



Efeito de cenários de mudanças climáticas sobre o ciclo das culturas do milho e feijão cultivados pela agricultura familiar na região periférica amazônica
Effect of climate change scenarios on the crop cycles of corn and beans cultivated by family farming in the Amazon periphery region

RODRIGUES, Suellen Jhoyna de Oliveira¹; DIAS, Carlos Wendell Soares²; LIMA JUNIOR; João José³; REIS, Fabricio de Oliveira⁴

¹Agronomia/UEMA, suellenjhoyna@gmail.com; ²Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UEMA, wendellsdias@hotmail.com; ³Agronomia/UEMA, agrojjlima@gmail.com; ⁴Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UEMA, 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: Sendo a produção das culturas de milho (*Zea mays L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), como forma habitual de renda e subsistência da agricultura familiar na baixada maranhense, se torna essencial elucidar os principais efeitos do aumento da temperatura em cenários de mudanças climáticas nessas culturas, com a finalidade de preparar as cadeias produtivas com medidas mitigadoras dos efeitos negativos advindos dessas mudanças. Para tal utilizou-se a média dos modelos meteorológicos HadGEM2-ES e MIROC5 e avaliou-se o ciclo de cada cultura para as próximas décadas por meio do conceito de graus-dia. Os cenários de mudanças climáticas projetam a redução no ciclo das culturas em até 9 dias para a cultura do feijão e 10 dias para a cultura do milho. A redução do ciclo não garante qualidade de espigas e vargens, o que pode estar associado a riscos de segurança alimentar, expondo a necessidade de mais estudos.

Palavras-chave: agricultura familiar; baixada maranhense; efeitos climáticos.

Introdução

O manejo adequado das culturas enfrenta seus maiores desafios devido às condições climáticas. O crescimento e desenvolvimento das plantas dependem de elementos climáticos como temperatura média (diurna e noturna), precipitação pluvial e radiação solar, os quais devem atender às necessidades específicas de cada cultura. De acordo com WUTKE et al. (2000), as condições climáticas têm um impacto direto na produção agrícola, podendo afetá-la significativamente desde o momento do plantio até a colheita.

Especula-se que o aumento da temperatura do ar resultará em uma redução na taxa fotossintética, um aumento na respiração e transpiração, além de encurtar o ciclo das culturas, levando a perdas na produção e produtividade. De maneira geral, as condições climáticas futuras podem ter vários impactos na produtividade das culturas agrícolas (Luo et al., 2005; Zhang & Liu, 2005; Battisti & Naylor, 2009).

A Baixada Maranhense é uma região de campos e lagos cuja agricultura baseada no corte e queima é predominante como método de preparo do solo para grande parte das famílias (Filho, 2013). Diante da indiscutível contribuição desse sistema de



cultivo para a emissão de CO₂, atualmente muitas pesquisas são desenvolvidas baseadas em princípios agroecológicos como alternativa para a produção sem perda de produtividade, como cultivos consorciados com adubação verde, uso da capoeira triturada sem queima, entre outros (Rego et. Al, 2018). Dentre as práticas agrícolas mais comuns nessa região, destacam-se o cultivo do milho e do feijão pela agricultura familiar, que desempenham papel fundamental na segurança alimentar e na geração de renda para as comunidades locais. Entretanto, a produção dessas culturas pode estar sujeita a rápidas transformações diante das mudanças climáticas, que podem afetar diretamente o ciclo de vida e a produtividade dessas lavouras.

Nesse sentido, o presente trabalho busca investigar o efeito de cenários de mudanças climáticas sobre o ciclo das culturas do milho e feijão cultivados pela agricultura familiar na região periférica amazônica. Para tanto, serão analisados dados climáticos históricos e projeções futuras, a fim de compreender os possíveis impactos dessas alterações no desenvolvimento e na sazonalidade dessas culturas.

Metodologia

A área de estudo está localizada na periferia leste amazônica, no estado do Maranhão (Figura 1). A região conhecida como baixada maranhense possui 20.000 km² e é bastante conhecida pelos campos e lagos que servem de subsistência para muitas famílias. Os lagos ficam cheios em determinada época do ano, a depender do regime chuvoso, cuja água mantém a agricultura familiar, contando com o cultivo de arroz, feijão, milho, mandioca, além da pesca e da criação bubalina.

