



Influência do fracionamento da irrigação com água magnetizada no desenvolvimento do girassol

Lorene Alves de Oliveira^a, Adriana Magalhães Farias^a, Ana Flávia Cordeiro de Brito^a, Alisson Macendo Amaral^{a*}, Maria Ângela Cruz Macêdo dos Santos^b

^a Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil

^b Instituto Mineiro de Agropecuária – ESEC Buritis, Brasil

* Autor correspondente alisson.amaral@ifmg.edu.br)

INFO

Keywords

Helianthus annuus L.
magnetization
production
water replacement

ABSTRACT

Influence of irrigation fractionation with magnetized water on sunflower development

The sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an important oilseed crop in Brazil, due to its adaptability to different climatic conditions. To maintain high production rates, adequate soil and water management is essential. The use of magnetized water is considered to improve agricultural yield and quality. This study aims to understand the influence on cv. BRS 323 with the interaction between fractionated water in the soil and water replacement with magnetized water. The experiment was conducted in a greenhouse at the Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Arinos Campus between April and July 2022. The experimental design was randomized blocks in a factorial arrangement, with factor A being: 4 water replacements (100, 75, 50 and 25% - HR); o factor B: 2 types of irrigation water (supply water and magnetized water). The variables evaluated included germination percentage, emergence speed, number of achenes, mass of 100 achenes and total dry mass. To magnetize the water, a magnetizer was used. The results indicated that the germination percentage (PG) was not affected by water replacement (RH) or the type of water, due to the predominant use of energy reserves by the seeds during germination. The sunflower does not require total water replacement (100%) for optimal development. Magnetized water negatively affected the total dry mass, possibly due to the increase in electrical conductivity, influencing soil salinization.

RESUMO

Palavras-chaves

Helianthus annuus L.
magnetização
produção
reposição hídrica

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura oleaginosa importante no Brasil, devido à sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas. Para manter altos índices de produção, é essencial um manejo adequado do solo e água. A utilização de água magnetizada pode melhorar o rendimento e qualidade agrícola. O objetivo do estudo foi avaliar a influência do fracionamento de água magnetizada no girassol cv. BRS 323. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Arinos entre os meses de abril a julho de 2022. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial, sendo o fator A: 4 reposições hídricas (100, 75, 50 e 25% - RH); o fator B: 2 tipos de água de irrigação (água de abastecimento e água magnetizada). As variáveis avaliadas incluíram percentagem de germinação, velocidade de emergência, número de aquênios, massa de 100 aquênios e massa seca total. Para magnetizar a água foi utilizado um magnetizador. Os resultados indicaram que o percentual de germinação não foi afetado pela reposição hídrica ou pelo tipo de água, pelo fato do uso predominante das reservas energéticas pelas sementes durante a germinação. O girassol não demanda reposição hídrica total (100%) para ótimo desenvolvimento. A água magnetizada afetou negativamente a massa seca total, possivelmente devido ao aumento da condutividade elétrica, influenciando a salinização do solo.



INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal do Brasil, o qual possui alta versatilidade e valor nutricional, contendo características significativas para atender a demanda de fontes energéticas alternativas. O notável crescimento da produção ocorreu devido ao aumento da procura por biocombustíveis e a implementação do Programa Nacional de Produção e Utilização de Biodiesel (PNPB) a partir de 2004 (Amaral et al. 2020).

A cultura destaca-se por decorrência das suas características agronômicas como resistência à seca, baixas e elevadas temperaturas, o que confere ampla adaptabilidade às mais diversas condições edafoclimáticas, além de possuir seu ciclo relativamente curto e bem definido, tornando-a uma cultura alternativa para inclusão no sistema de produção agrícola (Afzal et al. 2021). No entanto, para manter os índices de produção elevados é necessário atentar-se ao adequado manejo do solo e da água, pois, mesmo que o girassol possua certa tolerância à seca, há fases do seu crescimento em que a falta de água resulta em acentuados decréscimos no seu desenvolvimento (Ferreira et al. 2023). A fração ideal de água no solo e, consequentemente, da reposição hídrica (chuva ou irrigação) é desejável para uma melhor eficiência no uso da água pela cultura, bem como a interação dessa condição ótima com outras tecnologias.

