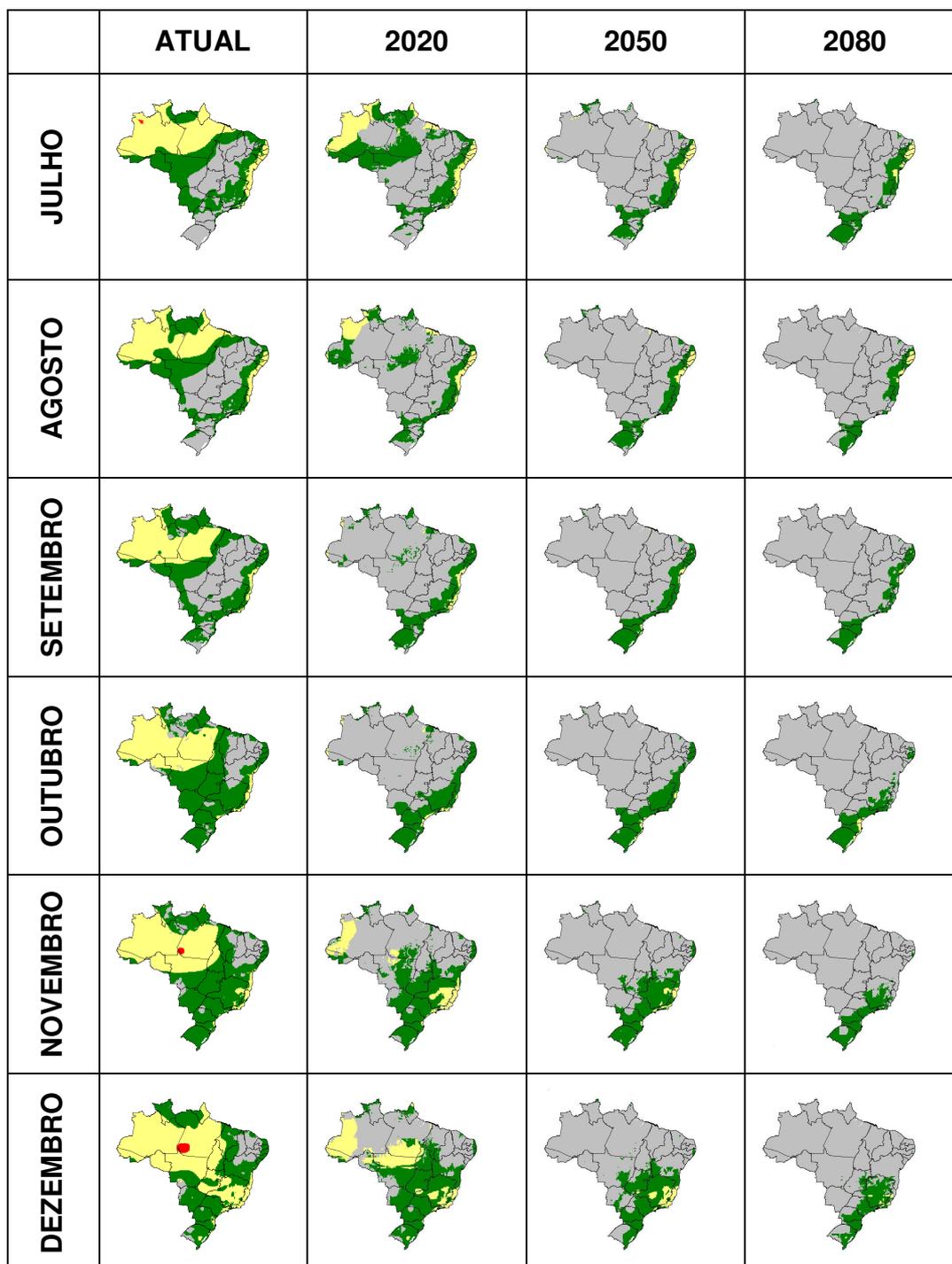


FIGURA 1. Mapas de favorabilidade climática ao mal das folhas da seringueira para os meses de janeiro a junho para o cenário atual (1961 a 1990) e futuro (anos de 2020, 2050 e 2080) para o cenário A2.



