



**Mudanças climáticas e sua influência na ocorrência de Sigatoka-negra
(*Mycosphaerella fijiensis* (Morelet)) no Maranhão**
*Climate Change and its Influence on the Occurrence of Black Sigatoka disease
(*Mycosphaerella fijiensis* (Morelet)) in Maranhão*

DIAS, Carlos Wendell Soares¹; SERRA, Raymony Tayllon Alves¹; RIBEIRO, Suzane Sá Matos¹; BARBOSA, Werlen Araújo¹; OLIVEIRA, Leonardo de Jesus Machado Goes de¹; RODRIGUES, Antonia Alice Costa¹

¹ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, wendellsdias@hotmail.com; ² Programa de Pós-graduação em Agroecologia, tayllon4000@hotmail.com; ³ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, suzane0matos@gmail.com; ⁴ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, werlen.ab@gmail.com; ⁵ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, leonnardo_jesus@hotmail.com; ⁴ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, aacrodriques@outlook.com

RESUMO EXPANDIDO TÉCNICO CIENTÍFICO

Eixo Temático: Crise ecológica e mudança climática: resistências e impactos na agricultura, nas águas e nos bens comuns

Resumo: A cultura da banana (*Musa* spp.) tem grande expressão no estado do Maranhão e possui relevante importância na manutenção do modelo de agrocultivo familiar e seu respectivo sustento. Dentre os principais problemas fitossanitários encontrados no Estado que afetam a sua produtividade, a sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) tem despontado devido às condições propícias para sua ocorrência. Neste trabalho, objetivou-se o mapeamento de áreas favoráveis ao desenvolvimento da doença de acordo com faixas de temperatura média ideal e em cenários de mudanças climáticas. A espacialização foi feita pelo método de krigagem em faixas de acordo com a literatura. O mapeamento permitiu constatar que o aumento da temperatura orientado pela concentração de CO₂ contribuiu significativamente para a diminuição da proliferação do fungo responsável pela doença. Outros efeitos inerentes ao cultivo e demais espécies que possuem relações ecológicas não foram levadas em consideração neste estudo.

Palavras-chave: agricultura familiar; aumento de co₂; banana.

Introdução

No Brasil, a maioria dos bananicultores pratica a agricultura familiar, embora, a cada dia, aumenta-se o número de empresários de pequeno, médio e grande porte que se inserem na cadeia produtiva dessa fruta (Ferreira *et al.*, 2016). No Maranhão essa cultura tem importância na manutenção do modelo de agrocultivo e pelo sustento de muitas famílias. Apesar disso, a condução das áreas de produção ainda se dá com pouca utilização de insumos e técnicas apropriadas, resultando na baixa produtividade.

Dentre os principais problemas fitossanitários que afetam a sua produtividade, a sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) tem despontado devido às condições de temperatura propícias à sua ocorrência (Dias *et al.*, 2011), o que compromete de



forma significativa a produtividade, podendo ocasionar perda de até 100% da produção de espécies suscetíveis (Ferrari, 2021).

Com perspectivas das mudanças climáticas, diante do aumento das emissões de gases de efeito estufa, espera-se alterações na intensidade e na distribuição geográfica e temporal dos patógenos, interferindo na sustentabilidade e na manutenção dos sistemas de produção. Sotta *et al.*, (2021) comenta que no novo cenário climático, locais isentos de determinados patógenos poderão apresentar potencial risco de ocorrência, o que endossa que a prospecção desses efeitos é uma linha de pesquisa estratégica para a garantia segurança alimentar (Ghini et al., 2011). Então, este trabalho objetivou o mapeamento de áreas favoráveis ao desenvolvimento da doença de acordo com faixas de temperatura média ideal.

Metodologia

A área de estudo abrange o estado do Maranhão, localizado no extremo leste da floresta amazônica e setor oeste da região nordeste do Brasil e possui 331.983 km² (Figura 1). Anualmente a região tem volumes médios superiores a 2200 mm na porção norte e até inferiores a 1.500 mm na porção sul, com temperatura média anual de 27,3°C (NUGEO, 2016) e diversos tipos climáticos (Úmido (B1), Subúmido (C2) e subúmido seco (C1)) segundo Thornthwaite e Mather (1955).

