

# INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA CULTURA DO MILHO NO ESTADO DO PARÁ

Paulo H. L. Gonçalves<sup>1</sup>, Evandro C. De Oliveira<sup>2</sup>, Flávio B. Justino<sup>3</sup>, José M. N. Costa<sup>4</sup>,  
Leonardo De Oliveira Neves<sup>5</sup>, Marcos Antônio Vanderlei Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, Mestrando em Meteorologia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, Fone (0XX31) 3899-1901, e-mail: [paulo.lopes@ufv.br](mailto:paulo.lopes@ufv.br), <sup>2</sup>Meteorologista, doutorando em Meteorologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa – UFV, <sup>3</sup>Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, <sup>4</sup>Prof. PhD Titular, Depto. Eng. Agrícola, UFV, Viçosa-MG, <sup>5</sup>Meteorologista, Professor – Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul (IFC), <sup>6</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, UNEB, Barreiras -BA

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

**RESUMO:** O mais recente relatório do IPCC (Summary for Policymakers - International Panel on Climate Change, 2007) mostra que as mudanças climáticas decorrentes das atividades humanas já estão ocorrendo em uma escala global e que os seus impactos nas mais diversas áreas da atividade humana serão graves e demandam medidas urgentes que possam levar a técnicas de mitigação e adaptação. Dentre as atividades econômicas, certamente, a agricultura é a mais dependente dos elementos climáticos. A área considerada no estudo foi na Amazônia Oriental, no Estado do Pará (PA). As simulações de longo período da produtividade da cultura do milho foram realizadas na sub-rotina “seasonal” do Sistema de Suporte para Transferência de Agrotecnologia (DSSAT), versão 4.0.2.0. Este trabalho tem como objetivo avaliar possíveis impactos do clima, em condições atuais e em projeções de aquecimento global, na produtividade da cultura de milho no Estado do Pará, a partir dos cenários (A2) e (B2). O potencial das mudanças climáticas na produção agrícola do estado do Pará pode ser avaliado como negativo, devido ao fato de, mesmo em condições ótimas de manejo e nutrientes os resultados encontrados no presente trabalho indicam uma redução na produtividade potencial média do milho de 9% (B2) e 20% (A2) dos valores atuais (4755 Kg/ha).

**PALAVRAS-CHAVE:** milho, mudanças climáticas, produtividade.

## INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE IN THE MAIZE CROP IN STATE PARÁ

**ABSTRACT:** The latest IPCC report (Summary for Policymakers - International Panel on Climate Change, 2007) shows that climate change resulting from human activities are already occurring on a global scale and their impacts in several areas of human activity will serious and require urgent action that could lead to techniques for mitigation and adaptation. Among economic activities certainly agriculture is more dependent on climatic factors. The area considered in the study was in the eastern Amazon, State of Pará (PA). Simulations of long-term productivity of maize were conducted in the sub-routine "seasonal" Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT), Version 4.0.2.0. This study aims to evaluate possible impacts of climate on current conditions and projections of global warming on productivity of maize in the State of Para, from scenario (A2) and (B2). The potential of climate change on agricultural production in the state of Para can be assessed as negative, due to the fact that, even under optimum nutrient management and the results of this study indicate a reduction in the average potential productivity of maize, 9% ( B2) and 20% (A2) of the current values (4755 kg / ha).