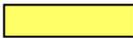
 = Altamente Favorável  = Favorável
 = Relativamente Favorável  = Desfavorável

FIGURA 2. Mapas de favorabilidade climática ao mal das folhas da seringueira para os meses de julho a dezembro para o cenário atual (1961 a 1990) e futuro (anos de 2020, 2050 e 2080) para o cenário A2.

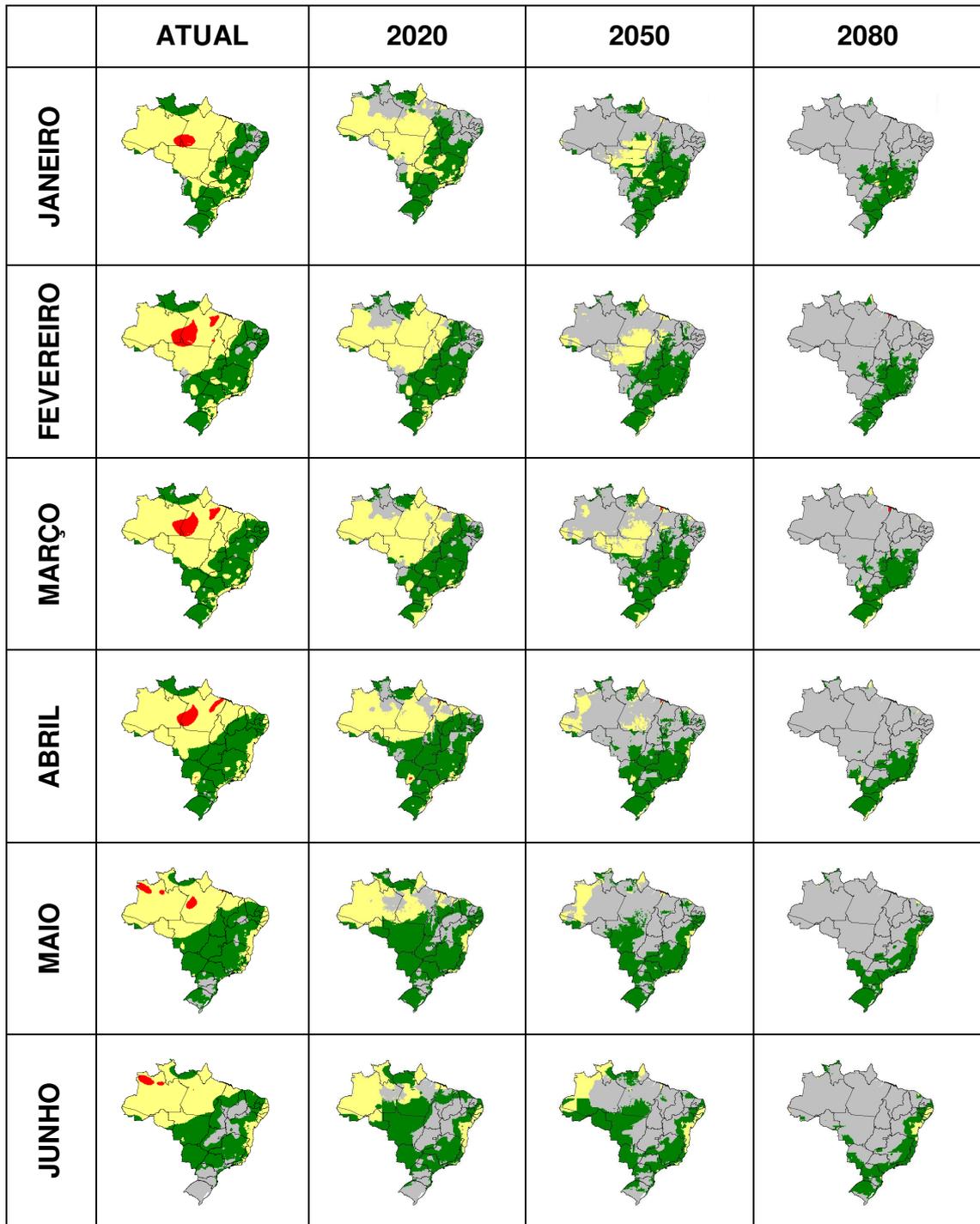


FIGURA 3. Mapas de favorabilidade climática ao mal das folhas da seringueira para os meses de janeiro a junho para o cenário atual (1961 a 1990) e futuro (anos de 2020, 2050 e 2080) para o cenário B2.

