

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE FAVORABILIDADE CLIMÁTICA DE OCORRÊNCIA DA FERRUGEM DO CAFEEIRO NO BRASIL

Wanderson Bucker Moraes¹, Leonardo de Azevedo Peixoto¹, Waldir Cintra de Jesus Junior², Willian Bucker Moraes³, Roberto Avelino Cecílio⁴

1. Graduando em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), 29500-000, Alegre-ES, Brasil (wandersonbucker@yahoo.com.br)
 2. Professor Doutor do Departamento de Produção Vegetal do CCA-UFES
 3. Doutorando em Proteção de Plantas da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCA-UNESP)
 4. Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal CCA-UFES
- Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é considerada uma das principais doenças da cultura do café no Brasil. A distribuição espaço-temporal das doenças de plantas é extremamente influenciada pelas condições climáticas. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo a realizar o zoneamento das áreas de favorabilidade climática ao desenvolvimento da ferrugem do café no Brasil. Foram utilizados dados climatológicos (temperatura e umidade relativa) referentes às médias históricas dessas variáveis no período entre 1961 a 1990, disponibilizados pelo Climate Research Unit (C.R.U.). Com base nestes dados, foram confeccionados os mapas mensais de favorabilidade climática à ocorrência da ferrugem do café. O período de maior favorabilidade climático ao desenvolvimento da *H. vastatrix* está compreendido entre os meses dezembro a maio. Neste período, ocorre uma concentração de áreas classificadas como “altamente favorável” e “favorável” a ferrugem nas principais regiões produtoras de café. Durante o inverno e primavera, as condições climáticas passam a ser um fator limitante ao desenvolvimento da doença em várias regiões produtoras do Brasil. Contudo, em um mesmo período, existe variabilidade da favorabilidade climática a ocorrência da ferrugem em determinados locais do Brasil, sendo que há regiões consideradas “favoráveis” e outras “desfavoráveis” a doença ou vice-versa.

PALAVRAS-CHAVE: *Hemileia vastatrix*, epidemiologia, análise espaço-temporal, sistema de informação geográfico

ZONING OF AREAS OF OCCURRENCE OF FAVORABLE CLIMATE OF COFFEE LEAF RUST IN BRAZIL

ABSTRACT

The coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*) is considered a major disease of the coffee crop in Brazil. The spatial-temporal distribution of plant diseases is greatly influenced by climatic conditions. Accordingly, this study aimed to carry out the zoning of areas of favorable climate for the development of coffee rust in Brazil. We used climatological data (temperature and relative humidity), referring to historical

averages of these variables in the period from 1961 to 1990, made available by the Climate Research Unit (CRU). Based on these data, maps were made monthly climate favorability the occurrence of coffee leaf rust. The period of most favorable climate for the development of *H. vastatrix* is between the months from December to May. In this period, there is a concentration of areas classified as "highly favorable" and "favorable" rust in major coffee producing regions. During winter and spring, weather conditions become a limiting factor for the development of diseases in various producing regions of Brazil. However, in the same period, there is favorability climate variability in the occurrence of rust in certain areas of Brazil, being there is regions considered "favorable" and other "unfavorable" the disease or vice versa.

KEYWORDS: *Hemileia vastatrix*, epidemiology, spatio-temporal analysis, geographic information system

INTRODUÇÃO

O cultivo do cafeeiro (*Coffea* spp.) é um desafio aos produtores devido ao grande número de doenças e pragas que acometem essa cultura. A ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, é a principal doença do cafeeiro. Esta doença atinge quase todas as regiões produtoras de café no Brasil (ZAMBOLIM et al., 2002). Os principais danos causados pela ferrugem são os indiretos, provocados pela indução de desfolha por ocasião da colheita. Perdas na produção em até 50% já foram relatadas quando as condições climáticas foram favoráveis à ocorrência de epidemias severas da doença (ZAMBOLIM et al., 2002). Os prejuízos ocasionado por esta doença, podem chegar a variar de 1 a 2 bilhões de dólares por ano (ZAMBOLIM et al., 1997).

