



## CONSUMO HÍDRICO E AVALIAÇÃO DA CULTURA DO MILHO SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE NITROGÊNIO

C. B. da Silva<sup>1</sup>, T. S. da Silva<sup>2</sup>, J. A. S. Barreto<sup>3</sup>, F. de A. Oliveira<sup>4</sup>, M. R. Barbosa Junior<sup>5</sup>,  
D. P. Dos Santos<sup>6</sup>

**RESUMO:** O milho ocupa uma área cultivada extensa no território brasileiro, seu cultivo requer alguns cuidados de manejo, principalmente com relação ao consumo hídrico e a adubação mineral a ser aplicada. Possui alto valor agregado e é uma ótima alternativa de produção visto a diversificação de seu uso. Diante do exposto, objetivou-se identificar a quantidade de água e dose de nitrogênio ideal para o desenvolvimento do milho. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Alagoas, *Campus Arapiraca*, sendo a área total deste correspondente a 360 m<sup>2</sup>, em um latossolo amarelo vermelho distrófico. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial de parcela subdividida (5x5). A cultivar usada no experimento foi a AG 1051, sendo os tratamentos utilizados cinco lâminas de irrigação 0; 50; 100; 150 e 200% da Evapotranspiração da cultura, como tratamento principal, e cinco doses de Nitrogênio 0, 50, 100, 150 e 200% da dose recomendada, como tratamento secundário. Foram analisadas as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, SPAD (Soil Plant Analysis Development) e clorofila a e b. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico R<sup>®</sup> aplicando a regressão linear e quadrática para os fatores lâmina de água e dose de Nitrogênio, também foi avaliado a possível interação entre esses dois fatores. Com base na ANAVA, verificou-se que a lâmina de água apresentou efeito significativo sob as variáveis estudadas, observando-se melhor desempenho da cultura na lâmina de 100 % da ETC. A cultura do milho demonstrou sensibilidade ao tratamento lâmina de água, apresentando efeito significativo sobre os parâmetros de desenvolvimento da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo de água, adubação mineral, *Zea mays*.

## WATER CONSUMPTION AND EVALUATION OF CORN CULTURE SUBMITTED TO DIFFERENT WATER BLADES AND NITROGEN DOSES

<sup>1</sup> Mestranda, UFAL-*Campus Arapiraca*/Agronomia. Email: cinara\_cbs@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduanda, UFAL-*Campus Arapiraca*/Agronomia. Email: silvatais29@gmail.com

<sup>3</sup> Graduado, UFAL-*Campus Arapiraca*/Agronomia. Email: adeilsonufal10@gmail.com

<sup>4</sup> Graduando, UFAL-*Campus Arapiraca*/Agronomia. Email: felipeeassis.agro@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando, UFAL-*Campus Arapiraca*/Agronomia. Email: marcelojragro@gmail.com

<sup>6</sup> Doutoranda, UFRPE/DEAGRI. Recife -Pernambuco. Email: daniellapsantos@hotmail.com

**ABSTRACT:** Maize occupies an extensive cultivated area in the Brazilian territory, its cultivation requires some management care, mainly in relation to the water consumption and the mineral fertilization to be applied. It has high added value and is a great alternative of production since the diversification of its use. In view of the above, the objective was to identify the amount of water and nitrogen ideal dose for corn development. The experiment was carried out at the Federal University of Alagoas, Campus Arapiraca, with a total area of 360 m<sup>2</sup> in a dystrophic red yellow latosol. A randomized complete block design (DBC) was used in a subdivided plot (5x5). The cultivar used in the experiment was AG 1051, with the treatments used five irrigation slides 0; 50; 100; 150 and 200% of crop evapotranspiration as the main treatment and five doses of Nitrogen 0, 50, 100, 150 and 200% of the recommended dose as a secondary treatment. The variables plant height, stem diameter, SPAD (Soil Plant Analysis Development) and chlorophyll a and b were analyzed. The data were submitted to analysis of variance, using the statistical program R<sup>®</sup> applying linear and quadratic regression for the water blade and Nitrogen dose factors, also the possible interaction between these two factors was evaluated. Based on the ANOVA, it was verified that the water slide had a significant effect under the studied variables, observing a better performance of the crop in the 100% ET<sub>c</sub> blade. The maize crop showed sensitivity to the water table treatment, presenting a significant effect on the development parameters of the crop.

