



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Demanda hídrica e duração do ciclo do Crisântemo: uma abordagem frente aos cenários de mudanças climáticas no Estado de Pernambuco¹



Ailton Alves de Carvalho², Thieres George Freire da Silva³; José Edson Florentino de Moraes⁴,
Marcela Lúcia Barbosa⁵, Matheus Phelippe Santos Tolêdo⁶; Marcelino Rawenyo Lemos Nogueira⁶

¹ Trabalho de pesquisa desenvolvido pelo Grupo de Agrometeorologia no Semiárido

² Mestrando do CPGEA/UNIVASF, Juazeiro/BA, e-mail: ailtonalvesst@hotmail.com

³ Professor Adjunto III, UFRPE/UAST, Fone: (87) 3929-3208, e-mail: thieres_freire@yahoo.com.br

⁴ Mestrando do PPGPV, UFRPE/UAST, e-mail: joseedson50@hotmail.com

⁵ Pós-graduanda do PPGMA, UFV/DEA, e-mail: marcelalucia.ufrpe@hotmail.com

⁶ Graduandos, Agronomia, UFRPE/UAST, e-mail: matheustoledo@hotmail.com,
raweny93@hotmail.com

RESUMO: Estudos do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) têm mostrado que mudanças no clima podem afetar o planeta, com maior rigor nos países tropicais. No Brasil, o Semiárido encontra-se mais vulnerável, devido as suas características naturais associadas às atividades antrópicas que aumentam a pressão de desertificação. Neste contexto há necessidade em se estudar os efeitos das mudanças climáticas na produção vegetal, logo que culturas tolerantes a altas temperaturas provavelmente serão beneficiadas. Assim, o objetivo do estudo foi analisar os impactos dos cenários de mudanças climáticas na duração do ciclo fenológico e a demanda de água do Crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev cv. Rage). Foram utilizados os valores mensais da normal climatológica (1960-1991) de dez municípios do Estado de Pernambuco, distribuídos em quatro Mesorregiões: Metropolitana (Recife), Agreste (Surubim, Caruaru, Garanhuns, Pesqueira), Sertão (Arcoverde, Triunfo), São Francisco (Floresta, Cabrobó, Petrolina). Considerou-se um aumento de 1,8°C (Cenário B2) e 4,0°C (Cenário A1F1) na temperatura, um decréscimo de 5,0% dos valores de umidade relativa (UR%), além de aumento de 22% na resistência estomática e 4% no índice de área foliar. Com base nessas informações foram gerados três cenários, atual e futuros (B2 e A1F1). Verificou-se redução na média de 9% e 20% no período de duração do ciclo do Crisântemo, e de 4 e 7% da demanda de água acumulada para cenários B2 e A1F1, respectivamente. Assim, conclui-se que a duração do ciclo e a demanda de água do crisântemo serão reduzidas em decorrência dos efeitos combinados do aumento da demanda do déficit de pressão de vapor d'água e do incremento de CO₂ na atmosfera.

PALAVRAS-CHAVE: aquecimento global, CO₂, *Dendranthema grandiflorum* Tzvelev cv. Rage

ABSTRACT: Studies of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) have shown that changes in climate may affect the planet with greater rigour in tropical countries. In Brazil, the Semi-arid is more vulnerable because of their natural characteristics associated with anthropogenic activities that increase the pressure of desertification. In this context there is a need to study the effects of climate change on crop production as soon as crops tolerant to high temperatures are likely to be benefited. Thus, the objective was to analyze the impacts of climate change scenarios on the duration of phenological cycle and water demand of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev CV. Rage). We used the values normal climatological monthly (1960-1991) of ten municipalities in the State of Pernambuco, distributed in four regions: Metropolitan (Recife), Agreste (Surubim, Caruaru, Garanhuns, Pesqueira), Sertão (Arcoverde, Triumph), São Francisco (Forest, Cabrobó, Petrolina). It was considered an increase of 1.8°C (B2 Scenario) and 4.0°C (A1F1 Scenario) on temperature, a decrease of 5.0% of the values of relative humidity (RH%) plus 22% increase in stomatal resistance and 4% in leaf area index. Based on this information were generated three scenarios, current and future (B2, A1F1). There has been reduction



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

in the average of 9% and 20% in the period of duration of the Chrysanthemum, and 4 and 7% of the accumulated water demand for B2 and A1F1 scenarios, respectively. Thus, it is concluded that the duration of the cycle and the water demand of Chrysanthemum crop will be reduced as a result of the combined effects of increased water vapor pressure deficit and the increase of CO₂ in the atmosphere.