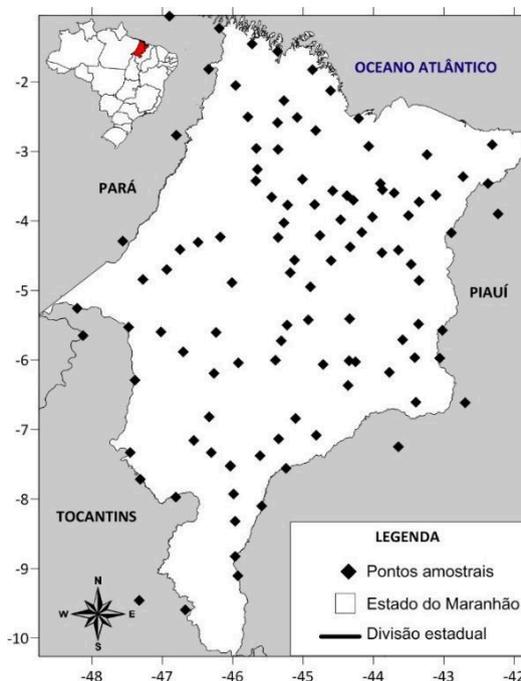


Figura 1. Espacialização dos pontos amostrados para a determinação da temperatura do ar.

Os dados de cenários temperatura do ar foram adquiridos junto ao CPTEC (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos), em que considerou-se a média de dois modelos regionais forçados para dois modelos globais validados e largamente



utilizados, o HadGEM2-ES - Hadley Centre Global Environmental Model, version 2 Earth System e o MIROC5 - Model for Interdisciplinary Research on Climate, e dois cenários baseados em forçantes radiativas denominadas de RCP - Representative Concentration Pathways. Os RCPs abordam desde futuros otimistas, nos quais a forçante radiativa decorrentes de ações antrópicas é reduzida (RCP 2.6), até situações pessimistas (RCP 8.5), sendo o RCP 4.5 uma situação considerada intermediária. Neste estudo foram utilizados RCP 4.5 e RCP 8.5. A espacialização foi feita pelo software SURFER 13.0 pelo método de krigagem ordinária, em que foram consideradas faixas de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 1 – Distribuição das classes de risco por faixa de temperatura do ar.

TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C)					
	Ta < 20	20 < Ta < 25	25 < Ta < 28	28 < Ta < 35	Ta > 35
Classe	4	2	1	3	5
Risco	Desfavorável	Favorável	Altamente favorável	Favorável	Desfavorável

Dessa forma, foram gerados 12 mapas para avaliação das condições atuais e 12 para cada cenário futuro, totalizando 36 mapas, onde pôde-se constatar o agravamento e redução da severidade da doença no Estado sazonalmente.

Resultados e Discussão

A espacialização da temperatura atual demonstra no primeiro semestre alta favorabilidade de ocorrência de sigatoka-negra em quase todo o estado do Maranhão, com exceção no extremo leste (no mês de janeiro) e no extremo sul (janeiro a março e junho). A avaliação dos cenários expressa diminuição das áreas altamente favoráveis em tanto no cenário otimista (RCP 4.5.) quanto no cenário pessimista (RCP 8.5). Essa diminuição é mais expressiva no segundo trimestre em ambos os cenários. É importante ressaltar que o aumento da temperatura no cenário com maior emissão de CO₂ é tão extremo que torna o estado todo no segundo semestre favorável, em detrimento do altamente favorável, o que evidencia o efeito do aumento de temperatura pode causar em organismos fúngicos. Relações ecológicas entre o patógeno e o hospedeiro e o efeito do aumento da temperatura precisam ser avaliadas paralelamente.

Esses resultados convergem com os obtidos por Ghini *et al.* (2007) e Jesus Junior *et al.* (2008), que avaliaram o comportamento no espaço de *M. fijiensis* no Brasil partindo de modelos diferentes. Em ambos os trabalhos também é observada a diminuição da área favorável à doença Sigatoka-negra devido às mudanças climáticas.