**KEY WORDS:** Management, mineral fertilization, *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos alimentos vegetais mais importantes para a humanidade, devido a sua elevada produtividade, valor nutritivo e pelas diversas formas de utilização na alimentação humana e animal, *in natura* e na indústria de alta tecnologia.

A cultura do milho é recomendada para ser ensilado, principalmente devido suas características agronômicas e fermentativas, por possuir uma produção por área elevada e uma composição bromatológica que preenche os pré-requisitos para a confecção de uma boa silagem, contendo matéria seca entre 30% a 35%, teor de carboidratos solúveis mínimo de 3% na matéria natural e baixo poder tampão. Apresenta uma boa aceitação pelos animais sendo triturados para compor a silagem (NUSSIO, et al. 2001).

O déficit de água pode reduzir a produção e/ou a qualidade do produto, enquanto o excesso de irrigação, além das perdas de água e energia, pode contribuir para a lixiviação dos nutrientes e agroquímicos para as camadas inferiores do solo ou até mesmo atingindo o lençol freático (RESENDE, et al. 2002). Desta forma, o manejo da água no cultivo do milho verde deve ser feito, com intuito de aumentar a receita e minimizar os impactos ao meio ambiente, aplicando-se lâminas corretas e adequadas durante o ciclo da cultura.

Uma das formas de se aplicar lâminas adequadas de irrigação é identificar o consumo ideal de água para a culta do milho durante seu ciclo. A quantificação dessa demanda pode ser feita através da Evapotranspiração da cultura (ETc), que é resultado da relação entre a Evapotranspiração de referência (ETo) e o Coeficiente de cultivo (Kc). Uma vez determinados para cada condição de cultivo, esses parâmetros podem ser aplicados, visando com isso, um maior sucesso no manejo da água nos cultivos irrigados.

A adubação mineral é uma prática agrícola que quando não manejada corretamente pode trazer perdas na produtividade e na qualidade de espigas. Entre os nutrientes ofertados nessa prática, pode-se destacar o nitrogênio (N).

Para Gross et al. (2006) o nitrogênio é um dos nutrientes que apresentam os efeitos mais expressivos no aumento da produção na cultura do milho. Tem grande importância como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila.

Evidenciado a importância do manejo adequado da água e do nitrogênio no cultivo do milho verde, objetivou-se nesse estudo identificar a quantidade de água e dose de nitrogênio ideal para o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do *Campus* Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas, região Agreste de Alagoas, localizado entre as coordenadas geodésicas 09° 48' 40,3'' S e 36° 37' 19,7'' W, altitude de 245 m. Esta região é de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano. Foi realizado em condições de campo, durante os meses de Abril a Junho de 2016. O solo do local da pesquisa é caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006) (Tabela1).

Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial de parcela subdividida (5x5), casulizando-se em três blocos, com cinco lâminas de (50, 100, 150 e 200% da ETc), além da testemunha sem irrigação, e cinco doses de adubação

nitrogenada (0, 50, 100, 150 e 200% de N na cobertura, ou seja, percentuais aplicado a dose de 60 kg/ha<sup>-1</sup>).

O experimento foi realizado em uma área de 360 m<sup>2</sup>, sendo cada bloco constituído por 15 linhas de irrigação, espaçadas em 0,80 m e medindo 10 m de comprimento. O sistema de irrigação utilizado foi localizado por gotejamento, composto por fitas gotejadoras com vazão nominal de 1,6 L/h. O sistema foi alimentado através de uma bomba de 0,5 cv.

Na adubação de fundação foram utilizados: Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 60 kg/ha<sup>-1</sup> Nitrogênio (N) 30 kg/ha<sup>-1</sup> e Potássio (K<sub>2</sub>O) 40 kg/ha<sup>-1</sup>. Conforme a recomendação do IPA (2008) e a análise de solo foram incorporadas ao solo 5,33 g m<sup>-1</sup> de ureia, 26,67 g m<sup>-1</sup> de superfosfato triplo e 5,54 g m<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, lançado nos sulcos e incorporado a 0,15 m de profundidade.

