

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE GOIÁS

BALBINO ANTONIO EVANGELISA¹; FÁBIO RICARDO MARIN²; JURANDIR ZULLO JUNIOR³.

¹Geógrafo, Analista, Embrapa Cerrados, Doutorando da UNICAMP, Brasília - DF, Fone: 0xx 61 3388 9849, balbino@cpac.embrapa.br.

²Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP.

³Engenheiro Agrícola e Matemático, Dr., Pesquisador, CEPAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: A elevação do preço do petróleo, o apelo mundial pela redução das emissões de gases de efeito estufa e a produção de energia renovável viabilizaram o aumento da produção de álcool e criaram a necessidade de identificação de áreas de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil. Por outro lado, o último relatório do IPCC apresenta informações conclusivas sobre ocorrências de alterações do clima e elevação das temperaturas. Neste sentido, estudos para identificar a vulnerabilidade dos sistemas agrícolas e quantificar o impacto das mudanças climáticas sobre as culturas agrícolas tornaram-se uma necessidade. O objetivo deste trabalho foi simular o efeito das mudanças climáticas sobre a produção de cana-de-açúcar, variedade RB72454, cultivada em três localidades de Goiás, admitindo-se a elevação da temperatura em 1,8°C, 2,4°C e 4,0°C. Os resultados mostraram elevação na produtividade média, mesmo no cenário pessimista (4,0°C), nos municípios de Goiânia e Jataí, em 3% e 4%, respectivamente; enquanto em Goianésia, observou-se uma redução de 6% na produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem, aquecimento global, produção sustentável.

CLIMATIC CHANGE IMPACTS IN THE SUGARCANE PRODUCTION IN THE STATE OF GOIAS

ABSTRACT: The increasing in the petroleum price, the world request for reduction of greenhouse gases emission and the production of renewable energy made the increasing in the alcohol production viable and created the necessity of identifying expansion areas of sugarcane cropping in Brazil. On the other hand, the last IPCC report presented conclusive information regarding climate change occurrences and temperature increasing. In this way, studies to identify the vulnerability of agricultural systems and to quantify the impacts of the climate changes in food production became a necessity. The objective of this work was to simulate the effects of climate change in the sugarcane production, RB72454 variety, cultivated in three locations in the State of Goiás, considering the following temperature increases: 1.8°C, 2.4°C and 4.0°C. Results showed increase in mean productivity even in the pessimist scenario (4.0°C) in the municipalities of Goiania and Jatai in 3% and 4%, respectively, while in Goianesia, observed a 6% reduction.

KEYWORDS: modeling, global warming, sustainable production.

INTRODUÇÃO: Nos últimos anos, intensificam-se as advertências sobre as mudanças climáticas e seus impactos na sociedade humana e a sustentabilidade do planeta. O último

relatório do IPCC (2007) apresenta projeções de elevação da temperatura entre 1,8°C e 4,0°C nos próximos 100 anos. No Brasil, o aquecimento chegaria a valores entre 4°C e 8°C. As previsões dos modelos sobre anomalias nas chuvas ainda são incertas, sendo que para a região Centro-Oeste, algumas apontam para maior frequência de ocorrência de fenômenos extremos, como chuvas intensas e concentradas nos meses de dezembro a fevereiro (MARENGO, 2007). Sobre o efeito dessas mudanças na agricultura brasileira, estudos científicos recentes indicam que o aumento da temperatura causará a elevação da perda de água por evapotranspiração e maior consumo de água pelas plantas. Porém, segundo ASSAD et al. (2008), o efeito do aumento da temperatura na produção de cana-de-açúcar será benéfico, mesmo na região Centro-Oeste, que apresenta restrições hídricas em alguns meses do ano. Essas incertezas sobre a dimensão dessas alterações implicam na necessidade de estudos com modelagem e análise de dados visando a avaliação dos possíveis impactos sobre a agricultura, especialmente sobre a cana-de-açúcar, pela sua importância econômica e social para o Brasil. Com isso, a simulação de cenários futuros baseando-se em modelos mecanísticos pode contribuir para o planejamento no médio e longo prazo do agronegócio no Brasil, adaptando-se aos possíveis impactos e observando as diferenças regionais quanto aos efeitos da mudança no clima na produção de alimento e energia.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado nos municípios de Goianésia, Goiânia e Jataí, localizados no norte, centro e sul de Estado de Goiás, respectivamente, representando três ambientes diferentes climaticamente (Tabela 1). Foi utilizado o modelo de simulação de crescimento e produção de cana-de-açúcar - Canegro/DSSAT, desenvolvido por SINGELS et al. (2008), que permite trabalhar com dados de clima, solo e planta. Foram obtidos os dados diários de temperatura máxima e mínima, precipitação e radiação solar, com série histórica de 22 anos (1984 – 2005) das localidades de Goianésia, Goiânia e Jataí, pertencentes ao INMET e EMBRAPA. Para análise de consistência e preenchimento de falhas, baseada em médias mensais e método estocástico para a chuva, utilizou-se uma rotina acoplada ao modelo (software WeatherMan/DSSAT). Ainda, com o uso de uma planilha eletrônica, as variáveis climáticas foram analisadas e estimados os valores médios acumulados da série (Tabela 1), bem como da evolução temporal da precipitação pluviométrica (Figura 1).

