

Aspectos químicos e físicos dos grãos de milho doce sob estresse hídrico Chemical and physical aspects of sweet corn under water stress

Marta G.P. Ferreira¹; Marcos E.B. Brito^{2*}; Franciscleudo B. da Costa²; Geraldo D. de Araújo Filho¹; Francisco C.G. Alvino³

RESUMO: O cultivo de plantas de importância econômica na região semiárida, a exemplo do milho doce, é uma alternativa ao sistema produtivo, contudo deve-se conhecer as características físicas e químicas dos frutos e grãos sob déficit hídrico. Assim, objetivou-se estudar os aspectos químicos e físicos de frutos e grãos do milho doce sob estresse hídrico no semiárido da Paraíba. Em um delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, estudou-se cinco lâminas de irrigação determinadas a partir da evapotranspiração (ET_c) da cultura do milho doce (40, 60, 80, 100 e 120% da ET_c), em área experimental do Campus de Pombal, da Universidade Federal de Campina Grande, sendo a unidade experimental composta por oito plantas úteis. Avaliou-se os aspectos físicos das espigas e dos grãos e químicas dos grãos de milho doce. A maior produção é maior nas lâminas superiores a 80% da ET_c, sendo esta indicada para o sistema de produção de milho doce no semiárido. O déficit hídrico não compromete as características físicas dos grãos, fato que pode ser relacionado às precipitações no final do ciclo; O déficit hídrico não compromete as características químicas dos grãos, fato que pode ser relacionado às precipitações no final do ciclo.

Palavras-chave: *Zea mays* L., qualidade, irrigação

ABSTRACT: The cultivation of plants of economic importance in the semiarid region, such as sweet corn, is an alternative to the production system, however, should know the limitation of production and growth due to water deficit. In order to evaluate the ecophysiological aspects of sweet corn, under water stress in semi-arid region of Paraíba, BR. Were study, in randomized block design, with four replications, five irrigation depths, determined from of sweet corn evapotranspiration (40, 60, 80, 100 and 120% of ET_c) in the experimental area of the Campus de Pombal, Universidade Federal de Campina Grande, and the experimental unit consisted of eight plants. Were evaluated the growth, the formation of biomass, production and physiological aspects of culture; the data were submitted to variance analysis by 'F' test (p <0.05) and polynomial regression analysis. The more yield in irrigations levels of 80% ET_c, which is suitable for the sweet corn production system in the semi-arid. Drought does not affect the physical and chemical characteristics of the grains, which may be related to rainfall at the end of the cycle.

Keywords: *Zea mays* L., plant yield, irrigation

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria-prima para indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas energéticas acumuladas nos grãos (WEILAND, 2006; SCHITTENHELM, 2008). No Brasil, é o principal cereal produzido, sendo cultivado em cerca de 14,4 milhões de hectares, com uma produtividade média de 4 t ha⁻¹ (IBGE, 2009).

Acrescente-se a isso, sua importância na cadeia social, econômica e alimentar do brasileiro, notadamente, por ser relacionada a uma cultura típica da Agricultura familiar. Conforme Kwiatkowski & Clemente (2007), a exploração da cultura é realizada durante todo o ano utilizando-se irrigação e o escalonamento da produção, permitindo um fluxo constante do produto para a comercialização.

O Brasil, como grande produtor de milho comum, apresenta, também, grande potencial à produção de milho doce. No entanto, há pouco conhecimento por parte dos consumidores deste produto, além de baixa

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 21/07/2011; aprovado em 13/11/2011

¹ Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, CCTA / UFCG, Pombal, PB.

² Prof. Adjunto do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pós Graduação em Sistemas Agroindustriais, UFCG, Pombal, PB. marcoseric@ccta.ufcg.edu.br, franciscleudo@ccta.ufcg.edu.br

³ Estudante do curso de Agronomia da UAGRA / CCTA / UFCG, Pombal, PB.

disponibilidade de sementes para os agricultores, o que restringem o cultivo desta planta (TEIXEIRA et al., 2001).

O milho doce pode ser destacado pela maior palatabilidade, sendo potencial para o cultivo como espécie hortícola, acreditando-se que, em pouco tempo, esta cultura possa se tornar uma importante fonte de renda no Brasil, notadamente em regiões semiáridas, já que tem um maior valor agregado e poder ser comercializada na forma miniprocessada (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007).