Para a descrição do cenário climático futuro, foram utilizadas simulações baseadas no modelo climático regional ETA forçado por dois modelos climáticos globais, 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 (MOSS et al., 2010). 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. Para a determinação do ciclo da cultura foi utilizado o conceito de graus-dia, conforme a fórmula e variáveis abaixo:

$$\text{Ciclo da cultura} = \sum \frac{(T_{med} + AT) - T_b}{ST} (Qd)$$

Onde:

T_{med} = Temperatura média do mês;

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

T_b = Temperatura base para o desenvolvimento da cultura (10°C para o milho e o feijão);

Qd = Quantidade de dias do mês em questão;

St = Soma térmica necessária à cultura para completar o ciclo (1600°C para o feijão e 1300°C para o milho).

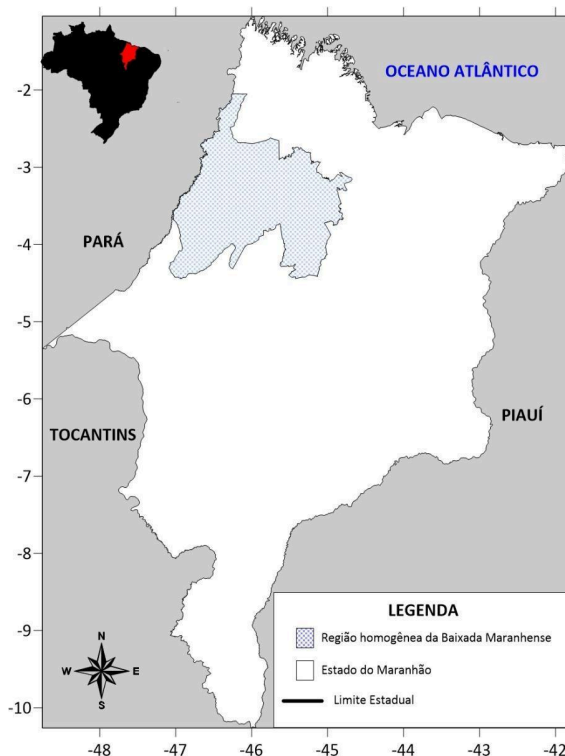


Figura 1. Localização da baixada maranhense no estado do Maranhão.

Resultados e Discussão

Os valores máximos representam a duração máxima do ciclo do feijão encontrada na região da Baixada Maranhense durante cada período, variando de 92,54 a 85,62 no cenário RCP 4.5 e de 91,37 a 83,37 no cenário RCP 8.5. Por outro lado, os valores mínimos representam a duração mínima do ciclo do feijão, variando de 90,00 a 87,00 no cenário RCP 4.5 e de 88,31 a 83,37 no cenário RCP 8.5. Esses dados indicam uma tendência de redução tanto na duração máxima quanto mínima do ciclo do feijão ao longo do tempo, sendo os valores mais baixos encontrados no cenário RCP 8.5.



Tabela 1. Análise Descritiva do ciclo do feijão (*P. vulgaris*) de acordo com o cenário.

	RCP 4.5				RCP 8.5			
	2020 – 2029	2030 – 2039	2040-2049	2050-2059	2020 – 2029	2030 – 2039	2040 – 2049	2050-2059
Valor máximo	92,54	90,00	89,94	90,04	91,37	87,83	86,90	85,62
Valor Mínimo	90,00	87,00	87,00	87,00	88,31	85,78	84,33	83,37
Média	91,40	88,48	88,03	88,48	90,10	86,82	85,54	84,54
Desvio padrão	0,48	0,49	0,48	0,52	0,73	0,38	0,50	0,47
CV	0,005	0,005	0,005	0,006	0,008	0,004	0,004	0,006

Isso pode ser melhor compreendido quando se observa a distribuição das médias na figura 2, onde a barra cinza claramente evidencia a redução dos ciclos no pior cenário (RCP 8.5).

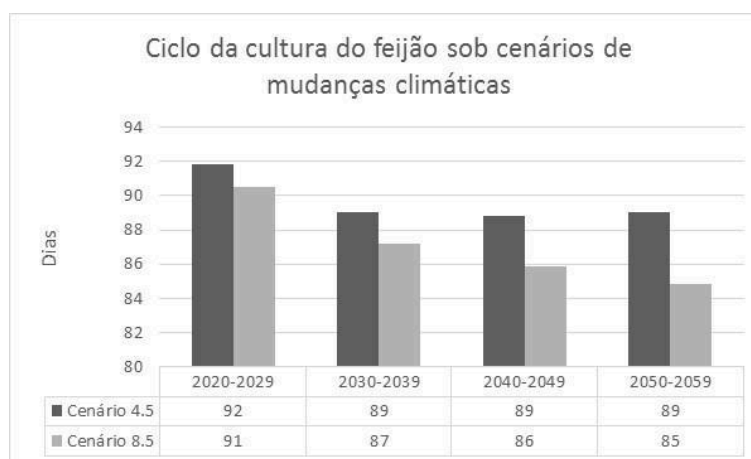


Figura 2. Número médio de dias de ciclo da cultura do feijão de acordo com cenários de mudanças climáticas.