Nesse contexto, uma alternativa que tem sido objeto de atenção, em estudos recentes com o propósito de aprimorar, tanto o rendimento, quanto a qualidade dos produtos agrícolas, é o uso da água magnetizada (Generoso et al. 2017). A submissão da água ao campo magnético resulta na reorganização de suas moléculas em clusters menores, com reduzida viscosidade, devido à facilidade das moléculas de hidrogênio em ligar-se e/ou desligar-se dos sítios de prótons do oxigênio (Pradella, Santos e Andriaguetti, 2020). Logo, a aplicação dessa técnica na agricultura oferece diversos benefícios, tais como, a otimização da qualidade e quantidade da água de irrigação, a economia de água absorvida pelas plantas durante o processo de reidratação, a promoção do desenvolvimento vegetativo, o aumento da produtividade, a redução da necessidade de fertilizantes e a maior disponibilidade de nutrientes no solo para as culturas, quando comparada à irrigação convencional (Generoso et al. 2017).

As potencialidades da irrigação com água mag-

netizada já foram evidenciadas em pesquisas anteriores abrangendo diferentes culturas, por exemplo, os efeitos da magnetização da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento de baru (Mendes et al. 2020) e de diferentes cultivares de pimenta (Verssiani et al. 2021). Embora resultados favoráveis evidenciem melhorias consideráveis sobre variáveis alométricas e de produção de diversas espécies (Alattar, Radwan e Elwasife, 2022), a literatura ainda é precária de informações sobre a aplicação dessa tecnologia nos mais diversos campos da agricultura. São escassos, por exemplo, resultados conclusivos sobre os benefícios da tecnologia da magnetização da água no girassol, bem como sua interação com outros fatores abióticos, como a disponibilidade de água no solo e sua variabilidade.

No intuito de contribuir com a literatura científica, este estudo objetiva entender a interação entre fracionamento de água no solo com reposições hídricas com água magnetizada e sua influência no girassol cv. BRS 323.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação situada em área experimental do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Arinos, com coordenadas geográficas: latitude 15° 55' 12,75" S, longitude 46° 8' 5,57" O e altitude de 525,0 m. Quanto ao clima, este é o C2wA'a' pelos critérios de classificação de Thornthwaite, ou seja, megatérmico subúmido com deficiência hídrica moderada no inverno (Oliveira e Oliveira, 2018). O período de realização do estudo compreendeu os meses de abril a julho do ano de 2022.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados (DBC) em arranjo fatorial 4 x 2 com 4 repetições, sendo o fator A: 4 reposições hídricas (100, 75, 50 e 25% da evapotranspiração real da cultura - RH) e o fator B: 2 tipos de água de irrigação (água de abastecimento e água magnetizada).

Para a semeadura e condução da cultura do girassol cv. BRS 323 foram utilizados recipientes plásticos (vasos) que possuíam capacidade de 25,0 dm³ e eram compostos por elemento filtrante, em seu interior, formado por camada de 1,0 cm de brita nº 1, tela do tipo sombrete e, sobre ela, foi acomodado 24,0 dm³ de um Latossolo Vermelho Distroférrico de textura média proveniente de área experimental do campus. A textura do solo compunha 435 g kg⁻¹ de areia, 126 g kg⁻¹ de silte e 439 g kg⁻¹ de argila. As características químicas deste solo são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo dos atributos químicos do solo usado no experimento.

pH (CaCl ₂)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg(cmol _c dm ⁻³).....	Al	H + Al	CTC	V (%)
4,3	ns	0,43	2,09	0,79	0,06	4,8	5,97	40,9

ns – Não solicitada. Fonte: Laboratório de análise de solos Nativa (Formosa – GO).

