

EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL NA IRRIGAÇÃO DO MILHO E DO SORGO NO ESTADO DE GOIÁS

Gilmax Candido Rodrigues Guerra¹

Vivian Galdino da Silva²

Resumo: Objetivou-se com o presente trabalho estimar a demanda hídrica para cultura do milho e do sorgo em diferentes regiões do Estado de Goiás em decorrência do possível aumento da temperatura atmosférica. Através de dados climáticos de estações meteorológicas de 11 cidades calculou-se a evapotranspiração de referência, segundo o método de Penman-Monteith e em seguida adicionou-se aos dados incrementos de 0,6; 2,4 e 4,0 °C nas temperatura média, para novos cálculos da evapotranspiração de referência. Foi estimada a lâmina média de água que seria aplicada utilizando a evapotranspiração obtida dos dados históricos e da lâmina necessária caso a temperatura média aumente 4,0 °C. O aumento médio na demanda de recursos hídricos com o acréscimo da temperatura média de 4,0°C foi de 0,65 mm por dia para cultura do milho e 0,61 mm por dia para cultura do sorgo. Os municípios que apresentaram menor e maior aumento percentual de consumo de água para o incremento máximo aplicado foram respectivamente, Anápolis localizado na região central de Goiás (11,7%), e Minaçu localizado no Norte goiano (7,3%), para ambas as culturas.

Palavras-Chaves: Evapotranspiração de referência, Incremento de energia, Recursos hídricos.

Abstract: This study aimed to estimate the water demand for maize and sorghum in different regions of the State of Goiás due to the possible increase in atmospheric temperature. Through climate data from meteorological stations in 11 cities calculated the reference evapotranspiration according to the, Penman-Monteith and then added to the data increments of 0,6; 2,4 and 4,0 degrees Celsius in the maximum temperature, minimum and average for new calculations of reference evapotranspiration. We estimated the average depth of water that would be applied using evapotranspiration obtained from historical data and blade required if the temperature increases 4,0 degrees Celsius. The average increase in demand for water resources with the increase in temperature of 4,0 degrees Celsius was 0,65 mm per day for corn culture and 0,61 mm per day for sorghum culture. Municipalities that showed lowest and highest percentage increase of water consumption for the maximum increase were applied respectively, Anápolis located in central of Goiás (11,7%), and Minaçu in north of Goiás (7,3%), for both cultures.

Key Words: Reference evapotranspiration, Increase Energy, Water Resources.

¹ Acadêmico em Engenharia Agrônoma-Faculdade Evangélica de Goianésia, MBA em Gestão Empresarial, Tecnólogo Em Irrigação e Drenagem, Técnico em Agropecuária. irrigamax@hotmail.com.

² Engenheira Agrícola, Professora M.Sc. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás/UEG Anápolis, Faculdade Evangélica de Goianésia e Faculdade Anhanguera de Anápolis GO – vivian_galdino@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos impactos das mudanças climáticas sobre os ecossistemas do planeta tem se tornado um dos grandes desafios para a humanidade.

Com o aquecimento global, em um futuro próximo, espera-se cenários de clima mais extremo como secas, inundações e ondas de calor mais freqüentes. A elevação da temperatura média aumenta a capacidade do ar em reter vapor d'água e, conseqüentemente, há maior demanda hídrica.

Um persistente crescimento na quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, que pode ser causado pela industrialização e desmatamento, tem sido registrado ao longo das últimas décadas. Esta tendência pode levar a mudanças nas características do clima: temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, tanto em níveis globais como regionais (YU et al., 2002).

Assad et al (2008), em estudo realizado no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) no período compreendido entre 1890 a 2006, verificaram a primeira evidência de alteração na temperatura média, com um aumento médio de 2,6 °C em 116 anos.

