



## ESTIMATIVA E MAPEAMENTO DAS NECESSIDADES DE IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR DO MILHO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Eduardo Santos Cavalcante<sup>1</sup>, Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>2</sup>, Jonnathan Richeds da Silva Sales<sup>3</sup>, Antonia Leila Rocha Neves<sup>4</sup>, Marcio Henrique da Costa Freire<sup>3</sup>, Ivan Martins de Abreu<sup>5</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi realizar a estimativa da necessidade de irrigação suplementar da cultura do milho para produção de espiga no estado do Ceará. Foram utilizados dados da série histórica (33 anos) de precipitação diária de 11 cidades do Estado do Ceará, obtidos junto ao INMET para os meses da quadra chuvosa. A estimativa da irrigação suplementar foi determinada aplicando-se 100% da evapotranspiração da cultura do milho. A partir dos dados obtidos, foram gerados valores médios, mínimos e máximos de irrigação suplementar. Verificou-se que os municípios que necessitaram de uma maior lâmina de irrigação para a cultura do milho foram Quixeramobim, Crateús e Tauá, sendo o Sertão Central e Inhamuns as regiões com maior demanda estimada de lâmina suplementar. As cidades com menor requerimento de irrigação suplementar foram Guaramiranga e Fortaleza. As regiões com menor demanda de irrigação suplementar foram as regiões do centro sul, maciço de Baturité, região metropolitana e zona norte. Face às mudanças climáticas, o produtor de milho deverá se preparar para um cenário em que haverá maior necessidade de irrigação suplementar, com adoção de práticas de manejo da irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seca, Irrigação complementar, *Zea mays* L.

## ESTIMATE AND MAPPING OF SUPPLEMENTAL IRRIGATION NEEDS OF MAIZE IN THE SEMI-ARID REGION OF CEARÁ

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, PNPd, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 804, CEP 60440-554, Fortaleza, CE. Fone: (85) 999401252 Email: educavalcanteufc@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

<sup>3</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

<sup>4</sup> PNPd, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to estimate the need for supplementary irrigation of the corn crop for ear production in the state of Ceará. Data from the historical series (33 years) of daily precipitation in 11 cities in the State of Ceará, obtained from INMET for the months of the rainy season, were used. The estimate of supplemental irrigation was determined by applying 100% of the evapotranspiration of the corn crop. From the data obtained, average, minimum and maximum values of supplementary irrigation were generated. It was found that the municipalities that needed a greater irrigation depth for the corn crop were Quixeramobim, Crateús and Tauá, with Sertão Central and Inhamuns being the regions with the highest estimated demand for additional blades. The cities with the lowest supplementary irrigation requirement were Guaramiranga and Fortaleza. The regions with the lowest demand for supplementary irrigation were the regions of the center south, massif of Baturité, metropolitan region and northern zone. Faced with climate change, the corn producer will have to prepare for a scenario in which there will be a greater need for supplementary irrigation, with the adoption of irrigation management practices.

**KEYWORDS:** Drought, Complementary irrigation, *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O fenômeno das secas faz parte da variabilidade natural do clima regional e, de acordo com as projeções de mudanças climáticas, é provável que continue e se intensifique no futuro (MARENGO et al., 2017). Por outro lado, existe baixa variabilidade nos demais elementos meteorológicos e isso permite o desenvolvimento de cultivos agrícolas o ano inteiro, sendo requerido, no entanto, solos compatíveis com as atividades agrícolas, melhoria no manejo e nos níveis tecnológicos de produção e na eficiência do uso dos recursos naturais. A lâmina suplementar, incluindo a utilização de águas residuárias e salobras, surge como alternativa para a irrigação, se utilizada de forma correta, pode ser uma alternativa para algumas atividades produtivas das regiões semiáridas, (NEIVA, 2015; CAVALCANTE et al., 2021). O objetivo deste trabalho foi realizar a estimativa das necessidades de irrigação suplementar para a cultura do milho, sendo construído mapas do estado do Ceará com valores mínimos, médios e máximos de necessidade de irrigação suplementar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram coletados dados de precipitação, temperatura máxima e mínima das estações meteorológicas convencionais das cidades de Acaraú, Barbalha, Campos Sales, Crateús, Fortaleza, Guaramiranga, Iguatu, Morada Nova, Quixeramobim, Sobral e Tauá. Os dados foram coletados do Banco de Dados Meteorológicos do INMET, utilizando-se uma série histórica de 33 anos.

A partir dos dados de precipitação, possível calcular o número de veranicos, obter a evapotranspiração da cultura do milho, calcular a lâmina suplementar do milho para o período avaliado e gerar gráficos da lâmina suplementar para o período avaliado.