A correção do solo constituiu de calagem que foi calculada com base na análise de solo, com o objetivo de aumentar a saturação por bases para 80% (Aguiar et al. 2014). A correção da acidez foi realizada aplicando-se calcário dolomítico filler com teores mínimos informados pela fabricante de PRNT 100%, PN 100%, MgO 18% e CaO 30%. Em seguida, o solo foi mantido incubado em vasos por um período de 40 dias, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo. A adubação também foi realizada conforme as instruções de Aguiar et al. (2014), porém foram adaptadas para se adequar ao volume de solo dispostos nos vasos, e como fonte de adubação NPK, foram utilizadas as fontes ureia (450 g kg⁻¹ de N), superfosfato simples (180 g kg⁻¹ de P₂O₅), cloreto de potássio (600 g kg⁻¹ de K₂O), respectivamente. O nitrogênio foi parcelado em 3 aplicações (fundação, floração e produção de aquênios).

No momento do preenchimento dos vasos, foi incorporada matéria orgânica a 3,0% do volume total de solo, cuja fonte foi um composto orgânico proveniente de cascas de frutas oriundo de composteira do setor agroecológico do próprio campus. O suprimento de micronutrientes foi administrado sempre que foram observadas características de deficiência nas folhas, por meio de adubação foliar com fornecimento de Ca (1%), Mg (1%), Bo (0,4%), Cu (0,2%), Mn (1%) e Zn (1%).

A semeadura foi realizada de forma manual, com uso dez sementes por vaso, distribuídas uniformemente na área útil da superfície do solo. Posteriormente foi feito o desbaste quando a formação de estande atingiu 80% de emergência, resultando na permanência de uma planta por vaso para análises, perfazendo a umidade experimental. Os tratos culturais seguiram as práticas convencionais para a cultura, quando necessários. Isso incluiu o controle manual das plantas daninhas, a escarificação superficial do solo antes da irrigação e a implementação de medidas fitossanitárias com a aplicação de óleo de nim a 1% e Engeo Pleno S (inseticida sistêmico a base de Tiametoxam e Lambda-cialotrina) na dosegem de 300 mL ha⁻¹, não ultrapassando duas aplicações no cultivo.

Para gerenciar a irrigação, realizou-se, diariamente, a determinação da evapotranspiração real da cultura (ET_r) utilizando o balanço hídrico do solo em 4 recipientes plásticos extras, que serviram

como lisímetros de drenagem, seguindo a metodologia equivalente àquelas utilizadas por Gusmão et al. (2018) e Almeida et al. (2020). O procedimento envolveu a adição de um volume conhecido de água nos lisímetros, com auxílio de proveta graduada até que ocorresse drenagem. Após o término da drenagem, o volume médio utilizado para irrigação foi calculado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado, resultando no volume retido. O volume médio retido, que representa a totalidade da reposição de água via irrigação, foi fracionado para obter-se às RH e aplicados nos vasos de acordo com a aleatoriedade dos tratamentos. Isso permitiu a irrigação com água magnetizada em diferentes proporções, abrangendo 100%, 75%, 50% e 25% das RH.

Para magnetizar a água utilizada no experimento foi utilizado um magnetizador do modelo Rural 3000 da fabricante Timol Indústria e Comércio de Produtos Magnéticos, conhecido como Sylcomol Rural. De acordo com o fabricante, este equipamento tem a capacidade de magnetizar 3000 litros de água em 30 a 45 minutos e produz uma densidade de fluxo magnético de 3.800 Gauss (G) ou 0,38 Tesla (T).

As variáveis determinadas para indicar o vigor e qualidade de sementes foram a percentagem de germinação (PG%) (Laboriau e Valadares, 1976) e o índice de velocidade de emergência (IVE) proposto por Maguire (1962), conforme as Equações 1 e 2, respectivamente.

$$PG\% = \frac{N}{A} * 100 \quad (1)$$

Onde: PG% - porcentagem de germinação; em %; N - número total de sementes germinadas; A - número total de sementes semeadas.