Em estudo realizado na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG, no Centro-Oeste do Brasil, foram feitas projeções entre 2050 e 2100. Em agosto de 2050 atingir-se-ia um aumento na temperatura média entre 2,5 °C e 3 °C. E em 2100 já haveria aumento na temperatura média de 2 °C entre fevereiro e abril e de 4 °C em junho (Assad et al., 2008).

Algumas destas evidências foram apresentadas no terceiro e quarto relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), sendo que o quarto relatório (2007) indicou que a temperatura média global aumentou entre 0,3 e 0,6 °C desde o final do século passado (IPCC, 2007), enquanto que modelos matemáticos de simulação sugeriram que a média global de temperatura média do ar poderá se elevar de 0,6 a 4,0 °C até 2100.

A agricultura, por ser fortemente dependente das condições climáticas, provavelmente, sofrerá influência direta das mudanças climáticas na produção agrícola, afetando a vida humana sob muitos aspectos. Como principal responsável pela perda de água nas bacias hidrográficas, a evapotranspiração exerce uma grande influência sobre os processos hidrológicos, sendo que este componente está estreitamente relacionado com a dinâmica da umidade do solo, a recarga dos aquíferos e o escoamento superficial. Conseqüentemente, a compreensão das variações temporais e espaciais da evapotranspiração é um componente vital nos estudos hidrológicos.

Caso estas previsões se confirmem, o Brasil poderá sofrer grandes perdas, tanto em biodiversidade, como econômicas e sociais, devido principalmente ao fato de ser uma nação profundamente dependente da atividade agropecuária.

De acordo com Salati et al. (2007), o aquecimento global pode ainda resultar no surgimento de eventos climáticos extremos, como secas, inundações e ondas de calor mais freqüentes, além de aumentar a demanda hídrica atmosfera.

O objetivo do presente estudo é avaliar o impacto nos recursos hídricos estimando-se o consumo de água utilizado pela irrigação para as culturas do milho e sorgo devido a elevação da evapotranspiração, caso haja um incremento de demanda de energia frente ao possível aumento da temperatura média do ar no Estado de Goiás, avaliando o efeito do incremento da temperatura média sobre a evapotranspiração de referência (ET_o) em diferentes regiões do Estado de Goiás, a partir das indicações do último relatório do IPCC (International Panel of Climatic Change).

REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura, por ser fortemente dependente das condições climáticas, provavelmente, sofrerá influência direta das mudanças climáticas na produção agrícola, afetando a vida humana sob muitos aspectos (ALENCAR et al., 2011).

Importantes trabalhos foram dedicados à análise do impacto potencial das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. A partir dessas observações o IPCC divulgou em seu relatório informações que apontam para um aumento da temperatura média do globo em três cenários: o otimista, com o aumento da temperatura média em 1°C; o mediano, com aumento da temperatura média em 3 °C, e o extremo, com aumento de mais de 4 °C na temperatura média (ASSAD et al., 2008).

Tem sido observado que a temperatura média global do ar na superfície aumentou em torno de 0,74 °C ao longo dos 100 anos, entre 1906 e 2005, e há uma previsão de aumento de temperatura média de 1,1 a 6,4 °C até 2100 (IPCC, 2007).

Um persistente crescimento na quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, que pode ser causado pela industrialização e desmatamento, tem sido registrado ao longo das últimas décadas. Esta tendência pode levar a mudanças nas características do clima: temperatura, umidade relativa e precipitação, tanto em níveis globais como regionais (YU et al., 2002).

É necessária uma previsão precisa da evapotranspiração da cultura (ETc) para fins de uma irrigação eficiente, para os cálculos hidrológicos do balanço hídrico, planejamento dos recursos hídricos e conhecer o potencial das culturas de sequeiro (DINPASHOH, 2006).

A distribuição e a tendências da evapotranspiração de referência (ETo) são extremamente importantes para planejamento de recursos hídricos e para a agricultura, visto que está sendo amplamente discutido o seu comportamento futuro em função do aquecimento global (ALENCAR et al., 2011).