Para ocorrência de uma doença é necessário à interação de um hospedeiro suscetível, um patógeno virulento e fatores ambientais favoráveis (AGRIOS, 2005). Portanto, o ambiente é um componente relevante nesta interação, podendo inclusive impedir a ocorrência da doença mesmo na presença de hospedeiro suscetível e patógeno virulento (JESUS JUNIOR et al., 2003). Desta forma, a distribuição espacial das doenças de plantas é extremamente influenciada pelas condições climáticas. Importantes doenças podem se tornar secundárias caso as condições ambientais não sejam favoráveis. Contrariamente, doenças secundárias podem se tornar importantes caso o ambiente seja extremamente favorável (JESUS JUNIOR et al., 2003).

Uma vez definida as condições adequadas para o estabelecimento e desenvolvimento do patógeno, é possível inferir o risco de ocorrência desta doença e delimitar estas áreas. O zoneamento de áreas de "escape" tem como objetivo promover condições favoráveis à planta e desfavoráveis ao patógeno, através de táticas de fuga baseadas na delimitação de áreas geográficas desfavoráveis ao estabelecimento da doença. Esta prática de manejo pode ser aprimorada através da introdução de informações epidemiológicas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). O SIG tem sido aplicado na agricultura para análise distribuição espacial e temporal de doenças de plantas, através do mapeamento das áreas de risco (NELSON et al., 1999). Adicionalmente, a identificação de áreas de alto risco de ocorrência de fitopatógenos é fundamental no que se diz respeito à introdução de doenças quarentenárias (BOOTH, 2000).

No Brasil inúmeros trabalhos visando elucidar a influência do clima e do hospedeiro sobre a ferrugem do cafeeiro vêm sendo realizados (ALFONSI et al., 1974; VALE et al., 2000; ZAMBOLIM et al., 2002). Estes autores estudaram a influência das variáveis climáticas sobre o período de incubação, número médio de pústulas por folha da ferrugem do cafeeiro, e área foliar das plantas. Alterações na temperatura e na umidade relativa têm sido apontadas como um fator que afeta significativamente a infecção e o desenvolvimento da ferrugem na cultura do café (MEIRA et al., 2009). Entretanto, inexistem trabalhos que envolvem a utilização do SIG no zoneamento da favorabilidade climática a ocorrência da desta doença.

Através do mapeamento das áreas de risco de ocorrência da ferrugem do cafeeiro é possível identificar regiões e épocas de maior favorabilidade ao desenvolvimento desta doença, auxiliando assim na tomada de decisão de manejo. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento da distribuição espaço-temporal das áreas mais propensas ao desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada no presente estudo foi baseada na estruturação de um banco de dados, com a preparação e organização dos dados climáticos das variáveis consideradas importantes para o estabelecimento e desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro: temperatura média do ar e umidade relativa do ar.

Os dados espacializados médios mensais das variáveis climáticas (Tm e RH), para todo o globo terrestre, foram originários de estudos conduzidos pelo Climate Research Unit (C.R.U.) da University of East Anglia, Inglaterra. Estes dados são referentes às médias históricas destas variáveis no período entre 1961 a 1990, disponíveis no formato matricial (grid) com células de 10' de latitude X 10' de longitude (NEW et al., 2002).

A elaboração dos mapas de favorabilidade climática ao desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro foi realizada adaptando-se a metodologia aplicada no zoneamento agroclimático da seringueira no Estado da Bahia, com enfoque na incidência do mal-das-folhas (CECÍLIO et al., 2006).

Foram empregadas classes de favorabilidade climática para confecção dos mapas mensais da distribuição espacial da *H. vastatrix*. Estas classes foram definidas com base em dados epidemiológicos do efeito da temperatura média e umidade relativa do ar no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. Os limites de temperatura e umidade relativa do ar das classes de favorabilidade climática da doença foram definidos com base em relatos bibliográficos (Tabela 1) (MONTROYA & CHAVES, 1974; ZAMBOLIM, 1999; BOLDINI, 2001; MIRANDA, 2004).

TABELA 1. Classes de favorabilidade a ocorrência da ferrugem do cafeeiro em função dos intervalos de temperatura média e umidade relativa do ar.