**KEY WORDS:** maize, climate change, yield.

**INTRODUÇÃO:** As concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera vêm aumentando desde a Revolução Industrial. Por sua vez, esse acréscimo de gases tem origem em atividades antrópicas, principalmente, queima de combustíveis fósseis, queimadas e desmatamento de florestas. Deste modo, atribui-se estes fatores, a responsabilidade pelo aquecimento global. Além da temperatura, a precipitação também tem sofrido variações decorrentes dessas práticas e as projeções climáticas para este século indicam a possibilidade de graves conseqüências para a humanidade (MARENGO, 2006; MARENGO, et al. 2007; IPCC, 2007). Dentre as atividades econômicas, certamente, a agricultura é a mais dependente dos elementos climáticos. Estamos, assim, diante de necessidades urgentes de estudos comparativos, objetivando a caracterização fisiológica e adaptativa de espécies cultivadas e nativas às mudanças climáticas. O milho (*Zea mays* L.) que é considerado uma das principais espécies utilizadas no mundo, em função da sua multiplicidade de aplicações, tanto na alimentação humana quanto na dieta animal, o milho assume relevante papel socioeconômico, além de constituir-se em indispensável matéria-prima para vários complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China. A área semeada no Brasil varia em torno de 14 milhões de hectares, com uma produção aproximada de 50 milhões de toneladas, conferindo uma produtividade de 3,5 t/ha (CONAB,2009). Considerando as perspectivas das mudanças globais do clima e os seus impactos sobre a agricultura, este trabalho tem como objetivo avaliar possíveis impactos do clima, em condições atuais e em projeções de aquecimento global, na produtividade da cultura de milho no Estado do Pará, a partir dos cenários (A2) e (B2).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área considerada no estudo foi o Estado do Pará (PA). Na Figura 1, pode-se observar a área de estudo, bem como, a localização dos 16 (dezesseis) pontos de grade meteorológicos sob o Estado. Os dados de clima foram representados pelos dados históricos (1960 a 1990) e Futuro (2070 a 2100), onde foram utilizadas as temperaturas diárias máximas e mínimas (°C), precipitação (mm) e radiação solar ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ).

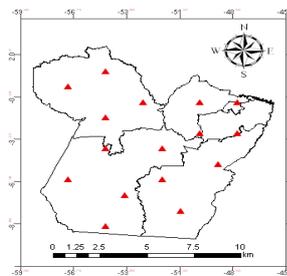


Figura 1. Localização dos pontos meteorológicos e da área de estudada.

A avaliação dos impactos das mudanças climáticas na produtividade da cultura do milho foi realizada por meio dos cenários pessimista (A2) e otimista (B2), para o período de 2070 a 2100. Sendo o cenário B2, aquele que estabelece um aquecimento de 3 a 5°C e descreve um mundo baseado em soluções locais aos problemas globais; com crescimento da população moderado, existindo níveis intermediários para o desenvolvimento econômico e uma mudança tecnológica mais diversa de baixas emissões de CO<sub>2</sub>. O cenário A2 é o que estabelece um aquecimento de 4 a 8°C e descreve um mundo heterogêneo; com crescimento da população elevado, crescimento econômico e a mudança tecnológica mais lenta de altas emissões de CO<sub>2</sub>, comparado com concentração CO<sub>2</sub> nos cenários atual NOAA. As simulações de longo período da produtividade da cultura do milho foram realizadas na sub-rotina “seasonal” do Sistema de Suporte para Transferência de Agrotecnologia (DSSAT),

versão 4.0.2.0 (HOOGENBOOM, 2004), a qual permite a simulação de ciclos de cultivos durante os vários anos considerados na série de dados meteorológicos, bem como, considerando o balanço de água no solo e a fertilização por CO<sub>2</sub>. O CERES Maize requer 5 parâmetros fisiológicos para a inicialização (Tabela 1), o qual foi obtido segundo PEREIRA (2008).

Tabela 1. Valores dos coeficientes genéticos.

CULTIVAR	PARÂMETROS GENÉTICOS				
	P1	P2	P5	G2	G3
Ag 7000	319	0,5	880	695	5,2

**P1:** representa a duração do período vegetativo, soma térmica desde a emergência até o final da etapa juvenil, (temperatura base 8°C); **P2:** representa a sensibilidade ao fotoperíodo, dias de atraso na iniciação da floração masculina para cada hora de incremento do fotoperíodo acima de 12,5 horas.; **P5:** duração da etapa reprodutiva, soma térmica desde a emergência do estigma na espiga até o ponto de maturidade fisiológica do grão (temperatura base 8°C); **G2:** número máximo de grãos por planta; **G3:** taxa de enchimento do grão (mg dia<sup>-1</sup>) sob condições ótimas de crescimento.