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido utilizando dados climáticos de diferentes regiões do estado de Goiás oriundos de normais climatológicas, fornecidas pelo Sistema de Meteorologia e Hidrologia do estado de Goiás (SIMEHGO).

A seleção dos municípios foi baseada na disponibilidade de dados climáticos diários, sendo adotadas séries históricas com dados diários cujo período base variou de 1999 a 2009. Na Tabela 1 estão apresentados os municípios, suas localizações geográficas e o período de avaliação.

Para obtenção dos dados a SIMEHGO utiliza Plataformas automáticas de Coleta de Dados (PCD's), as quais possuem sistema de leitura via satélite, interligando-se ao Centro de Missão e Coleta de Dados (CMCD), onde os dados são processados, transmitidos ao SIMEHGO onde passam por processo de tratamento de consistência, posteriormente sendo disponibilizados no site. (SIMEHGO, 2013).

TABELA 1. Nome, latitude, longitude, altitude e período avaliado dos municípios goianos.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período avaliado
Anápolis	16°19'36"	48°57'10"	1017	out/2005 - jul/2009
Anicuns	16°27'40"	49° 57' 42"	692	out/2005 - jul/2009
Bom Jesus de Goiás	18°12'50"	49° 44' 27"	619	ago/2007 - jul/2009
Caldas Novas	17°44'30"	48° 37' 30"	686	dez/2007 - jul/2009
Ceres	15°18'30"	49° 35' 54"	571	jul/1999 - jul/2009
Cristalina	16°46'07"	47° 36' 49"	1189	out/2005 - jul/2009
Itumbiara	18°25'09"	49° 12' 55"	448	jun/1999 - jul/2009
Jataí	17°52'53"	51° 42' 52"	696	jul/2003 - jul/2009
Minaçu	13°31'59"	48° 13' 12"	351	set/2003 - jul/2009
Morrinhos	17°43'52"	49° 05' 58"	771	dez/2007 - jul/2009
Santa Helena de Goiás	17°48'49"	50° 35' 49"	562	ago/2007 - jul/2009

A evapotranspiração de referência (ET₀) foi estimada pelo modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) diariamente, e a lâmina de irrigação utilizando-se os coeficientes de cultivo (Kc) divulgados pelo boletim da FAO 56.

No processamento das informações, foram utilizados dados climáticos (temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento).

A equação de Penman-Monteith (PM) pode ser escrita como:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{hr} + 273} u_2 (e^0(T_{hr}) - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

Em que:

ET₀ = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
R_n = radiação líquida na superfície da grama (MJ m⁻² dia⁻¹);
G = fluxo de calor do solo (MJ m⁻² dia⁻¹);
T_{hr} = temperatura média do ar (°C);
Δ = curva de pressão de saturação a T_{hr} (kPa °C);
γ = constante psicrométrica (kPa °C);
e₀(T_{hr}) = pressão de saturação de vapor a temperatura do ar T_{hr} (kPa);
e_a = média horária da pressão de vapor atual (kPa);
u₂ = média horária da velocidade do vento (m s⁻¹).

Considerando os possíveis cenários publicados no quarto relatório do IPCC (2007), foi simulado os efeitos dos incrementos de temperatura média de 0,6; 2,4 e 4,0 °C sobre o balanço hídrico em Goiás e os efeitos sobre a agricultura irrigada para as culturas do milho (grãos) e sorgo ambos considerando-se o estágio de 80% do desenvolvimento vegetativo até o início da maturação.

Para estimativa da demanda de irrigação total, foi utilizada a equação proposta por Bernardo et al. 2006, considerando um solo franco-arenoso e eficiência de aplicação de 80%.

Para o Kc do Sorgo e do Milho foi Utilizado dados do Boletim 56 da FAO, considerando a fase vegetativa com maior necessidade que é o período intermediário, utilizou-se 1,15 para o sorgo e 1,20 para o milho.

