

# IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO DESENVOLVIMENTO DA VASSOURA DE BRUXA DO CACAUEIRO NO BRASIL

Lilianne G. da Silva<sup>1</sup>, Daiani B. Pirovani<sup>1</sup>, Waldir C. de Jesus Júnior<sup>2</sup>, Roberto A. Cecílio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng. Florestal, Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto universitário, s/n Alegre – ES, lilianne\_eng.florestal@yahoo.com.br, daianipirovani@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor Doutor, Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto universitário, s/n Alegre – ES. wcintra@yahoo.com, racecilio@yahoo.com.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

**RESUMO:** A cultura cacaueteira no Brasil chegou a ocupar o segundo lugar no ranking de produção mundial, entretanto, longos períodos de estiagem e a ocorrência de doenças, principalmente a vassoura de bruxa, causaram grande desestímulo aos produtores, refletindo na queda da produção do país. Um dos impactos mais prováveis da mudança climática será a distribuição geográfica de doenças de plantas, resultando em graves problemas sociais, econômicos e ambientais. Objetivou-se com o presente trabalho delimitar áreas potencialmente de risco a ocorrência da vassoura de bruxa, visando à identificação de áreas de escape ao cultivo de cacau no Brasil, com base em dados meteorológicos, que representam: i) períodos atual e futuro (2020, 2050 e 2080), ii) cenários A2 e B2 do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, iii) previsões com base no modelo de clima HADCM3 e, d) entre meses. Haverá redução da área favorável e relativamente favorável para a vassoura de bruxa, 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 se tornarão mais aptas ao cultivo, propiciando o surgimento e desenvolvimento de novas áreas de plantio.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Moniliophthora perniciosa*, *Theobroma cacao*, aquecimento global.

## IMPACT OF THE GLOBAL CLIMATIC CHANGES ON THE DEVELOPMENT OF THE WITCHES' BROOM DISEASE OF CACAO IN BRAZIL.

**ABSTRACT:** Cocoa cultivation in Brazil came to occupy the second rank in world production, however, prolonged droughts and the occurrence of diseases, especially the witches' broom, caused great disincentive to producers, reflecting falling production in the country. One of the most likely impacts of climate change will be the geographical distribution of plant diseases, resulting in serious social, economic and environmental. With the present work was aimed to evaluate the possible impacts of the global climatic changes about the spatial distribution of the witches' broom in Brazil based on maps elaborated using meteorological data, which represent: i) actual and future periods (2020, 2050 e 2080), ii) sceneries A2 and B2 of the intergovernmental panel about Climatic Change, iii) previsions based on the climate model HADCM3 and, d) among months. There will be reduction of the favorable area and relatively favorable to the witches' broom, so that this reduction will be gradual for the decades of 2020, 2050 and 2080, which was more pronounced in scenario A2 than for B2. Some regions of the country will become more appropriate to the cultivation, what may propitiate the appearance and higher development of new areas of planting.

**KEYWORDS:** *Moniliophthora perniciosa*, *Theobroma cacao*, global warming

**INTRODUÇÃO:** A cultura cacaueteira no Brasil, até o início da década de 1990, chegou a ocupar o segundo lugar no ranking de produção mundial, entretanto, os longos períodos de estiagem e a ocorrência de doenças, principalmente a vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, causaram grande desestímulo por parte dos produtores, refletindo diretamente na queda da produção do país (MÜLER et al., 2002). Com isso, devido ao impacto da vassoura de bruxa nos cacaueteiros, existe a necessidade de realizar plantios em áreas livres do ataque do fungo, e que devem ser definidas por zoneamento de áreas climaticamente desfavoráveis ao estabelecimento da doença, baseando-se no princípio de “áreas de escape” (FURTADO e TRINDADE, 2005). O clima tem grande influência na dinâmica das interações patógeno-hospedeiro, com isso as mudanças climáticas poderão ter efeitos sobre a distribuição e comportamento de espécies de plantas e patógenos (STURROCK et al., 2011). Tais mudanças afetam as doenças de plantas sob vários aspectos, na sua distribuição geográfica, na eficiência das medidas de controle e nos demais organismos que interagem com a planta e nos danos que culturas sofrem devido ao ataque de patógenos, influenciando não só a produtividade potencial das culturas, mas também os efeitos das doenças nas plantas, resultando em graves problemas sociais, econômicos e ambientais (CHAKRABORTY, 2005; JESUS JUNIOR et al., 2008). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi delimitar áreas potencialmente de risco a ocorrência da vassoura de bruxa, visando à identificação de áreas de escape ao cultivo de cacauete no Brasil, sob as condições climáticas atuais e futuras.

