

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO CULTIVADO NO LITORAL CEARENSE SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO¹

**JOSÉ BRUNO REGO DE MESQUITA²; BENITO MOREIRA DE AZEVEDO³;
GEOCLEBER GOMES DE SOUSA⁴; THALES VINÍCIUS DE ARAÚJO VIANA⁵;
JONNATHAN RICHEDS DA SILVA SALES⁶ E GEOVANA FERREIRA GOES⁷**

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural do Ceará, Campus Picí, Fortaleza, CE, Brasil.

² Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: brunomesquitaufc@hotmail.com

³ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: benitoazevedo@hotmail.com

⁴ Professor Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Avenida da Abolição, 3, centro, 62.790-000, Redenção/CE, Brasil) E-mail: sousagg@unilab.edu.br

⁵ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: thales@ufc.br

⁶ Doutorando Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: jonnathanagro@gmail.com

⁷ Doutoranda Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: ggoes64@gmail.com

1 RESUMO

Na região Nordeste, particularmente no Ceará, a agricultura irrigada contribui significativamente com a produção agrícola, destacando-se a cultura do milho, que apresenta grande importância socioeconômica, contribuindo para a geração de emprego, renda e para fixação do homem no campo. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação no desempenho agrônômico do milho cultivado no litoral cearense em diferentes anos de cultivo. O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, no delineamento experimental em blocos ao acaso, composto de seis tratamentos e cinco repetições. O experimento consistiu na aplicação de lâminas de irrigação com base na evapotranspiração da cultura (ETc), correspondendo aos tratamentos: 30% da ETc, 60% da ETc, 90% da ETc, 120% da ETc, 150% da ETc e 180% da ETc. A utilização da irrigação no cultivo de milho proporcionou maior massa da espiga com e sem palha, maior massa de 1.000 grãos e maior produtividade. A aplicação da lâmina de irrigação corresponde a 120% da ETc promoveu resultados produtivos satisfatórios. Portanto, recomenda-se o uso dessa estratégia de irrigação para o incremento da produção de milho na região do litoral cearense.

Palavras-chave: *Zea mays* L, evapotranspiração, produção.

MESQUITA, J. B. R.; AZEVEDO, B. M.; SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; SALES, J. R. S.; GOES, G. F.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN GROWN ON THE COAST OF CEARÁ UNDER IRRIGATION DEPTHS

2 ABSTRACT

In the Northeast region, particularly in Ceará, irrigated agriculture contributes significantly to agricultural production, with emphasis on corn cultivation, which has great socioeconomic importance, contributing to the generation of employment, income, and the retention of men in the countryside. In this sense, the objective was to evaluate the effect of different irrigation depths on the agronomic performance of corn grown on the coast of Ceará in different growing years. The experiment was conducted in the experimental area of the Agrometeorological Station of the Federal University of Ceará, in a randomized block experimental design, consisting of six treatments and five replications. The experiment consisted of applying irrigation depths based on ET_c, corresponding to the treatments: on crop evapotranspiration (ET_c), corresponding to the treatments: 30% of the ET_c, 60% of the ET_c, 90% of the ET_c, 120% of the ET_c, 150% of the ET_c, and 180% of the ET_c. The use of irrigation in corn cultivation resulted in higher ear mass with and without straw, higher mass of 1,000 grains and higher productivity. The application of an irrigation rate corresponding to 120% of ET_c promoted satisfactory production results. Therefore, it is recommended the use of this irrigation strategy to increase corn production in the coastal region of Ceará.

Keywords: *Zea mays* L., evapotranspiration, production.

3 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da agricultura irrigada contemporânea está diretamente relacionado à questão hídrica. Diante dos efeitos das mudanças climáticas e da falta de políticas mais eficazes de reciclagem da água, ela tende a se tornar cada vez mais limitada, tanto qualitativa quanto quantitativamente (BEZERRA *et al.*, 2020).

Das áreas brasileiras irrigadas, a região Nordeste participa com 14,4%, caracterizando-se por sua semiaridez com alta variabilidade espacial e temporal de chuvas, ocorrendo déficit hídrico nas plantas devido à taxa de evapotranspiração potencial exceder à precipitação durante a maior parte do ano (ANDRADE *et al.*, 2012; ANA, 2021). Desta forma, o uso da irrigação torna-se fundamental para o sucesso das atividades agrícolas.