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Em que:

ET_c = Evapotranspiração da cultura;

K_c = Coeficiente de Cultivo.

$$ITN = \frac{ET_c}{E_a}$$

Em que:

ITN = Irrigação Total Necessária;

ET_c = Evapotranspiração da Cultura;

E_a = Eficiência de aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios anuais de ET_o obtidos com os dados fornecidos pela SIMEHGO (ET_o média) e os valores médios obtidos após incrementos de temperatura média de 0,6; 2,4 e 4,0 °C respectivamente são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Valores médios anuais de Evapotranspiração de Referência e com incrementos de temperatura média para os municípios nos períodos avaliados.

Município	Evapotranspiração de referência (mm dia ⁻¹)			
	ET_o médio Sem Inc. de Temperatura média	ET_o Inc. com Incr. Temperatura média 0,6°C	ET_o com Inc. Temperatura média 2,4°C	ET_o com Inc. Temperatura média 4,0°C
Anápolis	5,15	5,24	5,51	5,75
Anicuns	5,01	5,09	5,32	5,52
Bom Jesus de Goiás	4,65	4,72	4,92	5,10
Caldas Novas	4,01	4,06	4,21	4,35
Ceres	5,27	5,35	5,56	5,75
Cristalina	4,49	4,55	4,75	4,93
Itumbiara	5,46	5,54	5,78	5,99
Jataí	3,99	4,04	4,19	4,31
Minaçu	4,16	4,21	4,35	4,46
Morrinhos	4,32	4,38	4,57	4,73
Santa Helena de Goiás	3,55	3,59	3,71	3,82

Na Tabela 3 são apresentados as médias, o desvio padrão e os coeficientes de variação dos valores estimados para ET_o para o Estado de Goiás. Nota-se que os valores de ET_o submetidos variaram muito em relação à média, fato evidenciado pelos altos valores de desvio padrão; no entanto, o ET_o com incremento de temperatura média de 4°C apresentaram valores

de desvio padrão e coeficiente de variação maiores que os demais, influenciado pelo fato de, nesta situação, ter havido aumento de temperatura máxima esperada.

TABELA 3. Média e desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) dos valores de ET₀ média e com incrementos de temperatura média de 0,6; 2,4 e 4,0°C para o milho no Estado de Goiás.

Medidas estatísticas	ET₀ médio sem inc. de Temperatura média	ET₀ com Inc. Temperatura média de 0,6°C	ET₀ com Inc. Temperatura média de 2,4°C	ET₀ com Inc. Temperatura média de 4,0°C
Média	4,55	4,61	4,81	4,97
DP	0,61	0,62	0,67	0,71
CV (%)	13,43	13,56	13,93	14,27

São apresentados na Tabela 4 e Figura 1, os valores da lâmina média diária para cada município e seus respectivos percentuais de aumento na demanda total de água para a cultura do sorgo com adição do incremento máximo de temperatura no estado de Goiás. Observa-se que o aumento médio no percentual da demanda total de água variou de 7,2 a 11,7%.

Para produzir grãos, o sorgo requer cerca de 25 mm de chuva após o plantio, 250 mm durante o crescimento e 25 a 50 mm durante toda a fase de maturidade (Magalhães & Durães, 2003).

Aguiar et al. (2007) observaram que boas produtividades foram obtidas com precipitação acima de 900 mm durante o ciclo, embora se saiba que a demanda hídrica do sorgo varia de 380 a 600 mm, dependendo de outros fatores climáticos.

TABELA 4. Lâmina média diária aplicada na cultura do sorgo de acordo com ET₀ médio e com ET₀ com incremento de temperatura média de 4,0 °C e o respectivo aumento percentual para cada município.

