



II Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Simpósio Brasileiro sobre o uso  
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

## DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA A IRRIGAÇÃO DO MILHO NO ESTADO DO PIAUÍ

Luana Dátila Rodrigues Campêlo<sup>1</sup>; Leonel Brito Lima<sup>2</sup>;  
Walda Monteiro Farias<sup>1</sup>; Francisco Edinaldo Pinto Mousinho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em engenharia agrônômica, bolsista de Iniciação Científica, Depto. Eng. Agrícola e Solos, CCA/UFPI, Teresina/PI (0XX86) 3215-5745 e-mail: luadtila@gmail.com

<sup>2</sup> Engº Agrônomo, Depto. Eng. Agrícola e Solos, CCA/UFPI, Teresina/PI (0XX86) 3215-5745  
e-mail: fepmouisi@ufpi.br

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo avaliar o requerimento de energia elétrica para a irrigação do milho no estado do Piauí. Realizou-se balanços hídricos de cultivo em escala diária, utilizando o método de Thornthwaite & Mather (1955), para 165 locais, considerando semeaduras no primeiro dia de cada mês e CAD de 40mm, para estimativa das lâminas brutas necessárias e as respectivas estimativas de consumo de energia elétrica, sendo estas posteriormente espacializadas para o estado do Piauí utilizando-se o software Spring. Independentemente da época de semeadura a demanda de energia elétrica para a irrigação do milho no estado do Piauí é maior que 250 kWh ha<sup>-1</sup>. A semeadura ocorrendo entre 1º-jan e 1º-fev a demanda de energia necessária é menor que 550 kWh ha<sup>-1</sup>. Na semeadura de 1º-mai a 1º-ago, para todos os locais do estado do Piauí a energia necessária para a irrigação do milho é maior que 850 kWh ha<sup>-1</sup>. A demanda de energia elétrica para a irrigação do milho no Estado do Piauí apresentou uma grande variabilidade em função das datas de semeadura e locais de cultivo, sendo de uma forma geral a semeadura em 1-jan e 1-fev as que apresentam menores demandas de energia elétrica para todo o Estado do Piauí.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., balanço hídrico, geoprocessamento.

## ELETRIC POWER NECESSITY FOR IRRIGATION OF CORN IN THE PIAUÍ STATE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the irrigation depth required by corn in the Piauí state, for different dates of sowing. The water balance were carried out in daily basis using the Thornthwaite & Mather (1955) method, for 165 sites, considering the sowings in the first day of every month and available water capacity in the soil of 40 mm, for estimative of irrigation depth for each site and date of sowing, being later spatialized for the Piauí State using Spring software. Whatever the time of sowing the demand for electricity for corn irrigation in the Piauí state is greater than 250 kWh ha<sup>-1</sup>. For the sowing between 1-Jan and 1-feb the demand of energy required is less than 550 kWh ha<sup>-1</sup>. In the sowing of 1-may

to 1-Aug, for all places of the Piauí state of the energy needed for irrigation of corn is greater than 850 kWh ha<sup>-1</sup>. The demand for electricity energy for corn irrigation in the Piauí state presented a great variability depending on the dates and locations of crop sowing, and in general the seeding in 1-Jan and 1-Feb those with lower demands for electricity for the entire state of Piauí.

**Key-words:** *Zea mays* L., water balance, geoprocessing.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de amplo aproveitamento, não só por se adaptar às condições edafoclimáticas brasileiras, alcançando elevados níveis de produção, mesmo em condições adversas, mas também por representar uma boa fonte protéica. As exigências hídricas da cultura do milho, para a obtenção do máximo rendimento, variam entre 400 e 600 mm durante o seu ciclo, dependendo das condições edafoclimáticas locais (Doorenbos & Kassam, 2000). As suas exigências hídricas, para a obtenção do máximo rendimento, variam entre 400 e 600 mm durante o seu ciclo, dependendo das condições edafoclimáticas locais (Doorenbos & Kassam, 2000). A sua demanda hídrica depende das condições climáticas, que determinam a demanda evaporativa da atmosfera, da tensão da água no solo; tipo de solo; características da planta e aspectos fisiológicos.