Alguns autores têm estudado a cultura do milho em condições de déficit hídrico, como Wu et al. (2011) que estudaram o crescimento e a transpiração do milho em casa de vegetação sob deficiência hídrica, observando redução na formação de fitomassa e na transpiração, quando a umidade nos vasos foram inferiores a 90%. Já Schittenhelm (2010), estudando a cultura do milho em consórcio com sorgo e girassol, informa que o milho tem potencial de produção mesmo em anos com baixa disponibilidade hídrica. Segundo Chun et al. (2010), a redução da disponibilidade hídrica ocasiona estresse às plantas de milho e reduz o crescimento das plantas, mesmo sob condições de atmosfera modificada com aumento de CO₂. Do mesmo modo, Rivera-Hernández et al. (2009) estudaram a cultura sob diferentes tensões de umidade do solo e adubação com fosfato, sendo verificado redução no crescimento.

O miniprocessamento do milho doce pode ser de grande valia para garantir a produção da cultura, já que, quando colhido verde, ele tende a perder as características organolépticas em um dia, fato que pode ser suprido pelo uso desta tecnologia. Todavia, não se tem informações sobre as características químicas e físicas do milho doce miniprocessado e submetido a lâminas de irrigação. Sendo esta uma das formas de garantir a produção de uma cultura rentável, considerando, ainda, o uso eficiente da água na irrigação.

Deste modo, considera-se que o milho é limitado pelas condições de estresses comuns em regiões tropicais, incluindo solos ácidos e secos (MAIA et al., 2007); e que o cultivo na região semiárida brasileira deve levar em consideração, entre outros fatores, a limitação da quantidade de água durante o ano. O que permite gerar estratégias para obter rendimentos economicamente viáveis e com maior eficiência no uso da água.

Neste sentido, objetivou-se estudar os aspectos químicos e físicos de frutos e grãos de milho doce sob estresse hídrico na Região do semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo, na Universidade Federal de Campina Grande, Câmpus de Pombal, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, entre os meses de novembro de 2010 a fevereiro 2011.

O clima disposto na região do experimento é do tipo BSh, conforme classificação de Koopen, ou seja, semiárido quente e seco, com precipitação média de 750mm, e evaporação média anual de 2000 mm. Observando-se, durante a condução do experimento as

condições de precipitação e evaporação, sendo estas obtidas por meio de um pluviômetro e do método de Penman-Monteith-FAO (ALLEN, 1998), respectivamente, indicadas na Figura 1.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, estudando-se cinco lâminas de irrigação, determinadas a partir da evapotranspiração da cultura (ETc) do milho doce (40, 60, 80, 100 e 120% da ETc) repetidos em quatro blocos, com a unidade experimental composta por 8 plantas úteis.

As sementes de milho doce utilizadas pertencem a variedade BR 400, produzida e disponibilizada pela EMBRAPA. Na semeadura foram utilizadas duas sementes por cova, no espaçamento de 0,15 m entre plantas e 0,8 m entre linhas, numa área de 105 m² (7 x 16 m), gerando uma densidade de plantio de 83.333 plantas por hectare.

O manejo da irrigação e a aplicação dos tratamentos foram realizados por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, com a lâmina determinada a partir do modelo de Penman Monteith – FAO; o cálculo da ETc foi estimado pelo produto entre a lâmina evaporada e o coeficiente de cultura (Kc), conforme descrito em Resende et al. (2003).

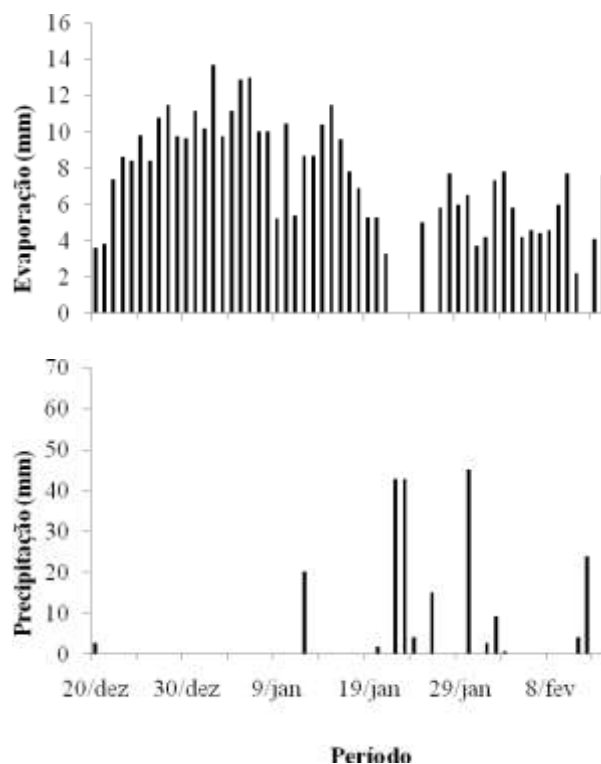


Figura 1. Evaporação e precipitação durante a condução do experimento de milho doce. Pombal, PB, 2011.

