

## Resumo

O milho é cultivado em todo o Brasil, tem grande importância econômica, devido às diversas formas de sua utilização, desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia e utilização na produção de biocombustíveis, sendo que a produtividade do milho na região nordestina é baixa em decorrência da predominância de sistemas de produção que utilizam pouca ou nenhuma tecnologia e apresentam insuficiência e irregularidade pluviométrica. Ante o exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação calculadas através de percentuais de evaporação do tanque classe "A" (20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 e 140% da ECA), no crescimento da cultura do milho BRS catingueiro na região do cariri cearense. Avariável de crescimento, altura caulinar, foi influenciada pelas lâminas de irrigação utilizadas, apresentando maior valor com uma lâmina referente a 80% da ECA e as variáveis diâmetro caulinar e massa seca da parte aérea (caule e folhas) não foram influenciadas pelas lâminas de irrigação utilizadas.

**Palavras chave:** Manejo de irrigação, tanque classe A, *Zea maysL.*, lâminas de irrigação.

## Crescimento do milho BRS catingueiro irrigado no cariri cearense

Rubenildo Batista Ribeiro<sup>1</sup>

Clayton Moura Carvalho<sup>2</sup>

Hernandes Oliveira Feitosa<sup>3</sup>

Simone Oliveira Feitosa<sup>4</sup>

Silvaneide Lôbo Silva<sup>4</sup>

## Growth of corn BRS catingueiro irrigated in cariri Ceará

### Abstract

Corn is grown throughout Brazil, has great economic importance due to various forms of use, from food and feed to the high-tech industry and use in biofuel production, and productivity of corn in Northeast It is low due to the predominance of production systems that use little or no technology and have insufficient rainfall and irregularity. Based on the foregoing, the aim of this study was to evaluate the effects of different irrigation levels calculated by evaporation percentage of tank class "A" (20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 and 140% ECA) the growth of the corn BRS catingueiro in Ceará cariri region. The growth variable, stem height, was influenced by irrigation levels used, with higher value with a blade referring to 80% of the ECA and the variables stem diameter and dry mass of shoots (stems and leaves) were not affected by blades Irrigation used.

**Key words:** Irrigation management, tank class A, *Zea maysL.*, irrigation levels

Received at: 04/06/15

Accepted for publication at: 04/11/15

1 Aluno Curso de Especialização em Agricultura Irrigada e Meio Ambiente - CEAMA. Faculdade de Tecnologia Centec Cariri; rubenildo.ribeiro@hotmail.com.

2 Dr. Professor do Curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem; Faculdade Tecnologia Centec - FATEC, Cariri. Juazeiro do Norte-Ce. Email: carvalho\_cmc@yahoo.com.br.

3 Dr. Professor Faculdade Tecnologia Centec - FATEC, Cariri. Juazeiro do Norte-Ce. Email: hernandes.oliveira@gmail.com.

4 Departamento de Engenharia Agrícola, Área de Irrigação e Drenagem, Faculdade de Tecnologia Centec Cariri. Email: simone1989@outlook.com; silvaneide123@hotmail.com;

## Crecimiento del maíz BRS catingueiro de regadío en el Cariri Cearense

### Resumen

Se cultiva el maíz en todo el Brasil, tiene gran importancia económica debido a diversas formas de uso, desde en la alimentación humana y animal hasta la industria de alta tecnología y utilización en la producción de biocombustibles, siendo que el rendimiento de maíz en la región nordeste es baja debido a la predominancia de los sistemas de producción que utilizan poco o nada de tecnología y por insuficiencia e irregularidad de precipitaciones. Debido al expuesto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de diferentes láminas de riego calculadas en función del porcentaje de evaporación del tanque clase "A" (20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 y 140% de la ECA), en el crecimiento del BRS catingueiro en la región de Cariri Ceará. La variable crecimiento altura del tallo, fue influenciado por manejo del riego utilizado, con mayor valor con lámina referente a 80% de la CEA y las variables diámetro del tallo y de la masa e la parte aérea (tallos y hojas) no fueran afectadas por los niveles de riego utilizado.