O consumo de energia elétrica para a irrigação de uma determinada cultura está diretamente relacionado com a lâmina de água requerida por esta cultura durante o seu ciclo. Para uma mesma cultura, especialmente em regiões tropicais, em função das incertezas climáticas, principalmente as relacionadas com as variações pluviométricas entre anos e locais de cultivo, a demanda por irrigação e conseqüentemente por energia, está diretamente relacionada às épocas e locais de cultivo.

Por meio da utilização de dados de registros históricos de precipitação pluviométrica e evapotranspiração da cultura, pode-se ter, previamente, pela realização de um balanço de água no solo, as demandas totais e diárias de irrigação, em função da época e local de cultivo, possibilitando o conhecimento do requerimento de energia elétrica para a irrigação e, através da espacialização deste parâmetros, pode-se planejar as datas de semeadura e regiões geográficas mais adequadas, e o fornecimento de energia elétrica de modo a garantir a sustentabilidade econômica da atividade agrícola. Por não adotar um método de controle de irrigação, usualmente o produtor rural irriga em excesso, temendo que a cultura sofra estresse hídrico, que poderia comprometer a produção. Este excesso tem, como conseqüência, o desperdício de energia em bombeamento desnecessário de água. É necessário, portanto, manejar racionalmente a irrigação para que se evite o mau uso de fatores de produção tão essenciais como água e energia. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo espacializar a demanda de energia elétrica para a irrigação do milho no estado do Piauí.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica e de evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), para 165 locais no estado do Piauí e estados vizinhos. Realizaram-se balanços

hídricos de cultivo (BHC), em escala diária, durante o ciclo do milho (110 dias), utilizando-se a metodologia proposta por Thornthwaite & Mather (1955), sendo os mesmos executados para cada ano da série histórica de dados pluviométricos, para cada um dos 165 locais estudados, para datas de semeadura (1º dia de cada mês). Considerando os tipos de solo presentes no Estado do Piauí, utilizou-se o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD), 40 mm, como representativo da maioria dos solos presentes no Estado. Os parâmetros da cultura utilizados foram obtidos a partir de trabalhos realizados na região. Como resultado dos BHC, foram obtidos os valores de lâmina bruta de irrigação necessária durante o ciclo da cultura, considerando-se que nas simulações a irrigação seria feita por aspersão convencional, com eficiência de 75%, sendo a mesma reiniciada quando fosse consumida 50% da água disponível no solo. A partir dos dados simulados foram estimados valores de lâmina bruta com probabilidade de ocorrência de 75%, conforme sugerem Gondim & Fernandez Medina (1980). A energia elétrica requerida para a irrigação do feijão-caupi para cada local e para as doze datas de semeadura foi estimada utilizando-se a equação adaptada de Frizzone (2005):

$$CE_{ij} = \frac{10 I_{ij} H_m \gamma_a}{3,6 \cdot 10^6 \eta} \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:  $CE_{ij}$  – consumo de energia elétrica para a irrigação de um hectare de milho no local  $i$ , época de semeadura  $j$ ,  $\text{kWh ha}^{-1}$ ;  $I_{ij}$  – lâmina bruta de irrigação necessária durante o ciclo do milho no local  $i$ , na época de semeadura  $j$ , mm;  $H_m$  – altura manométrica total, 60 m (média dos projetos existentes no Estado do Piauí);  $\gamma_a$  – peso específico da água,  $9.806,65 \text{ N m}^{-3}$ ;  $\eta$  – eficiência global do conjunto eletrobomba, 0,65;