KEYWORDS: global warming, CO₂, *Dendranthema grandiflorum* Tzvelev cv. Rage

INTRODUÇÃO

O Crisântemo é uma das culturas ornamentais com maior aceitação no mercado por apresentar grande diversidade de cores e formatos de inflorescência, além disso, resistência ao transporte e durabilidade pós-colheita (Carvalho, 2014). No mercado nacional a cultura está entre as seis plantas ornamentais mais comercializadas como plantas de vaso e a quarta posição em flores de corte (Brasilflor, 2014). Assim, trabalhos que visem entender como a cultura será afetada pelo aquecimento global são de grande relevância.

Os efeitos das mudanças climáticas sobre a produção de culturas podem ser complexos. Alguns estudos mostram que o aumento do CO₂ e da temperatura do ar, especialmente a temperatura noturna, pode afetar no desenvolvimento e na produtividade da cultura devido ao encurtamento do ciclo de desenvolvimento e ao aumento da respiração do tecido vegetal (Fagundes et al., 2010).

O aquecimento global vem recebendo grande destaque pelos cientistas nos últimos anos, no levantamento de questões sobre as mudanças nas alterações do clima e suas consequências para o meio ambiente. Fenômenos extremos tem dado sinais de que tem algo incomum acontecendo na natureza, provocando mudanças climáticas terrestres que causam uma série de alterações (Araújo et al., 2014), resultante do aumento da quantidade de gases do efeito estufa na atmosfera terrestre, como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), tem seu volume aumentado de forma constante (IPCC, 2013). Esse aumento tem sido, em grande parte devido as atividades antropogênicas, com destaque para o uso de combustíveis fósseis, desmatamento e queimadas.

As mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global, podem provocar alterações nos ecossistemas terrestres com mudanças nos padrões globais da vegetação e afetar os ecossistemas naturais (Nobre et al., 2007).

De acordo com o quarto relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), as regiões semiáridas do mundo estarão entre as mais afetadas pelos impactos das mudanças climáticas globais. Estudos realizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2007, confirmam as hipóteses, e ainda relata que não apenas choverá menos e mais irregularmente, como também, haverá mais secas devido ao aquecimento global (Ventura et al., 2012).

As consequências da possibilidade de que o clima no futuro seja significativamente mais quente que o atual, conforme tem sido divulgado pelos meios de comunicação, tem preocupado as pessoas. O problema tem sido largamente debatido por especialistas, mas, ao contrário do que sugere a grande mídia, ainda não se atingiu um consenso em torno do assunto (Carneiro e Toniolo, 2012).

A compreensão geral dos fenômenos físicos envolvidos na evolução climática do planeta representa um desafio científico, com destaque para estudos voltados para a relação das plantas com o sistema e o seu desenvolvimento. Nesse contexto, objetivou-se neste estudo analisar os impactos dos cenários de mudanças climáticas na duração do ciclo fenológico e a demanda de água do Crisântemo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende dez municípios de quatro Mesorregiões do Estado de Pernambuco: Metropolitana (Recife), com clima tropical monçônico; Agreste (Surubim, Caruaru, Garanhuns,

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Pesqueira) com clima tropical com estação seca de Verão; Sertão (Arcoverde, Triunfo), São Francisco (Floresta, Cabrobó, Petrolina).

Recife, com clima Am (tropical monçônico); Surubim, Caruaru, Garanhuns e Pesqueira, com clima As (tropical com estação seca de Verão); Arcoverde, Triunfo, Floresta, Cabrobó e Petrolina, com clima BSh (semiárido quente), segundo a classificação de Köppen. A posição geográfica das Estações Meteorológicas Convencionais (EMC's) nos municípios estudados permite uma boa distribuição para representação espacial do Estado de Pernambuco.