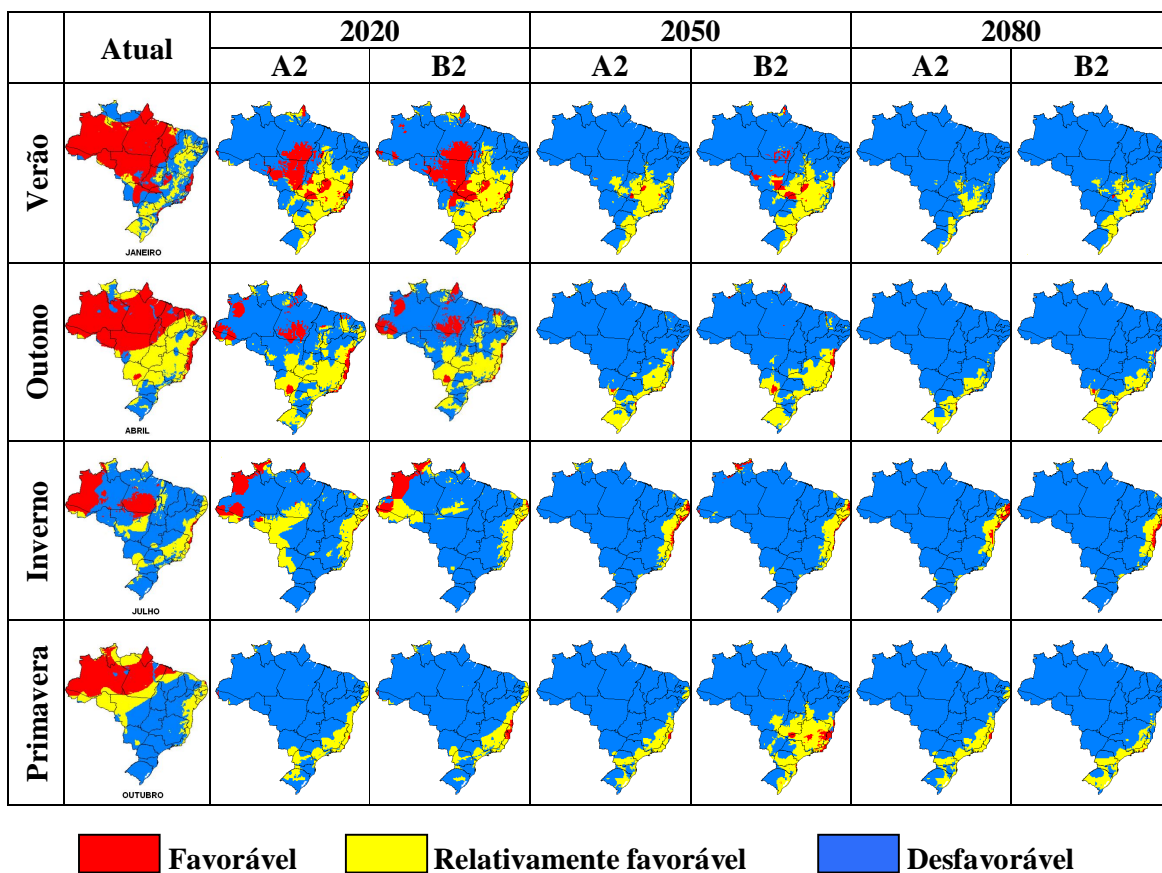
**MATERIAL E MÉTODOS:** Para a elaboração dos mapas atuais de distribuição espacial das áreas de favorabilidade climática ao estabelecimento e desenvolvimento da vassoura de bruxa do cacaueteiro, empregaram-se dados mensais médios de temperatura e umidade relativa do ar, obtidos do Climate Research Unit (CRU) (NEW et al., 2002). Os dados são referentes às médias históricas destas variáveis no período entre 1961 e 1990, disponíveis no formato matricial (grid) com células de 10' x 10' de latitude e longitude. Com relação às projeções futuras de temperatura média do ar e umidade relativa do ar, foram utilizadas as previsões dos desvios destas variáveis previstas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC, a saber: GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007). Os dados de umidade relativa estão disponíveis somente pelo modelo HadCM3, sendo assim, foram utilizados dados originados de um único modelo para essa variável climática. Os desvios dos dados climáticos futuros de temperatura média do ar e umidade relativa do ar, foram centrados nas décadas de 2020, 2050 e 2080 (IPCC, 2007), de acordo com os cenários de emissões A2 e B2. O cenário A2 descreve um futuro mais heterogêneo onde a regionalização é dominante. O cenário B2 descreve um futuro no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. 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. O SIG (Sistema de Informações Geográficas) Idrisi 32 foi utilizado para a elaboração dos mapas. Devido às diferentes resoluções espaciais dos modelos disponibilizados pelo IPCC, os desvios dos dados climáticos futuros foram reamostrados utilizando o SIG Idrisi 32 para geração de mapas com resolução espacial de 10' x 10' de latitude e longitude. Visando a redução da variabilidade da simulação, foi realizada a média dos seis modelos para a obtenção dos mapas dos desvios da temperatura média mensal dos cenários futuros. Para tal, utilizou-se a ferramenta de análise espacial (operação aritmética) do SIG Idrisi 32. Para obtenção das projeções futuras mensais de temperatura média do ar e umidade relativa, os mapas dos desvios futuros destas variáveis foram somados com os mapas atuais de temperatura e umidade relativa com o auxílio da ferramenta de operação aritmética do SIG Idrisi 32. Baseado na sobreposição dos mapas mensais de temperatura média e