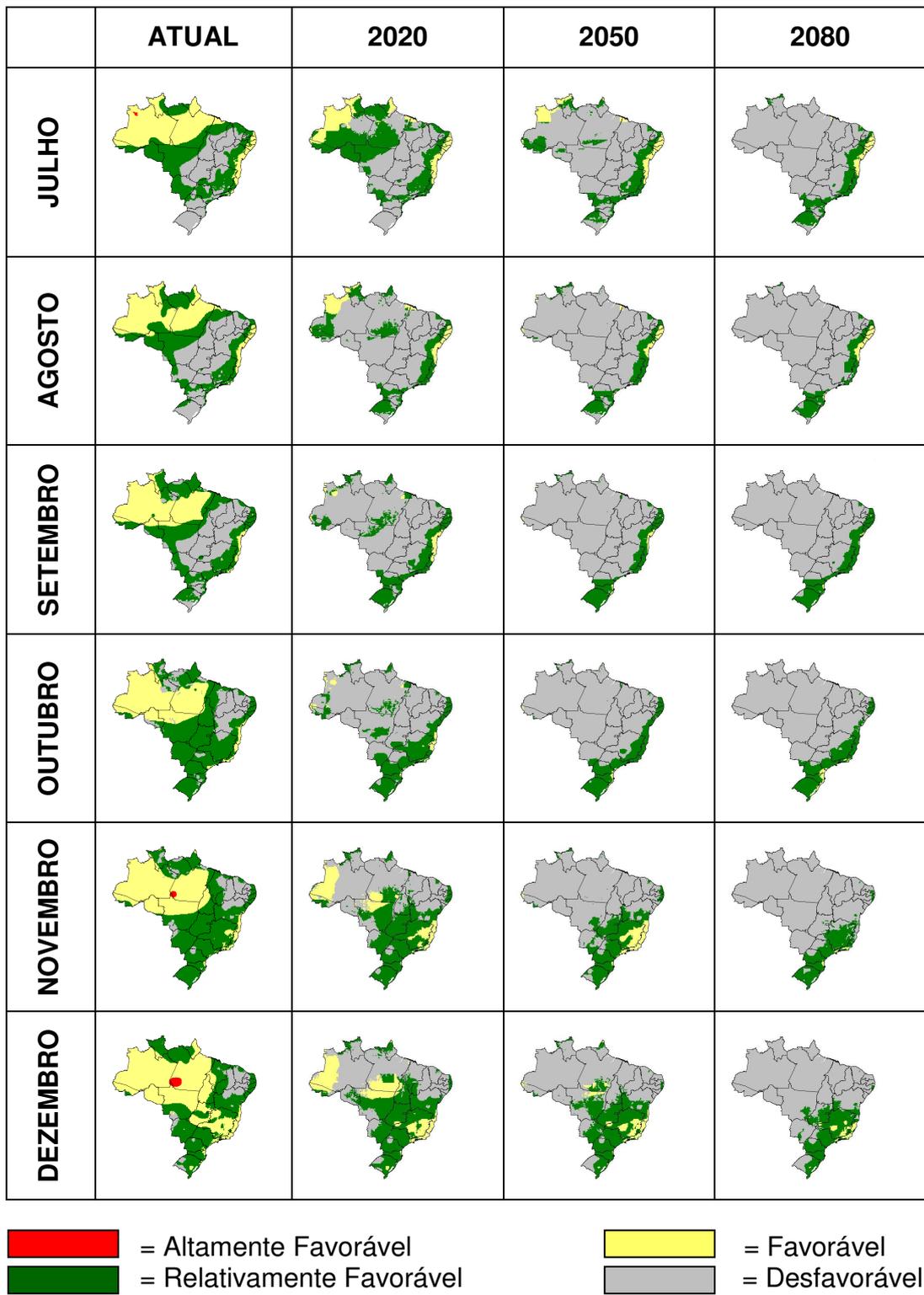


FIGURA 4. Mapas de favorabilidade climática ao mal das folhas da seringueira para os meses de julho a dezembro para o cenário atual (1961 a 1990) e futuro (anos de 2020, 2050 e 2080) para o cenário B2.