Ressalta-se ainda, que, apesar dos resultados demonstrarem redução da área “altamente favorável”, tanto na avaliação do cenário atual quanto nos modelos de mudanças climáticas não são observadas áreas “desfavoráveis” à ocorrência do patógeno, o que não diminui de forma mais incisiva a preocupação com os prejuízos da mesma.

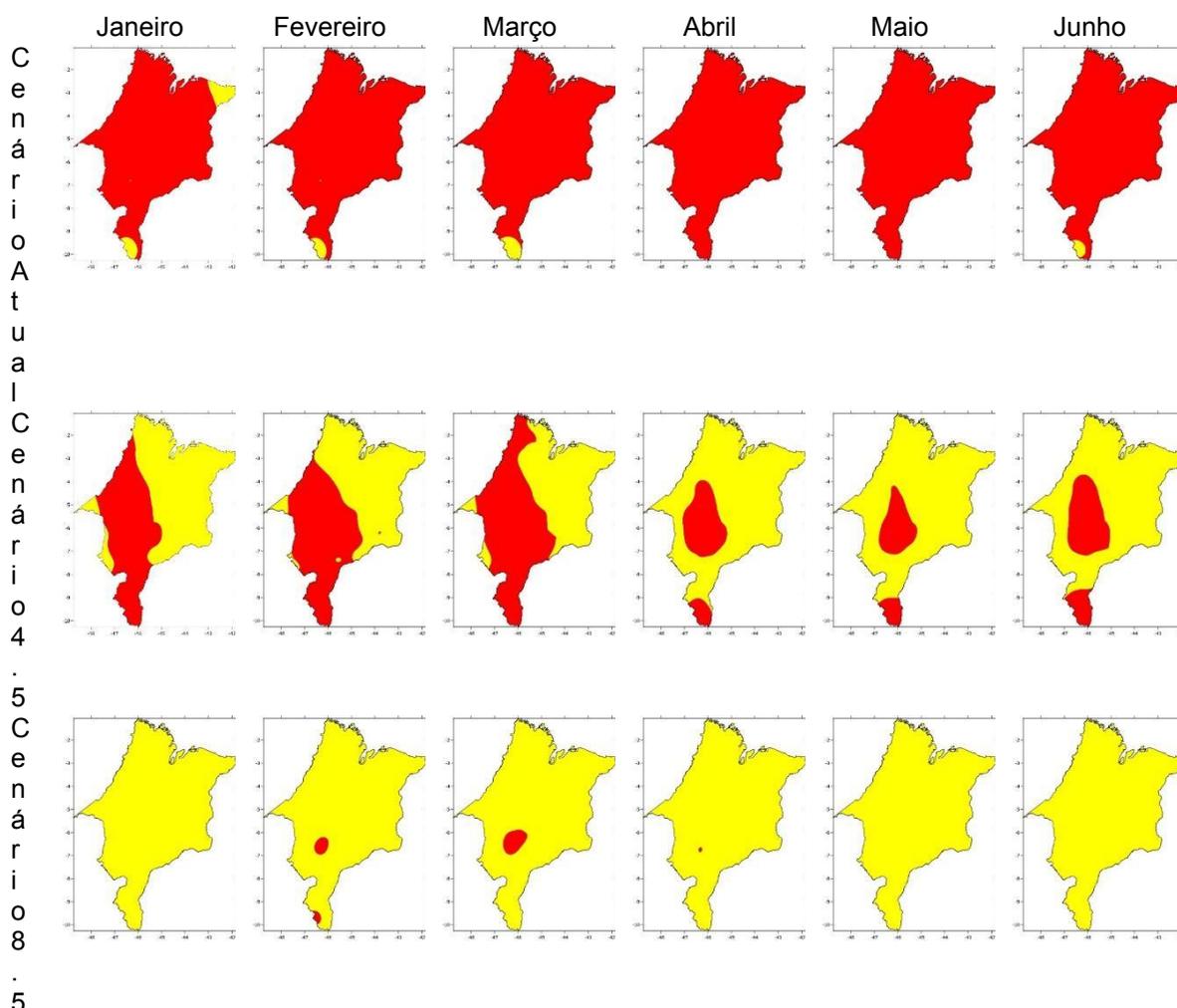


Figura 2. Espacialização do risco de ocorrência de Sigatoka-Negra em cenários de mudanças climáticas para o primeiro semestre.

