

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento: Portaria
909/95, DOU 01/08-95

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO
Colegiado de Engenharia Agrônômica



RAMON ALVES DE REZENDE

**USO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO
DE GIRASSOL NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Juazeiro – BA

2025

RAMON ALVES DE REZENDE

**USO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO
DE GIRASSOL NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS campus III, colegiado de Engenharia Agrônômica como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz

Juazeiro - BA

2025

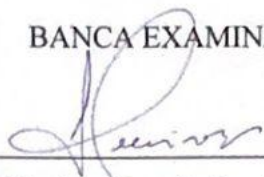
RAMON ALVES DE REZENDE

**USO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE
GIRASSOL NO SEMIÁRIDO BAIANO**

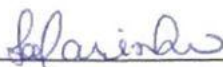
Trabalho de conclusão de curso aprovado como pré-requisito parcial à obtenção ao grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica no curso de graduação em Engenharia Agrônômica do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia.

Aprovado em 28/07/2025.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz (Presidente/Orientador)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Prof. Dra. Ligia Borges Marinho - DTCS - Agronomia (primeiro examinador)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Eng. Agrônoma Ana Carolina Subires – DTCS - Agronomia (segundo examinador)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Juazeiro BA

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, à
minha namorada e a Deus, por todo
apoio, amor e força durante essa
caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo dessa caminhada, iluminando meus passos mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais e minha irmã, minha eterna gratidão por todo o amor, apoio incondicional e por nunca medirem esforços para que eu tivesse as condições necessárias para concluir a faculdade. Sem o suporte de vocês, essa conquista não seria possível.

Aos meus amigos, que compartilharam comigo os desafios e as alegrias dessa jornada, tornando os dias mais leves e fortalecendo os laços.

Agradeço também ao professor Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz, meu orientador, pela orientação dedicada, pela paciência e pelos valiosos ensinamentos ao longo do trabalho.

De forma muito especial, à minha namorada, Gabriela Ferreira Passos, por estar ao meu lado em cada etapa desta trajetória. Seu apoio constante, carinho e presença foram fundamentais não apenas na realização deste trabalho, mas também em toda a vida universitária. Sua dedicação, incentivo e ajuda prática fizeram toda a diferença, e sou imensamente grato por ter contado com você nesse percurso.

RESUMO

A escassez hídrica é um dos principais entraves à agricultura no semiárido brasileiro, exigindo estratégias que otimizem o uso da água, sem comprometer a produtividade das culturas. O girassol (*Helianthus annuus* L.) destaca-se como alternativa promissora para regiões com disponibilidade hídrica limitada, devido à sua rusticidade e elevado teor de óleo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o crescimento e a produtividade das cultivares BRS 323 e BRS 422, sob condições edafoclimáticas do semiárido baiano, no município de Juazeiro-BA. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas dois genótipos de girassol (BRS 422 e BRS 323) e nas subparcelas três lâminas de irrigação (100, 80 e 60% da estimativa da ETc), repetidos 13 vezes. As variáveis analisadas incluíram altura de planta, número de folhas, diâmetro do capítulo e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey com 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram efeito significativo das lâminas e da interação entre genótipos e irrigação para a maioria das variáveis. A cultivar BRS 422 destacou-se pelo maior diâmetro de capítulo e maior estabilidade produtiva sob irrigação. O uso de lâminas reduzidas resultou em maior eficiência no uso da água, sem comprometer severamente a produtividade. Conclui-se que o manejo hídrico adequado, aliado à escolha da cultivar, é essencial para o sucesso do cultivo do girassol no semiárido.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*. Manejo de irrigação. Evapotranspiração.

ABSTRACT

Water scarcity is one of the main constraints to agriculture in the Brazilian semi-arid region, requiring strategies that optimize water use without compromising crop productivity. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) stands out as a promising alternative for regions with limited water availability due to its hardiness and high oil content. This study aimed to evaluate the effect of different irrigation levels on the growth and productivity of the BRS 323 and BRS 422 cultivars under the edaphoclimatic conditions of the semi-arid region of Bahia, in the municipality of Juazeiro-BA. The experiment was conducted in a randomized block design with a split-plot arrangement, with two sunflower genotypes (BRS 422 and BRS 323) as main plots and three irrigation levels (100%, 80%, and 60% of estimated ETc) as subplots, with 13 replications. The variables analyzed included plant height, number of leaves, capitulum diameter, grain yield. Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level. The results showed a significant effect of irrigation levels and genotype \times irrigation interaction for most variables. The BRS 422 cultivar stood out for having the largest capitulum diameter and greater yield stability under irrigation. The use of reduced irrigation depths led to greater water use efficiency without severely compromising productivity. It is concluded that proper water management, combined with the appropriate cultivar selection, is essential for the successful cultivation of sunflower in semi-arid conditions.