As áreas favoráveis a doença foram reduzidas nas três décadas estudadas para os dois cenários (Tabela 2). Por exemplo, no período considerado atual, para os meses de novembro a junho, em média, a área favorável ao mal das folhas corresponde a 36,3% do território nacional e, para os meses de julho a outubro, 24,9%. Em 2020, para o cenário A2, a área média será de 22,3% e 7,6%; para 2050 será de 2,3% e 1,8% e para 2080 será de 0,5% e 0,7%, respectivamente.

De acordo com as análises da distribuição geográfica no território Brasileiro, observou-se um deslocamento geográfico na distribuição do mal das folhas, no qual áreas favoráveis poderão se tornar desfavoráveis, como é o caso da região Norte e Centro Oeste. Já em áreas como a região Sul, que são relativamente favoráveis a doença, de uma forma geral, irão permanecer constantes ao longo das décadas, ou seja, não apresentarão mudanças nas classes de favorabilidade, assim como em quase todo litoral do país.

TABELA 2. Porcentagem das áreas de risco de ocorrência do mal das folhas da seringueira, para cada mês, no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para os cenários A2 e B2.

MESES	CLASSES DE RISCO	ATUAL	CENÁRIOS PREVISTOS PELO IPCC					
			A2			B2		
			2020	2050	2080	2020	2050	2080
Janeiro	1*	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	41,75	21,11	2,39	0,13	28,28	7,49	0,53
	3	39,59	34,93	23,17	12,62	35,99	27,17	15,48
	4	17,39	43,95	74,44	87,25	35,73	65,34	83,99
Fevereiro	1	3,10	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04
	2	38,64	33,64	2,58	0,09	32,87	9,91	0,29
	3	44,85	40,41	24,12	12,02	39,31	31,49	19,16
	4	13,41	25,92	73,27	87,89	27,82	58,60	80,51
Março	1	2,77	0,00	0,15	0,01	0,03	0,05	0,08
	2	40,62	26,92	1,73	0,29	33,54	11,96	1,05
	3	46,40	44,84	30,12	17,61	41,74	35,64	24,20
	4	10,21	28,24	68,01	82,09	24,69	52,35	74,66
Abril	1	2,10	0,07	0,03	0,00	0,08	0,04	0,00
	2	39,81	26,32	1,91	1,45	28,79	7,89	2,34
	3	47,90	50,88	31,12	20,37	49,96	38,73	24,67
	4	10,17	22,73	66,94	78,18	21,17	53,33	73,00

TABELA 2: Continuação

	1*	1,29	0,06	0,35	0,16	0,06	0,30	0,28
Maio	2	37,73	25,30	2,51	0,38	23,81	7,84	1,01
	3	43,10	49,23	29,76	23,31	49,00	36,84	26,62
	4	17,88	25,40	67,39	76,14	27,14	55,01	72,10
	1	1,30	0,28	0,35	0,35	0,31	0,28	0,36
Junho	2	34,38	23,35	4,20	0,97	22,54	13,23	2,15
	3	35,82	40,61	26,08	20,50	40,97	37,57	21,55
	4	28,50	35,76	69,38	78,18	36,18	48,92	75,94
	1	0,22	0,20	0,30	0,34	0,11	0,21	0,32
Julho	2	27,86	15,05	3,37	1,13	14,99	8,98	2,27
	3	34,73	31,27	16,47	12,99	34,29	19,09	14,16
	4	37,18	53,48	79,86	85,54	50,61	71,72	83,24
	1	0,00	0,02	0,22	0,28	0,03	0,13	0,22
Agosto	2	24,17	9,04	1,98	0,75	8,62	3,30	1,54
	3	30,71	19,78	12,03	7,95	19,67	12,63	10,22
	4	45,11	71,17	85,77	91,02	71,67	83,94	88,02
	1	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Setembro	2	23,89	3,54	1,23	0,37	4,29	1,99	0,66
	3	31,55	18,32	14,07	9,74	19,62	13,95	12,07
	4	44,56	78,14	84,69	89,86	76,09	84,06	87,27
	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	2	26,91	2,84	0,99	0,65	3,88	1,40	0,98
	3	41,74	22,64	17,01	12,92	24,61	15,58	15,25
	4	31,35	74,52	82,00	86,43	71,51	83,01	83,77
	1	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	2	30,22	8,15	1,32	0,31	10,12	4,11	0,59
	3	43,99	29,58	20,25	12,58	32,87	19,22	15,17
	4	25,58	62,27	78,43	87,11	57,01	76,67	84,24
	1	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	2	37,00	13,82	2,05	0,44	12,50	3,79	1,42
	3	40,85	35,44	17,79	11,70	35,19	25,10	15,11
	4	21,53	50,74	80,15	87,86	52,31	71,11	83,47