O segundo semestre, considerando o cenário atual, é o menos severo em relação à área apta ao desenvolvimento da sigatoka-negra. A partir do mês de agosto há uma redução de área “altamente favorável” dando lugar a “favorável”. Essa condição volta a mudar apenas em novembro, em que o agravamento outra vez é observado, pelo ajuste de temperatura à classe 1.

No cenário 8.5, mais pessimista, o segundo semestre, quase que totalmente, passa a se observar apenas “áreas favoráveis”, com exceção de pequenas ilhas nos meses de agosto, setembro e outubro. Esse cenário melhor evidencia o efeito negativo que o aumento da temperatura ocasiona na ocorrência da sigatoka-negra, da mesma forma observado por Ghini *et al.* (2007) e Jesus Junior *et al.* (2008).

Mesmo com a redução do agravamento, ainda não são observadas áreas “desfavoráveis”, ou seja, o patógeno em cenários de mudanças climáticas não

deixará de ser uma preocupação à cultura da banana. Outro fator importante é a resposta do hospedeiro, no caso variedades de banana às mudanças climáticas e sua interação ao patógeno. Hamada *et al.* (2013) menciona que os processos metabólicos presentes nas interações patógeno-hospedeiro são por demais complexos e carecem de estudos de forma conjunta considerando as alterações do ambiente em função das mudanças climáticas.