Município	Lâmina média diária (mm)		
	ET₀ sem Incr.	ET₀ com Inc.	Percentual de Aumento
	Temperatura média médio	Temperatura média 4,0°C	
Anápolis	7,4	8,3	11,7
Anicuns	7,2	7,9	10,2
Bom Jesus de Goiás	6,7	7,3	9,7
Caldas Novas	5,8	6,3	8,5
Ceres	7,6	8,3	9,1
Cristalina	6,5	7,1	9,8
Itumbiara	7,8	8,6	9,7
Jataí	5,7	6,2	8,0
Minaçu	6,0	6,4	7,2
Morrinhos	6,2	6,8	9,5
Santa Helena de Goiás	5,1	5,5	7,6

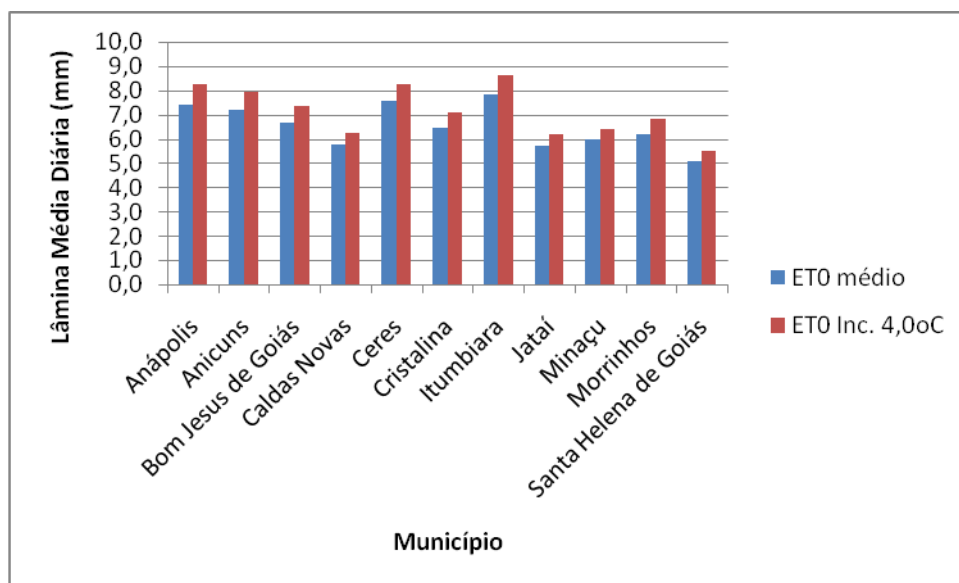


FIGURA 1. Demanda média diária de água (mm) para a cultura do sorgo com irrigação total de acordo com ET_0 média e com ET_0 com incremento de temperatura média de $4,0^\circ\text{C}$ para cada município.

A demanda de irrigação total média diária necessária para suprir a demanda evapotranspirométrica sem irrigação suplementar do regime pluviométrico local obtida com o incremento para os municípios foi maior para a cidade de Anápolis (Figura 1).

A Tabela 5 e Figura 2 mostram os valores da lâmina média diária para os mesmos municípios e seus respectivos percentuais de aumento na demanda total de água para a cultura do milho com adição do incremento máximo de temperatura. Observa-se que o aumento médio no percentual da demanda total de água foi o mesmo observado para a cultura do sorgo.

TABELA 5. Lâmina média diária aplicada na cultura do milho (grãos) de acordo com ET_0 médio e com ET_0 com incremento de temperatura média de $4,0^\circ\text{C}$ e o respectivo aumento percentual para cada município.

Município	Lâmina média diária (mm)		Percentual de Aumento
	ET0 sem	ET0 com Inc.	
	Incr. Temperatura média	Temperatura média $4,0^\circ\text{C}$	
Anápolis	7,7	8,6	11,7
Anicuns	7,5	8,3	10,2
Bom Jesus de Goiás	7,0	7,7	9,7
Caldas Novas	6,0	6,5	8,5
Ceres	7,9	8,6	9,1
Cristalina	6,7	7,4	9,8
Itumbiara	8,2	9,0	9,7
Jataí	6,0	6,5	8,0
Minaçu	6,2	6,7	7,2
Morrinhos	6,5	7,1	9,5
Santa Helena de Goiás	5,3	5,7	7,6