*Classes de Risco: 1= Altamente Favorável; 2= Favorável; 3= Relativamente Favorável; 4= Desfavorável.

4. DISCUSSÃO

O método adotado neste estudo permitiu avaliar o efeito potencial das mudanças climáticas, para as condições atuais e futuras, mapeando as áreas de risco, considerando o tempo e o espaço, o qual foi empregado em estudos prévios sobre a interação entre mudanças climáticas e doenças de plantas (GHINI, 2005; HAMADA et al., 2006; GHINI et al., 2007; JESUS JUNIOR et al., 2007; JESUS JUNIOR et al., 2008; MORAES et al., 2008).

Os limites utilizados para caracterizar as condições favoráveis à ocorrência do mal das folhas mostraram-se adequados, pois os mapas confeccionados para as condições atuais estão de acordo com os relatos na literatura. Segundo Langford (1945), o esporo do fungo encontra condições propícias para germinar e infectar a planta, quando a temperatura varia entre 24°C e 28°C, sendo a temperatura ótima para a germinação dos esporos, infecção e esporulação do patógeno em torno de 24°C (LANGFORD, 1945; HOLLIDAY, 1970; CHEE, 1976; GASPAROTTO et al., 1989). Chee (1976) verificou que conídios inoculados em discos de folhas apresentaram redução significativa de número de lesões a 18°C, 20°C e 28°C, com a infecção quase nula a 30°C.

Gasparotto et al. (1989) verificaram que para haver infecções conidiais de *M.ulei*, foram necessárias, pelo menos, seis horas de molhamento foliar a 24°C, e de oito horas a 20 e 28°C, enquanto a 16°C não houve manifestação dos sintomas da doença. A 20°C não houve esporulação do patógeno, mas, a 24°C e 28°C, foi abundante nas plantas inoculadas. Em Viana-ES, embora os períodos com temperatura menor ou igual a 20°C fossem prolongados, os períodos com umidade relativa do ar igual ou superior a 90% foram favoráveis a intensa severidade da doença (GASPAROTTO et al., 1991).

De forma geral, com base nos resultados do presente trabalho, verificou-se uma redução do percentual das áreas classificadas como altamente favoráveis e favoráveis para ocorrência do mal das folhas da seringueira (classe 1 e 2) e um aumento das áreas relativamente favoráveis e desfavoráveis (classes 3 e 4) (Tabela 2 e 3), considerando os cenários A2 e B2

(Figuras 1 a 4). Todavia, no cenário A2, onde espera-se maior redução da média de umidade relativa do ar e maior acréscimo na temperatura média, ocorre, potencialmente, maior redução do risco de ocorrência da doença, isto é, maior parcela do território enquadrada nas classe 3 e 4.

Outros autores também mostraram mudanças na distribuição geográfica das classes de favorabilidade para outros patossistemas em projeções futuras, como por exemplo, Carter et al. (1996) para fitopatógenos na Finlândia, Brasier & Scott (1994) para a ocorrência de *Phytophthora cinnamomi* Rands em carvalho (*Quercus* spp.) no continente europeu, Ghini et al. (2007) e Jesus Junior et al. (2008) para a sigatoka-negra da Bananeira.

No setor florestal, Lonsdale & Gibbs (1996, 2002), analisaram os efeitos das mudanças climáticas sobre doenças de espécies florestais no Reino Unido. Moraes (2009) avaliou os impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial das áreas de risco para a ferrugem do eucalipto no Brasil e observou uma redução do percentual de áreas favoráveis e aumento das áreas de médio risco para a doença.