Classe	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)
Altamente Favorável	21 a 24	e	82>
Favorável	18 a 21 ou 24 a 27	e	75 a 82
Relativamente Favorável	15 a 18 ou 27 a 30	e	70 a 75
Desfavorável	<15 ou >30	ou	<70

O SIG Idrisi Kilimanjaro foi utilizado para a elaboração dos mapas de favorabilidade climática a ferrugem do cafeeiro. Os dados climáticos foram inseridos no banco de dados do SIG, adotando os sistemas de coordenadas geográficas latitude e longitude, com resolução espacial de 10' x10'. As informações a respeito dos elementos climáticos de interesse (temperatura e umidade relativa) foram manipuladas por meio do software Idrisi 32 de modo a formar um banco de dados que conteve diversas imagens digitais espacializadas, em formato matricial (raster), relativas a cada um dos elementos do clima. De posse dessas imagens digitais e das características climáticas que favorecem a ocorrência da doença, foram elaborados mapas contendo a distribuição espacial das áreas onde cada elemento climático favorece a ocorrência da ferrugem do cafeeiro. Para tanto, foi utilizada a técnica de sobreposição, que permitiu a fusão dos mapas mensais de cada fator climático, classificado de acordo com as faixas de favorabilidade climática a ferrugem (Tabela 1).

Após a sobreposição os novos mapas foram reclassificados, adotando os critérios estabelecidos na Tabela 1, obtendo assim os mapas mensais da distribuição espacial da ferrugem do cafeeiro. Em seguida, a área correspondente ao Brasil foi recortada dos dados georreferenciados e uma máscara delimitando os estados foi aplicada sobre estes mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a existência de variação das classes de favorabilidade climática a ocorrência da ferrugem do cafeeiro no Brasil conforme os meses do ano (Figura 1 e 2). Analisando a distribuição temporal das classes de favorabilidade, Observa-se que a partir do mês de novembro, ocorre o aumento das áreas classificadas como altamente favorável e favorável ao desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro no Brasil (Figura 1 e 2). O período de maior favorabilidade climática ao desenvolvimento desta doença está compreendido entre os meses de dezembro a maio (Figura 1 e 2). A porcentagem do território brasileiro ocupado pela classe de favorabilidade climática “favorável” a ferrugem, durante este período, varia de 65 a 81% (Figura 2). Na região Norte, Centro-Oeste, Sudeste e em alguns Estados do Nordeste e Sul do Brasil, concentram-se áreas classificadas como “favorável” e “relativamente favorável” ao desenvolvimento da ferrugem, durante o período de maior favorabilidade climática a ferrugem do cafeeiro (Figura 1). Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Bahia são os principais Estados produtores de café arábica do Brasil (CONAB, 2011). Assim, deve-se dar ênfase a estas regiões no zoneamento climático da ferrugem do cafeeiro no Brasil.

Estes resultados corroboram com os obtidos por GARÇON et al. (2004) que verificaram que a incidência da ferrugem teve início em dezembro em Minas Gerais, e alcançaram valores máximos (84,5%) em maio. SOUZA (1980) verificou que houve um decréscimo na intensidade da doença a partir do mês de maio no Estado de Minas Gerais, fato este atribuído a baixas temperaturas e ausência de chuvas. No entanto, PINTO et al. (2002) verificaram maiores taxas da doença entre os meses de abril a agosto, com pico observado em maio. MEIRA et al. (2008) verificaram que o início da epidemia da ferrugem ocorreu em dezembro, com os máximos valores observados em junho. Esses autores observaram que em condições de alta umidade e temperaturas inferiores a 17 °C, a ferrugem do cafeeiro

apresentou taxas de infecção negativa ou nula. Contrariamente, em temperaturas superiores a 17 °C, esta doença teve taxas de infecção positivas (MEIRA et al., 2008). Adicionalmente, temperaturas máximas diárias acima de 25,95°C resultaram em taxas de infecção negativas ou nulas em 93% dos casos (MEIRA et al., 2008).