Utilizou-se as sementes do Híbrido duplo AG 1051, semeadas em uma cova de 5 cm no solo, com espaçamento de 0,25 m entre plantas e 0,80 m entre linhas, correspondente a 4 plantas/m<sup>-1</sup> e uma população equivalente a 50.000 plantas/ha.

Os dados foram obtidos em uma estação do INMET, (Instituto Nacional de Meteorologia) situada em Arapiraca. A estimativa da Evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foi calculada diariamente, utilizando os valores diários da Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) estimada pelo método padrão FAO Penman-Monteith que pode ser representada como segue na Equação 1 (ALLEN et al., 1998).

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{(Rn - G)}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{900}{T + 273,15} U_2 \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa °C<sup>-1</sup>;

λ = calor latente de evaporação, MJ kg<sup>-1</sup>.

r<sub>c</sub> = resistência do dossel da planta, s m<sup>-1</sup>;

r<sub>a</sub> = resistência aerodinâmica, s m<sup>-1</sup>;

Rn = saldo de radiação à superfície, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

G = fluxo de calor no solo, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

γ = constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>;

T = temperatura média do ar, °C;

U<sub>2</sub> = velocidade do vento a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>;

900 = fator de transformação de unidades, kJ<sup>-1</sup> kg K.

A evapotranspiração da cultura foi calculada de acordo com seguinte equação (2):

$$ET_c = L_b = (ET_o \times K_c) / E_a \quad (2)$$

Em que:

$ET_c$  = evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>)

$ET_o$  = evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>);

$K_c$  = adimensional

$E_a$  = Eficiência de aplicação, (decimal)

O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) utilizado para a cultura do milho foi o recomendado pela FAO 98, sendo 0,3 (inicial) 1,15 (intermediário) e 1,05 (final), tais valores eram corrigidos conforme as fases fenológicas da cultura. A fase 1 teve duração de 19 dias ( $K_c = 0,3$ ), a fase 2 de 30 dias ( $K_c = 1,15$ ) e a fase final teve duração de 29 dias ( $K_c = 1,03$ ).

A aplicação da adubação nitrogenada nos percentuais da dose recomendada, foi aplicada na cobertura em dois momentos; sendo a primeira aplicação feita aos (27 dias DAE), correspondente à fase V4 da cultura, na dose de (30 kg ha<sup>-1</sup>), ou seja, 5,33 g m<sup>-1</sup> de ureia, e a segunda (45 dias DAE) correspondente a fase V8, também (30 kg ha<sup>-1</sup>) equivalente a 5,33 g m<sup>-1</sup> de ureia, aplicado em sulcos de 15 cm de profundidade abertos a 10 cm próximo à planta. A cada 2 m<sup>-1</sup> das linhas de irrigação foram aplicadas doses de nitrogênio.

Foram analisadas as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), SPAD (Soil Plant Analysis Development) e clorofila a e b.

A altura de planta foi determinada medindo-se a distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha, isto para as primeiras avaliações, quando as plantas se encontravam na fase de pendoamento, era medido a distância entre o solo e a base do pendão.

O diâmetro do colmo foi medido no segundo entrenó visível. As leituras com o medidor de clorofila ocorreram na última folha completamente desenvolvida nos estádios vegetativos, sendo efetuadas dez leituras (cinco em cada lado da nervura) a dois centímetros da margem da folha. Já no estágio reprodutivo (R1), as medições ocorreram na folha índice (primeira abaixo da espiga).