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (2)$$

Onde: IVE - índice de velocidade de emergência; G₁, G₂ e G_n - número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N₁, N₂ e N_n - número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

Já para as variáveis produtivas, foram contabilizados o número de aquênios (NA) por meio de baldeiro de contagem de sementes, a massa de 100

aquêniós M100A (mensurada com balança analítica) e a produtividade líquida (incremento total de matéria seca), que foi determinada por meio das massas secas da parte aérea (caule, folha e bráctea). As quantidades de matérias secas foram obtidas, inicialmente, pelo fracionamento da parte aérea da planta, seguido pelo acondicionamento em sacos de papel e identificação. Em seguida, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada de ar em temperatura de 60°C por 96 horas, seguida pela determinação das massas secas por meio de balança de precisão com resolução de 0,001 g. A matéria seca total (MST) foi determinada pela soma das frações de matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) por meio do software SISVAR versão 5.8. Em caso de significância, os fatores quantitativos foram analisados por

regressão múltipla e os qualitativos pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância disposto na Tabela 2 evidencia a influência significativa da RH nas variáveis IVE, NA e M100A e da interação entre o tipo de água (A) e RH na MST. Diferença significativa também foi observada no NA, onde houve decréscimo de 16,72% quando usada água magnetizada nas irrigações. Já para a variável percentagem de germinação (PG) não houve significância, pois, no momento da germinação as sementes utilizam suas reservas energéticas, o que explica este resultado. Outra possibilidade é o pouco tempo de influência da água magnetizada no meio (solo e plantas).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância das características: Porcentagem de Germinação (PG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Número de aquêniós (NA), Massa de 100 aquêniós (M100A) e Massa seca Total (MST).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		PG (%)	IVE	NA	M100A (g)	MST (g)
Água (A)	1	112,50 ^{ns}	12,61 ^{ns}	253472,00*	1,18 ^{ns}	340,93 ^{ns}
Reposição hídrica (RH)	3	170,83 ^{ns}	20,77**	682107,41**	18,42**	18479,11**
A x RH	3	87,50 ^{ns}	4,32 ^{ns}	55841,25 ^{ns}	0,58 ^{ns}	320,27*
Bloco	3	70,83 ^{ns}	4,30 ^{ns}	114955,08 ^{ns}	5,00*	164,00 ^{ns}
Resíduo	21	80,35	3,77	41946,58	1,09	81,75
Total	31					
CV (%)		10,03	20,74	20,99	13,3	9,92
Média		89,37	9,37	975,62	7,89	91,13
Água Normal	-	-	1064,62 a	-	-	-
Água Magnetizada	-	-	886,62 b	-	-	-

GL - Graus de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} - Não Significativo; RH - Reposição Hídrica; A - água; CV- coeficiente de variação.

Observa-se, na Figura 1, que no NA e na M100A obteve-se modelos matemáticos de 2^a ordem (quadráticos), podendo observar que a produção máxima de 1.210,73 aquêniós foi obtida com o uso de 90,76% de RH. Quanto à M100A observou-se que a produção máxima de 9,14 g foi obtida com

83,45% de RH, evidenciando assim não ser necessária a utilização de 100% da ETr para obter o máximo dessas variáveis. Já para o IVE, o ideal é que se utilize 25% de RH. Convém salientar que todas as regressões foram significativas à 1% ($p \leq 0,01$).