Na região Nordeste, em especial no Ceará, a agricultura irrigada vem contribuindo com a produção agrícola nos seguimentos da fruticultura, da olericultura, da horticultura e de grãos. Neste último, a

cultura do milho, muito tradicional na região, apresenta relevante importância socioeconômica, sendo a mais cultivada por pequenos, médios e grandes agricultores, contribuindo para fixação do homem no campo, geração de emprego e renda (LOPES, DANTAS; FERREIRA, 2019; CHAIBEN Neto *et al.*, 2022).

Kukal e Irmak (2020) e Li *et al.* (2020) destacam a importância de uma gestão eficiente da água de irrigação agrícola, especialmente para os países em desenvolvimento como o Brasil. No entanto, a produção agrícola brasileira, em muitos casos, é associada ao manejo inadequado da irrigação e adubação, que são fatores que levam à redução da produtividade.

A aplicação de lâminas de irrigação deficitárias acarreta maiores riscos de salinização do solo, enquanto o uso de lâminas excessivas pode provocar a lixiviação de nutrientes. Ben *et al.* (2016) registraram maior produtividade da cultura do milho ao utilizarem uma lâmina de irrigação equivalente a 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c). Por outro lado, Ferreira *et al.* (2021) reportaram

que, para a mesma cultura, o déficit hídrico, com irrigação de lâmina equivalente a 50% da ETc, afetou negativamente a sua produtividade.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação no desempenho agrônomo do milho cultivado no litoral cearense ao longo de diferentes anos de cultivo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 3° 44'S e 38° 33'W e 19,5 m de altitude.

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite (1948), o clima da região é do tipo C₂WA'a', caracterizando-se

como úmido a subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno e evapotranspiração potencial bem distribuída ao longo do ano. A região é caracterizada pelas seguintes condições médias anuais: precipitação de 1.564 mm, temperatura do ar de 27°C e umidade relativa do ar de 80%, de acordo com dados fornecidos pela Estação Agrometeorológica da UFC, situada na área experimental.

O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura areia franca (EMBRAPA, 2018). Para efeito da caracterização físico-química do solo, antes da instalação dos experimentos, foram retiradas, com auxílio de um trado, amostras de solo na camada de 0,0 a 0,2 m de profundidade. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e levadas ao Laboratório de Água e Solo da UFC, onde foram analisadas. Nas Tabelas 1 e 2 é possível observar o resultado da análise físico-química do solo da área experimental nos anos 2011 e 2012.

Tabela 1. Análise físico-hídrica do solo da área experimental

Característica físico-hídricas	Ano 2011	Ano 2012
	Massa específica do solo (kg dm ⁻³)	1,50
Massa específica das partículas (kg dm ⁻³)	2,62	2,59
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0,187	0,192
Ponto de murcha permanente (m ³ m ⁻³)	0,056	0,066
Umidade de saturação (m ³ m ⁻³)	0,430	0,415
pH (água)	6,6	5,9

Fonte: Dados da pesquisa (2011, 2012).

Tabela 2. Análise química do solo da área experimental

Prof. (m)	Complexo sortivo (cmolc dm ⁻³)						% (mg dm ⁻³) (g kg ⁻¹)			
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H ⁺ + Al ²⁺	Al ³⁺	V	P	M.O.
2011										
0,0-0,2	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H ⁺ + Al ²⁺	Al ³⁺	V	P	M.O.
	1,5	1,5	0,23	0,1	3,3	1,15	0,0	74	8,0	7,03
2012										
0,0-0,2	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H ⁺ + Al ²⁺	Al ³⁺	V	P	M.O.
	2,1	1,7	0,07	0,09	3,1	1,15	0,0	76	8,0	8,1

Prof. = profundidade; V = saturação por bases; M.O. = matéria orgânica; P, K, Na: extrator Melich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl; pH em água. Fonte: Dados da pesquisa (2011, 2012).

A cultura utilizada no experimento foi o milho híbrido AG 1051, que se caracteriza por apresentar: um ciclo semiprecoce; porte e inserção da espiga considerada alta; o grão dentado e amarelo; empalhamento excelente; boa qualidade do colmo e sistema radicular; e a produção de grãos como principal finalidade de uso. Apesar dessas características, a escolha desse híbrido ocorreu pelo fato dele ser um dos mais distribuídos aos agricultores da região por Programas do Governo do Ceará de apoio e incentivo à agricultura.