Os dados de perfis de solo e suas propriedades químicas e físicas foram obtidos PROCLIMA (SOUZA et al, 2001). Estes registros foram inseridos no módulo de balanço hídrico e caracterização edáfica do DSSAT. Nas simulações, foram consideradas práticas de manejo usadas pelos agricultores (Quadros 1).

Cultura	Milho
Semeadura	1ºDez
População de plantas	7 plantas m <sup>-2</sup>
Espaçamento entre linhas	70 cm
Profundidade do plantio	6 cm
Data da colheita	maturação

Quadro 1. Praticas culturais definidas para a simulação do milho, para condição climática atual e futura, na Amazônia Legal.

Dois cenários foram simulados para a região, considerando a produtividade real simulada (Kg.ha-1); calculada considerando que a cultura é dependente das condições climáticas e nutricionais (rotinas de água e N dos modelos ligadas); e a produtividade potencial simulada (Kg.ha-1); calculada considerando que as condições hídricas e de nutrientes não são limitantes para o crescimento e desenvolvimento da cultura (rotinas de água e N dos modelos desligadas). A distribuição espacial dos valores simulados do ciclo (dias) e da produtividade de grão (kg/ha) entre as condições atuais e os cenários de mudança climática (B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>), foram obtidos por meio da seguinte equação:

$$PD(\%) = \left[ \frac{(Futuro - Atual)}{Atual} \right] \times 100$$

Desvio positivo significa que a duração do ciclo e a produtividade da cultura do milho aumentam em cenários de mudanças climáticas, enquanto desvio negativo representa as condições opostas.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** A Tabela 1 apresenta a variação do ciclo e da produtividade média real e potencial da cultura do milho e respectivos desvios do cenário atual (controle) em relação aos cenários B<sub>2</sub> e A<sub>2</sub>, no estado do Pará. Observa-se que a produtividade média estimada é muito variável na região de estudo, isto mostra que o clima para a agricultura é o principal fator no rendimento dessas lavouras.

Tabela 1. Duração do período de emergência à maturação fisiológica e produtividade real e potencial média simulada para a cultura do Milho no estado do Pará.

Estação	Ciclo de Maturação	Produtividade Real	Produtividade Potencial
	(dias)	(kg/ha)	(kg/ha)
	Atual	Atual	Atual
MR01	117	4380	4463
MR02	113	4272	4957
MR03	115	4412	4596
MR04	112	4531	4922
MR05	116	4777	4844
MR06	117	4673	4739
MR07	122	4239	4326
MR08	119	4271	4411
MR09	115	4942	5011
MR10	121	4360	4443
MR11	129	4484	4664
MR12	110	3614	4995
MR13	125	4624	4787
MR14	112	2883	5256
MR15	123	4896	4987
MR16	127	4504	4683
<b>Média</b>	118	4366	4755

A projeção climática baseada no IPCC levanta uma enorme preocupação quanto aos impactos destas alterações na agricultura. Para o período fenológico, observam-se expressivas reduções de até 15% e 22% no ciclo de crescimento do milho devido ao aumento da temperatura na região de estudo para as projeções B2 e A2 (Figuras 2a e 2b), respectivamente.

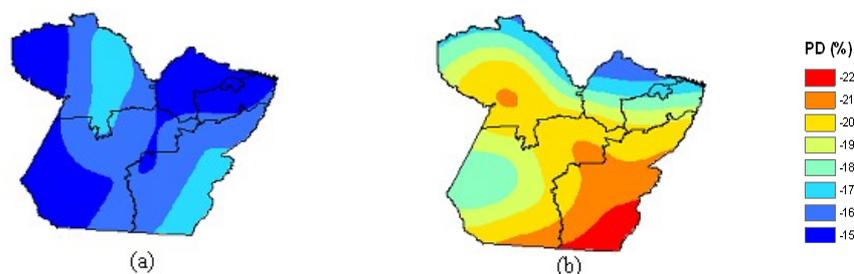


Figura 2. Estimativa da redução em dias da duração do estágio de maturação média do Milho entre o cenário B2 e o atual (a) e cenário A2 e o atual (b), no Pará.