Keywords: *Helianthus annuus*. Water management. Evapotranspiration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coleta de solo com trado na camada de 0 a 20cm	15
Figura 2. Preparo de solo e adubação da área de plantio	16
Figura 3. Facha molhada do sistema de irrigação por gotejamento.....	18
Figura 4: Lâminas totais aplicadas para os diferentes manejos de irrigação	18
Figura 5: Esquema das fases de desenvolvimento fenológico do girassol.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados de nutrientes do solo em duas profundidades para a cultura do girassol	14
Tabela 2. Médias mensais dos parâmetros meteorológicos durante o experimento (maio a julho/2025)	19
Tabela 3: Dados médios de quantidade de botões florais por haste produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 7ª semana. Juazeiro-BA, 2025.....	22
Tabela 4: Dados médios de altura de planta (cm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 8ª e 9ª semana. Juazeiro-BA, 2025.....	24
Tabela 5: Dados médios de diâmetro de capítulo floral (cm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 8ª e 9ª semana. Juazeiro-BA, 2025	25
Tabela 6: Dados médios de diâmetro de receptáculo (cm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 9ª e 10ª semana. Juazeiro-BA, 2025	26
Tabela 7: Dados médios de diâmetro de haste(mm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 9ª semana. Juazeiro-BA, 2025	28
Tabela 8: Dados médios de peso de mil aquênios (g) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 11ª semana. Juazeiro-BA, 2025	29

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	14
2.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA	14
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
2.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	17
2.5 MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS.....	19
2.6 COLETA DE DADOS.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
8.REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE	36

1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica constitui uma das principais limitações ao desenvolvimento agrícola no semiárido brasileiro, especialmente na região Nordeste, onde a baixa pluviosidade, as elevadas evapotranspiração e a distribuição irregular das chuvas comprometem significativamente a produtividade das culturas. Diante desse cenário, o uso racional da água tornou-se um dos pilares da agricultura sustentável, exigindo o desenvolvimento de tecnologias e estratégias de manejo hídrico que possibilitem reduzir o consumo de água sem comprometer o desempenho agrônomo das plantas cultivadas.

Nesse contexto, o girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta-se como uma cultura de grande interesse agrônomo, devido à sua rusticidade, elevado potencial de produção de óleo vegetal e à capacidade de adaptação a ambientes com restrição hídrica. Segundo CARVALHO et al. (2020), cultivares de girassol como a BRS 322, BRS 323 e BRS 387 apresentaram rendimento expressivo sob irrigação suplementar no Semiárido nordestino, com valores superiores a 2.300 kg ha⁻¹ de grãos e cerca de 960 kg ha⁻¹ de óleo, demonstrando eficiência fisiológica mesmo sob condições de estresse hídrico.

A irrigação adequada é apontada como fator determinante para o sucesso do cultivo, sendo capaz de dobrar ou até triplicar a produtividade em comparação ao cultivo de sequeiro, conforme destacado por RAKS (2023). Além disso, de acordo com dados do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para o girassol, as fases de semeadura, emergência e formação do capítulo são as mais sensíveis ao déficit hídrico (BRASIL, 2023).

Diante da limitação hídrica da região semiárida, estratégias como a irrigação deficitária controlada vêm sendo amplamente estudadas como alternativas viáveis. Essa técnica consiste na aplicação de volumes de água inferiores à necessidade hídrica total da cultura, baseando-se na estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc), de forma a otimizar o uso da água sem comprometer significativamente o rendimento.

Estudos internacionais, como o de WANG et al. (2023), demonstraram que a aplicação de déficit hídrico moderado nas fases vegetativa e reprodutiva do girassol pode aumentar a eficiência do uso da água em até 18%, sem prejudicar a produtividade da cultura, especialmente em sistemas com irrigação por gotejamento e cobertura morta.

Adicionalmente, MILADINOVIĆ et al. (2024) destacaram que o girassol apresenta adaptações morfológicas relevantes frente à seca, como redução da área foliar, alterações no sistema radicular e eficiência na fotossíntese, o que reforça sua aptidão para manejo com déficit controlado. Contudo, apesar dos avanços na literatura, ainda são escassos os dados experimentais sobre o comportamento de cultivares específicas como BRS 323 e BRS 422 em condições edafoclimáticas do semiárido baiano, especialmente no município de Juazeiro, o que justifica a realização de estudos direcionados.