A semeadura foi realizada com o auxílio de uma máquina plantadeira manual (matraca) a uma profundidade de 0,05 m e espaçamento entre plantas de 0,2 m em toda extensão das linhas laterais de irrigação. A adubação foi executada seguindo-se as recomendações de Fernandes *et al.* (1993), sendo aplicados: 90 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P e 30 kg ha⁻¹ de K, nas fontes: ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Aplicou-se metade na fundação e metade na cobertura.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, composto de seis tratamentos (lâminas de irrigação) e cinco repetições. Os tratamentos corresponderam aos níveis de irrigação correspondentes a: 30, 60, 90, 120, 150 e 180% da ETc (mm dia⁻¹). Foram avaliados dois anos consecutivos de cultivo (2011 e 2012).

Para fins de condução e manejo, foi instalado um sistema de irrigação localizada por gotejamento, com linhas espaçadas em 1 m, gotejadores autocompensantes, espaçados em 0,3 m, de vazão de 2 L h⁻¹ a uma pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻². No início de cada linha lateral, foi instalado um registro de gaveta de 16 mm de diâmetro com a finalidade de controlar a lâmina de irrigação.

O manejo da irrigação ocorreu conforme o princípio de lâmina acumulada, dessa forma, a irrigação do experimento foi

realizada baseada na reposição da lâmina de água evapotranspirada durante dois dias consecutivos. A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de Penman-Monteith, tido como referência pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (ALLEN *et al.*, 1998). Os dados climáticos empregados nos cálculos foram obtidos de uma estação meteorológica automática situada ao lado da área experimental.

A evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹, foi calculada a partir da evaporação medida no tanque classe A, conforme a Equação 1.

$$ETc = ECA \times Kp \times Kc \quad (1)$$

Em que:

ETc – Evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹;

ECA - Evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia⁻¹;

Kp - Coeficiente do tanque classe “A”, adimensional;

Kc - Coeficiente de cultivo da cultura, adimensional.

Adotou-se os seguintes coeficientes de cultura (Kc): 0,86 até 40 dias após a semeadura (DAS); 1,23 no período de 41 a 53 DAS; 0,97 dos 54 aos 73 DAS e 0,52 dos 74 DAS até o final do ciclo (SOUZA *et al.*, 2015). Acrescentou-se na lâmina aplicada uma fração de lixiviação de 15% (AYERS E WESTCOT, 1999). O tempo de irrigação foi obtido a partir da Equação 2:

$$Ti = (ETc \times Ep) / (Ea \times q) \times 60 \quad (2)$$

Em que:

Ti - Tempo de irrigação (min);

ETc - Evapotranspiração da cultura no período (mm);

Ep - Espaçamento entre gotejadores;

Ea - Eficiência de aplicação (0,92);

q - vazão (L h⁻¹).

Na Tabela 3, apresenta-se a lâmina total aplicada no experimento durante o ciclo

da cultura de acordo com cada tratamento e ano de avaliação.

Tabela 3. Percentuais da evapotranspiração (ETc) e lâminas de água aplicadas no experimento

Tratamento	ETc (%)	Lâmina de irrigação (mm)	
		2011	2012
Li ₃₀	30	143,2	153,2
Li ₆₀	60	286,4	306,4
Li ₉₀	90	429,6	459,59
Li ₁₂₀	120	572,7	612,69
Li ₁₅₀	150	715,9	775,99
Li ₁₈₀	180	859,1	919,19

Fonte: Dados da pesquisa (2011, 2012).

Aos 85 dias após a semeadura foi realizada a colheita manual das espigas da área útil de cada parcela experimental. Após a secagem dos grãos, as plantas foram analisadas quanto a: massa da espiga com palha (MECP) e sem palha (MESP), massa de 1000 grãos (M1000) e massa da palha (MPE) com o auxílio de uma balança digital com capacidade de medir centésimos de grama. A produtividade de grãos (PROD) foi estimada em kg ha⁻¹.

O teste de Shapiro-Wilk revelou que os dados observados seguiram uma distribuição normal. Dessa forma, procedeu-se à análise de variância com a aplicação do teste F, utilizando o programa ASSISTAT, versão 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2016). Os dados também foram submetidos a modelos de regressão linear polinomial

quadrática com o auxílio do Microsoft Office Excel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabelas 4), as lâminas de irrigação apresentaram efeito significativo para as variáveis: MECP, MESP, M1000 e PROD nos anos de 2011 e 2012. Em 2011, verificou-se, pelo teste F, diferenças entre os tratamentos estatisticamente significativas ao nível de significância de 0,01, enquanto em 2012, essas diferenças se deram ao nível de significância de 0,05. A variável MPE não apresentou efeito significativo em nenhum dos anos avaliados.