Tabela 1. Dados climatológicos médios acumulados (1984 a 2005).

Var	Jataí				Goiânia				Goianésia			
	Chuva	Tmax	Tmin	RadSol	Chuva	Tmax	Tmin	RadSol	Chuva	Tmax	Tmin	RadSol
Med	1621	30,5	16,8	7372	1504	29,6	17,6	6828	1504	30,7	19	6666
Max	1663	30,7	17,2	7344	1470	30,0	18,5	7998	1470	31,3	19	7663
Min	1221	29,6	16,0	7033	1132	28,6	16,7	5873	1132	29,3	18	5889

Para cada localidade das três estações climatológicas, identificou-se no mapa de solos de Goiás, na escala de 1:250000, a classe de solo predominante. As coordenadas geográficas das estações foram cruzadas com o mapa de solos com o uso de um sistema de informações geográficas (SIG). Em Goianésia, identificou-se a classe de Latossolo Vermelho distrófico (LVd), acentuadamente drenado em relevo suave ondulado (5%). Em Goiânia, Latossolo Vermelho-distrófico (LVd), acentuadamente drenado em relevo suave ondulado (2 a 6%), e em Jataí, as simulações foram realizadas em um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), bem drenado em relevo suave ondulado (1%). Os dados de caracterização física dos solos foram obtidos das amostras de perfis disponíveis no RADAMBRASIL e estão apresentados na Tabela 2.

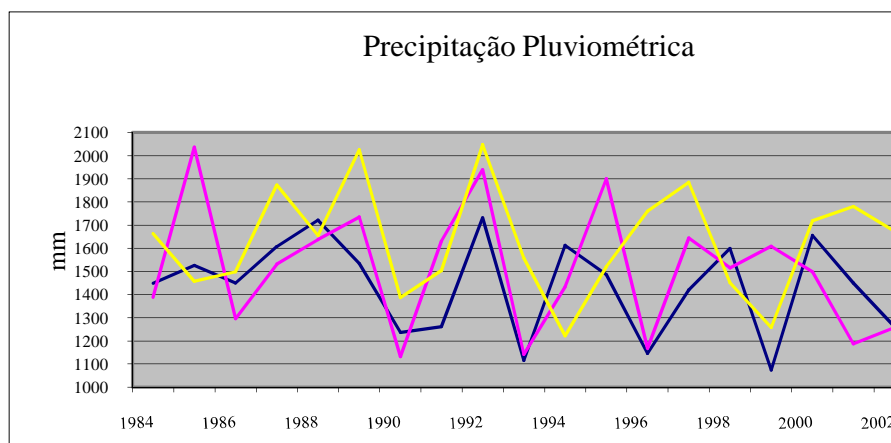


Figura 1. Evolução temporal da precipitação pluviométrica anual.

Os estudos foram realizados para variedade RB72454, introduzida no modelo e calibrada por MARIN et al. (2009), a partir de dados biométricos coletados por SUGUITANI (2006).

Tabela 2. Dados de perfis de solo, obtidos do RADAMBRASIL.

