



Impacto das mudanças climáticas sobre a distribuição e ecologia de *Helicoverpa armigera* (Lepdoptera: Noctuidae) na Amazônia Oriental
*Impact of Climate Change on the Distribution and Ecology of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Eastern Amazonia*

DIAS, Carlos Wendell Soares¹; CALDERÓN-ARROYO, Carolina²; REIS, Fabricio de Oliveira³

¹ Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, wendellsdias@hotmail.com; ² Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, carocarroyo@gmail.com; ³Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, fareoli@gmail.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 do milho tem grande expressão no Estado do Maranhão, sendo responsável pelo sustento de muitas famílias que adotam o sistema de agrocultivo familiar. Dentre os principais problemas que afetam a sua produtividade, destaca-se a *Helicoverpa armigera* que em virtude de temperaturas favoráveis ao seu desenvolvimento tem causado grandes perdas a esta cultura e a muitas outras por ser uma praga polífaga. Nesse trabalho, objetivou-se definir o zoneamento ecológico de *H. armigera* na Amazônia maranhense, com base nas exigências térmicas do inseto para estimar o número de gerações, e conforme dois cenários de mudanças climáticas. Para tal, foram utilizados dados estimados múltipla e softwares de espacialização. De acordo com os resultados, os modelos de cenários de mudanças climáticas projetam condições favoráveis de ocorrência *H. armigera* em toda a Amazônia maranhense sendo o período mais crítico para a ocorrência desse inseto é no cenário RCP 8.5 na década de 2050 a 2059.

Palavras-chave: agricultura familiar; pragas agrícolas; milho.

Introdução

No Estado do Maranhão, 61% da área colhida de milho está localizada em propriedades menores que 20 hectares, gerando emprego e renda em todas as regiões maranhenses, já que se trata de uma cultura que se adapta facilmente às classes de solo e ao clima do estado e que possui grande relevância na agricultura familiar (IBGE, 2017). Na Amazônia maranhense o modelo de produção consiste em grande proporção da agricultura itinerante de “corte e queima”, onde é produzido principalmente milho, mandioca e arroz (Celentano et al., 2020). Esta região é influenciada pela pressão da região de transição com o bioma do Cerrado, onde tem se reportado a maior tendência ao aumento de temperatura nas últimas 4 décadas (Marengo et al., 2022).

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) foi registrada pela primeira vez no Brasil em 2013 (Specht et al., 2021). Trata-se de uma praga polífaga que pode causar danos em diferentes cultivos agrícolas como, milho, soja, algodão e tomate (de Freitas e Sosa-Gómez, 2014), no entanto ainda há poucos estudos relacionados a ecologia e condições ambientais ideais para seu desenvolvimento.



Conhecer o número de gerações de pragas agrícolas é essencial para a agroecologia e conseqüentemente para a agricultura familiar, pois a compreensão do ciclo de vida e as gerações das pragas é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de manejo integrado de pragas (MIP), que é a principal abordagem ecológica para controlar pragas de forma eficiente, minimizando o uso de produtos químicos e impactos ambientais.

Ainda, com base nas informações sobre as gerações de pragas, é possível integrar várias táticas de manejo, como rotação de culturas, plantio de culturas de cobertura, liberação de inimigos naturais e uso de armadilhas, de maneira mais eficaz. Isso é particularmente relevante para a agricultura familiar, onde recursos na maioria das vezes são limitados e precisam ser utilizados de maneira eficiente. Dessa forma, o objetivo deste trabalho consiste no zoneamento ecológico de *H. armigera* para a região da amazônica maranhense baseado em suas exigências térmicas e usando cenários de elevação da temperatura mínima proposta pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014).

Metodologia

A área de estudo abrange a Amazônia Maranhense, localizada ao leste do estado que possui uma área total de 81.208,40 km², o que corresponde a aproximadamente 1/3 do território do estado do Maranhão. Anualmente a região tem volumes médios superiores a 2000 mm na porção norte e até inferiores a 1.500 mm na porção sul, com temperatura média anual de 27,3°C (Catunda & Dias, 2019) e tipologia climática parcialmente Úmido (B1), Subúmido (C2) e subúmido seco (C1) segundo Thornthwaite e Mather (1955).

