

## **O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO FEIJÃO-CAUPI NO CURU-PENTECOSTE UTILIZANDO O MODELO “ISAREG”**

Kleiton Rocha Saraiva<sup>1</sup>; Francisco de Souza<sup>2</sup>

### **RESUMO**

No perímetro irrigado Curu-Pentecoste assim como nos demais perímetros irrigados do Nordeste brasileiro, o irrigante, na maioria das vezes, desconhece a demanda real de água das culturas, muito menos após possíveis impactos causados, devido às mudanças climáticas. Este trabalho teve como objetivos quantificar o impacto do aumento da temperatura previsto pelo Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas - IPCC, na demanda hídrica da cultura do feijão caupi no perímetro irrigado Curu-Pentecoste. Para determinar a NAC (necessidade de água da cultura) foi utilizado o “software” “ISAREG”. Com este é calculada a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e a evapotranspiração das culturas (ET<sub>c</sub>), além de realizar o balanço hídrico no solo. Na determinação da ET<sub>c</sub> foram utilizados dados climáticos do Curu - Pentecoste, levando-se em consideração o aumento da temperatura, de acordo com previsões do IPCC, e coeficientes da cultura (K<sub>c</sub>) do feijão caupi, obtidos através de experimentos locais: K<sub>c</sub><sub>ini</sub> = 0,78; K<sub>c</sub><sub>mid</sub> = 1,02; K<sub>c</sub><sub>final</sub> = 0,69. A pesquisa comprovou que com o aumento da temperatura, previsto pelo IPCC para as próximas décadas, que a demanda de água da cultura do feijão caupi deverá ser, em termos médios, de 7,5% a 12,8% maior, para as condições edafoclimáticas do Curu-Pentecoste.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, temperatura, evapotranspiração.

## **THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON WATER NEEDS OF THE COWPEA BEAN IN THE CURU - PENTECOSTE USING THE "ISAREG" MODEL**

### **ABSTRACT**

The irrigation management of the Curu-Pentecoste irrigation project (as in other irrigated areas of the Brazilian Northeast) is usually unaware of the actual water demands of the crops in the area, as well as unaware of possible impacts (on these needs) of climate changes. This study was aimed at quantifying the impact of the temperature rise predicted by the Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, on the water demands of the irrigated cowpea crop in the Curu – Pentecoste irrigated area. The "software" "ISAREG." was used to determine the NAC (water demands of the crop). With this software, it was calculated the

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola - Depto. de Engenharia Agrícola, Bloco 804 UFC/Fortaleza – CE. E-mail: kleitonagro@bol.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Engenharia Agrícola - Depto. de Engenharia Agrícola, Bloco 804 UFC/Fortaleza – CE. E-mail: fsouza@ufc.br

## O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO FEIJÃO-CAUPI NO CURU-PENTECOSTE UTILIZANDO O MODELO “ISAREG”

reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) and crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>), and the soil water balance was performed. Weather data of the Curu – Pentecoste area was used in determining the ET<sub>c</sub>, taking into account the temperature increase for the next decades (according to IPCC predictions) and the cowpea crop coefficients (K<sub>c</sub>), obtained through local experiments: K<sub>cini</sub> = 0.78; K<sub>cmid</sub> = 1.02; K<sub>cfinal</sub> = 0.69. This research showed that, with the predicted temperature rise, the water needs of the cowpea culture should be, on average, from 7.5% to 12.8% higher for the edaphoclimatic conditions of the Curu-Pentecoste area.

**KEYWORDS:** Water, temperature, evapotranspiration.

### INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada utiliza entre 70 e 80% da água doce disponível no mundo. No Nordeste do Brasil, boa parte das culturas cultivadas são irrigadas em perímetros públicos de irrigação (SARAIVA, 2010).

O perímetro irrigado Curu-Pentecoste foi construído na década de 70 pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas). A cultura do feijão caupi, por ser uma cultura de fácil cultivo, de ciclo curto, e de boa aceitação no mercado, é a uma das culturas de subsistência mais importantes do Curu-Pentecoste.