Tabela 4. Análise de variância dos dados das massas da espiga com palha (MECP), sem palha (MESP) e da palha da espiga (MPE), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD.) do milho submetido a distintas lâminas de irrigação

Ano	Fonte de variação	Quadrado Médio				CV (%)
		Tratamento	Bloco	Resíduo		
		GL	5	4	20	
2011	MECP	2.608,32**	1.436,33**	264,46	13,68	
	MESP	2.193,47**	963,45**	200,52	14,71	
	MPE	75,15 ^{ns}	40,14 ^{ns}	34,94	26,16	
	M1000	30,03**	14,25 ^{ns}	6,93	8,13	
	PROD	3.510.082**	1.480.365**	257752	13,11	
2012	MECP	3.150,73*	6.225,50**	911,14	21,82	
	MESP	2.929,39*	3.852,48**	953,04	27,53	
	MPE	60,68 ^{ns}	26,49 ^{ns}	27,2	18,18	
	M1000	6,31*	441,34**	15,4	10,95	
	PROD	901,783*	11.702,094**	2314,06	35,23	

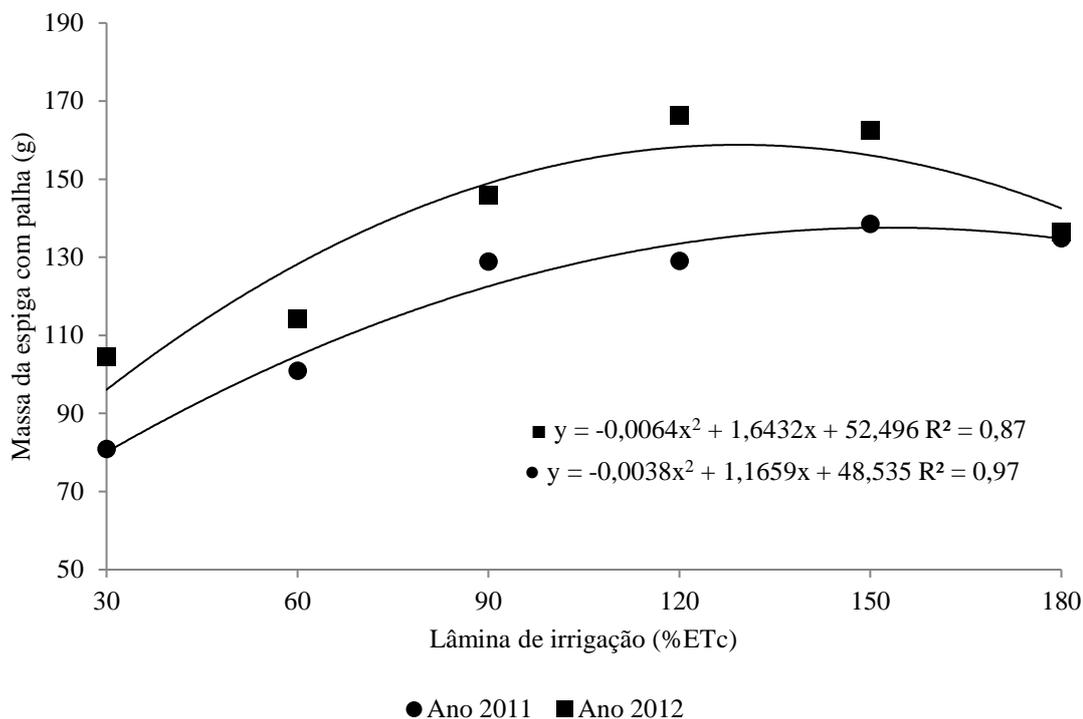
Fonte: Autores (2023).

GL - Grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$); ** significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F ($p < 0,01$). ns - não significativo pelo teste F.

O comportamento da variável MECP nos dois anos de cultivo (2011 e 2012) pode ser observado na Figura 1. Nota-se que ele foi semelhante nos dois anos avaliados, ajustando-se ao modelo polinomial quadrático. Considerando apenas o cultivo realizado em

2011, estimou-se um valor ótimo para a MECP de 138 g, quando aplicada uma lâmina equivalente a 153,4% da ETc. Já para o cultivo realizado em 2012, o valor máximo estimado para essa variável foi de 158 g, quando aplicada uma lâmina equivalente a 128,4% da ETc.