**Palabras clave:** gestión del riego, tanque clase A, *Zea mays L.*, niveles de riego.

### Introdução

O milho (*Zea mays L.*) originário da América Central e cultivado em todo o Brasil, tem grande importância econômica, devido às diversas formas de sua utilização, desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia e utilização na produção de biocombustíveis (FORNASIERI FILHO, 2007). Segundo DANTAS JÚNIOR et al. (2011), o milho, planta da família das Gramíneas (Poacea) e do gênero Zeapertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo. Em território brasileiro o cultivo do milho é muito expressivo, sendo produzido em praticamente todo o território.

A cultura do milho apresenta alto potencial de produção, porém, a produtividade média brasileira é baixa (3.620 kg ha<sup>-1</sup>), quando comparada à da China (5.560 kg ha<sup>-1</sup>) e Estados Unidos (9.660 kg ha<sup>-1</sup>) (AGRIANUAL, 2011). No Brasil, dentre os principais fatores que contribuem para a baixa produtividade do milho, destacam-se o clima, o potencial genético e o manejo de nutrientes e pragas (HOEFT, 2003).

Segundo MATZENAUER (1994), BERGONCI et al. (2001), BERGAMASCHI et al. (2004) e DANTAS JÚNIOR et al. (2004), as oscilações nas safras de milho nas principais regiões produtoras do Brasil estão definitivamente associadas à disponibilidade de água, sobretudo no período crítico da cultura, que vai do pendoamento ao início do enchimento de grãos.

COSTA et al. (2008a) enfatizam que a produtividade do milho na região nordestina é baixa em decorrência da predominância de

sistemas de produção que utilizam pouca ou nenhuma tecnologia e apresentam insuficiência e irregularidade pluviométrica. Ou seja, a produção de milho é extremamente afetada por deficiências hídricas durante o estabelecimento da cultura. Se o déficit hídrico ocorrer no período crítico, a recuperação da capacidade produtiva da cultura não ocorrerá de forma satisfatória, e a produção final será severamente afetada (MELO et al., 2010).

Segundo BERGAMASCHI et al. (2006), as reduções mais severas na produção ocorrem em decorrência de déficit hídrico nas fases de polinização, formação do zigoto e desenvolvimento inicial do grão.

Dentre os diversos usos dos recursos hídricos, a irrigação destaca-se pela importância socioeconômica em regiões agrícolas áridas e semiáridas, onde é praticada para suplementar a precipitação natural no atendimento das necessidades hídricas das culturas evitando a ocorrência de déficit hídrico em fases cruciais para o desenvolvimento e produção das culturas. Para otimização do uso de recursos hídricos disponíveis, é de fundamental importância, na elaboração de um projeto de sistema de irrigação racional, o conhecimento da demanda de água das culturas, do processo de retenção de água nos solos, da contribuição das chuvas e das perdas operacionais (FARIA et al., 2000).

Ante o exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação calculadas através de percentuais de evaporação do tanque classe "A", no crescimento da cultura domilho BRS catingueiro.

## Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem da Faculdade de Tecnologia Centec Cariri - FATEC Cariri, pertencente ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC, situada no município de Juazeiro do Norte-CE, com as coordenadas geográficas 07°12'47"S, 39°18'55"W.

O município de Juazeiro do Norte-CE, localizado a 377 metros de altitude, apresenta um clima entre Tropical Semiárido à Tropical Semiárido Brando, com temperatura média de 24 a 26°C, tendo o período chuvoso de janeiro a maio. A média pluviométrica é de 925 mm (LIMA et al., 2012).

Dentro dos tipos climáticos de Köppen (KÖPPEN e GEIGER, 1928), pode-se identificar, como predominante em Juazeiro do Norte, a classe climática BSW'h', isto é, Clima Semiárido, com curta estação chuvosa começando no verão e atingindo seu auge na transição verão-outono (TAVARES et al., 2009), estando sob a ação das chuvas provenientes de deslocamentos da Massa Equatorial-Norte, que tem seu maior deslocamento para o Sul no outono (máximos pluviométricos nessa estação e mínimos na primavera), apresentando temperatura superior a 18 °C no mês mais frio (SILVA et al, 2010).