Os dados de cenarização utilizados basearam-se no modelo climático regional (RCM) ETA, acoplado aos modelos globais (GCM) MIROC5 e o HadGEM2-ES. Optou-se por utilizar a média dos dois modelos para a área de estudo, considerando a variável temperatura do ar a 2 m de altura para a determinação do somatório de graus dia. Esses valores foram extraídos para 62 pontos distribuídos no estado do Maranhão e no estado do Pará, a fim de diminuir o efeito da ausência de dados de borda.

Após a determinação dos dados, esses foram divididos por séries e cenários, considerando-se o cenário mais otimista (RCP4.5) e o pessimista (RCP8.5). As séries consideradas no estudo foram as décadas 2020-2029, 2030-2039, 2040-2049 e 2050 a 2059, totalizando 8 mapas. Com base nesses cenários e séries, foram determinados o número de gerações da *H. armigera*, com base no conceito de grau-dia e soma térmica (Silveira Neto et al. 1976). Segundo ADLY et al. (2016) o inseto *H. armigera* necessita, para completar seu ciclo, de uma soma térmica de 589,2°C, e determinaram a temperatura base para essa espécie de 10,92°C. Dessa forma, aplica-se a fórmula:



$$\text{Número de gerações} = \sum \frac{(T_{med} + AT) - T_b (Q_d)}{ST}$$

Onde:

Tmed = Temperatura média do mês;

AT = Anomalia da temperatura do mês de acordo com o cenário;

Tb = Temperatura base para o desenvolvimento de *H. armigera* (10.96°C);

Qd = Quantidade de dias do mês em questão;

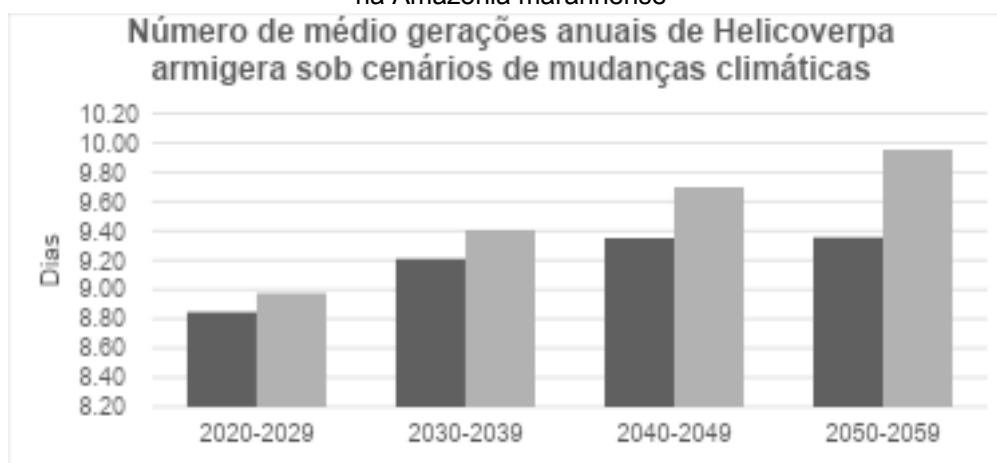
St = Soma térmica necessária ao inseto para completar o ciclo (589,2°C).

A espacialização dos dados foi feita por meio de krigagem ordinária utilizando-se o software Surfer, da Golden software, com total de 4 mapas por cenário (1 para cada década).

Resultados e Discussão

Dentro dos valores observados nos cenários de mudanças climáticas, o número de gerações de *H. armigera* pode variar entre 8,85 e 9,95 (Figura 1). Esses valores se tornam mais expressivos no cenário mais pessimista (RCP 8.5) onde constata-se que o aumento da temperatura do ar tem relação direta com o aumento do número de geração de *H. armigera*. Esses resultados convergem com os encontrados por OLIVEIRA et al. (2018), ao analisar a distribuição e o aumento de *Spodoptera frugiperda* no Maranhão em cenários de mudanças climáticas, em que ficou evidente o aumento do número de gerações e conseqüentemente a severidade que essa praga passará a ter no estado do Maranhão, na concretização desses cenários.