Utilizou-se as normais climatológicas da radiação solar global, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, referentes ao período de 1960 a 1991, das estações meteorológicas convencionais pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (www.inmet.gov.br).

Para todas as localidades, analisaram-se os efeitos do aumento da concentração do dióxido de carbono (CO₂) e do déficit de pressão de vapor d'água sobre a duração do ciclo e a demanda de água do crisântemo. A duração do ciclo da cultura foi determinada em função dos graus dias acumulados (GDA), considerando um valor limiar igual a 1557 e temperatura base de 6 °C (Lessa, 2009) para a espécie. A demanda de água foi calculada pelo produto da evapotranspiração de referência (ET_o) com o coeficiente de cultura (K_c) médio. Conforme Farias(2006), o valor do K_c médio adotado foi de 1,04 e a ET_o foi obtida através do modelo original de Penman Monteith da FAO (Allenet al., 1998):

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p u_2 \left(\frac{e_s - e_a}{r_a} \right)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right)} \quad (1)$$

onde, Δ é a declividade da curva da relação entre a pressão de saturação do vapor e a temperatura média do ar (kPa °C⁻¹); R_n é a radiação líquida (MJ m⁻² dia⁻¹); G é o fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹); ρ_a é a densidade média do ar à pressão constante (Kg m⁻³); c_p representa o calor específico do ar (MJ Kg⁻¹ °C⁻¹); (e_s - e_a) é o déficit de pressão do vapor do ar (kPa); γ o parâmetro psicrométrico (kPa °C⁻¹); r_s é a resistência da superfície (m s⁻¹); r_a a resistência aerodinâmica (m s⁻¹).

Foram simulados três cenários de mudanças climáticas: Cenário Atual: a evapotranspiração de referência foi obtida somente com base nas normais climatológicas sem projeções futuras; Cenário B2: considerou-se o efeito do incremento de 1,8°C da temperatura na duração do ciclo e na demanda de água; Cenário A1F1: considerou-se o efeito do incremento de 4,0°C da temperatura na duração do ciclo e na demanda de água. Para os cenários B2 e uma redução de 5,0% nos valores absolutos da umidade relativa do ar e incremento do CO₂ (900 μmol.mol⁻¹), conforme citado por Lovelli et al. (2010), onde se prevê uma redução média de 22% da condutância estomática de uma folha bem iluminada (r₁) e um aumento de 4% no IAF. Foram simulados todos os ciclos possíveis durante um ano (janeiro a março, fevereiro a abril, março a maio, abril a junho, maio a julho, junho a agosto, julho a setembro, agosto a outubro, setembro a novembro, outubro a dezembro, novembro a janeiro), assumindo a data de plantio o primeiro dia de cada mês e a colheita quando a cultura atingisse 1557 GDA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados climáticos e da cultura foi determinada a duração do ciclo e a demanda de água acumulada do crisântemo considerando todos os ciclos de cultivo possíveis no período de um ano, para os cenários atual e futuro (Figura 1).

Os resultados mostram que em Recife não existe grande variação temporal da temperatura e umidade relativa do ar, pois o oceano atua como moderador térmico, refletindo diretamente na duração média do ciclo: 83,08 (cenário atual), 72,62 (B2) e 65,82 dias (A1F1), ou seja, uma redução média de 12,6 e 20,8 % em relação ao cenário atual e a demanda de água acumulada: 453,39 (cenário atual),

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

441,49 (B2) e 421,40 mm (A1F1), redução média na ordem de 2,6 e 7,1%, respectivamente. Nos municípios de Triunfo e Garanhuns, o fator altitude proporcionam t°C menores e UR% mais elevada, com isso, observa-se para os ciclos de cultivo do crisântemo iniciados principalmente nos meses de fevereiro até maio que a duração média passa para 100,5 dias (-10%), enquanto a demanda de água é de 548,18 mm, 528,07 (-4%) e 502,64 mm (-9%) nos cenários atual, B2 e A1F1, respectivamente.

O aumento na demanda de água pode ser explicado pelo fato desses meses serem frios e secos sendo intensificado com o aumento t°C e redução da UR% nos cenários futuros, o que acarreta numa maior demanda atmosférica e, conseqüentemente, evapotranspiração da cultura.