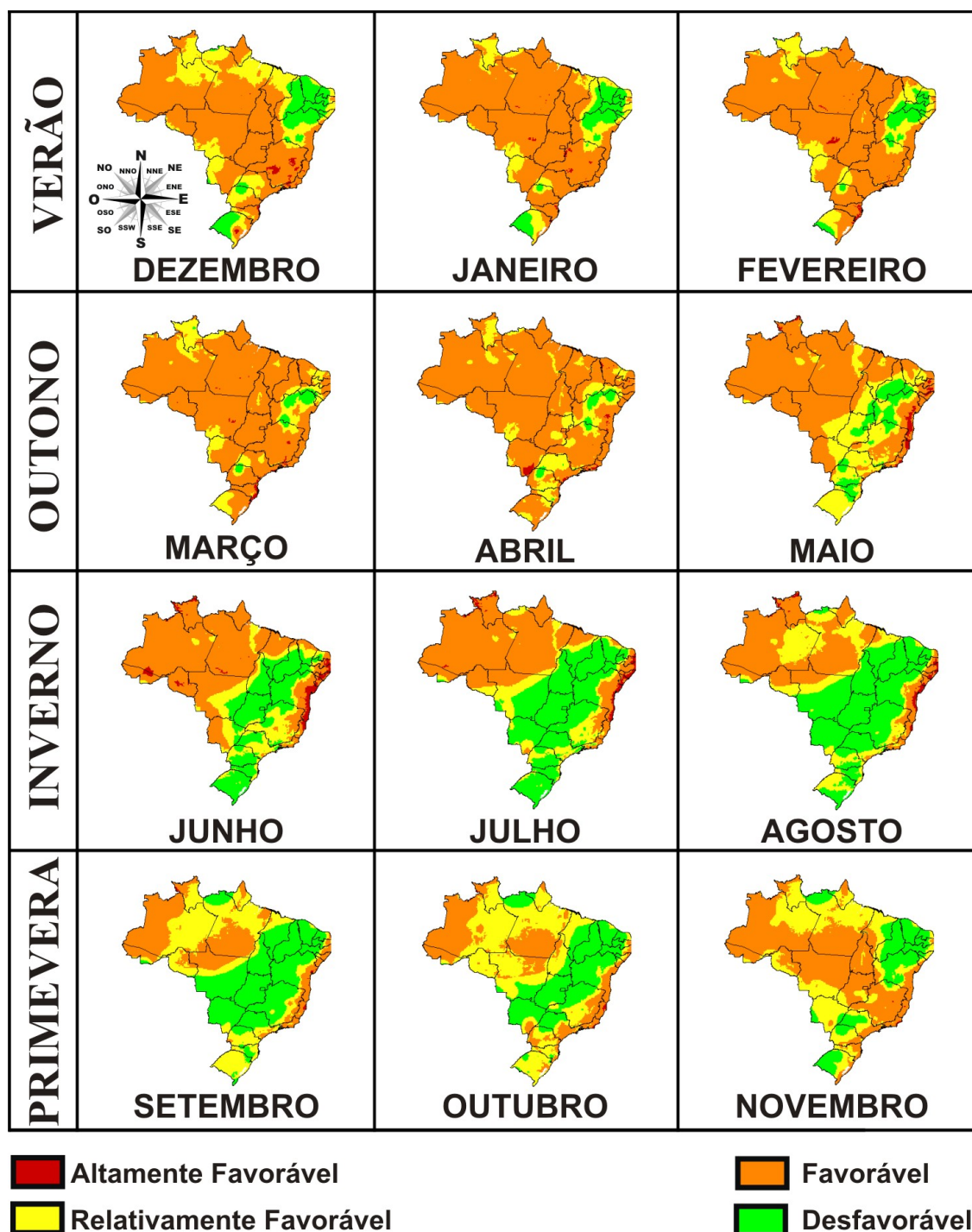


FIGURA 1. Distribuição espaço-temporal das classes de favorabilidade climática a ocorrência da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro no Brasil.

CAMARGO (1978) relatam que temperaturas amenas no inverno limitam o desenvolvimento do fungo, sendo que temperaturas acima da faixa ideal paralisam o desenvolvimento da doença. Portanto, o pico de intensidade da ferrugem do cafeeiro verificado pela maioria desses autores, não corresponde exatamente com o período de maior favorabilidade climática da ferrugem definida neste estudo para as principais regiões produtoras de café do Brasil. PAIVA et al. (2011) observaram pústulas nas plantas de café durante todo o ano, exceto nos meses de verão (dezembro a fevereiro). Segundo estes autores, a maior incidência da doença ocorreu entre os meses de abril a junho, sendo a incidência máxima (55%) em maio. Os autores atribuem à alta incidência nos meses de outono devido a temperaturas ideais que ocorreram durante este período. Temperaturas variando de 20 a 25°C no horário de molhamento foliar aumentam a possibilidade de infecção da ferrugem (VALE et al., 2000), fato este que ocorre com frequência durante o outono nas condições brasileiras.