O início dos tratamentos foi realizado aos 30 dias após a semeadura (DAS), observando-se que, até este momento, todas as plantas receberam a lâmina equivalente a 100% da ETc. A partir do início dos tratamentos as lâminas foram aplicadas conforme evapotranspiração da cultura multiplicada pelo fator da lâmina. Ressalta-se, ainda, que o turno de rega foi intermitente, com duas

irrigações diárias, às 9 horas da manhã e às 17 horas da tarde, visando garantir menor estresse pelo aumento da temperatura do solo. Na Tabela 1 encontram-se os dados das lâminas de irrigação, precipitação e lâmina total aplicada na cultura do milho doce durante o período de cultivo. Podendo-se observar que a lâmina total variou entre 506,1 e 854,5 mm.

Para o manejo nutricional e tratos culturais, adotaram-se as recomendações contidas em Duarte et al. (2006), considerando-se as características químicas do solo. As aplicações foram realizadas via água de irrigação, adotando-se um turno de fertilização de 7 dias.

Tabela 1. Dados das lâminas de irrigação, precipitação e lâmina aplicada durante o cultivo do milho doce em função dos tratamentos. Pombal, PB, 2011.

	Irrigação (mm)				
	L1 (40%)	L2 (60%)	L3 (80%)	L4 (100%)	L5 (120%)
Lâmina de irrigação	174,2	261,3	348,4	435,6	522,7
Precipitação	331,9	331,9	331,9	331,9	331,9
Lâmina Aplicada	506,1	593,2	680,4	767,5	854,6

Aos 90 dias após semeadura (DAS) fez a colheita do milho doce verde, sendo o material levado para o laboratório de análise de alimentos do CCTA/UFCG, afim de serem mensuradas as variáveis:

- De produção:** Massa fresca do fruto com palha, após colheita dos frutos colhidos no campo, estes foram pesados em balança analítica (g); foi contado, ainda, o número de grãos por fileira; o número de fileiras por fruto e a massa fresca do fruto sem palha, obtendo-se o peso após descascar os frutos usando-se da mesma balança analítica (g);
- Físicas do fruto:** Comprimento do fruto, medido com uso de uma régua graduada em centímetros, pela distância entre a base da espiga até o seu ápice; Diâmetro basal do fruto, medido com uso de um paquímetro digital na base da espiga; Diâmetro mediano do fruto, medido com um paquímetro digital na metade do comprimento da espiga, e diâmetro apical do fruto, medido no ápice do fruto;
- Físicas dos grãos:** Medidas em 10 grãos por espiga, onde se obteve o comprimento longitudinal do grão, maior largura dos grãos e a menor largura do grãos, sendo as medidas obtidas com um paquímetro digital;
- Químicas dos grãos:** Sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), medido com uso de um refratômetro digital de bancada; Vitamina C, obtido por titulação do suco preparado com os grãos retirados dos frutos (mg/100mL de ácido); Acidez total titulável (mg/100mL de ácido), também obtido por titulação do suco preparado a partir dos grãos e pH, o qual foi medido com um pHmetro digital:

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, ao nível de 5% de significância, havendo significância, os mesmos foram dispostos à análise de

regressão polinomial, ajustado pelo teste de Student a 10% de probabilidade com auxílio do software de análise estatística SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se o efeito das lâminas de irrigação nas características dos frutos, verifica-se efeito significativo das lâminas, apenas, no peso do fruto sem palha (PFSP) (g) do milho doce (*Zea mays* L.) aos 90 dias após semeadura (DAS) (Tabela 2). Constatando-se efeito significativo das lâminas apenas para a variável peso fresco sem palha. Moura et al., (2006), estudando o crescimento e produtividade do milho sob intervalos de irrigação, os quais ocasionaram redução na disponibilidade de água, observaram efeitos significativo no peso de espiga e no número de grão por espiga, corroborando em parte com esses resultados, já que não foi identificado efeito na formação de grãos nas fileiras ou no número de fileiras. Salienta-se, assim, que o maior efeito do estresse está relacionado à formação do grão, e não ao número de grãos, já que o processo de enchimento dos grãos é dependente da disponibilidade hídrica.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis massa fresco do fruto (MFF) (g), número de grão por fruto (NGF), número de fileiras por fruto (NFF) e meso do fruto sem palha (MFSP) (g) para a milho doce em função das lâminas de irrigação aplicadas seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal- PB- 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MFF (g)	NGF	NFF	MFSP(g)
Lâmina	4	1568,425 ^{ns}	15,200 ^{ns}	1,550 ^{ns}	587,500*
Bloco	3	1097,133 ^{ns}	3,933 ^{ns}	2,666*	418,533 ^{ns}
Erro	12	596,591	14,600	0,583	154,200
CV(%)		15,79	11,61	5,16	13,21
Média		154,70	32,90	14,80	94,00