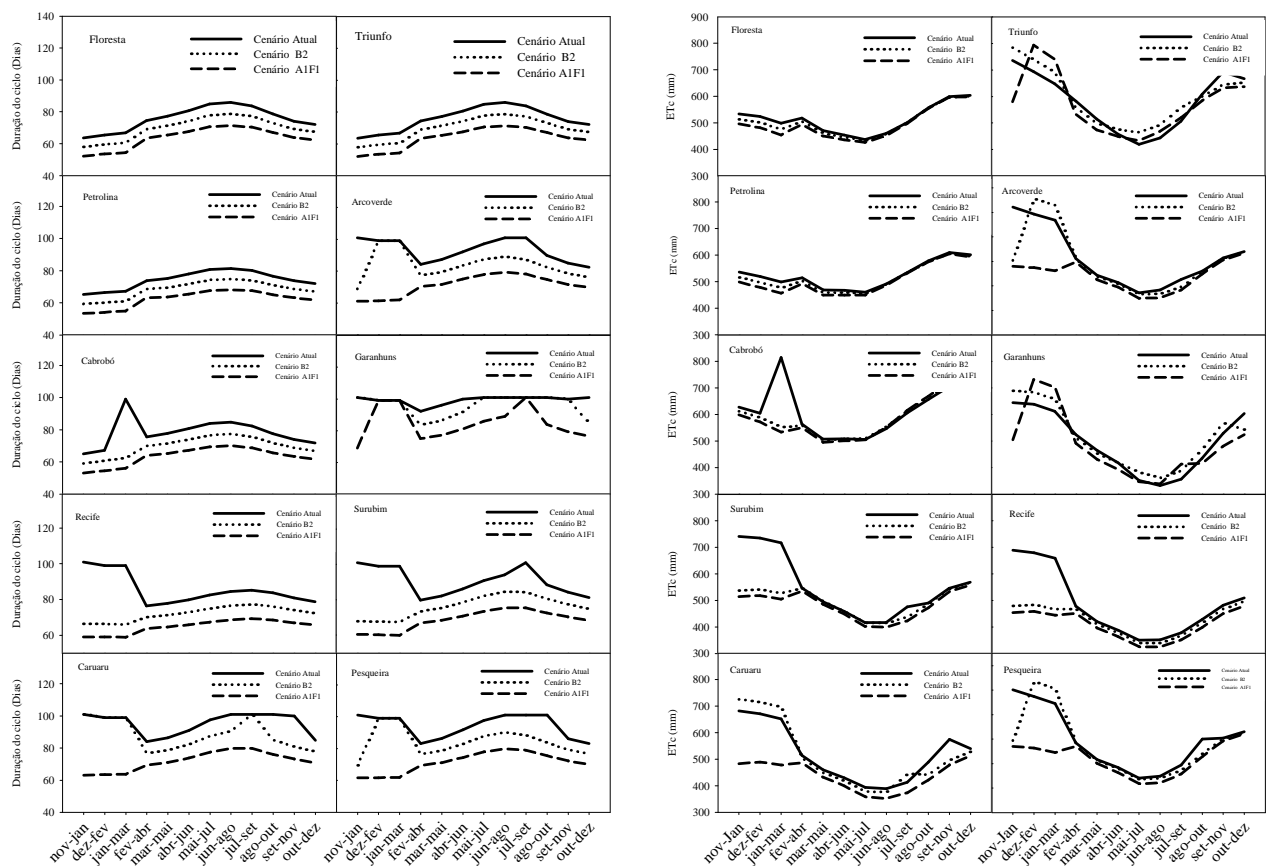


Figura 1. Duração do ciclo (Dias) e demanda de água da cultura do crisântemo (Evapotranspiração da Cultura - ETc) do crisântemo cultivado nos municípios Recife, Surubim, Caruaru, Garanhuns, Pesqueira, Arcoverde, Triunfo, Floresta, Cabrobó e Petrolina no cenário Atual; Cenário B2: +1,8°C, -5,0% da UR_{ar} e incremento de CO₂ na duração do ciclo e demanda de água; Cenário A1F1: +4,0°C, -5,0% da UR_{ar} e incremento de CO₂ na duração do ciclo e demanda de água.