Localidade - Solo	Horiz	Prof. (cm)	argila (%)	silte (%)	C.O	pH água	CTC (cmol/Kg)
Goianésia - LRd	Ap	0-15	31.5	36.4	3.1	5.3	15.1
	A3	40	44.9	28.8	2.5	5.5	14
	B1	60	54.7	21.6	1.3	5.8	9.4
	B21	100	53.6	21.3	0.9	6	7.1
	B22	150	54.5	19.9	0.6	5.9	6.6
	B23	190	54.9	25.3	0.5	5.7	7.3
Goiânia - Led	A1	0-10	38	11	1.31	4.7	6.5
	A3	30	41	10	0.97	4.9	4.8
	B1	65	65	9	0.43	5.2	3.3
	B21	105	45	12	0.46	5.5	2.2
	B22	150	44	12	0.37	5.6	1.8
Jataí - LRd	A1	0-10	46	35.1	3.6	3.82	20.18
	A3	30	53.2	30.3	2.4	3.71	15.93
	B1t	60	62.5	23.7	1.3	1.89	11.4
	B21t	100	61.5	19.8	0.8	0.51	6.31
	B22	140	65.8	19.4	0.3	1.28	5.9

O Modelo Canegro/DSSAT foi parametrizado para simular um cultivo de cana-planta de ano com plantio no início de outubro de cada ano, com colheita no final de setembro. Simulou-se um canavial com 15 gemas por metro linear e espaçamento entre linhas de 1,4 m e sem limitações nutricionais ou fitossanitárias, na tentativa de produzir cenários que representassem canaviais de alta produtividade. As simulações foram feitas considerando-se a elevação da temperatura em 1,8°C, 2,4°C e 4,0°C, determinados como cenários otimista, mediano e pessimista, respectivamente, referentes às as projeções futuras de emissões de gases de efeito estufa feitas por MARENGO (2007) para 2040. Considerou-se também a manutenção das taxas atuais de emissão. Incorporadas as variáveis ao modelo, foram realizadas simulações para o período de 1985 a 2005. Como resultado, foram obtidos 22 valores anuais de produtividade de colmo base úmida para cada estação meteorológica. A etapa final do trabalho consistiu da análise exploratória do conjunto de dados de produtividade obtidos do modelo, com a aplicação de procedimentos da estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 3 apresenta as estatísticas dos dados de produtividade das três localidades estudadas e para os três cenários de mudanças climáticas. Observa-se que nos três cenários, Jataí e Goianésia apresentam produtividades superiores que Goiânia; ainda, apresentam produtividades semelhantes nos cenários otimista e mediano e também pouco variável entre os cenários. Em Jataí, observa-se que à medida que ocorreram elevações da temperatura, ocorreram também aumentos na produtividade, entre 3% e 4%, sendo que esta resposta não foi observada em Goiânia, onde, estatisticamente, não ocorreram alterações nos índices de produtividade. Por outro lado, o comportamento observado em Goianésia foi inverso, com redução da produtividade de 6%, em média, no cenário pessimista em relação ao otimista.

Tabela 3. Estatística descritiva da produtividade para os cenários otimista, mediano e pessimista.

Estatat	JATAI			GOIANÉSIA			GOIANIA		
	Otimist	Mediano	Pessimist	Otimist	Mediano	Pessimist	Otimist	Mediano	Pessimist
Média	154	156	160	156	151	148	114	116	117
Mediana	153	156	160	154	149	146	114	116	118
Máximo	184	188	184	190	178	175	134	137	138
Mínimo	140	142	142	133	129	125	95	96	96
Quartil 1	149	152	154	146	142	139	104	105	109
Quartil 3	157	159	166	170	162	159	123	125	126
Variância	76	86	108	243	206	203	144	154	157
DesvPad	9	9	10	16	14	14	12	12	13

Na Figura 2 está apresentada a evolução temporal das produtividades simuladas para as localidades de Jataí, Goianésia e Goiânia. Observa-se que Jataí apresenta as maiores produtividades e estabilidade de produção ao longo dos anos; enquanto em Goianésia e Goiânia apresentam declínio nas curvas nos últimos oito anos simulados (1998 - 2005), acompanhando a tendência de redução da chuvas ocorridas neste período, especialmente em Goianésia que localiza-se na região do Estado que apresenta maiores restrições hídricas (Tabela 1).