Comparando-se os resultados obtidos no cenário atual aos zoneamentos realizados para o cultivo da seringueira no Brasil (CAMARGO, 1976; ORTOLANI, 1985; RUFINO, 1986; ALMEIDA et al., 1987; CAMARGO et al., 2003; MARIN & BARRETO JÚNIOR, 2005; CECÍLIO et al., 2006, SILVA, 2007), observou-se uma tendência das áreas consideradas como pouco favoráveis e desfavoráveis à ocorrência do mal das folhas coincidirem com o obtido no presente estudo. Baseado nos resultados obtidos não há áreas totalmente livres de risco de ocorrência do mal das folhas nas regiões onde há seringais comerciais implantados.

Com relação à distribuição espacial observou-se, no cenário atual, que em locais como o sul do Estado de São Paulo, região Sul, e Mato Grosso do Sul enquadraram-se nas classes 3 e 4 durante, praticamente, todo ano, adequando-se as áreas de menor risco de ocorrência ao mal das folhas, assim como foi observado por outros autores (SILVA, 2007), permanecendo constante ao longo das décadas.

Em algumas áreas onde se encontram os Estados do Espírito Santo, São Paulo e Bahia, em que concentra-se grande parte dos plantios de seringueira, mesmo considerando as alterações climáticas, ainda continuarão apresentando áreas relativamente favoráveis ao desenvolvimento da doença, o que leva a necessidade de adoção de algumas medidas de controle como: evasão; plantios de clones resistentes em áreas aptas para a ocorrência da doença e acompanhamento do período de senescência. Sendo possível racionalizar todas as estratégias de manejo, desde que as mesmas sejam implementadas adequadamente, levando em consideração cada componente do triângulo das doenças (patógeno, hospedeiro e ambiente) (MORAES, 2009).

Vale ressaltar, que o presente estudo teve por base somente as condições climáticas propícias para o desenvolvimento da doença, não levando em consideração a evolução tanto do patógeno quanto do hospedeiro, o que provavelmente ocorrerá ao longo dos anos.

Os meses que apresentarem temperaturas mais altas (novembro, dezembro, janeiro) ficarão mais favoráveis ao mal das folhas da seringueira, devido aos aumentos da temperatura e diminuição da umidade relativa. Em contrapartida, meses mais frios (junho, julho, agosto), são considerados mais desfavoráveis para o desenvolvimento da doença nas condições climáticas atuais, permanecendo constantes para as projeções futuras.

Com relação ao potencial efeito das mudanças climáticas na cultura da seringueira, supõe-se que, baseado nas mudanças climáticas previstas nos dois cenários (A2 e B2) e nos três períodos (2020, 2050 e 2080), algumas regiões se tornarão mais aptas ao cultivo que outras, o que poderá propiciar o surgimento e/ou maior desenvolvimento de algumas novas regiões de plantio.

Assim, pode-se dizer que as mudanças climáticas poderão alterar o atual cenário dos problemas fitossanitários no país, em especial o mal das folhas, o qual poderá apresentar impactos econômicos, sociais e ambientais, pois as mudanças climáticas podem diminuir, aumentar ou não ter efeito sobre os diferentes problemas fitossanitários, em cada região. Para evitar perdas, é necessária a avaliação dos principais patossistemas de importância econômica para o país, pois estes podem vir a causar maiores prejuízos no futuro.

5. CONCLUSÕES

- Considerando os cenários atual e futuro, espera-se uma redução do percentual de áreas altamente favoráveis e favoráveis e um aumento das áreas relativamente favoráveis e desfavoráveis para ocorrência do mal das folhas;
- Os meses com temperaturas mais altas ficarão mais favoráveis ao mal das folhas da seringueira, por outro lado, meses mais frios serão considerados desfavoráveis para o desenvolvimento da doença nas condições climáticas atuais, permanecendo constantes para as projeções futuras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. A.; SANTANA, S. O.; SÁ, D. F. Zoneamento edafo-climático para a seringueira do Sudeste da Bahia, com enfoque na incidência do mal-das-folhas. **Revista Theobroma**, v.17, p.111-123. 1987.