Na tabela 2, os valores máximos representam a duração máxima do ciclo do milho durante cada período. No cenário RCP 4.5, os valores variam de 117,17 a 114,37, enquanto no cenário RCP 8.5, variam de 116,18 a 110,12. Esses números indicam uma tendência de redução na duração máxima do ciclo do milho ao longo do tempo em ambos os cenários, com valores mais baixos no cenário RCP 8.5. Os valores mínimos indicam a menor duração registrada do ciclo do milho durante cada período. No cenário RCP 4.5, esses valores variam de 114,00 a 111,00, enquanto no cenário RCP 8.5, variam de 113,01 a 107,00. Da mesma forma que os valores máximos, observa-se uma tendência de diminuição na duração mínima do ciclo do milho ao longo do tempo em ambos os cenários, com valores mais baixos sendo encontrados no cenário RCP 8.5.



Tabela 2. Análise Descritiva do ciclo do milho (*Z. mays*) de acordo com o cenário.

	RCP 4.5				RCP 8.5			
	2020 – 2029	2030 – 2039	2040-20 49	2050-20 59	2020 – 2029	2030 – 2039	2040 – 2049	2050-20 59
Valor máximo	117,17	114,90	114,21	114,37	116,18	113,07	114,21	110,12
Valor Mínimo	114,00	111,92	111,00	111,00	113,01	110,00	111,00	107,00
Média	115,74	113,19	113,34	112,70	114,72	111,41	112,34	108,52
Desvio padrão	0,54	0,55	0,59	0,62	0,56	0,57	0,59	0,72
CV	0,005	0,004	0,005	0,006	0,004	0,005	0,005	0,007

Da mesma forma, a figura 3 demonstra a clara redução do período médio dos ciclos do milho na região da Baixada Maranhense, considerando-se a barra cinza o cenário mais crítico (RCP 8.5) e a barra escura o cenário mais otimista (RCP 4.5).



Figura 3. Número médio de dias de ciclo da cultura do milho de acordo com cenários de mudanças climáticas.

É importante destacar que com um ciclo mais curto, as plantas têm menos tempo para realizar processos vitais, como o acúmulo de biomassa, o desenvolvimento das raízes e a formação de frutos. Isso pode resultar em um menor rendimento das culturas. Além disso, com um ciclo reduzido, as culturas se tornam mais vulneráveis a eventos climáticos extremos, como secas, ondas de calor ou chuvas intensas. Esses eventos podem interromper o desenvolvimento das plantas e aumentar o risco de falha na produção, além da alteração demanda por recursos, visto que as culturas podem requerer quantidades diferentes de água, nutrientes e outras condições ambientais, exigindo ajustes nas práticas de manejo, como o aumento da irrigação, o fornecimento de nutrientes adicionais ou a adoção de variedades de culturas mais adequadas às novas condições.



Conclusões

Os resultados dessa pesquisa nos permitem concluir que, tanto em cenários otimistas como pessimistas, haverá um encurtamento nos ciclos do milho e do feijão na baixada maranhense. No pior cenário o milho deverá ter reduções de até 10 dias e o feijão de até 9 dias. Esses resultados não nos permitem inferir ou atestar se o metabolismo dessas espécies estará apto a produzir espigas e vargens de qualidade comercial, o que ressalta a necessidade de novas pesquisas.

Agradecimentos

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

Referências bibliográficas

BATTISTI, David S.; NAYTOR, Rosamond L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science**, Washington, v. 323, n.5911, p. 240-244, 2009.

FILHO, Marcelino. S. F. Agricultura itinerante e problemas socioambientais: uma análise da agricultura familiar no Maranhão. In: JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 2013, São Luís. **Anais...**São Luís: UFMA, 2013.

LUO, Qunying; BELLOTI, William; WILLIAMS, Martin; BRYAN, Brett. Potential impact of climate change on wheat yield in South Australia. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.132, n.3-4 p. 273-285, 2005.

MOSS, Richard H., Edmonds, Jae A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., ... & Meehl, G. A. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, 463(7282), 747-756, 2010.

REGO, Anna K.; COSTA, Osvaldo R. K. Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, f. 20 (3), 2018.

WUTKE, Elaine. B. et al. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, 2000.

ZHANG, Xi. C.; LIU, W. Z. Simulating potential response of hydrology, soil erosion, and crop productivity to climate change in Changwu tableland region on the Loess Plateau of China. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 131, n. 3-4, p.127-142, 2005.