No cenário otimista (B2) foi observado uma diminuição significativa na produtividade de até -17%. A avaliação espaço-temporal para o cenário A2 (pessimista) indica em geral, uma tendência de redução na produtividade da cultura do milho. Observa-se ainda na parte noroeste áreas com redução de até -33%, nas outras regiões com redução de até -5%, (Figuras 3a e 3b), respectivamente.

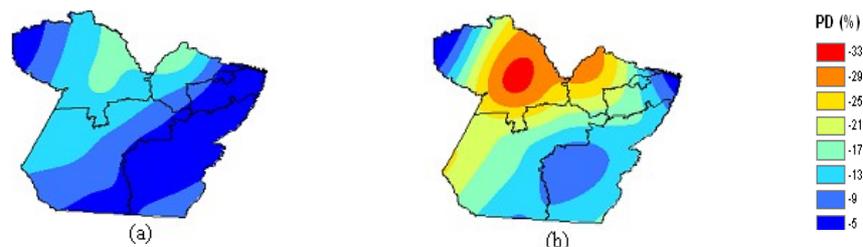


Figura 3. Estimativa da redução da produtividade potencial média do Milho entre o cenário B2 e o atual (a) e cenário A2 e o atual (b), no Pará.

No cenário otimista (B2) foi observado uma diminuição significativa na produtividade de até -35%. A avaliação espaço-temporal para o cenário A2 (pessimista) indica em geral, uma tendência de redução na produtividade da cultura do milho. Observa-se ainda na parte norte áreas com redução de até -51%, nas outras regiões com redução de até 5%, (Figuras 4a e 4b), respectivamente.

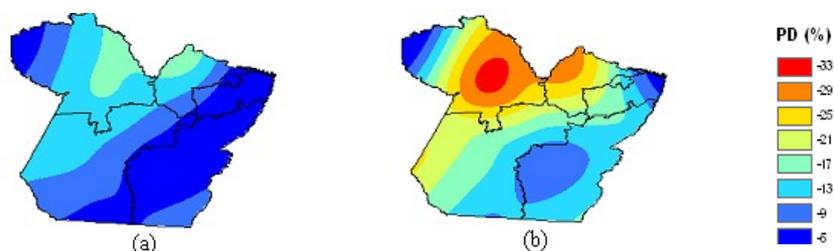


Figura 4. Estimativa da redução da produtividade real média do Milho entre o cenário B2 e o atual (a) e cenário A2 e o atual (b), no Pará.

**CONCLUSÃO:** O potencial das mudanças climáticas na produção agrícola do estado do Maranhão pode ser avaliado como negativo, devido ao fato de, mesmo em condições ótimas de manejo e nutrientes os resultados encontrados no presente trabalho indicam uma redução na produtividade potencial do milho que pode alcançar até -17% (B2) e -33% (A2) dos valores atuais. Mais estudos, tanto experimentos de campo, como de modelagem precisam ser realizados para o pleno entendimento dos mecanismos envolvidos nas respostas da cultura as mudanças climáticas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- HOOGENBOOM, G., JONES, J. W., WILKENS, P. W., PORTER, C. H., BATCHELOR, W. D., HUNT, L. A., BOOTE, K. J., SINGH, U., URYASEV, O., BOWEN, W. T., GIJSMAN, A. J., DU TOIT, A., WHITE, J. W. E TSUJI, G. Y. **Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4.0 [CD-ROM]**. University of Hawaii, Honolulu, HI, USA. 2004.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Summary for Policymakers. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>> Acesso em: 01 de maio de 2010.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Ecofisiologia e fenologia**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, p. 21-54. 2000.
- MARENGO, J. A. et al. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais**. Relatório 5, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio). Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, fevereiro 2007.