ATKINSON, D. **Global climate change: its implication for crop protection**. British Crop Protection Council Monograph No. 56. BCPC, Surrey, UK, 1993.

BELL, J.N.B.; MCNEILL, S.; HOULDEN, G.; BROWN, V.C.; MANSFIELD, P.J. Atmospheric change: effect on plant pests and diseases. **Parasitology**, v. 106, p. 11-24, 1993.

BRASIER, C.M.; SCOTT, J.K. European oak declines and global warming: a theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*. **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin**, v. 24, p. 221-232, 1994.

CAMARGO, A. P. **Aptidão climática para heveicultura no Brasil. Ecosistema**. v.1, 1976. p.6-14.

CAMARGO, A. P.; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P. **Zoneamento climático da heveicultura no Brasil**. EMBRAPA - Documentos 1-17. 2003.

CARTER, T.R.; SAARIKKO, R.A.; NIEMI, K.J. Assessing the risks and uncertainties of regional crop potential under a changing climate in Finland. **Agricultural and Food Science in Finland**, v. 5, p. 329-350, 1996.

CECÍLIO, R. A.; MEDEIROS, S. S.; SILVA JUNIOR, J. L. C.; SOUZA, J. A. Zoneamento agroclimático para a heveicultura na parte leste do estado da Bahia. **Bahia Agrícola**. v.7. p.14-17. 2006.

COAKLEY, S.M. Biospheric change: will it matter in plant pathology? **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, p. 147-153, 1995.

CHAKRABORTY, S.; TIEDEMANN, A.V.; TENG, P.S. Climate change: potential impact on plant diseases. **Environmental Pollution**, v.108, p. 317-326, 2000.

CHAKRABORTY, S. Effects of climate change, In: WALLER, J.M.L., WALLER, S.J. (Eds.), **Plant pathologist's pocketbook**. Wallingford: CAB International, 2001. p. 203-207.

CHAKRABORTY, S. Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions. **Australasian Plant Pathology**, v. 34, p. 443-448, 2005.

CHEE, K.H. Factors affecting discharge, germination and viability of spores of *Microcyclus ulei*. **Transactions of the British Mycological Society**, v.66, p.499-504, 1976.

GASPAROTTO, L.; ZAMBOLIM, L.; MAFFIA, L.; VALE, F.X.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Efeito da temperatura e da umidade sobre a infecção de seringueira por *Microcyclus ulei*. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.38-41, 1989.

GASPAROTTO, L.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A.; COSTA, H.; VALE, F.X.R.; MAFFIA, L.A. Epidemiologia do mal das folhas da seringueira no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, p.180–184, 1991.

GHINI, R., 2005. **Mudanças Climáticas Globais e Doenças de Plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104p.

GHINI, R.; HAMADA, E.; GONÇALVES, R.R.V.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C. Análise de risco das mudanças climáticas globais sobre a sigatoka-negra da bananeira no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 197-204, 2007.

GHINI, R.; HAMADA, E. **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 332p.

HAMADA, E.; GHINI, R.; GONÇALVES, R.R.V. Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologia de elaboração de mapas. **Engenharia Ambiental**, v. 3, p. 73-85, 2006.

HOLLIDAY, P. South American leaf blight (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis*. **Farnham Royal: CAB**, 1970. p.31.(CAB. Phytopathological Papers, 12).

IPCC. **Climate change 2001: the science basis** IPCC WG I,TAR. New York: Cambridge University Press, 2001. 881p.

IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers**. Geneva: IPCC, 2007. 18p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

JESUS JUNIOR, W.C.; CECILIO, R.A.; VALADARES JUNIOR, R.; COSMI, F.C.; MORAES, W.B.; ALVES, F.R.; NEVES, C.I. Aquecimento global e o potencial impacto na cultura e doenças do mamoeiro. In: COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. **Congresso Brasileiro de Fruticultura Tropical**. Vitória: INCAPER, 2007. p. 1-36.