No entanto, sabe-se que o consumo de água pelas culturas é diretamente afetado pelas mudanças do clima. Segundo a definição do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), entende-se por alterações climáticas as alterações significativas no estado do clima, que podem ser identificadas por variações de médias e/ou medidas de dispersão de variáveis climáticas, e que persistem por longos períodos, tipicamente décadas ou períodos ainda mais longos (ABREU & PEREIRA, 2007).

Nos cem anos que medeiam entre 1905 e 2006, a temperatura do ar sobre a terra aumentou 0,74 °C, enquanto que nos 50 anos entre 1956 e 2005 esse aumento foi de 1,30 °C, o que representa quase o dobro do valor anterior (IPCC, 2007). Segundo Diaz et al. (2008) mesmo com previsão do IPCC para frequentes precipitações em algumas regiões, com o aumento da temperatura prevista (previsões do IPCC através dos cenários B2 e A2), a evapotranspiração será maior

em todos os meses do ano, aumentando a demanda hídrica das culturas.

Um modelo que tem se destacado no âmbito internacional é o ISAREG, que é um “*software*” de simulação do balanço hídrico no solo que envolve dentre outros parâmetros, a ascensão capilar e com percolação através da zona radicular (PETILLO; CASTEL, 2007; PEREIRA, 2004). O ISAREG tem sido utilizado em vários países e aplicações recentes foram realizadas para as condições da agricultura irrigada do Estado do Ceará.

Poucos estudos foram realizados no Brasil, utilizando modelos de simulação, para analisar os impactos das mudanças climáticas na produtividade das culturas (SILVA JÚNIOR et al., 2007). Portanto, a pesquisa objetivou quantificar o impacto do aumento da temperatura previsto pelo IPCC, na demanda hídrica da cultura do feijão caupi, para os cenários B2 (previsão de aumento da temperatura anual de 3°C) e A2 (previsão de aumento da temperatura anual de 5°C), comparando com a demanda hídrica da cultura em condições climáticas atuais do perímetro irrigado Curu-Pentecoste - CE.

### MATERIAL E MÉTODOS

Para determinar as necessidades hídricas da cultura do feijão foi utilizado o “*software*” ISAREG, desenvolvido por Pereira et al. (1992), através do Instituto Superior de Agronomia em Portugal. Esse “*software*” é utilizado para calcular a ET<sub>o</sub> e a ET<sub>c</sub>, além de realizar o balanço hídrico do solo. Para determinar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foram utilizadas as informações climáticas do

## O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO FEIJÃO-CAUPI NO CURU-PENTECOSTE UTILIZANDO O MODELO “ISAREG”

perímetro irrigado Curu-Pentecoste, para o período de 1970 a 2008, e os dados da cultura obtidos através de resultados experimentais locais.

Para o cálculo da Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), o ISAREG utilizou a equação de Penman-Monteith/FAO, recomendado por Allen et al. (1998). Para tanto, o modelo utilizou as seguintes informações climáticas: (a) temperatura máxima, T<sub>máx</sub>; (b) temperatura mínima, T<sub>mín</sub>; (c) umidade relativa do ar, U<sub>r</sub>; (d) velocidade do vento, V<sub>v</sub>; e, (e) insolação, I<sub>n</sub>.

Também foram necessárias a altitude e a latitude do local. O tipo climático da região, de acordo com a classificação de Köppen, é BSw'h'. Os dados climatológicos utilizados neste trabalho foram obtidos através da estação climatológica da fazenda da Universidade Federal do Ceará, localizada em Pentecoste. Para a utilização no ISAREG foram calculadas as médias mensais destes parâmetros.

Os dados referentes à cultura foram: (a) duração das fases fenológicas da cultura; (b) coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>); (c) profundidade das raízes (Z); e, (d) nível de depleção da água do solo (p). A duração de cada fase do ciclo de desenvolvimento do feijão, bem como dos valores de K<sub>c</sub> utilizados neste trabalho, foram extraídos de Souza et al. (2005), que desenvolveram um experimento no Ceará, determinando os K<sub>c</sub>'s da cultura do feijão caupi.