Figura 1 - Número de médio gerações anuais de *H. armigera* sob cenários de mudanças climáticas na Amazônia maranhense



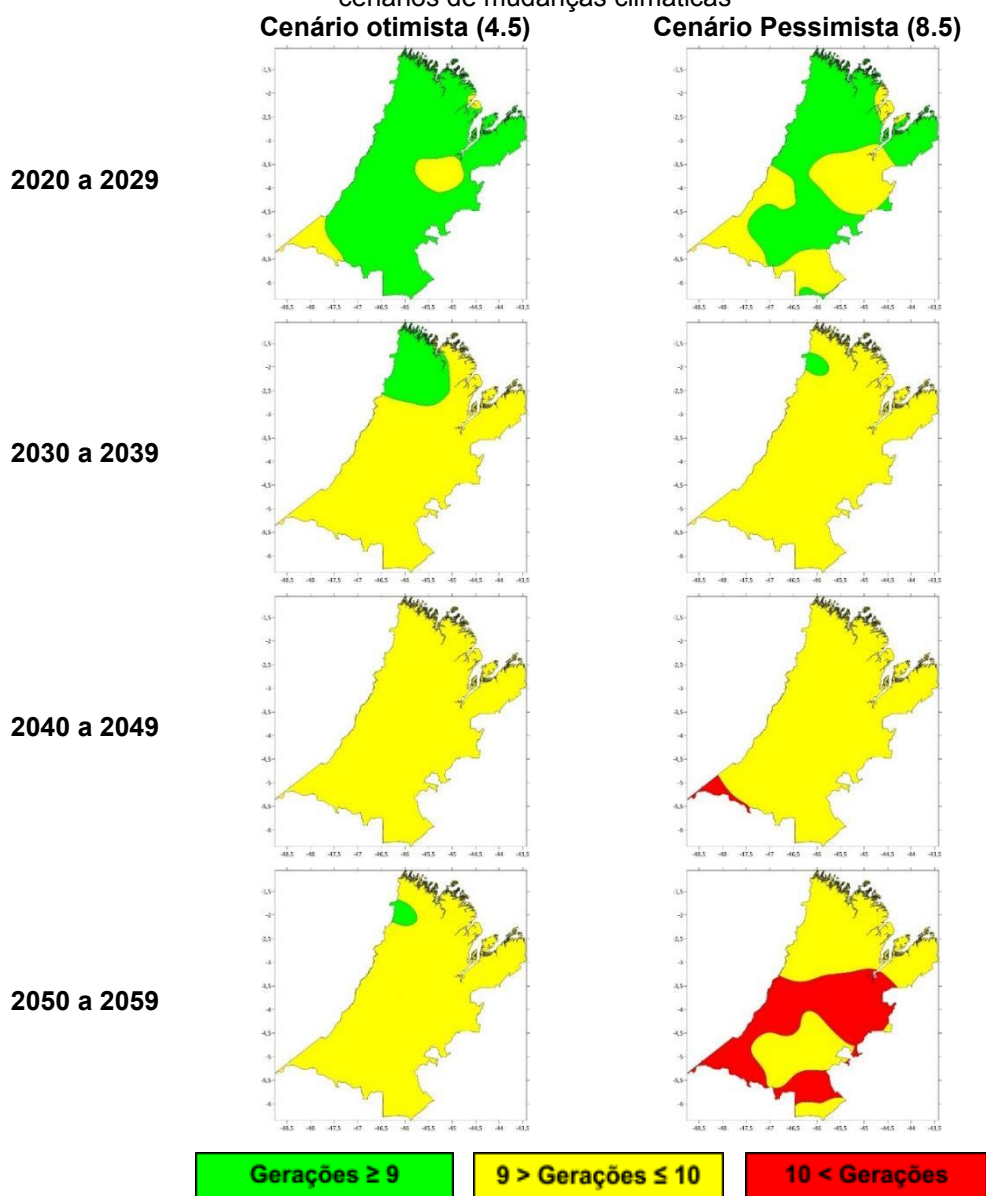
Fonte: Do autor

Analisando a espacialização do número de gerações, é evidente que não há uma distribuição regular do número de gerações, estando essas distribuídas em



consonância com a temperatura e seu aumento. Naturalmente, a década de 2050 a 2059 será a mais severa em relação ao aumento de gerações (Figura 2). Há de se ressaltar o caráter migratório que as pragas possuem, em que gerações de áreas mais quentes podem migrar para onde, teoricamente, sua severidade é menor. Ressalta-se ainda que, quando observado o caráter exponencial, a projeção é ainda mais crítica, pois a cada geração um novo indivíduo é inserido no sistema e esse indivíduo vai também completar gerações.