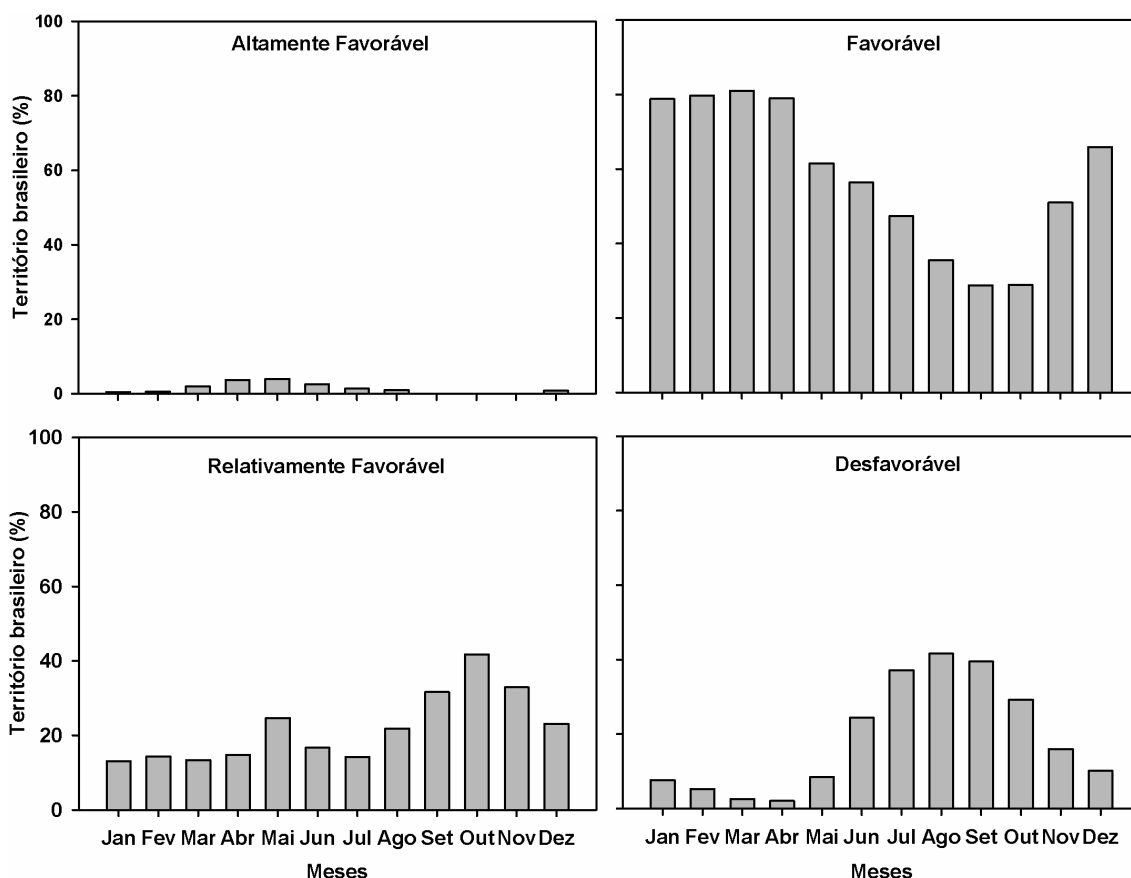


FIGURA 2. Porcentagem do território brasileiro ocupado pelas classes de favorabilidade ao desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro no Brasil.

Com base no mapeamento das classes de favorabilidade da ferrugem obtidas neste estudo, de maio a setembro ocorre a redução das áreas classificadas como favorável e relativamente favorável ao desenvolvimento desta doença. No Brasil, durante o inverno é frequente a presença de água livre na superfície das folhas do cafeeiro, devido à formação de orvalho. Com a disponibilidade de água na superfície foliar, a temperatura torna-se o fator principal para determinar o percentual de germinação dos esporos e de penetração do fungo (KUSHALAPPA & ESKES,

1989). Desta forma, a temperatura torna-se um fator crucial para determinar a maior ou menor incidência da ferrugem durante estes meses. MONTROYA & CHAVES (1974) relatam que o ponto mínimo de germinação dos esporos seria abaixo de 18 °C e o ponto máximo em 23,7°C. Já KUSHALAPPA ET AL. (1983) consideram como ponto mínimo de germinação dos esporos a temperatura de 14°C. Invernos com temperaturas mínimas variando de 14 a 18°C, os esporos conseguem germinar e disseminar pela lavoura, mesmo que aumente a duração do ciclo da doença. NUTMAN & ROBERTS (1970) verificaram que a temperatura ideal para germinação dos uredosporos é 22°C, sendo os limites extremos de 15,5°C e 28,5°C, nas quais a germinação foi nula.