Figura 1. Massa da espiga com palha em função da lâmina de irrigação baseada na evapotranspiração da cultura (ETc)



Fonte: Autores (2023).

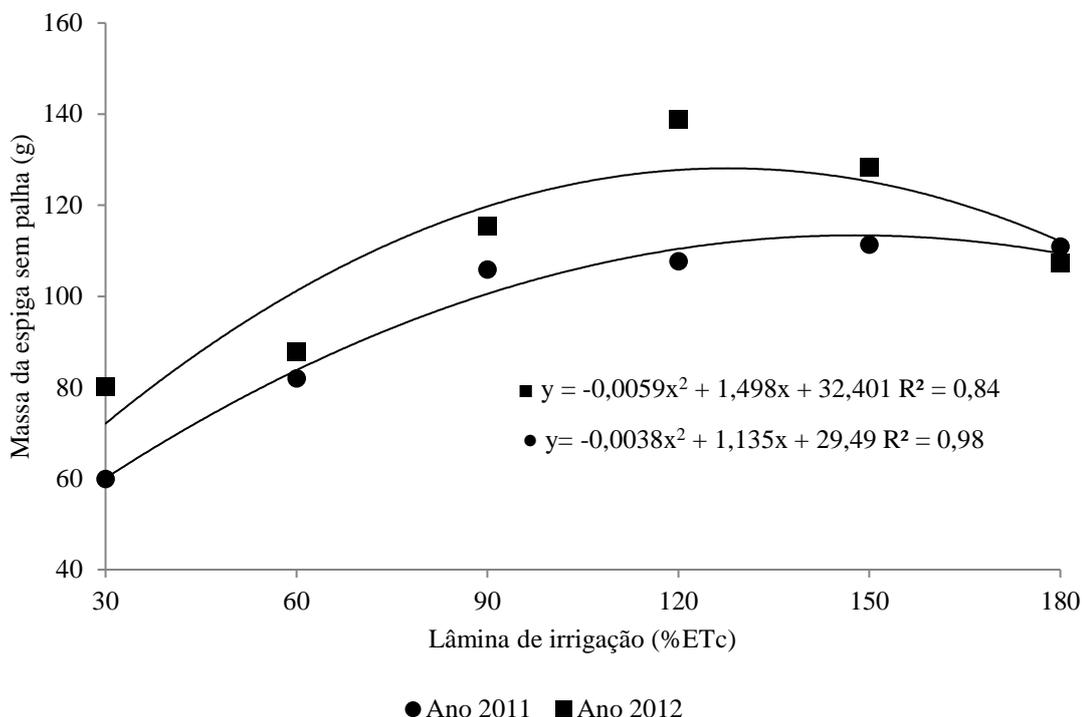
Quando se observa os dois anos agrícolas é possível perceber claramente que a lâmina de irrigação aplicada em 2011 foi cerca de 19,5% maior que a aplicada no cultivo em 2012 (Tabela 3), e este fato foi refletindo na MECP, a qual foi aproximadamente 14% maior em 2012 em comparação a 2011 (Figura 1).

Ferreira *et al.* (2021) afirmam que o estresse hídrico por excesso de umidade abaixo da superfície do solo causa redução no potencial produtivo da cultura. Já Taiz *et al.* (2017) elucidam que o fechamento dos estômatos e a diminuição da fotossíntese são respostas comuns à restrição ou falta de oxigênio no solo causada pelo

encharcamento, impactando a produtividade.

Na Figura 2, encontra-se o comportamento da variável MESP em função da lâmina de irrigação nos dois anos de cultivo (2011 e 2012). O modelo empregado sugere um aumento na massa média por espiga em função do fornecimento crescente de água na cultura até uma lâmina ótima estimada em 149,3% da ETc, obtendo-se a estimativa de 114,2 g para a máxima MESP em 2011. Em 2012, a lâmina ótima estimada foi de 126,9% da ETc para uma máxima MESP estimada em 127,5 g.