As mudas do milho BRS catingueiro foram produzidas em bandejas de isopor, com 200 células, sendo utilizado como substrato vermiculita. Após 21 dias da semeadura as mudas foram transplantadas para o campo experimental para início dos tratamentos com as lâminas de irrigação

Os tratamentos consistiram de sete lâminas de irrigação provenientes de diferentes percentuais da Evaporação do Tanque Classe "A" - ECA: T1 (20% da ECA), T2 (40% da ECA), T3 (60% da ECA), T4 (80% da ECA), T5 (100% da ECA), T6 (120% da ECA) e T7 (140% da ECA).

A irrigação foi realizada através de um sistema de irrigação localizado gravitacional com tubos gotejadores não compensantes do tipo NaanTIF 25 de 16 mm, da NAANDANJAIN®, trabalhando com uma pressão média de 4,5 mca e vazão nominal de 0,79 L h<sup>-1</sup>, espaçados de 0,4 m, sendo um emissor para cada planta, a uma distância de 0,10 m do caule.

As lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos foram independentes e controlados por registros de linha, conforme o tempo de irrigação diário quantificado a partir da evaporação medida no tanque Classe "A" - ECA, conforme equação 1.

$$T = \frac{(f * ECA * E * Ep * F)}{(E * Q)}$$

Em que:  $T_i$  é o tempo de irrigação, em h;  $f$  é um fator de ajuste de 0,20; 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20 ou 1,40 em função do % da evaporação medida no tanque classe "A" (variável em conformidade com os tratamentos utilizados), em %; ECA é a evaporação medida no tanque classe "A", em mm dia<sup>-1</sup>;  $E_l$  é o espaçamento entre linhas de plantas, em m (1 m);  $E_p$  é o espaçamento entre plantas, em m (0,4 m);  $F_c$  é o fator de cobertura do solo, adimensional, verificado através do sombreamento da planta no espaçamento utilizado pela mesma;  $E_i$  é a eficiência de irrigação, adimensional (valor que será encontrado mediante avaliação do sistema de irrigação em campo);  $Q_g$  é a vazão do gotejador, em L h<sup>-1</sup>.

A caracterização do crescimento do milho BRS catingueiro foi realizada até os 60 DAP (dias após o plantio), utilizando-se o estudo dos seguintes parâmetros:

Altura caulinar da planta (AC), em cm, determinada com a utilização de uma régua graduada, desde a superfície do solo até a dominância apical.

Diâmetro caulinar (DC), em mm, determinado com o auxílio de um paquímetro digital, verificando-se o diâmetro do caule da planta.

Massa Seca do Caule (MSC), em kg, determinada através da pesagem em balança de precisão do caule seco em estufa.

Massa Seca da Folha (MSF), em kg, determinada através da pesagem em balança de precisão das folhas secas em estufa.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos: T1 (20% da ECA), T2 (40% da ECA), T3 (60% da ECA), T4 (80% da ECA), T5 (100% da ECA), T6 (120% da ECA) e T7 (140% da ECA), com cinco repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA); posteriormente, quando os dados foram significativos pelo teste F, os efeitos das lâminas decorrentes de diferentes percentuais de evaporação do tanque classe "A" foram submetidos à análise de regressão buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Na análise de regressão as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ); os estudos da análise de variância e análise de regressão foram

realizados com o auxílio de planilhas eletrônicas do Excel utilizando-se o software "Assistat 7.7 Beta" (SILVA e AZEVEDO, 2009).

## Resultado e discussão

Com base nos resultados obtidos pelo quadrado médio da análise de variância apresentados na Tabela 1, observa-se que não houve efeito significativo da lâmina de irrigação para a cultura do milho BRS catingueiro, exceto na variável da altura caulinar da planta que apresentou diferença estatística em nível de 5% de probabilidade.

No que diz respeito as variáveis de diâmetro caulinar e massa seca da parte aérea das plantas de milho, resultados contrários foram encontrados por DANTAS JÚNIOR et al. (2011) estudando o milho BRS catingueiro, onde afirmam que estas variáveis foram influenciadas pelas lâminas de irrigação. Já KAYA et al. (2006) afirmam em seu estudo que amassa seca da parte aérea foi significativamente reduzida pelo estresse hídrico.

COSTA et al. (2008b) estudando a produção de matéria seca de cultivares de milho (BR-106 e M-21) sob diferentes níveis de estresse hídrico concluíram que a redução do nível de água disponível afetou negativamente a produção de matéria seca da parte aérea das plantas.