A produção de óleo vegetal tem crescido significativamente no mundo, impulsionada pela demanda por biocombustíveis, produtos alimentícios e industriais. O girassol, por possuir alto teor de óleo em seus aquênios, desponta como uma das principais oleaginosas no cenário internacional. Segundo dados da FAO (2023), a produção mundial de girassol superou 55 milhões de toneladas, sendo destaque na Europa Oriental, Ásia Central e América do Sul.

No Brasil, a cultura do girassol tem apresentado avanços significativos, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, onde se destaca como alternativa para a segunda safra, em sucessão à soja, além de integrar sistemas de produção como a lavoura-pecuária. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2019), na safra 2018/2019 o Brasil cultivou aproximadamente 65.800 hectares de girassol, com uma produtividade média de 1.763 kg por hectare. Os principais estados produtores foram Mato Grosso, com cerca de 40.000 hectares cultivados, e Goiás, com aproximadamente 21.000 hectares, seguidos por Minas Gerais, Distrito Federal e algumas regiões do Nordeste, como o Piauí. A produção nacional é destinada majoritariamente à extração de óleo vegetal de alta qualidade, voltado tanto para o consumo humano quanto para a produção de biodiesel, além da geração de farelo proteico para uso na alimentação animal. Esse cenário tem contribuído para o uso mais eficiente dos recursos e para a diversificação agrícola nessas áreas (EMBRAPA, 2023; OCL, 2018). No entanto, o mesmo ritmo de expansão não se observa nas regiões Nordeste e Norte do país, onde fatores como a escassez hídrica, a distribuição irregular das chuvas e a limitada oferta de tecnologias adaptadas ainda representam entraves à adoção ampla da cultura (UNESP, 2021). Apesar disso, o semiárido nordestino apresenta condições edafoclimáticas que podem ser favoráveis ao cultivo do girassol, como altos índices de radiação solar e temperaturas elevadas, que favorecem o crescimento e o enchimento dos aquênios. Quando associado

à irrigação controlada e manejo adequado, esse ambiente pode proporcionar altos rendimentos.

A irrigação eficiente é fundamental em regiões com recursos hídricos limitados, como o semiárido, pois não só satisfaz as exigências hídricas das plantas, como também evita o desperdício desse recurso cada vez mais escasso. A eficiência do uso da água na irrigação está diretamente relacionada à seleção adequada do sistema de irrigação, ao controle das lâminas aplicadas e ao monitoramento rigoroso da umidade do solo, conforme recomendações de Rodrigues et al. (2022). Tais práticas reduzem custos operacionais, elevam o desempenho agrônômico e minimizam os impactos ambientais, promovendo a sustentabilidade produtiva (Embrapa, 2022). Em um contexto de mudanças climáticas e crescente demanda por produção sustentável, a eficiência hídrica deixa de ser apenas uma boa prática: torna-se requisito estratégico para a viabilidade da agricultura contemporânea (Embrapa, 2022).

As cultivares BRS 323 e BRS 422, ambas desenvolvidas pela Embrapa, têm se mostrado promissoras para o cultivo no Semiárido, especialmente em sistemas irrigados. A cultivar BRS 323 possui ciclo precoce, apresenta bom desempenho em áreas de sequeiro ou sob irrigação limitada e é indicada para sistemas mecanizados, destacando-se pelo alto teor de óleo e produtividade consistente. Já a BRS 422, de ciclo médio, apresenta alta estabilidade de produção, excelente rendimento sob irrigação e resistência a doenças como a mancha de alternária. Ambas as cultivares foram desenvolvidas com foco na adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras, incluindo ambientes com déficit hídrico moderado, e são consideradas estratégicas para diversificação produtiva em regiões com baixa disponibilidade hídrica (EMBRAPA, 2024).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação, baseadas na estimativa da evapotranspiração, sobre o desenvolvimento e a produtividade das cultivares de girassol oleaginoso BRS 323 e BRS 422, em condições de campo no Semiárido baiano. Espera-se que os resultados obtidos contribuam para o aprimoramento das práticas de manejo da irrigação na cultura do girassol, promovendo maior eficiência no uso da água e fornecendo subsídios técnicos para agricultores, técnicos e formuladores de políticas públicas na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), Campus III da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), localizado no município de Juazeiro – BA. A área experimental está situada nas coordenadas geográficas aproximadas de 9°35'06,19"S e 40°39'19,93"W, inserida na região do semiárido brasileiro, com clima BSh segundo a classificação de Köppen, caracterizado por elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar, altos índices de radiação solar e distribuição irregular de chuvas ao longo do ano.