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) é a quantidade de água utilizada por uma cultura agrônômica e foi obtida a partir da Equação 1:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (1)$$

Em que: ET<sub>c</sub> é a evapotranspiração da cultura do milho (mm dia<sup>-1</sup>); K<sub>c</sub> é o coeficiente da cultura do milho (adimensional); ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração da cultura de referência (mm dia<sup>-1</sup>).

A partir de dados experimentais obtidos com um lisímetro de pesagem cultivado com grama, em Davis, Califórnia, Hargreaves & Samani sugeriram a Equação 2 para o cálculo da evapotranspiração de referência, ET<sub>o</sub>, em mm dia<sup>-1</sup>:

$$ET_o = 0,0023 \times Q_o \times (T_{máx} - T_{mín})^{0,5} \times (T_{méd} + 17,8) \quad (2)$$

Em que: Q<sub>o</sub> é a radiação extraterrestre, em mm dia<sup>-1</sup>; T<sub>max</sub> é a temperatura máxima diária, em °C; T<sub>min</sub> é a temperatura mínima diária, em °C; T é a temperatura média diária, em °C.

O coeficiente da cultura (k<sub>c</sub>) utilizado foi segundo as recomendações de Allen et al. (1998), adaptada por Albuquerque & Andrade, (2001) para a cultura do milho, onde foram divididos os diferentes K<sub>c</sub>s com base nas diferentes demandas evaporativas e o turno de rega. Os K<sub>c</sub>s utilizados na pesquisa foram: K<sub>c</sub>1: 0,66; K<sub>c</sub>2: 0,95; K<sub>c</sub>3: 1,23; K<sub>c</sub>4: 0,79; K<sub>c</sub>5: 0,35.

Com os dados do K<sub>c</sub> e da evapotranspiração de referência, foi possível obter a evapotranspiração de cada cultura. Os dados de evapotranspiração serviram como base para a obtenção da lâmina suplementar do milho para o período estudado.

A partir dos dados de precipitação e evapotranspiração da cultura, foram obtidas as lâminas suplementares para a cultura do milho e para cada cidade avaliada. A lâmina

suplementar foi obtida através da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração do milho para o período da quadra chuvosa (fevereiro a maio). De posse dos valores de lâmina suplementar e precipitação, foi possível elaborar os mapas para melhor compreensão dos dados.

A espacialização da suplementação foi obtida através da metodologia do inverso do quadrado da distância, usando o software gratuito Quantum GIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2018). Os dados foram especializados representando o estado do Ceará.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

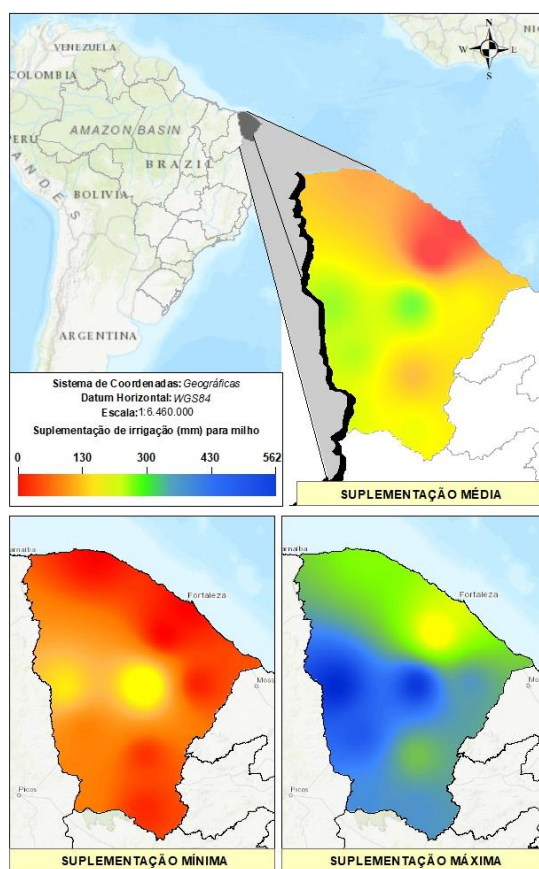
Os dados de suplementação da série histórica das 11 cidades do Estado do Ceará estão dispostos na Tabela 1. A ordem das cidades está da menor suplementação média para a maior suplementação média. Os dados da Tabela 1 mostram que as cidades de Quixeramobim, Crateús e Tauá foram as cidades que mais necessitaram de suplementação, sendo o município de Quixeramobim a cidade que mais necessitou de irrigação suplementar. Já os municípios de Guaramiranga e Fortaleza foram os que menos necessitaram de irrigação suplementar. Este fato é devido aos altos valores de precipitação, quando comparadas as outras cidades. Quanto maior o aporte hídrico fornecido pela chuva, menor é a necessidade de suplementação. A partir da Tabela 1, foi gerado o mapa de suplementação para o estado do Ceará, representando a suplementação de 1977 a 2010 (Figura 1).