umidade relativa do período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) de ambos cenários (A2 e B2), foram elaborados mapas da distribuição espacial da vassoura de bruxa do cacaueteiro. Para a confecção dos mapas da distribuição espacial da doença, utilizaram-se classes de favorabilidade definidas com base em dados epidemiológicos do efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento da vassoura de bruxa do cacaueteiro de acordo com Rocha & Wheeler (1985), Ferreira, (1989), (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes de favorabilidade climática ao desenvolvimento da vassoura de bruxa do cacaueteiro definido em função dos intervalos de temperatura e umidade relativa do ar.

Classes de Favorabilidade	Vassoura-de-Bruxa	
	T(°C)	UR (%)
Favorável	24 a 27	80>
Relativamente Favorável	20 a 24	70-80
Desfavorável	<20 ou >27	<70

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O presente estudo é ilustrado originalmente por 84 mapas, dentre os quais 28 foram apresentados para a representação das zonas de favorabilidade climática a vassoura de bruxa do cacaueteiro no Brasil, nas estações do ano do período atual e futuro (décadas de 2020, 2050 e 2080) e para os cenários A2 e B2 (Figuras 1).



**Figura 1** – Mapas da distribuição das áreas de favorabilidade climática ao estabelecimento e desenvolvimento da vassoura de bruxa do cacaueteiro, no período atual (média-1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para os cenários A2 e B2.