A aplicação das lâminas de irrigação calculadas através dos diferentes percentuais da evaporação do tanque classe "A", 20, 40, 60, 80, 100; 120 e 140% proporcionaram valores médios da altura caulinar de 100,40; 113,60; 116,00; 144,60; 141,00; 128,20 e 108,60 cm, respectivamente.

Quanto à análise de regressão da altura caulinar em relação as lâminas de irrigação calculadas sob diferentes percentuais de evaporação do tanque classe "A" - ECA, verificou-se que o modelo polinomial de 2º grau foi o que melhor se ajustou, apresentando coeficiente de determinação de 0,80 (Figura 1)

Resultados semelhantes foram observados por

DANTAS JÚNIOR et al. (2011), onde concluíram que os efeitos de lâmina de irrigação sobre o comprimento do caule do milho foram significativos na fase em que a planta apresentava 2 folhas totalmente expandidas (modelo quadrático), 6 folhas totalmente expandidas (modelo quadrático), 8 folhas totalmente expandidas (modelo quadrático), na fase de floração (modelo quadrático) e na fase de produção da cultura (modelo linear crescente).

Os mesmos autores observaram que as maiores alturas caulinares do milho foram encontrados com a lâmina correspondente a 0,75 da ETc para as fases de avaliação de 2 e 4 folhas totalmente expandidas, com a lâmina correspondente a 1,00 da ETc para a fase de crescimento de 8 folhas totalmente expandidas e com a lâmina correspondente a 1,25 da ETc nas fases de floração e produção. E ainda que as menores alturas caulinares para todas as fases de avaliação foram encontradas com a menor lâmina utilizada, correspondente a 0,50 da ETc.

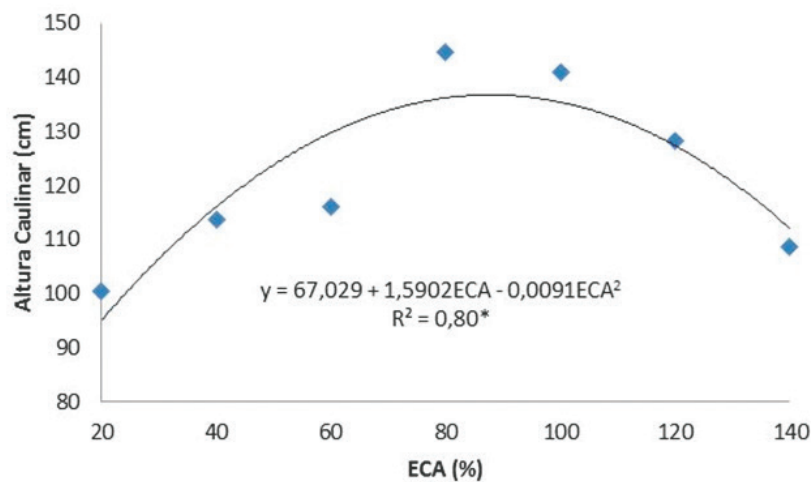
De acordo com MATTOS et al. (2005) a deficiência hídrica interfere na fisiologia e na morfologia das plantas, a ponto de causar, conforme a magnitude, severas limitações no desenvolvimento da planta. BERGAMASCHI et al. (2004) acrescentam que o período crítico em que o milho necessita de aporte hídrico máximo, vai da fase do pendoamento (ou floração masculina) ao início de enchimento de grãos.

Segundo PEGORARE et al. (2009), as relações entre o estresse hídrico e o desenvolvimento dos vegetais são muito complexas, dado ao elevado número de processos fisiológicos envolvidos, que são afetados de modos e intensidades diferentes com relação à disponibilidade de água no solo entretanto, a menor disponibilidade de água atua direta e fisicamente, reduzindo o crescimento das plantas pela diminuição da turgescência celular, exercendo efeito negativo, sobretudo na fase inicial da expansão celular; portanto, há intensa redução da taxa de crescimento da área foliar que se constitui em um dos primeiros sintomas da deficiência hídrica na planta.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a altura caulinar (AC), diâmetro caulinar (DC), massa seca do caule (MSC) e massa seca da folha (MSF) em função das diferentes lâminas de irrigação decorrentes das diferentes percentuais de evaporação do tanque classe "A".