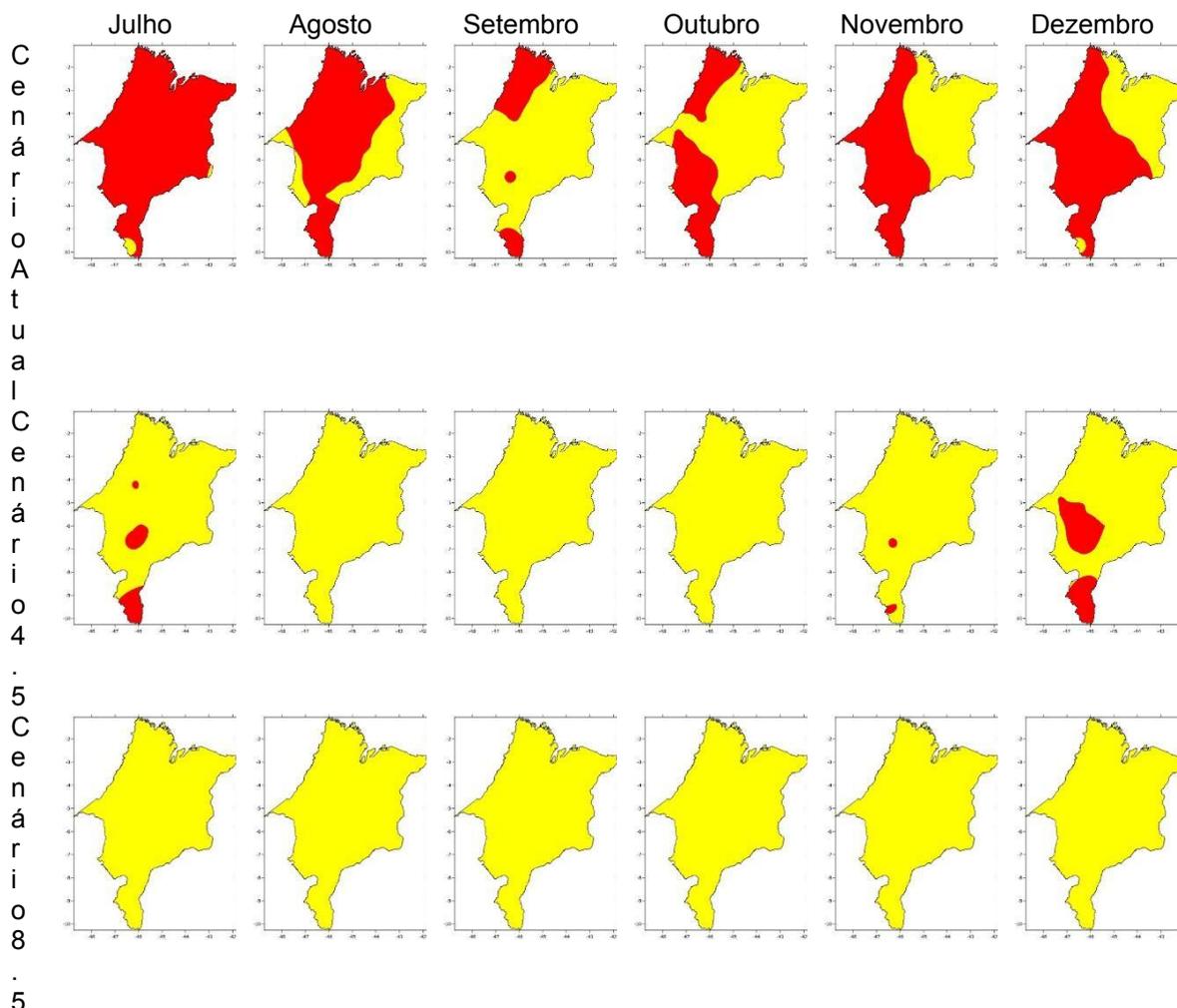


Figura 3. Espacialização do risco de ocorrência de Sigatoka-Negra em cenários de mudanças climáticas para o segundo semestre.

Conclusões

De acordo com os resultados, pode-se inferir que a metodologia adotada mostrou-se eficiente para o mapeamento de áreas propícias ao desenvolvimento do patógeno. A espacialização dessas áreas oferece ainda subsídios para o desenvolvimento de modelos matemáticos de previsão de ocorrência da sigatoka-negra, dentro de programas integrados de proteção de cultivos, caso da banana, considerando-se que é possível acompanhar o desenvolvimento da doença e prever diante dos cenários de mudanças climáticas as possíveis alterações futuras



em função de suas exigências térmicas. Ainda, os resultados abrem lacunas para futuros estudos, principalmente no que diz respeito ao efeito das interações ecológicas entre patógeno-hospedeiro diante desses cenários.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia/UEMA pelo apoio técnico-científico, a FAPEMA pela concessão da Bolsa e ao NUGEO/UEMA (Núcleo Geoambiental) pela disponibilização de dados.

Referências bibliográficas

DIAS, Carlos W. S.; SILVA, Mônica S. B. S.; ZELARAYÁN, Marcelo LC.; OLIVEIRA, Leonardo J.M.G. ; SANTOS, A.H.M. . Uso de SIG's na espacialização das áreas de risco de ocorrência de *Mycosphaerella finjiensis* no Estado do Maranhão. In: 44° Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Bento Gonçalves. **Anais do 44° Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, 2011.

FERRARI, Josiane. T.; NOGUEIRA, Eduardo. D. C.; GASPAROTTO, Luadir; HANADA, Rogério. E.; LOUZEIRO, Ieda. M. (2021). Ocorrência da Sigatoka Negra em bananeiras no estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, 72, 133-134.

FERREIRA, Claudia F., et al., eds. **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016.

GHINI, Raquel, HAMADA, Emilia; BETTIOL, Wagner. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.

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

HAMADA, Emilia; ANGELOTTI, F.; GARRIDO, L. da R.; GHINI, R.; JÚNIOR, M. P.; MARÇAL, G. G. Simulação dos efeitos das mudanças climáticas sobre a escoriose da videira no Brasil. In: **Anais...**, Foz do Iguaçu. 2013.

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

NUGEO. Núcleo Geoambiental/Universidade Estadual do Maranhão. **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão**. São Luís: UEMA; 2016.



SOTTA, Eleneide D.; SAMPAIO, Fernanda. G.; MARZALL, Kátia; SILVA, William. G. da (Org.). **Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros**. Brasília, DF: MAPA, 2021.

THORNTHWAITE, Charles W.; MATHER, John R. 1955. **The Water Balance**. Laboratory of Climatology, Centerton, NJ, USA.