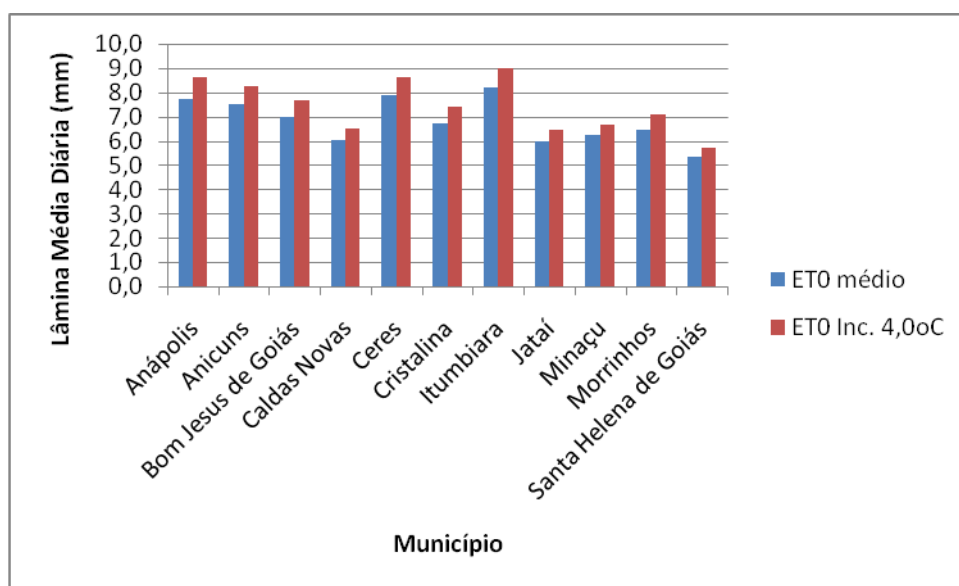


FIGURA 2. Demanda média diária de água (mm) para a cultura do milho (grãos) com irrigação total de acordo com ET₀ média e com ET₀ com incremento de temperatura média de 4,0°C para cada município.

Itumbiara foi também para ambas as culturas avaliadas a cidade que apresentou requerer uma maior lâmina de aplicação calculada ficando para o sorgo e milho respectivamente, 8,6 e 9 mm.

O consumo de água geralmente oscila entre 4 a 6 mm dia⁻¹ (Fancelli & Dourado-Neto, 2004). Em uma região tropical, 500 mm pode ser suficiente, mas em uma área com baixa umidade relativa o requerimento pode exceder a 900 mm (Doorenbos & Kassam, 1979).

Bergamaschi et al. (2001) observaram que a cultura do milho necessita em torno de 7 mm dia⁻¹ de água na fase de florescimento, quando este ocorre próximo ao solstício de verão, que é o período de máxima radiação solar.

Assad et al. (2008), baseando-se nos cenários do IPCC para aumento de temperatura média para as principais culturas nacionais simulou condições de contorno para a distribuição agrícola futura no país, considerando aumentos de 1 °C, 3 °C e 5,8 °C nas temperaturas medias do Brasil nos próximos cem anos, chegando a conclusão que o milho seria uma planta pouco afetada, já que, graças a sua alta resistência e sua condição de planta C4, tolera aumentos de temperatura.

Simulando o aumento de 3 °C, verificou ainda que a área para plantio seria reduzida de 5,1 milhões de quilômetros quadrados a 4,8 milhões de quilômetros quadrados aptos para o plantio sem risco (ASSAD et al., 2008).

O aumento da lâmina devido ao possível acréscimo de temperatura deverá ainda ser melhor avaliado considerando-se que embora para algumas cidades o percentual tenha sido baixo, com o aumento de temperatura haverá alteração na disponibilidade de água de uma determinada região e, em função do aumento da evapotranspiração, a deficiência hídrica aumentará e a água diminuirá, além de ocorrerem mudanças no ciclo hidrológico na região.