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativos a 1% de probabilidade conforme teste F.

De maneira geral, obtiveram-se, em média 33 grãos por fileira (NGF) e 14 e 16 fileiras, não se observando, contudo, efeito das lâminas de irrigação aplicadas em função da evapotranspiração da cultura, desta forma, o número de grãos por fruto variou entre 448 e 480 grãos por espiga. Silva et al., (2009), avaliando as variáveis número e peso de grãos, observaram que elas não variaram em função dos diferentes períodos de irrigação, porém no tratamento sem irrigação o número de grãos diminuiu e o peso dos grãos aumentou em relação aos outros tratamentos com irrigação diferente do observado neste trabalho. É de se esperar que a planta, visando a proliferação e perpetuação da espécie, não comprometa a formação de materiais propagativos, face ao fato, nota-se, nestas variáveis, mesmo com a redução na disponibilidade hídrica, falta de efeito significativo.

Segundo Magalhães et al. (2002) o número de fileiras por fruto é definido no estágio V8 (estádio

vegetativo com oito folhas), sendo que o estresse hídrico nesta fase é crítico, todavia, ao avaliar as precipitações no período de cultivo, verifica-se que houve chuvas, as quais podem ter contribuído com a definição do número de grãos por fruto.

Estudando-se a massa fresca do fruto sem palha (MFSP) (Figura 2), observa-se efeito significativo das lâminas de água, verificando comportamento quadrático com aumento das lâminas aplicadas com máximo em peso aproximado de 103g por fruto, obtido ao se aplicar a lâmina estimada de 102% da ETc. Caso seja convertido estes dados em kg/ha de milho doce, tem-se uma produção estimada de cerca de 8.560 kg de frutos frescos.

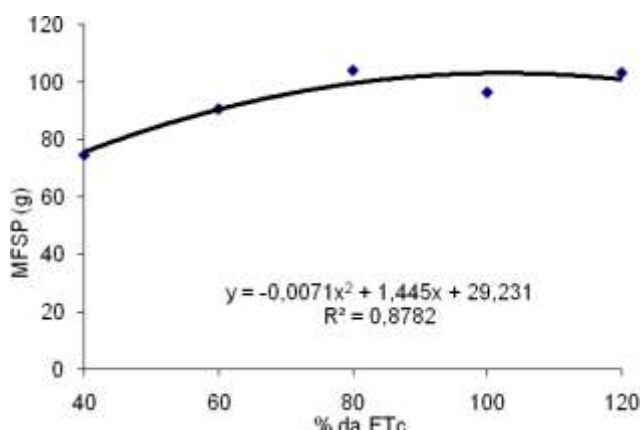


Figura 2. Massa Fresca de Fruto sem palha (MFSP) (g) em função das lâminas de água aplicadas na cultura do milho doce até os 90 dias após semeadura. Pombal - PB, 2011.

Quando se trata de produção de milho doce, tem-se como mercado alvo, o de milho verde, desta forma, o peso do fruto sem palha é uma das variáveis mais importantes na determinação da lâmina adequada. Neste sentido, avaliando os dados per se, verifica-se pouca diferenciação entre as lâminas superiores a 80% da ETc, indicando que esta lâmina seria mais adequada a irrigação, quando se há limitação na disponibilidade hídrica. Todavia, sabendo-se que o milho, conforme descrito por Welcker et al. (2007), é sensível ao estresse hídrico, a redução na disponibilidade hídrica reduz a produção, sendo necessário avaliar a relação custo benefício.