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos, clorofila a e b, utilizou-se a metodologia proposta por Arnon (1949). Foram retiradas pequenas amostras na folha índice de cada planta, as quais foram acondicionadas em envelopes de alumínio e em um recipiente térmico com gelo, transportado para o laboratório. Pesou-se cerca de 0,50g de material vegetal, que foi transferido para frascos de vidro, previamente revestidos com papel alumínio, contendo 10 ml de acetona 80%. Sendo mantidos com intervalos de agitação e refrigeração por 24 horas,

efetuando-se a leitura da absorvância utilizando um espectrofotômetro da marca BEL Engineering, modelo UV-M51. O cálculo para obtenção das concentrações de clorofila a e da clorofila, foi obtido utilizando a equação estabelecidas por Lichtenthaler (1987).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico R<sup>®</sup> aplicando a regressão linear e quadrática para os fatores lâmina de água e dose de Nitrogênio, também foi avaliado a possível interação entre esses dois fatores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em análise das variáveis de crescimento do milho, houve significância a nível de 5%, para o tratamento lâmina de água nas variáveis altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC). Com a análise de regressão (figura 1), por meio de derivação, foi calculada a lâmina ótima para a variável AP (Figura 1A), sendo esta de 160, atingindo uma altura de 2,46 cm. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira et al. 2014, avaliando que com o aumento da lâmina de água aplicada houve um aumento progressivo quanto à altura da planta de milho, onde a utilização da lâmina de água de 180% proporcionou a maior altura dentre as demais, sendo essa de 215,4 cm.

Na figura 1B, onde houve regressão linear, nota-se que para cada aumento de uma unidade no percentual de ET<sub>c</sub>, haverá um acréscimo de 0,0155 mm no diâmetro do caule do milho. Pode-se inferir que, sob melhores condições de cultivo, maior será a probabilidade de a planta expressar seu potencial genético.

Assim, quando a lâmina de irrigação foi maior, as condições hídricas foram melhores, com isso houve um maior crescimento em diâmetro de colmo, resultados semelhantes foram encontrados por Brito et al. (2013), em experimento com milho doce em Uberlândia.

Na figura 2 estão as variáveis de análise fisiológica realizadas na cultura do milho. O tratamento lâmina de água proporcionou diferença significativa a nível de 5% de probabilidade para as variáveis SPAD, clorofila a e b. Na figura 2A, verifica-se que as lâminas abaixo de 100% da ET<sub>c</sub> acarretam em decréscimos no índice de clorofila, quando esta alcança o mínimo de 107 o índice SPAD aumenta. Schlichting et al. (2014), verificaram em sua pesquisa que os tratamentos em menor quantidade de água obtiveram os menores valores para o teor relativo de clorofila na folha, provavelmente devido ao menor volume de água aplicado, o que pode ter dificultado a absorção de nitrogênio pelas plantas no solo.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), a deficiência hídrica pode fazer com que o crescimento vegetativo seja diminuído, podendo até haver a paralisação do mesmo. À medida

que o teor de umidade no solo diminui, a absorção de água pelas raízes é reduzida, afetando de forma geral, os diversos processos fisiológicos da planta. Desta forma, graças ao fechamento dos estômatos em resposta do estresse hídrico, o processo de fotossíntese é afetado, provocando alterações na planta, ocasionando redução no índice de área foliar e ocorrendo decréscimo da taxa de crescimento da planta, principalmente nos períodos iniciais onde obtêm-se menor absorção da radiação

Para as variáveis clorofila a e b, observou-se comportamento linear, evidenciando-se que a cada acréscimo de uma unidade no percentual da ETc, haverá um acréscimo de 1,3 e 0,3 mg m<sup>-2</sup>, respectivamente para estas variáveis.

Viera et al. (2014), trabalhando com gramínea, verificou que houve tendência de aumento do índice de clorofila (ICF) à medida que se aumentou as lâminas de água, com leve queda nos tratamentos que receberam lâminas maiores que 100% da ETc, com tendência mais acentuada no final do ciclo, corroborando com os resultados desse trabalho.

## CONCLUSÃO

A cultura do milho demonstrou sensibilidade ao tratamento lâmina de água, apresentando efeito significativo sobre os parâmetros de desenvolvimento da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, M. E. B., FILHO, G. D. de A., WANDERLEY, J.A. C., MELO, A. S., COSTA, F. B., FERREIRA, M. G. P. Crescimento, Fisiologia e Produção do Milho Doce sob Estresse Hídrico. **BioScience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254. 2013.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P., DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: **Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas**. Maringá-PR. 2001. Anais...UEM/CCA/DZO, Maringá, v.1, p.127-145,2001.