**Tabela 1.** Suplementação da cultura do milho para as 11 cidades avaliadas, representando a série histórica de 1977 a 2010.

Cidade	Suplementação (mm)		
	Mínimo	Máximo	Média
Guaramiranga	0	143,8	53
Fortaleza	0	146,7	68
Acaraú	0	308,3	128,8
Sobral	20,5	450,4	151
Iguatu	21,3	408,1	152,2
Morada Nova	43,2	488,9	213,7
Barbalha	65,1	450	229,2
Campos Sales	83,9	474,4	241,3
Tauá	80,7	461,3	248,7
Crateús	91,8	525,7	298
Quixeramobim	145,7	613,5	323,2

Ao avaliar os valores médios no mapa, observa-se que as regiões que possuíram um maior requerimento de suplementação foi o Sertão Central e Inhamuns. Já as regiões do vale do Jaguaribe e Cariri requeriram uma suplementação menor que a do Sertão Central e Inhamuns.

O centro sul, maciço de Baturité, região metropolitana e a zona norte se destacaram como as regiões que menos necessitaram o aporte de suplementação.



**Figura 1.** Suplementação da cultura do milho para o estado do Ceará – Avaliação da série histórica de 1977 a 2010.

Do mesmo modo se comportou os valores de suplementação mínima e máxima (Figura 1). Na suplementação mínima, as regiões do centro sul, maciço de Baturité, região metropolitana e a zona norte foram as que necessitaram menores valores de suplementação mínima, enquanto as regiões de Sertão Central e Inhamuns requeriram um maior valor de suplementação mínima. Na suplementação máxima, as regiões do Sertão Central e Inhamuns foram os que necessitaram maior lâmina, enquanto as regiões do centro sul, maciço de Baturité, região metropolitana e a zona norte receberam o menor valor de suplementação.

As regiões de Sertão Central e Inhamuns são caracterizadas como regiões semiáridas, ou seja, pelo baixo índice pluviométrico, altas temperaturas solos rasos e pouco férteis. Isso faz com que estas regiões necessitem de uma lâmina de irrigação suplementar em maior quantidade, visando suprir a necessidade hídrica da cultura.

De acordo com um documento do Serviço de Pesquisa do Parlamento da União Europeia (EPRS, 2019), a irrigação suplementar é uma ferramenta decisiva para lidar com as limitações na disponibilidade de recursos hídricos, tanto nos países de clima úmido como nos de clima

semiárido, considerando-se os riscos atuais e futuros associados às mudanças climáticas globais. Para as condições semiáridas, a irrigação suplementar é um fator decisivo para o sucesso de empreendimentos com produção vegetal (FAO et al., 2017).

## CONCLUSÕES

De 1977 a 2010, os municípios que necessitaram de maior lâmina de irrigação para a cultura do milho foram Quixeramobim (257,4 mm), Crateús (237,5 mm) e Tauá (224,6 mm), considerando-se o valor médio. As cidades com menor requerimento de irrigação suplementar foram Guaramiranga (52,3 mm) e Fortaleza (65,9 mm). As regiões com maior demanda de suplementação foram Sertão Central e Inhamuns, e as com menor foram as regiões do centro sul, maciço de Baturité, região metropolitana e zona norte. A partir deste trabalho, o produtor de milho pode ser preparado para um cenário em que haverá uma maior necessidade de irrigação suplementar em cenários futuros, necessitando da adoção de práticas de manejo da irrigação.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Cientista-chefe em Agricultura (Convênio 14/2022 SDE/ADECE/FUNCAP e Processo 08126425/2020/FUNCAP) pela concessão de bolsas de inovação e pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, E. S.; LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; GHEYI, H. R.; PINHO, L. L.; BEZERRA, F. M. S.; OLIVEIRA, A. C. O.; CANJÁ, J. F. Supplemental irrigation using brackish water on maize in tropical semi-arid regions of Brazil: yield and economic analysis. *Scientia Agricola*, v.78, p.1 - 9, 2021.

EPRS - EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE. **Irrigation in EU agriculture**. 12p., 2019. Disponível em:

<[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/644216/EPRS\\_BRI\(2019\)64216\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/644216/EPRS_BRI(2019)64216_EN.pdf)>. Acesso em: 30 Mar. 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Land use indicators**. 2017.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in northeast Brazil: past, present and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, p. 1189-1200. 2017.

NEIVA, T. S. Potencial de reuso na agricultura da água residuária da estação de tratamento limoeiro. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, n. 2, 2015.