Com as informações do clima e da cultura do feijão caupi foram calculadas pelo ISAREG as necessidades de água, de acordo com sua época de plantio (01/09/2010). Posteriormente, com a utilização dos mesmos K<sub>c</sub>'s, mas com variação na ET<sub>o</sub>, decorrente das mudanças do clima (dados do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas – IPCC, relacionados ao aumento da temperatura), o ISAREG foi novamente utilizado (simulações), gerando uma nova ET<sub>c</sub>. A ET<sub>c</sub> foi calculada para os cenários B2 (otimista), em que o aquecimento a nível anual pode chegar a 3°C (aumento na temperatura atual), e para o cenário A2 (pessimista) em que o aquecimento poderá chegar a 5°C no Brasil (IPCC, 2007).

Finalmente, foram comparadas as necessidades hídricas do feijão-caupi, nas condições climáticas atuais, com as necessidades hídricas para os dois cenários de aumento da temperatura.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 constam, a cada fase fenológica da cultura: K<sub>c</sub> (coeficiente cultural) oriundo de experimentos locais, a ET<sub>o</sub> (evapotranspiração de referência), calculada pelo ISAREG, com a utilização de variáveis climáticas atuais, inclusive médias mínimas e máximas de temperatura, e ET<sub>c</sub> (evapotranspiração da cultura).

**Tabela 1** - Variáveis referentes à evapotranspiração da cultura do feijão-caupi.

Fase Fenológica	ET <sub>o</sub> (mm dia <sup>-1</sup> )	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm dia <sup>-1</sup> )
Inicial	6,87	0,78	5,36
Desenvolvimento	6,87-6,96	0,83-1,00	5,45-7,09
Intermediária	6,96	1,02	7,10
Final	6,87	0,69	4,74

A ET<sub>c</sub> obtida a partir de dados de K<sub>c</sub>'s locais e de ET<sub>o</sub> calculada através de variáveis climáticas (média histórica e atuais), na fase inicial do ciclo da cultura do Feijão caupi foi de 5,36 mm dia<sup>-1</sup>. Bastos et al. (2008) analisando ET<sub>c</sub> do feijão caupi, no Estado do Piauí, para a

mesma fase fenológica, encontrou ET<sub>c</sub> de 3,31 mm dia<sup>-1</sup>. Provavelmente, tal ET<sub>c</sub> tenha diferido do observado neste experimento, devido às características climáticas do Piauí, que são diferentes das encontradas no Ceará (local deste experimento).

## O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO FEIJÃO-CAUPI NO CURU-PENTECOSTE UTILIZANDO O MODELO “ISAREG”

Já na fase de desenvolvimento (crescimento vegetativo) a  $ET_c$  variou de 5,45 mm dia<sup>-1</sup> a 7,09 mm dia<sup>-1</sup>. Esse aumento pode ser justificado devido ao aumento da área foliar e ao crescimento do sistema radicular do feijão, durante essa fase fenológica. Souza et al. (2005) pesquisando os  $K_c$ 's do feijão, no Ceará, também na fase de desenvolvimento da cultura, encontraram  $ET_c$ 's que variaram de 2,0 mm dia<sup>-1</sup> a 7,6 mm dia<sup>-1</sup>. Neste caso, tal diferença deve-se ao método utilizado para a determinação da  $ET_c$ , pois esses autores calcularam a  $ET_c$  através do balanço hídrico no solo, já neste experimento a  $ET_c$  foi calculada através do ISAREG.

Durante a fase final do ciclo da cultura o valor de  $ET_c$  foi de 4,74 mm dia<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>. Souza et al. (2005) verificaram, para a fase final uma  $ET_c$  de 3,0 mm dia<sup>-1</sup>, mas Bastos et al. (2008) encontraram  $ET_c$  de 3,6 mm dia<sup>-1</sup>, mais aproximado do obtido durante a simulação do ISAREG. Nas simulações realizadas para as condições climáticas (temperatura) atuais, a necessidade hídrica total do ciclo do feijão foi de 422 mm. Souza et al. (2005) verificaram ao final do ciclo da mesma cultura, uma necessidade total de 447 mm.

Na Tabela 2 constam, a cada fase fenológica da cultura:  $K_c$  oriundo de experimentos locais, a  $ET_o$ , calculada pelo ISAREG, porém com a utilização da variável climática: temperatura (cenário B2 - otimista), prevista pelo 4º Relatório do IPCC, para as próximas décadas, e  $ET_c$ .