Figura 2. Massa da espiga de milho sem palha em função da lâmina de irrigação baseada na evapotranspiração da cultura (ETc)



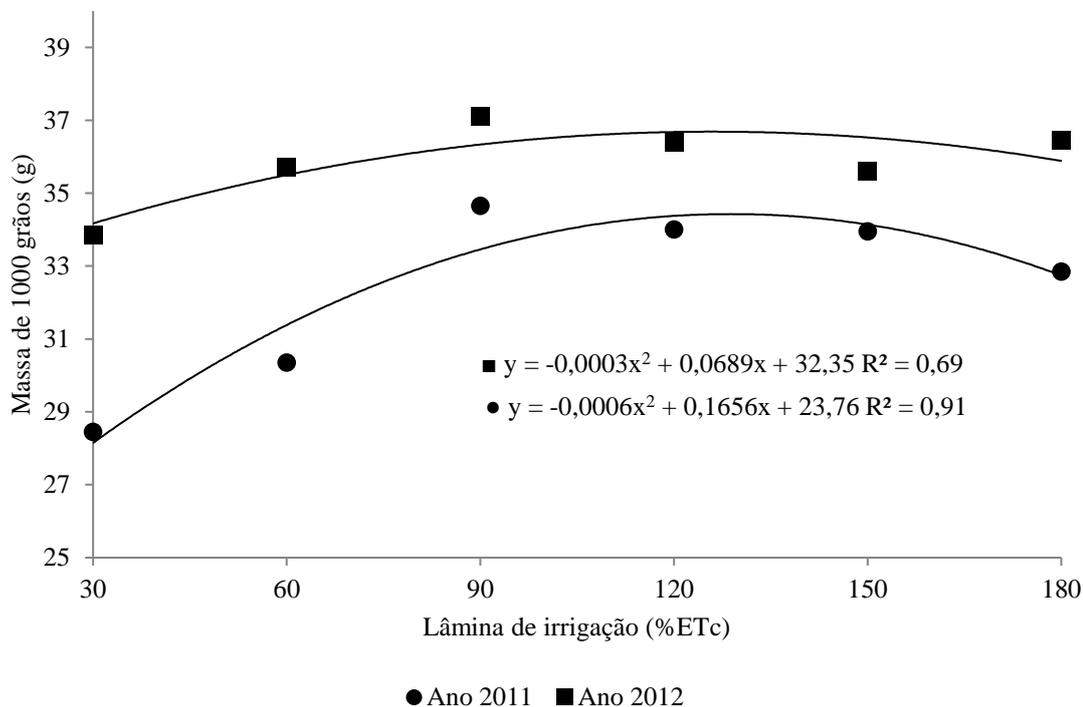
Fonte: Autores (2023).

A utilização de elevadas lâminas de irrigação não se traduziu em maior massa, já que em 2012 a massa das espigas aumentou só 10%, mesmo a cultura tendo recebido maiores volumes de água em comparação ao ano de 2011 (Tabela 3). Isso indica que a aplicação de volumes maiores de água não refletiu, necessariamente, em ganhos produtivos, o que pode estar relacionado à textura arenosa do solo (Tabela 1), a qual favorece uma rápida infiltração da água no perfil (CENTENO *et al.*, 2017).

Os resultados para as variáveis MECP e MESP estão dentro do intervalo encontrado na pesquisa de Blanco, Veloso e Cardoso (2009), estando mais próximos dos valores mínimos, os quais foram 192 g para a MECP e 112 g para a MESP. Ferreira *et al.* (2021) afirmam que a cultura do milho sofre grande influência dos fatores climáticos, principalmente da precipitação pluviométrica.

De acordo com a análise de regressão, independentemente do ano de cultivo, o modelo quadrático foi o que melhor explicou o comportamento da M1000. Verifica-se incrementos conforme há o aumento das lâminas de irrigação, atingindo, em 2011, o valor máximo de 35,2 g para uma lâmina estimada equivalente a 138% da ETc e de 36,3 g em 2012 para uma lâmina estimada correspondente a 114% da ETc (Figura 3). Esse resultado apresenta uma diferença entre o 1º e o 2º ano de apenas 3%, em que, em 2012, obteve-se grãos de maior massa, porém com uma economia de água em torno de 17,4%.

Figura 3. Massa de 1.000 grãos de milho em função da lâmina de irrigação baseada na evapotranspiração da cultura (ETc)



Fonte: Autores (2023).

Taiz *et al.* (2017) relatam que a falta ou excesso de água afetam a síntese, acumulação, partição e translocação de produtos fotoassimilados e influenciam nos componentes de produção em culturas agrícolas, como é caso do milho, reduzindo assim seu rendimento produtivo.