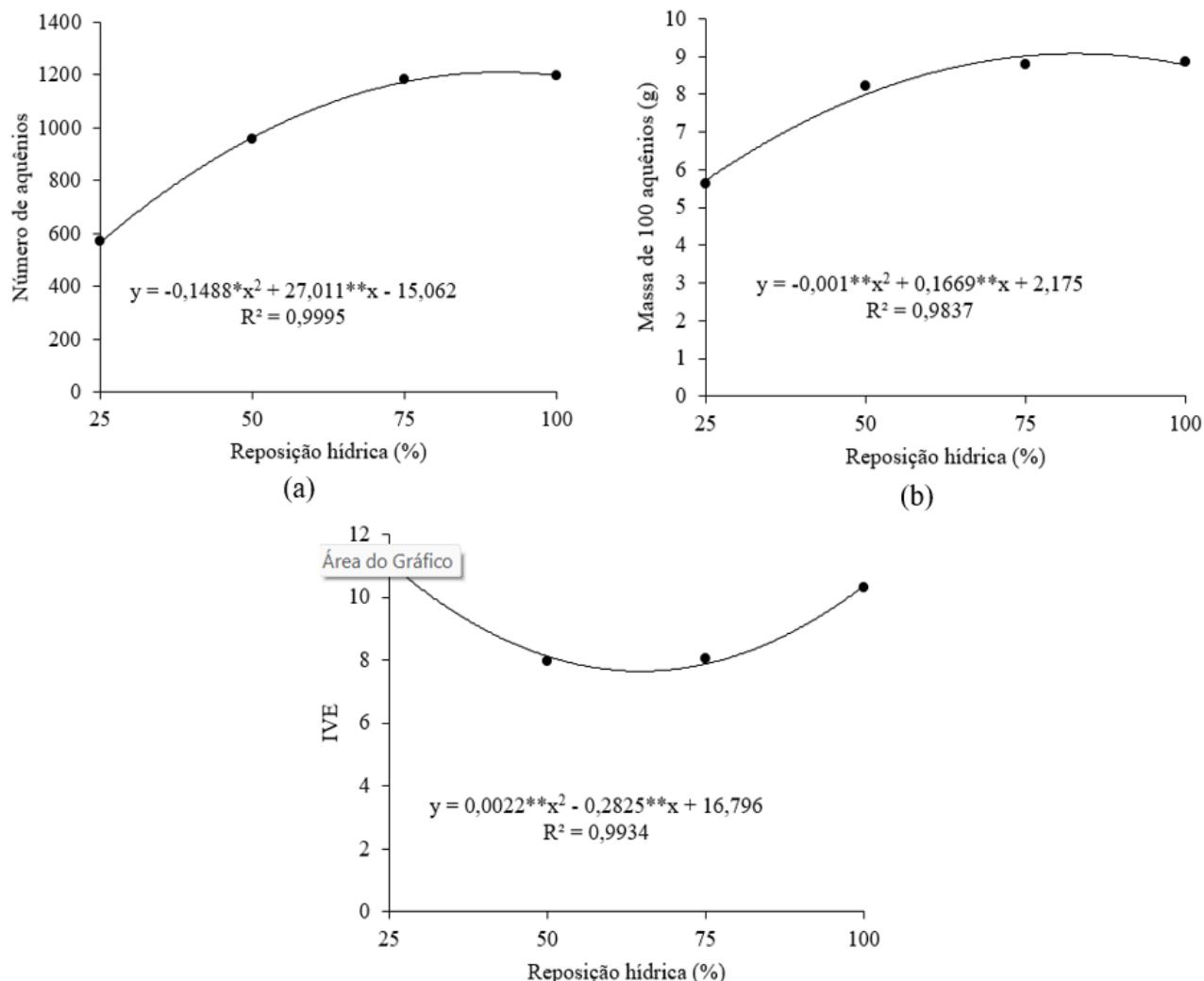


Figura 1 - Número de aquênios (a), massa de 100 aquênios (b) e índice de velocidade de emergência (c) em função da reposição hídrica. ** - Coeficiente significativo à 1% de probabilidade.

Esse resultado é corroborado pelo resultado obtido na PG% onde a cultura do girassol utiliza pouca água disponível no solo em sua fase de formação de estande. Ungaro et al. (2012), destacam quanto ao baixo potencial de disponibilidade de água para a emergência com um consumo médio de 0,5 a 0,7 mm dia⁻¹.

Concomitante ao resultado de NA, Vidal et al. (2016), avaliando a produção e partição de biomassa na cultura do girassol submetido às frações de 20, 40, 60, 80 e 100% de RH observaram que houve efeito significativo na produção de aquênios, cujo modelo ajustado foi o quadrático com 43,73 g de aquênios a 6,67% de RH. Já Maia Júnior et al. (2016) obtiveram incremento total de 70,7% no NA, aplicando as RH's de 40, 60, 80 e 100 % na cultivar Agrobel 962.