JESUS JUNIOR, W.C.; VALADARES JÚNIOR, R.; CECÍLIO, R.A.; MORAES, W.B.; VALE, F.X.R.; ALVES, F.R.; PAUL, P.A. Worldwide geographical distribution of Black Sigatoka for banana: predictions based on climate change models. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 40-53, 2008.

LANGFORD, M.H. **South American leaf blight of *Hevea* rubber trees.** Washington, D.C: USDA, 1945. 31 p. (USDA. Technical Bulletin, 882).

LONSDALE, D.; GIBBS, J.N. Effects of climate change on fungal diseases of trees. In: FRANKLAND, J.C.; MAGAN, N.; GADD, G.M. (Ed.) **Fungi and environmental change.** Cambridge: Cambridge University Press, 1996 . p.1-19.

LONSDALE, D.; GIBBS, J.N. Effects of climate change on fungal diseases of trees. In: BROADMEADOW, M. (Ed.) **Climate change: impacts on UK forests.** Edinburgh: Forestry Commission, 2002. p. 83-97. (Bulletin, 125).

MACEDO, R.L.G.; OLIVEIRA, T.K.; VENTURIN, N.; GOMES, J.E. Introdução de clones de seringueira no Noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, v.8, n.1, p.124-133, 2002.

MANNING, W.J.; TIEDMANN, A.V. Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO₂), ozone (O₃), and Ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. **Environmental Pollution**, v. 88, p. 219-245, 1995.

MARIN, F. R. e BARRETO JÚNIOR, C. E. F. Zoneamento agroclimático da heveicultura no estado de São Paulo, In: **XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.** Campinas - SP. 2005.

MORAES, W.B.; COSMI, F. C.; JESUS JUNIOR, W.C.; MAFIA, R.G.; CECILIO, R.A.; BATISTA, T.R.; VALADARES JUNIOR, R.; MORAES, W.B. The potential effect of climatic changes on the geographical distribution of eucalyptus rust disease in Brazil. **IV World Congress of Agronomists and Professionals in Agronomy**, 1, p. 1-4, 2008.

MORAES, W.B. **Mapeamento de áreas de risco e impactos potenciais das mudanças climáticas globais para ocorrência da ferrugem do eucalipto.** 2009. Dissertação. Alegre: UFES, 2009, 60p.

NEW, M.; LISTER, D.; HULME, M.; MAKIN, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. **Climate Research**, v. 21, p. 1-25, 2002.

ORTOLANI, A. A. Aptidão climática para cultura da seringueira em Minas Gerais. **Informe Agropecuário.** v.11. p.8-12. 1985.

RUFINO, D. T. C. **Zoneamento ecológico para o cultivo da seringueira no estado de Minas Gerais.** 1986. Dissertação. Viçosa. UFV, 1986, 70p.

SILVA, L.G.C.da. **Zoneamento do risco de ocorrência do mal das folhas da seringueira com base em sistemas de informações geográficas.** 2007. Dissertação. Viçosa: UFV, 2007, 46p.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Capítulo I, pode-se observar que a seringueira possui doenças, como em todos os outros vegetais, que são o resultado da interação de fatores influenciados por um agente causador, por um patógeno, que, por sua vez, encontra um hospedeiro suscetível e das condições de meio ambiente, sendo esse último o fator primordial para o aparecimento da doença.

Desta forma, o uso adequado dos métodos de melhoramento, associados aos conhecimentos fitopatológicos da interação patógeno-hospedeiro-ambiente, sem dúvida, constituirá a melhor estratégia para o desenvolvimento de novas variedades clonais que apresentam resistência ao mal das folhas, que favoreçam a produtividade da cultura e que representem as reais soluções para os problemas da heveicultura nacional.

No Capítulo II, constatou-se que a partir dos cenários atual e futuro, espera-se uma redução do percentual de áreas altamente favoráveis e favoráveis e um aumento das áreas relativamente favoráveis e desfavoráveis para ocorrência do mal das folhas, o que poderá favorecer que algumas regiões do país se tornem mais aptas ao cultivo que outras, propiciando o surgimento e/ou maior desenvolvimento de algumas novas regiões de plantio.

Dessa forma, pode-se concluir que os conhecimentos obtidos associados com o desenvolvimento de modelos de previsão da doença podem constituir ferramentas importantes no manejo integrado do mal das folhas da seringueira.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)