No cenário atual, o período de maior favorabilidade ao desenvolvimento da vassoura de bruxa esta compreendido entre os meses de dezembro a junho, e o de menor favorabilidade entre os meses de julho a novembro. Com relação à distribuição espacial das classes de favorabilidade climática ao desenvolvimento da vassoura de bruxa, ocorre o predomínio de áreas com potencial ao desenvolvimento da doença (favorável e relativamente favorável) nas regiões Norte, Centro-oeste, Sudeste e Nordeste do Brasil. Verificou-se na região sul do Brasil, alta concentração de áreas classificadas como “desfavorável” a doença em determinados períodos do ano (abril a dezembro). Este fato deve-se à ocorrência de baixas temperaturas presente na região durante este período do ano. Na região norte, devido à alta umidade relativa do ar e a presença de temperaturas favoráveis a doença, observou-se o predomínio de áreas classificadas como “favorável” a doença durante todo ano. Os resultados obtidos indicam que haverá a redução das áreas classificadas como “favorável” ao desenvolvimento da doença no decorrer das décadas futuras (2020, 2050 e 2080), em ambos cenários (A2 e B2). Tal redução está projetada tanto no período de maior favorabilidade a doença (dezembro a junho) quanto no período de menor favorabilidade (julho a novembro). Entretanto, a redução das áreas favoráveis a doença será mais acentuada no cenário A2 quando comparada com a redução predita pelo cenário B2. A maior redução da umidade relativa do ar prevista no cenário A2 é o principal fator responsável pela redução das áreas favoráveis a doença. Com relação à distribuição temporal futura das áreas de favorabilidade a *M. pernicioso* no Brasil, verificou-se que na década de 2080 o período de maior favorabilidade a doença provavelmente será os meses de dezembro a abril. No Brasil, o cacaueteiro é cultivado em diversos estados, como a Bahia, Pará, Espírito Santo, Mato Grosso, Amazonas, Rondônia e São Paulo, sendo o principal produtor a Bahia (OKAME et al., 2004). Embora exista a tendência de redução das áreas classificadas como favoráveis ao desenvolvimento da doença no Brasil em consequência das alterações climáticas previstas pelos modelos, nestes estados, em alguns períodos do ano, ainda haverá áreas com potencial de risco ao estabelecimento e desenvolvimento da *M. pernicioso*, exceto para alguns estados, como o Pará e Rondônia. Desta forma, estudos visando o manejo da doença devem ser realizados para minimizar os impactos e as potenciais perdas geradas pelo possível estabelecimento e desenvolvimento da doença no Brasil. Vários autores mostraram mudanças na distribuição geográfica das classes de favorabilidade para outros patossistemas em projeções futuras, como por exemplo, Ghini et al. (2007) e Jesus Junior et al. (2008) para a sigatoka-negra da Bananeira. No setor florestal, Moraes (2009) e Silva (2010) avaliaram os impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial das áreas de risco para patossistema florestais de importância econômica no Brasil. Contudo, para a vassoura de bruxa do cacaueteiro inexistem trabalhos relacionados à distribuição geográfica das classes favoráveis para este patossistema em projeções futuras. Vale ressaltar que no presente estudo foram levadas em consideração apenas as condições de favorabilidade ao desenvolvimento do patógeno. Entretanto, tanto o hospedeiro quanto o patógeno poderão sofrer alterações. Com relação ao hospedeiro, o mesmo deverá sofrer modificações uma vez que as condições ambientais prevista nos cenários futuros tornaram-se adversas ao desenvolvimento da cultura em determinadas regiões do país. Assim, novas cultivares adaptadas as futuras condições ambientais deverão ser desenvolvidas através de métodos de melhoramento genético. Analisando o comportamento do patógeno, o mesmo poderá se adaptar as novas condições ambientais, tendo vista que as alterações climáticas ocorrerão de forma lenta ao longo dos anos. Assim, pode-se dizer que as mudanças climáticas poderão alterar o atual cenário fitossanitário no país, em especial para a vassoura de bruxa do cacaueteiro, o qual poderá propiciar o surgimento e/ou maior desenvolvimento de algumas novas regiões de plantio e apresentar impactos econômicos, sociais e ambientais. 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.

**CONCLUSÕES:** No período atual, existem extensas áreas favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento da vassoura de bruxa no Brasil. Admitindo os cenários futuros previstos pelo IPCC, verifica-se que nas décadas futuras haverá a redução das áreas com potencial de estabelecimento a doença no Brasil, em ambos cenários analisados (A2 e B2). Porém, durante determinados meses do ano (dezembro a abril) ainda existiram áreas favoráveis a doença no Brasil, principalmente nas atuais maiores regiões produtoras de cacau do país.

#### **REFERÊNCIAS:**

- CHAKRABORTY, S. Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions. **Australasian Plant Pathology**, v. 34, p. 443-448, 2005.
- 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.
- 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.
- IPCC. Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers. Geneva: IPCC, 2007. 18p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>. Acessado em: 10 jun. 2007.
- 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.
- MORAES, W.B. (2009). **Mapeamento de áreas de risco e impactos potenciais das mudanças climáticas globais para ocorrência da ferrugem do eucalipto**. Dissertação. Universidade Federal do Espírito Santo.
- MÜLLER, M.W.; VIEIRA, D.R.; MARQUES, J.R.B. Comportamento de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* M. Arg.) em sistema agroflorestal zonal com cacauero (*Theobroma cacao* L.) adensado em vertisols no Recôncavo da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...Ilhéus: CEPLAC/CEPEC**, 2002. CD-ROM 1-039.
- 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.
- OKAME, E.T., ALMEIDA, C.M.V.C., ALMEIDA, L.C., DIAS, L.A.S. Desempenho de clones do cacauero em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. **BioScience Journal**, v.20, n.3, p.133-143, 2004.
- ROCHA, H. M.; WHEELER, B. E. J. 1985. Factors influencing the production of basidiocarps and the deposition and germination of basidiospore of *Crinipellis pernicios*, the causal fungus of witches' broom on cacao (*Theobroma cacao* L.). **Plant Pathology** 34:319-328.
- STURROCK R. N.; FRANKELB S. J.; BROWNC A. V.; HENNOND P. E.; KLIEJUNASB J. T.; LEWIS K. J.; WORRALLF J. J.; WOODSG, A. J. Climate change and forest diseases. **Plant Pathology**, v.60, p.133-149, 2011.
- SILVA, L.G. **Comportamento de clones de seringueira ao mal das folhas e potencial impacto das mudanças climáticas globais na ocorrência da doença**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.