Apesar de haver em diversas regiões a ocorrência de temperaturas abaixo do limite favorável a ferrugem, nada impede que seja visualizada a esporulação de *H. vastatrix* com maior intensidade entre os meses de abril a junho. Essa é a última fase do ciclo de vida do patógeno. Portanto, a infecção da ferrugem do cafeeiro que ocorre em meses com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença (abril e maio), tem seu ciclo prolongado devido à queda da temperatura nos meses seguintes. KUSHALAPPA & CHAVES (1980) demonstraram que em função da temperatura os períodos de incubação e latente da ferrugem do cafeeiro variaram de 29 a 62 dias e de 38 a 70 dias, respectivamente. Com isso, pode ocorrer alta incidência da doença nos meses de junho e julho, o que explica os resultados obtidos por diversos autores em condições de campo, mencionados anteriormente.

A ocorrência de chuvas praticamente durante todo ano, favorecem o desenvolvimento da ferrugem por proporcionar molhamento foliar, e principalmente realizar a dispersão do inóculo na área. Tal fato ocorre na região norte do Brasil, embora o cultivo de café nesta região não seja expressivo. Porém chuvas fortes e prolongadas eliminam parte do inóculo (BECKER-RATERINK, 1991).

Vale ressaltar que as análises realizadas neste estudo foram baseadas nas médias das variáveis climáticas que influenciam o desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. Contudo, estas conclusões não impedem que possam ocorrer epidemias severas da doença em determinadas regiões ou épocas com clima específico e diferente da média. CHALFOUN ET AL. (2001), verificaram que o aumento da temperatura média e altas precipitações resultaram em atraso no início do progresso da doença, enquanto a ocorrência de chuvas durante o período de outono e inverno prolongou o ciclo da ferrugem durante o ano.

CHALFOUN & LIMA (1986) concluíram que invernos com temperaturas mais elevadas, porém dentro da faixa ideal para o desenvolvimento do fungo e a ocorrência de chuvas, causam mudanças na curva de progresso da doença e podem contribuir com o aumento do inóculo para a próxima estação. Além disso, existe a variabilidade genética entre raças de *H. vastatrix*, o que torna possível o surgimento de raças adaptadas às condições adversas em uma determinada região e/ou requerimento de condições climáticas específicas para o seu desenvolvimento. Outro fator é a influência da carga pendente sobre a suscetibilidade do cafeeiro à infecção da ferrugem, fator que inclusive tem dificultado a obtenção de resultados satisfatórios com adoção de sistemas de previsão da ferrugem (GARÇON ET AL., 2004).

Portanto, os resultados obtidos neste estudo não se aplicam a estas condições. Este estudo não tem a pretensão de substituir os monitoramentos climatológicos locais, uma vez que o mapeamento da favorabilidade climática da

ferrugem foi realizado em macro-escala. Assim, o monitoramento das condições climáticas específica de cada região, através de estações climatológicas, devem ser empregadas como base para adoção da tomada de manejo da ferrugem do cafeeiro.

CONCLUSÕES

Em conclusão, os resultados deste estudo indicam a existência de variabilidade na distribuição espaço-temporal das áreas de favorabilidade climática a ocorrência da ferrugem do cafeeiro no Brasil. O período de menor favorabilidade climática ao desenvolvimento da ferrugem está compreendido entre os meses de junho a setembro. No período de dezembro a maio concentram-se as áreas de maior potencial de desenvolvimento da ferrugem em praticamente todo o Brasil, havendo alto risco de ocorrência da doença neste período. Contudo, em um mesmo período, existe uma variabilidade da favorabilidade climática a ocorrência da ferrugem em determinados locais do Brasil. Há regiões consideradas “favoráveis” e outras “desfavoráveis” a doença ou vice-versa, representado assim variabilidade climática existente no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A. A.; PINTO, H. S.; PEDRO JUNIOR, M.J.; BRUNINI, O. Associação entre nível de infecção da ferrugem do cafeeiro, variáveis meteorológicas e área foliar, observados em (*Coffea arabica* L). In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2., 1974, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1974. p.80-83.

BECKER-RATERINK, S. El sistema *Coffea* spp y *Hemileia vastatrix*. In: BECKER-RATERINK, S.; MORAES, W. B. C.; QUIJANO-RICO, M. **La roya del cafeto: conocimiento y control**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1991. p.1-59.