Os valores de consumo de energia elétrica, em  $\text{kWh ha}^{-1}$ , obtidos nos 165 locais, para as diferentes datas de semeadura, foram espacializados para o Estado do Piauí utilizando-se o software Spring 4.3.3 (Câmara et al., 1996)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os mapas temáticos de requerimento de energia elétrica por hectare, para a irrigação do milho no Estado do Piauí, para diferentes datas de semeadura, considerando um solo com CAD 40mm. Independentemente da época de semeadura a demanda de energia elétrica para a irrigação de um hectare de milho no estado do Piauí é maior que  $250 \text{ kWh ha}^{-1}$ , face a ocorrência de veranicos mesmo nas épocas mais chuvosas, o que gera a necessidade de irrigação suplementar. Para a semeadura em 1º de janeiro a energia requerida para a irrigação do milho em todo o Estado foi menor que  $700 \text{ kWh ha}^{-1}$ , sendo que, para a região norte do Estado, a semeadura ocorrendo entre 1º de janeiro e 1º de fevereiro a demanda de energia necessária é menor que  $550 \text{ kWh ha}^{-1}$ . No mês de janeiro cerca de 40 % da área do Estado necessita de uma quantidade de energia elétrica para a irrigação do milho menor que  $400 \text{ kWh ha}^{-1}$ , e a região sudeste do estado, região semi-árida, apresenta um requerimento de energia entre 700 e  $850 \text{ kWh ha}^{-1}$ . Para os meses de fevereiro e março o percentual da área do