Um período seco atualmente poderá ser mais seco e mais quente no futuro, o que certamente provocará alteração no comportamento fisiológico das plantas como, por exemplo, a época de floração.

CONCLUSÃO

A quantidade de água requerida pela cultura do milho (valores para a irrigação total) diariamente variou de 5,3 a 8,2 mm para a evapotranspiração de referência média estimada a partir de dados climatológicos e de 5,7 a 9,0 mm para a evapotranspiração com o respectivo incremento na temperatura média de 4,0°C. Houve um percentual de aumento variando de 7,2 a 11,7%.

Na cultura do Sorgo os valores de irrigação total encontrados diariamente variaram de 5,1 a 7,8 mm para a evapotranspiração de referência média estimada a partir de dados climatológicos e de 5,5 a 8,6 mm para a evapotranspiração com o respectivo incremento na temperatura de 4,0 °C. O percentual de aumento foi o mesmo para o milho.

A cultura do milho requereu uma lâmina maior que a cultura do sorgo, comprovando o que a literatura diz que o sorgo é mais resistente ao estresse hídrico.

O aumento de lâmina de irrigação para a cultura do milho e sorgo, no Estado de Goiás, proporcionado pelo incremento máximo de temperatura foi em média 0,65 e 0,61 mm respectivamente por dia, ou seja, neste caso seria necessário uma lamina de 9,47% e 9,31% maior para suprir as necessidades hídricas do milho e do sorgo.

Desta forma o possível aumento da temperatura no estado de Goiás fará com que os municípios necessitem de maior disponibilidade de água para que culturas mais exigentes possam continuar produzindo eficientemente e em consequência o dimensionamento do conjunto de irrigação pode ser alterado necessitando de bombas mais potentes e tubulações com diâmetro maior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. M. S.; MOARAES, A. V. de C. de; GUIMARÃES, D. P. Cultivo do sorgo. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica – 3º edição. 2007. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/clima.htm>. Acesso em: 05 out. 2012.
- ALENCAR, L. P. de.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C.; MARTINEZ, M. A. Tendências recentes nos elementos do clima e suas implicações na evapotranspiração da cultura do milho em viçosa – MG. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.631-642, jul./ago. 2011.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Guideline, 56).
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JR., J.; MARIN, F.; PELLEGRINO, G. Mudanças climáticas e a produção de grãos no brasil: avaliação dos possíveis impactos. **Plenarium**, v.5, n.5, p. 96 - 117, out., 2008. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>. Acesso em: 15 fev. 2013.
- BERGAMASCHI, H. et al. Estimating maize water requirements using agrometeorological data. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, v.1, p.23-27, 2001.
- DINPASHOH, A. Y. Study of reference crop evapotranspiration in I.R. of Iran. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, n. 84. p. 123–129., 2006.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Food and agriculture organization of the united nations – FAO, 1979. 193p.
- FANCELLI, A. L.; D. DOURADO-NETO. **Produção de Milho**. Guaíba: 2º Ed. Agropecuária. 2004. 360p.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 87).
- SALATI, E.; SANTOS, A. A. dos; NOBRE, C. As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima14.htm>> Acesso em: 05 Jun. 2007.
- SIMEHGO. **Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás**. Secretaria de Ciência e Tecnologia de Goiás (SECTEC-GO). Disponível em: <<http://www.simehgo.sectec.go.gov.br>>. Acesso em: agosto. de 2012.
- IPCC. **Climate change 2007: working group I: The Physical Science Basis**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM6avr07.pdf.pdf>>. Acesso em: jun. 2007.
- YU, P. S.; TAO, C. Y.; CHOU, C. C. Effects of Climate Change on evapotranspiration from Paddy Fields in Southern Taiwan, **Climatic Change**, Dordrecht, v. 54, n. 1-2, p. 165-179, jul. 2002.