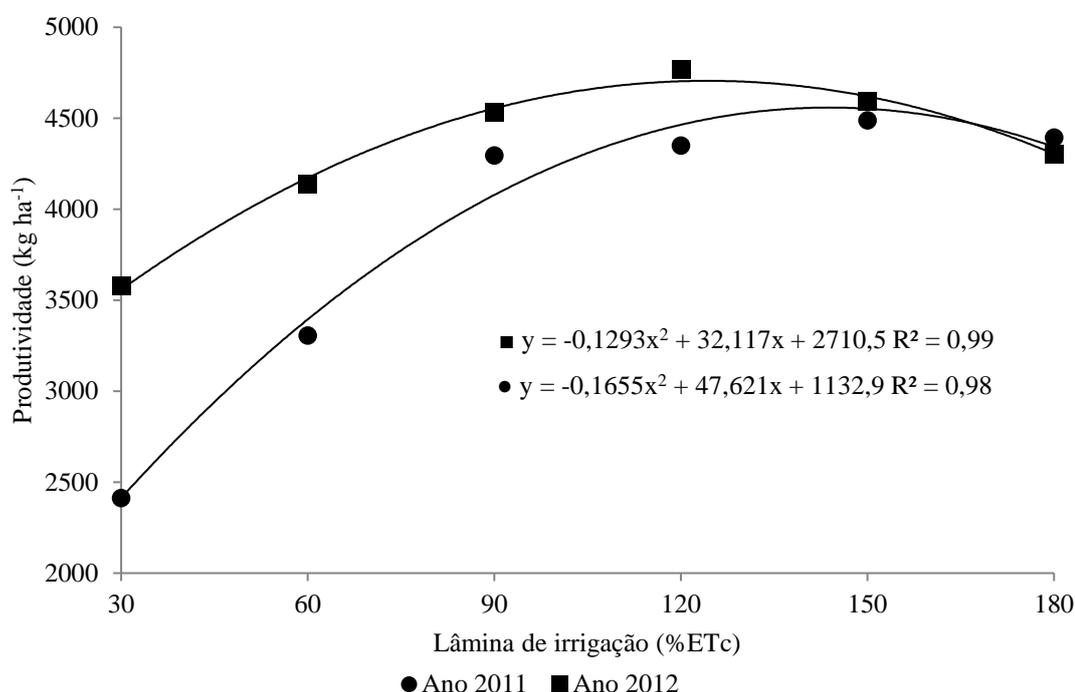
Esperava-se uma resposta semelhante na cultura, independentemente do ciclo produtivo, mas isso não foi observado. Em 2011, os resultados foram inferiores aos de 2012. Esses resultados podem estar relacionados não apenas ao volume e à distribuição das chuvas e à utilização da irrigação, mas também à qualidade estrutural do solo cultivado, à qual é capaz de limitar a capacidade de retenção de água (SAFADOUST *et al.*, 2014).

Práticas de manejo inadequadas podem afetar a infiltração e retenção de água

no solo (BLANCO-CANQUI *et al.*, 2017), influenciando diretamente no crescimento radicular, que por sua vez, afeta o desenvolvimento e a produção da planta.

A produtividade da cultura (Figura 4) apresenta uma tendência crescente à medida que se aumenta a lâmina de irrigação. O modelo estatístico empregado estima uma produtividade máxima para o milho de 4.558,5 kg ha⁻¹ quando aplicada a lâmina de irrigação ótima, estimada em 143,9% da ETc, no cultivo realizado em 2011. Para o cultivo realizado em 2012, verifica-se uma produtividade máxima de 4.704,9 kg ha⁻¹ ao fornecer a lâmina estimada em 124,2% da ETc. É importante destacar a tendência de queda na produtividade após o emprego da lâmina ótima estimada, independentemente do ano de cultivo.

Figura 4. Produtividade da cultura do milho em função da lâmina de irrigação baseada na evapotranspiração da cultura (ETc)



Fonte: Autores (2023).

No comparativo entre os dois anos de cultivo, a lâmina ótima aplicada no cultivo em 2011 foi cerca de 13% maior que a aplicada em 2012, apesar disso, essa maior lâmina não se converteu em aumento de produtividade, uma vez que em 2011 a produtividade máxima foi cerca de 3,5% menor que a de 2012.

As lâminas de irrigação maximizaram a MECP, a MESP e a M1000, que seguiram o mesmo padrão de proximidade dentro de cada ciclo produtivo (Figuras 1, 2 e 3). Assim, nota-se que o comportamento de todas as variáveis analisadas foi semelhante, indicando claramente que o aumento da produtividade da cultura (Figura 4) está diretamente relacionada às lâminas de irrigação.