BOLDINI, J.M. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado e fertirrigado**. 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

BOOTH, T.H.; JOVANOVIĆ, T.; OLD, K.M.; DUDZINSKI, M.J. Climatic mapping to identify high-risk areas for *Cylindrocladium quinqueseptatum* leaf blight on eucalypts in mainland South East Asia and around the world. **Environmental Pollution**, v.108, p.365-372, 2000.

CAMARGO, P. Clima *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. In: Congresso paulista de fitopatologia, 2., 1978. Campinas. **Anais...** Campinas, 1978. p.3-5.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.L.; PEREIRA, M.C. Efeito de alterações climáticas sobre o progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix* BERK. & BR.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência Agrotécnica de Lavras**, v.25, n.5, p.1248-1252, 2001.

CHALFOUN, S.M.; LIMA, R.D. Influência do clima sobre a incidência de doenças infecciosas. **Informe Agropecuário**, v.12, n.138, p.31-36, 1986.

CECÍLIO, R.A.; MEDEIROS, S.S.; SILVA JÚNIOR, 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.

CONAB. **Safra 2010 - Quarta Estimativa**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_12_14_11_47_58_boletim__cafe__dezembro_2010..pdf>. Acesso em: 13 Marc. 2011.

GARÇON, C.L.P.; ZAMBOLIM, L.; MIZUBUTI, E.S.G.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.486-491, 2004.

JESUS JUNIOR, W.C.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; VALE, F.X.R.; HAU, B. Sistemas de auxílio à tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.11, p.133-193, 2003.

KUSHALAPPA, A.C.; AKUTSU, M.; LUDWIG, A. Application of survival ratio monocyclic process of *Hemileia vastatrix* in predicting coffee rust infection rates. **Phytopathology**, v.73, p.96-103, 1983

KUSHALAPPA, A.C.; CHAVES, G.M. An analysis of the development of coffee rust in the field. **Fitopatologia Brasileira**, v.5, n.1, p.95-113, 1980.

KUSHALAPPA, A.C.; ESKES, A.B. Advances in coffee rust research. **Annual Review of Phytopathology**, v.27, p.503-531, 1989.

MEIRA, C.A.A.; RODRIGUES, L. H. A.; MORAES, S. A. Análise da epidemia da ferrugem do cafeeiro com árvore de decisão. **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.114-124, 2008.

MEIRA, C.A.A.; RODRIGUES, L.H.A.; MORAES, S.A. Modelos de alerta para o controle da ferrugem-do-cafeeiro em lavouras com alta carga pendente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.3, p.233-242, 2009.

MIRANDA, J.C. **Intensidade de doenças foliares na cafeicultura irrigada**. 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

MONTOYA, R.H.; CHAVES, G.M. Influência da temperatura e da luz na germinação, infectividade e período de geração de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Experientiae**, v.18, p.239-266, 1974.

NELSON, M.R.; ORUM, T.V.; JAIME-GARCIA, R.; NADEEM, A. Applications of geographic information systems and geostatistics in plant disease epidemiology and management. **Plant Disease**, v.83, p.308-319, 1999.

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

NUTMAN, F.J.; ROBERTS, F.M. Coffee leaf rust. **PANS**, London, v.16, n.4, p.606-624, 1970.

PAIVA, B.L.T.L.; SOUZA, P.E.; SCALCO, M.S.; SANTOS, L.A. Progresso da ferrugem em cafeeiro irrigado em diferentes densidades de plantio pós poda. **Ciências Agrotécnica de Lavras**, v.35, n.1, p.137-143, 2011.

PINTO, A.C.S.; POZZA, E.A.; SOUZA, P.E.; POZZA, A.A.A.; TALAMINI, V.; BOLDINI, J.M.; SANTOS, F.S. Descrição da epidemia da ferrugem do cafeeiro com redes neuronais. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.517-524, 2002.

SOUZA, S.M.C. **Importância da chuva e da temperatura do ar na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) em cafeeiros, de três localidades do Estado de Minas Gerais**. 1980. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. Efeito de fatores climáticos na ocorrência e no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...**, Poços de Caldas, 2000. p.171-174.

ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 1997. p.83-180.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: Zambolim, L. (Org.). **I Encontro Sobre Produção de Café com Qualidade**. Suprema Gráfica e Editora: Visconde do Rio Branco, 1999. p.134-215.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Epidemiologia e controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.). In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2002. p.369-433.