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		AC (cm)	DC (mm)	MSC (kg)	MSF (kg)
Lâminas	6	1385,42857*	15,94478 <sup>ns</sup>	0,00233 <sup>ns</sup>	0,03075 <sup>ns</sup>
Resíduo	28	417,05714	14,17064	0,00471	0,01245
CV	(%)	16,77	16,43	48,33	95,84

(\*\*) Efeito significativo a 1% e (\*) a 5% de probabilidade; (ns) não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F



**Figura 1.** Altura caulinar do milho BRS catingueiro em função das lâminas de irrigação determinadas a partir de diferentes percentuais de evaporação do tanque classe A

## Conclusões

A variável de crescimento, altura caulinar, foi influenciada pelas lâminas de irrigação utilizadas, apresentando maior valor com uma lâmina referente a 80% da ECA.

As lâminas de irrigação utilizadas não interferiram no diâmetro caulinar nem na massa seca da parte aérea (caule e folhas) do milho BRS catingueiro.

## Agradecimento

Os autores agradecem ao Curso de Especialização em Agricultura Irrigada e Meio Ambiente - CEAMA e a Faculdade de Tecnologia Centec Cariri - FATEC Cariri por todo o apoio na realização deste trabalho.

## Referências

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Agors, 2011.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F. HECKLER, B. M. M. Distribuição Hídrica no Período Crítico do Milho e Produção de Grãos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit Hídrico e Produtividade na Cultura do Milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 7, p. 949-956, 2001.

COSTA, C. T. F.; PEREIRA, L. G. R.; ANTOS, R. D.; NEVES, A. L. N.; ARAÚJO, G. G. L.; BARREIROS, D. C.; ARAGÃO, A. S. L. Produtividade e características agrônômicas de sete genótipos de milho na região do sub-médio do vale do São Francisco. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, V, Aracaju- SE, 2008a.

- COSTA, J. R. da; PINHO, J. L. N. de; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.12, n.5, p.443-450, 2008b.
- DANTAS JÚNIOR, E. E.; GARÓFALO, L. H.; COSTA, F. A. M. da; KORNDORFER, G. H. Desenvolvimento de milho irrigado e adubado com silicato de cálcio e magnésio. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.5, n. 4 p. 337-350, 2011.
- FARIA, R. A. de; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, C. A. A. S. Demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho no estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.1, p.46-50, 2000.
- FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 576 p.
- HOEFT, R. G. Desafios para obtenção de altas produtividades de milho e soja nos EUA. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, v. 104, n. 1, p. 1-4, 2003.
- KAYA, C.; TUNA, L.; HIGGS, D. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, v. 29, p. 1469-1480, 2006.
- KÖPPEN, W., GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.
- LIMA, G. G. de; RIBEIRO, S. C. Geomorfologia e paisagem do município de Juazeiro do Norte/CE: relações entre a natureza semiárida e os impactos antrópicos. *Revista Geonorte, Edição Especial*, v. 2, n.4, p.520-530, 2012.
- MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.746-754, 2005.
- MATZENAUER, R. Modelos agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul. 1994. 172 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MELO, T. M. de; WOTTRICH, I.; LOUZADA, J. A.; HELFER, F. Avaliação do atendimento da demanda hídrica da cultura do milho através da subirrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.4, n.4, p.226-233, 2010.
- PEGORARE, A. B.; FEDATTO, E.; PEREIRA, S. B.; SOUZA, L. C. F.; FIETZ, C. R. Irrigação suplementar no ciclo do milho "safrinha" sob plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.3, p.262-271, 2009.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, S. M. A.; LIMA, G. G.; REIS, G. P.; SOUZA, G. B. B.; LIMA, F. J.; RIBEIRO, S. C. Análise das precipitações pluviométricas na sub-bacia do rio salgado, sul cearense (1979 - 2008). In: Simpósio Nacional de Climatologia Geográfica, 9, 2010, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2010. 1CD.
- TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H. de; COSTA, C. T. F. de; SILVEIRA, J. das G. P. da; ALMEIDA JÚNIOR, F. J. B. de. Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. *Rev. Esc. Minas*, v.62, n.2, 2009.