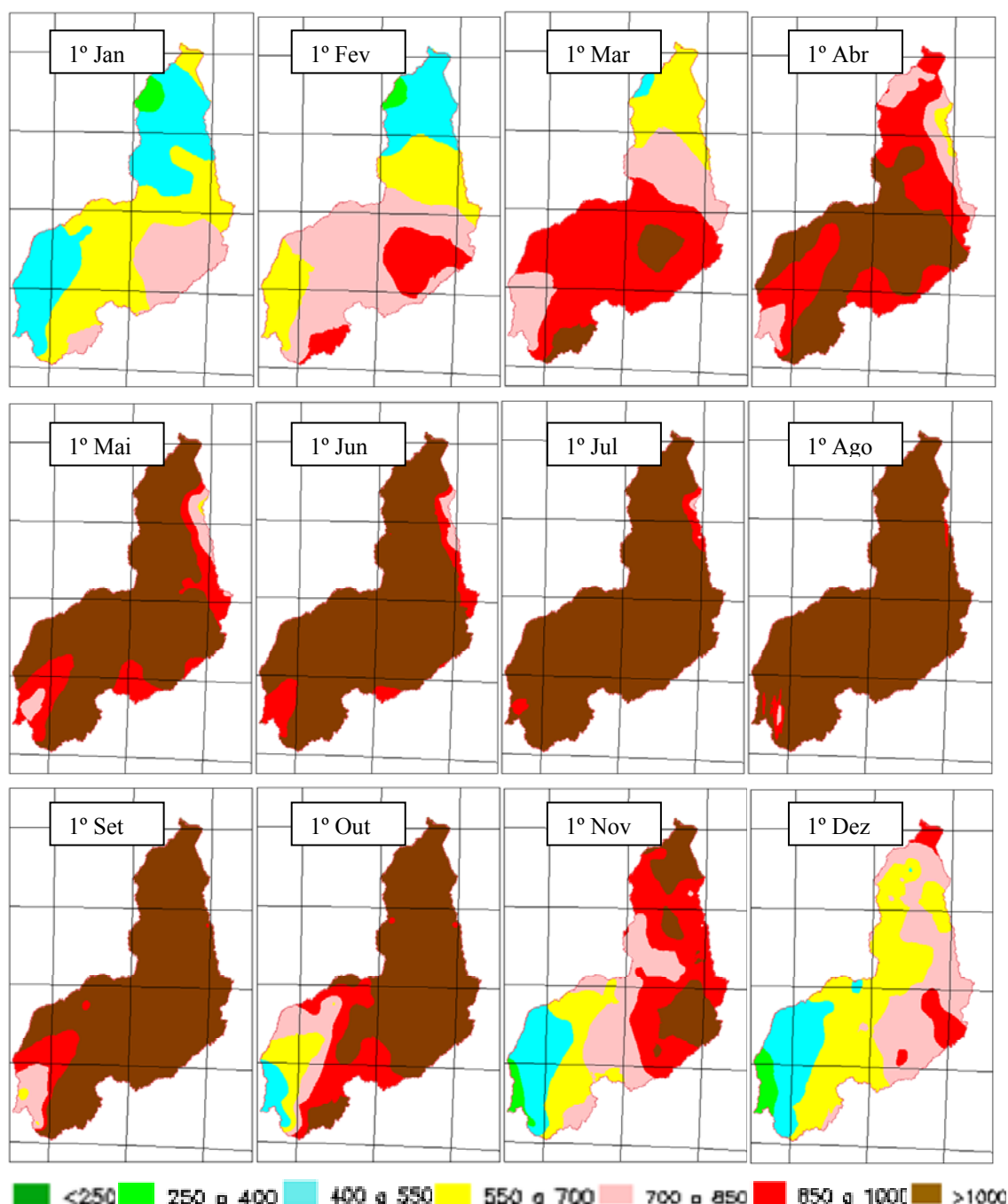


Figura 1. Mapas temáticos de demandade de energia elétrica (kWh ha<sup>-1</sup>) para a irrigação do milho no Estado do Piauí para diferentes datas de semeadura (1º jan a 1º dez) em um solo com CAD 40mm

Estado ocupado pelas classes menores que 700 kWh ha<sup>-1</sup> são de respectivamente de 41% e 16%, apresentando um crescimento das áreas ocupadas pela classe de 700 a 850 kWh ha<sup>-1</sup>, à medida que a data de semeadura é deslocada de janeiro a março.



A semeadura ocorrendo em 1º março na quase totalidade da área do estado a energia requerida se situa entre 550 e 1000 kWh ha<sup>-1</sup>. Ao se atrasar a semeadura para 1 de abril ocorre um crescimento das áreas ocupadas por classes maiores, ou seja, há um aumento da quantidade de energia elétrica requerida. Na semeadura de 1º de maio a 1º de agosto, em quase todo o território piauiense a energia necessária para a irrigação do milho foi maior que 1000 kWh ha<sup>-1</sup>. À medida que se atrasa mais ainda a semeadura, especialmente a partir de setembro, há uma diminuição da energia requerida em função do início do período chuvoso, especialmente no sul do estado. Para a semeadura em 1º de outubro ocorre o início da diminuição das quantidades de água requeridas pela irrigação do milho, em função do início do período chuvoso, notadamente no sul do estado e se estendendo com o passar do tempo para o centro norte do estado. Enquanto que para a semeadura em 1º de outubro cerca de 70% da área do estado requer acima de 850 kWh ha<sup>-1</sup>, para a semeadura no dia 1º dos meses de novembro e dezembro este percentual diminui respectivamente para, aproximadamente, 47 e 1%, aumentando para ambos os meses as áreas que requerem energias menores que 550 kWh ha<sup>-1</sup>, sendo que para a semeadura em 1º de dezembro 42% da área do estado requer energia elétrica menores que 700 kWh ha<sup>-1</sup> embora a região sudeste do estado, região semi-árida, ainda apresente um requerimento de energia entre 700 e 1000 kWh ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

O consumo de energia elétrica para a irrigação do milho no Estado do Piauí apresentou uma grande variabilidade em função das datas de semeadura e locais de cultivo, sendo de uma forma geral a semeadura nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro as que apresentam menores demandas de energia elétrica para todo o Estado do Piauí. A sua espacialização para o Estado do Piauí é extremamente importante para um planejamento do seu sistema de distribuição e oferta, bem como para a escolha de locais e datas de cultivo visando a diminuição dos custos de produção da cultura e o aumento do retorno econômico obtido com o cultivo do milho irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e litoral Piauiense. Piracicaba, 2000. 566p. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, 1996.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. H. R. Gheyi, A. A. de Sousa, F. A. V. Damasceno e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- GONDIM, A. W. de A. & FERNÁNDEZ MEDINA, N. Probabilidade de chuva para o município de Areia/PB. **Agropec. Téc.**, Areia, v. 1, n. 1, p. 55-67, 1980.
- FRIZZONE, J.A. **Análise de decisão econômica em irrigação**. Piracicaba: ESALQ, 2005. 371p. (Série Didática, 17).
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Inst. of Technology, 104p. 1955.