Nas variáveis: comprimento do fruto (CF) (cm), diâmetro basal do fruto (DBF) (mm) diâmetro mediano do fruto (DMF) (mm) e diâmetro do fruto medido no ápice (DAP) (cm) (Tabela 4) do milho doce, não se verificou efeito das lâminas de irrigação aplicadas até os 90 dias após semeadura, conforme teste F ($p < 0,05$). Todavia, tal fato pode estar relacionado ao coeficiente de variação observado nas análises, pois, embora tenha tentado padronizar a colheita dos frutos, uma pequena diferença no estágio de maturação pode promover grandes mudanças nas características físicas dos grãos de milho.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis: comprimento do fruto (CF) (cm) diâmetro do

fruto medido na base (DBF) (mm), diâmetro do fruto medido na região mediana (DMF) (mm) e diâmetro do fruto medido no ápice (DAF) (mm) milho doce em função das lâminas de irrigação aplicadas e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal, PB, 2011.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	CF (cm)	DBF (mm)	DMF (mm)	DAF (mm)
Lâmina	3,200 ^{ns}	7,855 ^{ns}	5,625 ^{ns}	9,375 ^{ns}
Bloco	3,333 ^{ns}	6,733 ^{ns}	12,866*	4,716 ^{ns}
Erro	2,000	2,691	2,991	5,841
CV(%)	9,07	4,81	5,16	9,21
Média	15,0000	34,1000	33,5000	26,2500

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativos a 1% de probabilidade conforme teste F.

De maneira geral, verifica-se que o comprimento do fruto variou entre 13 e 16 cm, com média de 15 cm, e o diâmetro médio dos frutos foi de 31,3 mm, valores considerados baixos quando comparados com os obtidos para o milho comum, todavia, considerando-se que a comercialização do milho doce é feita quando verde, e há um incremento no comércio de mini-milho em conserva, verifica-se potencial na produção deste produto, mesmo nas menores lâminas aplicadas, o que pode permitir uma maior economia no uso da água e garantia da sustentabilidade econômica da propriedade.

Estes dados trazem uma reflexão acerca da importância destas variáveis na qualidade do fruto, notadamente no tocante ao aspecto visual, um fruto que tenha boa formação, com base larga e ponteira larga, tem maior possibilidade de ter maior número de grãos, o que garante a preferência na comercialização e rendimento da produção.

Quanto às características físicas dos grãos, também não houve efeito das lâminas de irrigação, sendo que o comprimento longitudinal do grão (CLG) (mm), a maior largura do grão (LMG) (mm) e a menor largura do grão (LMEG) (mm) do milho doce (*Zea mays* L.) em função das fontes de variação aplicadas até os 90 dias após semeadura (DAS), onde pode-se observar que não houve efeito significativo das lâminas aplicadas em nenhuma das variáveis, fato que demonstra, conforme condições do experimento, que a aplicação de um menor volume de água não foi importante no crescimento em tamanho do grão. Todavia, deve-se salientar que na fase de pendoamento e enchimento de grãos, houve alguns eventos de precipitação no experimento, o que pode explicar, em parte, tal resultado.

Nestas características, os valores médios de comprimento e largura dos grãos foram de 8,05 e 4,8 mm, havendo pequena variação quanto aos tratamentos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento longitudinal do grão (CLG) (mm),

maior largura do grão (LMG) (mm), menor largura do grão (LMEG) (mm) para a milho doce em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal- PB, 2011.

Fonte de Variação	Quadro Médio		
	CLG(mm)	LMG(mm)	LMEG(mm)
Lâmina	0,300 ^{ns}	0,550 ^{ns}	0,075 ^{ns}
Bloco	0,316 ^{ns}	1,200*	0,183 ^{ns}
Erro	0,733	0,283	0,141
CV(%)	10,64	9,18	9,78
Média'	8,0500	5,8000	3,8500

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativos a 1% de probabilidade conforme teste F.

Resumo da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), vitamina C (VITC) (m), (DC) (mm) e Acidez total titulável (ATT) para a milho doce (*Zea mays* L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS) (Tabela 5).constando-se que não houve efeito significativo para nenhuma das variáveis. A composição química dos alimentos varia naturalmente, devido ao grau de maturação e também aos fatores ambientais (MERCADANTE et al.,1997). Indicadores de qualidade, tais como cor, pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis, são empregados para avaliar a qualidade dos alimentos, no período pós-colheita.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), vitamina C (VITC) (m), (DC) (mm) e Acidez total titulável (ATT) para a milho doce em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal-PB- 2011.