Com relação a M100A, houve similaridade de resultados em estudo conduzido por Celentano et

al. (2017), porém, estes avaliaram a massa de mil aquênios (M1000A) em girassol produzido na região do Maciço de Baturité - CE, aplicando as reposições hídricas de 33, 66, 100, 133, 166% da evaporação do tanque Classe A. Os autores observaram um aumento de 9,62% na M1000A entre 33% a 133% de RH e um decréscimo de 8,55% entre a RH de 133% a 166%. Estes estudos corroboram com os resultados aqui apresentados, onde, para o NA e M100A de girassol não é necessário um aumento linear da reposição hídrica no solo.

Em relação à MST, houve significância da água apenas na RH de 75% no desdobramento da interação da água dentro dos níveis de RH. Verificou-se uma redução de 16,10% nessa variável quando empregada a água magnetizada (Tabela 3), provavelmente em decorrência do aumento da condutividade elétrica da água (CEa) induzido pelo campo

magnético (Generoso, 2016; Saliba et al. 2016; Dobránszki, 2023).

Tabela 03 - Desdobramento da interação da água de irrigação na reposição hídrica de 75%, para a variável massa seca total.

Água de irrigação	Massa seca total (g)
Normal	135,38 a
Magnetizada	113,58 b

Nota: Letras iguais, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

A CEa é um dos parâmetros usados para caracterizar/classificar a água quanto ao perigo de salinidade (Cordeiro, 2001). Embora os tipos de água usado no estudo estejam na categoria C1 (água de baixa salinidade), observou-se, durante o ciclo do girassol, um aumento de 11,49% na CEa da água magnetizada em relação à água normal, que foram, respectivamente de $166,52 \mu\text{S cm}^{-1}$ e $147,39 \mu\text{S cm}^{-1}$, o que foi suficiente para o decréscimo ora citado da MST. Para Andrade (2017), a condutividade elétrica é um dos parâmetros determinantes na qualidade da água de irrigação, influenciando significativamente no potencial de salinização do solo. Em conformidade com as conclusões de Oliveira et al. (2010), a interação salinidade-girassol induz notáveis decréscimos em variáveis cruciais para o desenvolvimento vegetal, a saber, o número de folhas (NF) e a área foliar (AF), destacando-se, o acúmulo de fitomassa seca total que surge como o parâmetro preponderantemente afetado pela condição salina. Nesse estudo, observou-se que a cultivar BRS 323 é sensível a esse aumento de CEa quando se trata

de produtividade líquida (MST).

Na Figura 2 são mostrados os ajustes das curvas de MST no desdobramento da RH dentro do tipo de água de irrigação. Observa-se que, os incrementos máximos foram de 139,27g a 96,98% de RH com água normal e 130,65g a 113,96% de RH, quando usada água magnetizada, valor este abaixo do obtido com água de abastecimento. Por este resultado, é possível inferir que a disponibilidade de água no solo é menor quando a água magnetizada é usada nas irrigações, pois a maior MST só é obtida em intervalo superior a reposição hídrica recomendada (100% de RH) ou seja, em intervalos caracterizados como de água de saturação.

Isso ocorre porque a qualidade da água de irrigação interferiu na sua disponibilidade. Nessas condições tem-se um aumento da pressão osmótica decorrente do aumento da salinidade do meio, onde, em casos mais severos, as plantas não conseguem gerar forças de sucção suficientes para superar essa pressão osmótica (Azevedo et al. 2018).