Nos municípios localizados no interior no estado, observa-se uma maior amplitude térmica e valores mais baixos de UR%. Nessas localidades a ETc apresentou uma significativa variação espaço-temporal, principalmente nos ciclos de cultivo iniciados nos meses de Junho a novembro: em Pesqueira a ETc média nesses meses passa de 546,99 mm para 506,63 (-7,37%) e 492,43 mm (-9,97%); Caruaru com 451,54, 443,35 (-1,81%) e 397,72 mm (-11,92%); Surubim 482,67, 461,66 (-4,35%) e 447,80 mm (-7,22%); Arcoverde 543,57, 526,75 (-3,01%) e 515,68 mm (-5,12%); Floresta com 528,68, 528,38 e (-0,05%) e 525,98 mm (-0,51%); Cabrobó com 631,01, 638,53 (+1,91%) e 641,91 mm (+1,72%) e Petrolina 556,62, 555,03 (-0,28%) e 553,96 mm (-0,48%) nos cenários atual, B2 e A1F1,



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

respectivamente. Esses meses apresentaram as maiores variações médias históricas de t°C (32°C) e baixos valores de UR% (45%), ocasionando uma elevada demanda atmosférica.

Apenas no município de Cabrobó a evapotranspiração da cultura aumentou entre os meses de junho a novembro. Este fato estar associado as maiores temperaturas e as baixas umidades média nesta época do ano no município. No entanto este fato pode favorecer a cultura pois ocorre redução do ciclo, e dependendo do manejo com práticas culturais que favoreçam a redução da evapotranspiração da cultura o retorno econômico favorecido. Foi comprovado por Fagundes et al. (2010), que o aumento do CO₂, seguido de aumento na temperatura do ar, de maneira geral, resultará em maior crescimento e diminuição do ciclo da cultura e em muitos casos menor produtividade.

Neste contexto, recomenda-se o plantio nos meses iniciais do ano pois a demanda de água é menor e o ciclo do crisântemo maior, possibilitando uma maior produtividade.

CONCLUSÕES

1. A duração do ciclo e a demanda de água da cultura do crisântemo são reduzidas em decorrência dos efeitos combinados do aumento da temperatura do ar, redução da umidade relativa do ar e do incremento de CO₂ na atmosfera para os cenários de mudanças climáticas.

2. O crisântemo apresenta grande capacidade de adaptação espaço-temporal na duração do ciclo desde que seja suprida com irrigação e demais práticas de manejo nas distintas condições ambientais, associando ao contexto de continentalidade, localização geográfica e altitude no Estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 330 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ARAÚJO, F. R. C. D.; SANTOS, C. A. C.; NASCIMENTO, F. C. A. Correlações entre índices extremos de temperatura e índices de grande escala climáticos e oceânicos para a região do baixo rio Colorado. **Ciência e Natura**, v. 36 n. 3, p. 450-458, 2014.

BRASILFLOR. **Variedades**: Disponível em: <<http://www.brasilflor.com.br/index.php>>. Acesso em: 05 de junho de 2015.

CARNEIRO, C. D. R.; TONIOLO, J. C. **A Terra 'quente' na imprensa: confiabilidade de notícias sobre aquecimento global**. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, v.19, n.2, p.369-389, 2012.

CARVALHO, M. **Crescimento e comportamento fisiológico de crisântemo em função de graus-dia de desenvolvimento**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal), Lavras, Minas Gerais, 2012.

FAGUNDES, J. D. et al. Aquecimento global: efeitos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de batata. **Revista Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1464-1472, 2010.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). Summary for policymakers. In: STOCKER, T.F. et al. (Ed.). **Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University, 33p,2013..



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

LESSA, M. A. Análise e modelagem do crescimento de crisântemo e calandiva em vaso em função de graus dias de desenvolvimento. 2009. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MMA. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**. 2015.

NOBRE, C. et al. **Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul**. Relatório n.6, 29 f. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA; SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF; DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio), 2007.

VENTURA, A. C.; LUZ, F. G.; ANDRADE, J. C. S. **Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano**. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE). v.10, n.3, p. 605-629, 2012.

FARIAS, M. F. **Manejo da irrigação na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* Ramat Kitamura) de corte cultivado em ambiente protegido**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.