**Tabela 2** - Variáveis referentes à evapotranspiração da cultura do feijão caupi – IPCC (B2).

Fase Fenológica	$ET_o$ -IPCC (mm dia <sup>-1</sup> )	$K_c$	$ET_c$ (mm dia <sup>-1</sup> )
Inicial	7,50	0,78	5,85
Desenvolvimento	7,50-7,59	0,83-1,00	5,99-7,40
Intermediária	7,59	1,02	7,74
Final	7,50	0,69	5,17

Na formulação da Tabela 3 as variáveis utilizadas foram as mesmas da Tabela 2, mas com mudanças nos dados de

temperatura, que constam no cenário A2 (pessimista).

**Tabela 3** - Variáveis referentes à evapotranspiração da cultura do feijão caupi – IPCC (A2).

Fase Fenológica	$ET_o$ -IPCC (mm dia <sup>-1</sup> )	$K_c$	$ET_c$ (mm dia <sup>-1</sup> )
Inicial	7,93	0,78	6,18
Desenvolvimento	7,93-8,03	0,83-1,00	6,34-7,91
Intermediária	8,03	1,02	8,19
Final	7,93	0,69	5,47

Analisando a fase inicial do ciclo da cultura do Feijão-caupi, para os cenários B2 e A2 (Tabelas 2 e 3), a  $ET_c$  foi de 5,85 mm dia<sup>-1</sup> e 6,18 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Já na fase de desenvolvimento a  $ET_c$  em B2 chegou a 7,40 mm dia<sup>-1</sup>, enquanto nas condições do cenário A2 alcançou 7,91 mm dia<sup>-1</sup>. Verificou-se que a  $ET_c$  calculada no cenário B2 (otimista), nas fases de maior demanda hídrica do

feijão-caupi, subestimam as  $ET_c$ 's calculadas para o cenário A2 (pessimista), pois esse comportamento justifica-se, principalmente, pela  $ET_o$  mais elevada, devido ao aumento da temperatura, nas condições do cenário A2.

Na fase final do ciclo da cultura, a  $ET_c$  de A2 (5,47 mm dia<sup>-1</sup>) foi superior à  $ET_c$  para B2 (5,17 mm dia<sup>-1</sup>). No caso da simulação para as condições climáticas do

## O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO FEIJÃO-CAUPI NO CURU-PENTECOSTE UTILIZANDO O MODELO “ISAREG”

cenário B2 (otimista), a necessidade hídrica total do ciclo do feijão foi de 461 mm. Já quanto à simulação para o cenário A2 (pessimista), a necessidade hídrica total do ciclo do feijão foi de 488 mm.

Na figura 1 pode ser visto o comportamento comparativo da evapotranspiração do feijão-caupi, calculada com temperatura atual, com temperatura prevista pelo IPCC para o cenário B2, e com o aumento da temperatura previsto para A2.