OLIVEIRA, D. B. de, MELO, M. R. M. de, CARDOSO, J. A. E., LAMBERT, R. A. **Avaliação Fisiológica do Milho (*Zea Mays*) sob Diferentes Lâminas de Irrigação, no Município de**

**Itumbiara – GO.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer -Goiânia, v.10, n.18;p. 2014.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. **Métodos e estratégias de manejo de Irrigação.** Sete Lagoas- MG. dez. 2002. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ\\_19.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ_19.pdf)>. Acesso em: 18 de jun de 2017.

SCHLICHTING, A. F., KOETZ, M., SILVA, E. M. B., SILVA, T. J. A. da. Desenvolvimento do Milho Submetido a doses de Nitrogênio e Tensões de Água no Solo. **Irriga Botucatu**, V. 19, N. 4, P. 598-611, 2014.

VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C., SEDIYAMA, G. C.; DELAZARI, F. T. **Indicadores Morfo-Fisiológicos do Estresse Hídrico para a Cultura da Cana-de-açúcar Em Função de Lâminas de Irrigação.** Biosci. J., Uberlândia, V. 30, Supplement 1, P. 65-75, 2014.

VIEIRA, M. A. **Cultivares e população de plantas na produção de milho-verde.** 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

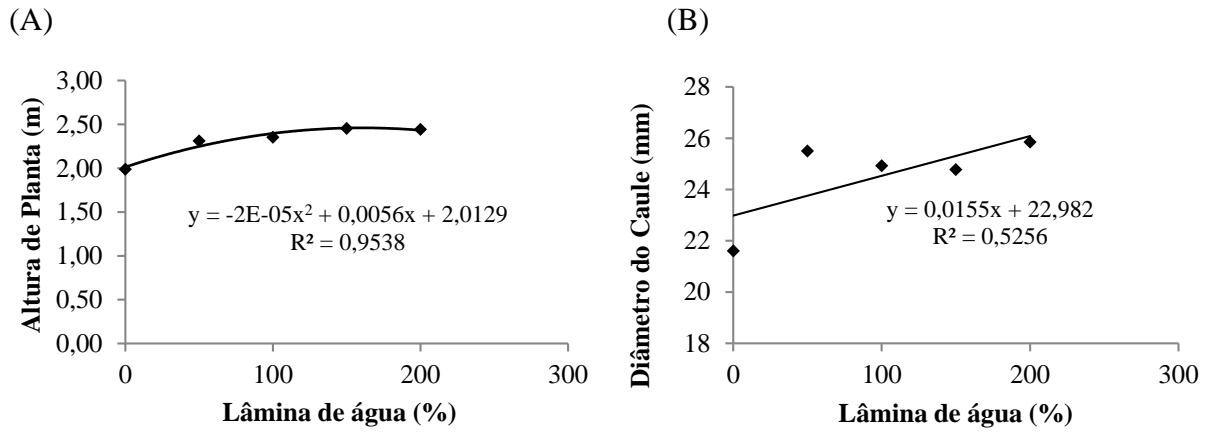
GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 387-393, 2006.

**Tabela 1.** Componentes químicos e físicos do solo da área experimental da UFAL - *Campus Arapiraca-AL.*

Atributos Químicos													
pH	K <sup>+</sup>	P	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>		
		-----ppm-----		-----mg dm <sup>-3</sup> -----					-----ppm-----				
5,3	70	7	14	0,7	0,5	0,0	3,5	92,70	1,49	1,55	14,66		
CTC efetiva		V (%) (Sat. De Bases)				Matéria Orgânica Total (%)							
1,44		29,2				0,57							
Atributos Físicos													
Areia	Silte	Argila	Porosidade	Classificação Textural				Densidade					
-----%-----				Areia Franca				Solo	Partícula				
								-----g /cm <sup>-3</sup> -----					
82,6	7,05	10,39	38,1					1,33	2,72				



**Figura1.** Crescimento do milho, em A: Altura de planta em B: diâmetro do caule.



Clorofila a e em C: clorofila b.