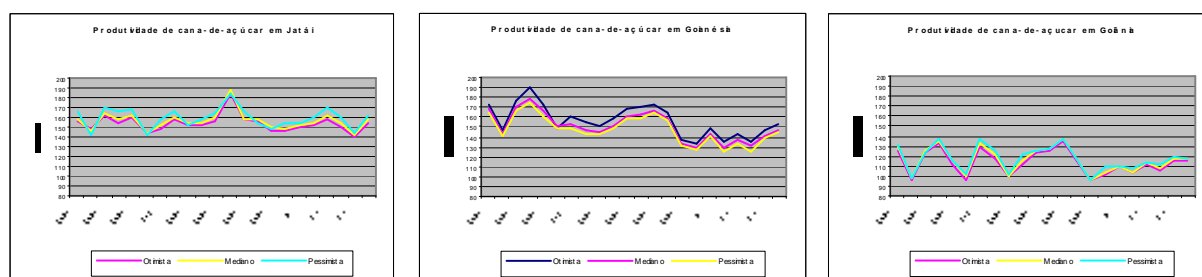


Figura 2. Evolução temporal da produtividade média de cana-de-açúcar para três cenários simulados, nas localidades de Jataí A, Goianésia (B) e Goiânia (C).

O município de Jataí apresenta os maiores índices de precipitação e de radiação solar dentre as três localidades (Tabela 1), e apresentou os maiores índices de produtividades. Esperava-se tal comportamento devido a cana-de-açúcar ser considerada uma planta altamente eficiente na conversão de energia solar (radiante) em energia química (carboidratos), em função do seu metabolismo fotossintético C4. Neste processo, a planta utiliza maior quantidade da energia solar para oxidar a água, assimilar o dióxido de carbono (CO₂), liberar oxigênio e assim,

produzir grandes compostos de carboidratos, sobretudo açúcares. Portanto, esses resultados confirmam as previsões de ASSAD et al. (2008): “a elevação da temperatura prevista para as próximas décadas pode ser, no geral, bem recebidas pela cana”. Vale alertar que a parametrização do modelo foi feita com dados de São Paulo, região mais fria e úmida. Na concepção do modelo CANEGRO, ocorre a redução da importância relativa dos indicadores de estresse hídrico sobre a fotossíntese e o crescimento. Vale notar também que a alta produtividade observada deve-se ao fato do modelo ter sido ajustado para simular a produtividade em áreas de cana planta sem limitações em termos de fertilidade ou compactação do solo e fitossanidade.

CONCLUSÃO: A simulação de cenários futuros é útil instrumento para a quantificação da vulnerabilidade de setores produtivos e para o planejamento de ações para adaptação frente às novas condições. No caso da cana-de-açúcar, considerando-se apenas variação na temperatura do ar decorrente das mudanças climáticas, observou-se uma tendência de elevação da produtividade média no Estado de Goiás. Porém, em alguns ambientes com maiores restrições hídricas, espera-se estabilidade e até declínio da produtividade. Em termos de produção, as simulações indicam ora crescimento de até 4%, ora redução de até 6% em comparação com os cenários mais otimistas. Novos estudos com incorporação de um maior volume de dados, numa escala que represente os diferentes ambientes de produção da cana-de-açúcar em todo o Estado de Goiás com maior detalhamento, permitirá estimar seu potencial produtivo em condições atuais e demais cenários futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JR, J. et al. **Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil**. 1. ed. Brasília: Embaixada Britânica, 2008. v. 1. 84 p.
- EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Agritempo: sistema de monitoramento agrometeorológico**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Cepagri/Unicamp, 2002. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em: 23 jun. 2008.
- MARENGO J. A. Cenários de Mudanças Climáticas para o Brasil em 2100. **Ciência & Ambiente**, v. 34, p. 100-125, 2007.
- IPCC. Climate change 2007: **The physical science basis: summary for policymakers**. Geneva: IPCC, 2007. 18 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>>. Acesso em: 2 abril 2008.
- MARIN, F.R.; SUGUITANI, C.; DONZELLI, J.L.; et al. Avaliação do modelo Canegro/Dssat para quatro cultivares de cana-de-açúcar. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 2009. CDROM.
- SINGELS, A.; JONES, MR. and VAN DEN BERG, M. 2008. **DSSAT V4.5 – Canegro Sugarcane Plant Module**: Scientific documentation, ICMS report.
- SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar: Avaliação do modelo Mosaic**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.