Figura 2 - Espacialização do número de gerações de *H. armigera* na Amazônia Maranhense em cenários de mudanças climáticas



Fonte: Do autor

A agroecologia reconhece que a crise climática pode levar a desequilíbrios no ambiente agrícola, favorecendo o aumento das populações de pragas, conforme



observado nos resultados apresentados. Ao entender o número de gerações das pragas e seus ciclos de vida, os agricultores podem ajustar suas práticas de manejo de forma a minimizar a propagação das pragas e limitar danos às colheitas. Isso envolve a implementação de medidas como rotação de culturas, uso de culturas de cobertura e incentivo a inimigos naturais das pragas. Dessa forma, os resultados apresentados servirão para auxiliar nas medidas a serem tomadas para a minimização de prejuízos oriundos do efeito das mudanças climáticas no aumento de gerações desse inseto-praga.

Conclusões

Os modelos de cenários de mudanças climáticas projetam condições favoráveis de ocorrência *H. armigera* podendo alcançar de 8,85 a 9,95 gerações/ano, a se considerar apenas 1 indivíduo. O período mais crítico para a ocorrência desse inseto é no cenário RCP 8.5 na década de 2050 a 2059.

Referências bibliográficas

ADLY, Amira M.; IBRAHIM, Amira S. M.; AHMED, Atef F. Thermal units requirements for development of the american bollworm, *Helicoverpa armigera* (HUBNER). **Journal of Plant Protection and Pathology**, v. 7, n. 2, p. 115-122, 2016.

CATUNDA, Paulo. H. A.; DIAS, Luiz J. B. S. Sumário Executivo do Zoneamento ecológico Econômico do Estado do Maranhão. São Luís: IMESC, 2019.

CELENTANO, Danielle; ROUSSEAU, Guillaume X.; PAIXÃO, Larissa S.; LOURENÇO, Francisneide; CARDOZO, Ernesto G.; RODRIGUES, Thiago O.; e SILVA, Hulda R.; MEDINA, Júlio; de SOUSA; Tatiane M. C; ROCHA, Ariadne E.; REIS, Fabrício O. Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1781-1792, 2020.

DE FREITAS BUENO, Adeney; SOSA-GÓMEZ, Daniel R. The Old World bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. **Outlooks on Pest Management**, v.25, p. 261-264, 2014.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.< <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>> Acesso em maio 2023.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, 151p.

MARENGO, José A.; JIMENEZ, Juan C.; ESPINOZA, Jhan-Carlo; CUNHA, Ana P.; ARAGÃO, Luiz. E. Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia–Cerrado transition zone. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 457, 2022.



OLIVEIRA, Leonardo J. M. G.; DIAS, Carlos W. S. DE MENEZES, Ronaldo, H. N.; DE LEMOS; Raimunda N. S.; CERQUEIRA, Hallan D. V.; ARAÚJO, Elizabeth C.; DA PAZ, Dannielle S. Zoneamento ecológico de *Spodoptera frugiperda* com base em cenários climáticos no Maranhão. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2018, Gramado. **Anais**. Sociedade entomológica do Brasil. 2018.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SPECHT, Alexandre; SOSA-GOMEZ, Daniel R.; RIOS, Danielly A. M.; CLAUDINO, Vander C. M.; PAULA-MORAES, Silvana V.; MALAQUIAS, Juaci V.; MACENA-SILVA, Fernando A.; ROQUE-SPECHT, Vânia F. *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil: the big outbreak monitored by light traps. **Neotropical Entomology**, v. 50, n. 1, p. 53-67, 2021.

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