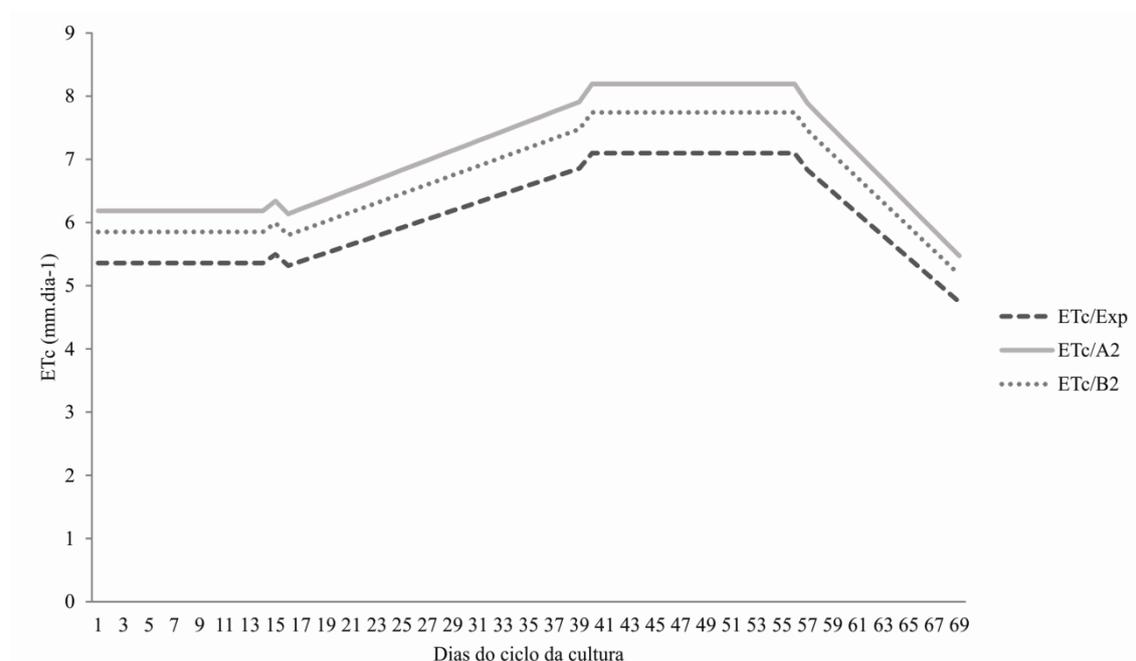


Figura 1 - Evapotranspiração do feijão caupi com ETo atual, ETo A2 e ETo B2.

Analisando a Figura 1, verificou-se que a ETc para o cenário A2 foi superior à B2, que por sua vez foi maior que a ETc calculada com dados climáticos atuais. Após a análise dos resultados é claramente visível que com o aumento da temperatura, previsto pelo IPCC, a demanda de água das culturas será aumentada, ou seja, para produzir a mesma quantidade de alimento, o produtor terá que irrigar, em termos médios, cerca de 7,5% a mais, no caso do cenário B2, e 12,8% a mais no caso do cenário A2.

### CONCLUSÕES

A pesquisa comprovou que com o aumento da temperatura, previsto pelo IPCC (cenários B2 e A2) para as próximas décadas, a demanda de água da cultura do feijão caupi deverá se elevar, nas condições edafoclimáticas do Curu-Pentecoste.

### REFERÊNCIAS

ABREU, J. P. M.; PEREIRA, L. S. **Impactes e vulnerabilidade da agricultura resultantes das alterações climáticas**. Portugal. 2008. 134p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage. Paper 56. Rome, 300p. 1998.

BASTOS, E. A.; FERREIRA, V. M.; SILVA, C. R.; JÚNIOR, A. S. A. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão – caupi no Vale do Gurguéia, Piauí. **Revista Irriga**, Botucatu, v.13, n.2, p.182-190, 2008.

DÍAZ, J. A., WEATHERHEAD, E. K., KNOX, J. W., CAMACHO, E. Climate

**O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO FEIJÃO-CAUPI NO CURU-PENTECOSTE UTILIZANDO O MODELO “ISAREG”**

change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. **Regional Environment Change**, v.7, p.149-159. 2008.

IPCC, **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p. 2007.

PEREIRA, L. S., PERRIER, A. AIT KADI, M., KABAT, P. (eds): Crop Water Models. **ICID Bulletin Special issue**, v.41 n.2. 62p. 1992.

PEREIRA, L. S. **Necessidades de Água e Métodos de Rega**. Publ. Europa-América, Lisboa, 2004, 313p.

PETILLO, M. G.; CASTEL, J. R. Water balance and crop coefficient estimation of a citrus orchard in Uruguay. **Spanish**

**Journal of Agricultural Research**, v.3, n.5, p.232-243, 2007.

SARAIVA, K. R. **Validação e aplicação prática do modelo “Isareg” no manejo da irrigação da cultura da melancia no perímetro irrigado Baixo Acaraú, Ceará**. 2010. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA JÚNIOR, J. L. C.; COSTA, L. C.; AMORIM, M. C.; BARBOSA, F. J. Mudanças climáticas e agricultura: um estudo de casos para as culturas do milho e do feijão em Minas Gerais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**. v.30, n.4. São Paulo. 28p. 2007.

SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na Região Litorânea do Ceará. **Revista Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p.241-248, 2005.