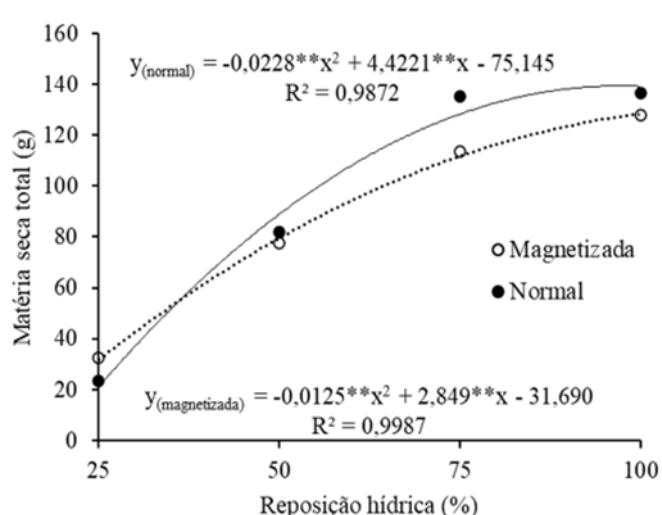


Figura 2 – Desdobramento da reposição hídrica dentro do tipo de água de irrigação para a variável matéria seca total. ** - Coeficiente significativo à 1% de probabilidade.

Pelos resultados obtidos, percebe-se que o girassol cv. BRS 323 necessita de baixa disponibilidade hídrica na fase inicial de emergência e formação de

estande, com produção e acúmulo de matéria seca se ajustando a modelos polinomiais de segunda or-

dem, que explicam que a cultivar em estudo não demanda de água na máxima capacidade de armazenamento para desenvolvimento e produção.

Em relação ao tipo de água usada, a cv. BRS 323 mostrou-se sensível à aplicação do campo magnético devido a esse tratamento elevar a condutividade elétrica do meio e causar efeitos deletérios.

CONCLUSÕES

O girassol cv. BRS 323 não requer 100% de reposição hídrica para expressar o máximo do índice de velocidade de emergência, o número de aquêniros e a massa de 100 aquêniros, cujos máximos foram obtidos, respectivamente, nas reposições de 25%, 90,76% e 83,45%.

A água magnetizada interfere negativamente na matéria seca total, o que demonstra a sensibilidade da cv. BRS 323 ao aumento na condutividade elétrica da água de irrigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), os quais forneceram bolsas de iniciação científica e a infraestrutura necessária para a condução da pesquisa; como também a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) por disponibilizar as sementes da cultivar em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afzal I, Saleem S, Skalicky M, Javed T, Bakhtavar MA, Haq Z U, Kamran M, Shahid M, Saddiq M, Afzal A, Shafqat N, Dessoky E S, Gupta A, Korczyk-Szabo J, Brestic M, Sabagh AEL. Magnetic field treatments improves sunflower yield by inducing physiological and biochemical modulations in seeds. *Molecules*, v.26, n.7, p.1-14, 2021. <https://doi.org/10.3390/molecules26072022>
- Aguiar ATE, Gonçalves C, Paterniani MEAGZ, Tucci MLSA, Castro CEF. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: Instituto Agronômico, 452p. 2014. (Boletim IAC, n.º 200)
- Alattar E, Radwan E, Elwasife K. Improvement in growth of plants under the effect of magnetized water. *AIMS Biophysics*, v. 9, n. 4, p. 346-387, 2022. <https://doi.org/10.3934/biophys.2022029>
- Almeida RC, Deus FP, Diotto AV, Teixeira ALP, Lemos-LTO, Pizetta SC, Góes Vieira CN. Desenvolvimento vegetativo do tomateiro sweet heaven irrigado com água tratada magneticamente. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 5428-5434, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-007>
- Amaral A M, Teixeira MB, Soares FAL, Santos MÂCM, Campos Bastos FJ, Farias AM. Influência de diferentes níveis de reposição hídrica, salinidade e adubação nitrogenada no girassol. *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 2, n. 4, p. 018-031, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4007173>
- Andrade, L. R. D. S. Avaliação da qualidade das águas superficiais e seu reuso na irrigação de áreas verdes do campus sede da Universidade Federal de Campina Grande-PB. 2017. 64p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.
- Azevedo LC, Martins ICS, Silva VL, Sousa CR. Salinidade do solo em ambiente protegido. *Revista Campo Digital*, v. 13, n. 1, p. 52-69, 2018.
- Celentano A, Borges FRM, Marinho AB, Bezerra FML, Melo Rodrigues JP, Pereira ED. Parâmetros produtivos do girassol submetido à lâminas de irrigação na região do maciço de Baturité-CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 1, p. 1213-1222, 2017. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v11n100570>
- Cordeiro GG. Qualidade de água para fins de Irrigação: conceitos básicos e práticos. Petrolina: Embrapa, 32p. 2001.
- Dobránszki J. From mystery to reality: Magnetized water to tackle the challenges of climate change and for cleaner agricultural production. *Journal of Cleaner Production*, v. 425, p. 1-13, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139077>
- Ferreira GS, Aderaldo FÍC, Sousa Filho EDN, Lima TA, Brito POB, Barbosa RM, Gondim FA. Selênio em girassol sob estresse e atividade enzimática. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v.21, n. 10, p. 16648-16663, 2023. <https://doi.org/10.55905/oelv21n10-115>
- Generoso TN, Martinez MA, Rocha GC, Hamakawa PJ. Water magnetization and phosphorus transport parameters in the soil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, p. 9-13, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929.agriambi.v21n1p9-13>
- Generoso TN. Efeito da magnetização nas características da água e nos parâmetros de transporte de fósforo no solo. Ano de obtenção: 2016. 57 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- Gusmão JM, VIDAL VM, Soares FAL, Teixeira MB, Cunha FN, Moraes GS, Roque RC, Amaral AM. Características morfológicas e produtivas de cultivares de girassol sob diferentes reposições hídricas. *Global Science and Technology*, v. 11, n. 1, p. 17-24, 2018.
- Laboriau LG, Valadares MB. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 174-186, 1976.
- Maguire JD. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, p. 176-177, 1962. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Maia Júnior SDOM, Guerra HOC, Andrade JR, Araújo DL, Chaves LHG, Suassuna JF. Crescimento, desenvolvimento