Fonte de Variação	Quadro Médio			
	SST	VITC	ATT	pH
Lâmina	0,325 ^{ns}	73,675 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	0,175 ^{ns}
Bloco	8,316 ^{ns}	132,050 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,266 ^{ns}
Erro	3,858	66,675	0,0016	0,141
CV(%)	22,71	70,70	19,49	5,54
Média	8,6500	11,5500	0,2037	6,8000

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativos a 1% de probabilidade conforme teste F.

De maneira geral, analisando-se os aspectos químicos dos grãos de milho, verifica-se que a qualidade dos grãos não foi alterada pelos níveis de irrigação aplicados. Face ao fato, deve-se considerar que no final do cultivo as plantas receberam água de chuvas, principalmente nas fases de floração e frutificação, as quais devem ter interferido, principalmente, nestes resultados. Por outro lado, para viabilizar o cultivo do milho no semiárido, pode-se ater de técnicas como a

irrigação, mesmo que com baixa quantidade a ser aplicada, de modo a garantir a germinação e o crescimento inicial, pois, com a ocorrência das chuvas, não haverá redução na qualidade dos frutos.

CONCLUSÕES

1. A maior produção ocorreu nas lâminas superiores a 80% da ETc, sendo esta indicada para o sistema de produção de milho doce no semiárido.
2. O déficit hídrico não comprometeu as características físicas dos grãos, fato que pode ser relacionado às precipitações no final do ciclo.
3. O déficit hídrico não comprometeu as características químicas dos grãos, fato que pode ser relacionado às precipitações no final do ciclo.

REFERÊNCIAS

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

CHUN, J.A.; WANG, Q.; TIMLIN, D.; FLEISHER, D.; REDDY, V.R. Effect of elevated carbon dioxide and water stress on gas exchange and water use efficiency in corn. **Agricultural and Forest Meteorology**, New Haven, v. 151, p. 378–384, 2011.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOS, M. J. **Sistema de produção de milho e sorgo. Sete Lagoas**, 2006. Disponível em: <<https://www.cnpms.com.br>>. Acesso em: 16 mai. 2011.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, São Carlos, SP. p.255-258, 2000.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: janeiro/2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2010.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 93-103, 2007.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22)

MAIA, P. S. P.; NETO, C. F. O.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S ; COSTA, R. C. L. Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico. **Revista**

- Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 918-920, 2007.
- MERCADANTE, A.Z.; AMAYA, D.B.R.; BRITTON, G. HPLC and mass spectrophotometric analysis of carotenoids from mango. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Washington, v.45, p.120-123, 1997.
- MOURA, E. G. de; TEIXEIRA, A. P. R.; RIBEIRO, V. S.; AGUIAR, A. das C. F.; FARIAS, M. F. de. Crescimento e produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) submetido a vários intervalos de irrigação na região da Pré-Amazônia. **Irriga**, Piracicaba, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2006.
- RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. (Ed). **A cultura do milho irrigado (S. I)**. Embrapa Milho e Sorgo, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 317 p.
- RIVERA-HERNÁNDEZ, B.; CARRILO-ÁVILA, E.; OBRADOR-OLÁN, J.J.; JUÁREZ-LÓPEZ, J.F.; ACEVES-NAVARRO, L.A.; GARCÍA-LÓPEZ, E. Soil moisture tension and phosphate fertilization on yield components of A-7573 sweet corn (*Zea mays* L.) hybrid, in Campeche, Mexico. **Agricultural Water Management**, Bushland, v. 96, p. 1285–1292, 2009.
- SCHITTENHELM, S. Chemical composition and methane yield of maize hybrids with contrasting maturity. **European Journal Agronomy**, Córdoba, v. 29, p. 72–79, 2008.
- SCHITTENHELM, S. Effect of drought stress on yield and quality of maize/sunflower and maize/sorghum intercrops for biogas production. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 196, p. 253–261, 2010.
- TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 483-488, 2001.
- WELCKER, C.; BOUSSUGE, B.; BENCIVENNI, C.; RIBAUT, M.; TARDIEU, F. Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit?: a QTL study of the responses of leaf growth and of Anthesis-Silking Interval to water deficit. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 58, p. 339-349, 2007.
- WEILAND, P. Biomass digestion in agriculture: a successful pathway for the energy production and waste treatment in Germany. **Engineering Life Science**, Dresden, v. 6, p. 302–309, 2006.
- WU, Y.; HUANG, M.; WARRINGTON, D.N. Growth and transpiration of maize and winter wheat in response to water deficits in pots and plots. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v. 71, p. 65–71, 2011.