De maneira geral, o milho expressou menor potencial de produção nos tratamentos com os menores níveis de irrigação, estando correlacionado com as condições de déficit hídrico sofridas, já que as plantas realizam o fechamento dos

estômatos para se protegerem das perdas de água por transpiração, levando à redução da taxa fotossintética (TAIZ *et al.*, 2017).

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os reportados por Martins *et al.* (2016), que verificaram que a produtividade do milho aumentou de acordo com a elevação do volume de água para cada lâmina de irrigação. Ben *et al.* (2016) também observaram maior produtividade de grãos (15.250 kg ha⁻¹) no tratamento com lâmina de reposição referente a 100% da ETc, sendo a menor produtividade (5170 kg ha⁻¹) encontrada no cultivo de sequeiro (sem irrigação).

Resultados similares também foram obtidos por Ferreira *et al.* (2021), que observaram maior produtividade de grãos para a cultura do milho com a aplicação de lâminas de irrigação correspondentes a 100% da ETc, resultando em uma produtividade de 12.619,66 kg ha⁻¹, com um total de água aplicado (irrigação +

precipitação) de 609 mm durante todo o ciclo da cultura.

6 CONCLUSÃO

A utilização da irrigação no cultivo de milho proporcionou maior massa da espiga com e sem palha, maior massa de 1.000 grãos e maior produtividade. A aplicação da lâmina de irrigação corresponde a 120% da ETc promoveu resultados produtivos satisfatórios. Portanto, recomenda-se o uso dessa estratégia de irrigação para o incremento da produção de milho na região do litoral cearense.

7 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; PAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANA (Brasil). **Atlas da irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada**. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=148256&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=88090&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0. Acesso em: 25 dez. 2022.
- ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RODRIGUES, D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 496-504, 2012.
- BEN, L. H. B.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; PARIZI, A. R. C.; SILVA, G. U. Influence of irrigation levels and plant density on "second-season" maize. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 665-676, 2016.
- BEZERRA, F. M. S.; LACERDA, C. F.; RUPPENTHAL, V.; CAVALCANTE, E. S.; OLIVEIRA, A. C. Salt tolerance during the seedling production stage of *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 3, p. 1-9, 2020.
- BLANCO-CANQUI, H.; WIENHOLD, B. J.; JIN, V. L.; SCHMER, M. R.; KIBET, L. C. Long-term tillage impact on soil hydraulic properties. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 170, p. 38-42, 2017.
- BLANCO, F. F.; VELOSO, M. E. C.; CARDOSO, M. J. Crescimento e produção do milho verde sob lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 1640-1645, 2009.
- CENTENO, L. N.; GUEVARA, M. D. F.; CECCONELLO, S. T.; SOUSA, R. O. D.; TIMM, L. C. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 31-37, 2017.
- CHAIBEN NETO, M.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; BRUNING, J.; FLORES, Y. R.; RODRIGUES, S. S. Rendimento de etanol, produtividade da água e produtividade econômica da água para milho e sorgo. **Irriga**, Botucatu, v. 27, n. 3, p. 440-451, 2022.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FERNANDES, V. L. B (coord.). **Recomendações de adubação e calagem**

para o Estado do Ceará. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1993.

FERREIRA, A. M. F.; PARIZI, A. R. C.; SANTOS GOMES, A. C.; CHUQUEL, M. D. L.; SEGABINAZZI, E. M.; PONTE, V. H. S. Desempenho produtivo e retorno econômico do milho irrigado por aspersão. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 381-396, 2021.

KUKAL, M. S.; IRMAK, S. Impact of irrigation on interannual variability in United States agricultural productivity. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 234, p. 106-141, 2020.

LI, M.; XU, Y.; FU, Q.; SINGH, V. P.; LIU, D.; LI, T. Efficient irrigation water allocation and its impact on agricultural sustainability and water scarcity under uncertainty. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 586, article 124888, p. 1-12, 2020.

LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P.; Identificação da influência da pluviometria no rendimento do milho no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 5, p. 3610-3618, 2019.

MARTINS, J. D.; PETRY, M. T.; RODRIGUES, G. C.; CARLESSO, R. Viabilidade econômica da irrigação

deficitária em milho irrigado por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 150-165, 2016.

SAFADOUST, A.; FEIZEE, P.; MAHBOUBI, A. A.; GHARABAGHI, B.; MOSADDEGHI, M. R.; AHRENS, B. Least limiting water range as affected by soil texture and cropping system. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 136, p. 34-41, 2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 151-160.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.