e produção de três cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 59, n. 2, p. 124-131, 2016.
<http://dx.doi.org/10.4322/rca.2156>

Mendes JPP, Amaral AM, Verssiani MAS, Santos MÂCM. Crescimento e qualidade de mudas de baru em reposta a hidroretentor e água magnetizada. *Scientia Plena*, v. 16, n. 11, p. 1-10, 2020.
<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.110201>

Oliveira FDA, Oliveira FR, Campos MDS, Oliveira MK, Medeiros JF, Silva OMDP. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n. 4, p. 479-484, 2010.
<https://doi.org/10.5039/agraria.v5i4a806>

Oliveira JAM, Oliveira CMM. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos – MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.12, n.6, p. 3021-3027, 2018.
<https://doi.org/10.7127/rbai.v12n600901>

Pradella VA, Santos JGO, Andriguetti SC. Influência da água magnetizada no desenvolvimento de mudas de amora por estacaquia. *Revista Alomorfia*, v.4, n. 3, p. 148-153, 2020.

Saliba WA, Quintão AL, Amorim KS, Rangel M, Andrade NA, Freitas P, Oliveira T, Bacelar Jr. AJ. Estudo da alteração das propriedades físico-químicas da água pela ação de campo magnético. *Revista UNINGÁ Review*, v. 26, n. 3, p. 16-21, 2016.

Ungaro M, Castro C, Farias J, Barni N, Ramos N. (2012). Girassol. In: Monteiro JEBA. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, p. 205-221. 2009.

Verssiani MAS, Amaral AM, Mendes JPP, Botelho LS, Santos MÂCM. Influência da irrigação com água magnetizada no cultivo de pimenteiras do gênero Capsicum. *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 3, n. 5, p. 064-080, 2021.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.5684031>

Vidal VM, Soares FAL, Teixeira MB, Neto SADSO, Moraes WA, Gomes, FHF, Cunha FN. Produção e partição de biomassa na cultura do girassol submetido ao déficit hídrico. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 5, n. 3, p. 67-73, 2016.