2.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

A área total utilizada no experimento foi de aproximadamente 55 m². O preparo do solo incluiu operações de aração e subsolagem, seguidas de gradagem para incorporação de restos culturais e melhora da estrutura do solo. No dia 13 de abril de 2025, foi realizada a coleta de solo em duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), e enviado ao Laboratório de Análise de Solo e Planta (LASP), localizado no município de Petrolina-PE, cujos resultados indicaram baixa disponibilidade de fósforo (11,6 mg/kg na camada mais profunda), baixos teores de potássio (0,18 a 0,29 cmolc/dm³), e elevados níveis de cálcio e magnésio, com V% superior a 84% em ambas as camadas (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados de nutrientes do solo em duas profundidades para a cultura do girassol

Nutriente / Parâmetro	Unidade	0–20 cm	Classificação	20–40 cm	Classificação
Matéria orgânica (Mat. org.)	g/kg	9,8	Médio	8,9	Médio
Carbono (C)	g/kg	5,7	—	5,2	—
Fósforo disponível (P)	mg/kg	23,3	Alto	11,6	Médio
Potássio (K ⁺)	cmolc/dm ³	0,29	Médio	0,18	Baixo
Cálcio (Ca ²⁺)	cmolc/dm ³	6,8	Médio	11,4	Alto
Magnésio (Mg ²⁺)	cmolc/dm ³	1,2	Baixo	2,47	Médio
Sódio (Na ⁺)	cmolc/dm ³	0,32	—	0,59	—
Enxofre (S-SO ₄ ²⁻)	mg/kg	NS	—	NS	—
Cobre (Cu)	mg/dm ³	1	Baixo	1,5	Baixo
Ferro (Fe)	mg/dm ³	25,7	Alto	32,6	Alto
Manganês (Mn)	mg/dm ³	24,7	Alto	14,9	Alto
Zinco (Zn)	mg/dm ³	3,1	Alto	3,4	Alto
Boro (B)	mg/dm ³	0,6	—	0,6	—

Legenda: cmolc/dm^3 – centimol de carga por decímetro cúbico; mg/kg – miligrama por quilograma; mg/dm^3 – miligrama por decímetro cúbico; NS – Não Solicitado; — – Não Aplicável; Classificação – Faixas interpretativas com base em critérios da EMBRAPA (2017)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em LAASP (2025). Boletins de Análise de Solo nº 170425-12 2257 e nº 170425-12 2258. Laboratório de Análise de Solo e Planta – Petrolina, PE.

Com base nos resultados da análise química do solo e nas recomendações da Embrapa para a cultura do girassol (OLIVEIRA et al., 2010), foi realizado o cálculo da necessidade de nutrientes. A fertilização de base foi efetuada no dia 04 de maio de 2025, utilizando-se fertilizante mineral na formulação NPK 04-14-04, com aplicação incorporada ao sulco de plantio. No mesmo dia, procedeu-se à semeadura direta, com deposição manual de três sementes por cova a uma profundidade de aproximada de 5 cm, utilizando sementes do ciclo 2022/2023 gentilmente fornecidas pelo Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). O espaçamento adotado foi de 30 cm entre plantas e 50 cm entre linhas. Adicionalmente, realizou-se uma adubação de cobertura 30 dias após a semeadura, empregando ureia como fonte de nitrogênio, a fim de complementar a demanda nutricional da cultura. Os cálculos foram baseados no manejo proposto pela Embrapa para o girassol, considerando a meta de fornecimento de 50 kg de nitrogênio (N), 80 kg de fósforo (P_2O_5) e 20 kg de potássio (K_2O) por hectare.

Figura 1. Coleta de solo com trado na camada de 0 a 20cm



Fonte: Rezende; R. A. (2025)

Figura 2. Preparo de solo e adubação da área de plantio



Fonte: Rezende; R. A. (2025)

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas corresponderam a três lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura (ET_c): L1 – 60% da ET_c, L2 – 80% da ET_c, e L3 – 100% da ET_c. As subparcelas foram compostas por duas cultivares de girassol oleaginoso: BRS 323 e BRS 422. Cada tratamento foi composto por duas linhas de plantio com 8 m de comprimento, contendo 13 repetições por tratamento. Cada unidade experimental contou com quatro plantas, resultando em 52 plantas por tratamento.

A análise estatística dos resultados foi realizada por meio da análise de variância e comparação de médias de tratamentos entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

As primeiras plântulas emergiram no dia 08 de maio de 2025, atingindo o estágio fenológico VE (Figura 5), e o desbaste foi realizado aos sete dias após a emergência, mantendo-se uma planta por cova.

A irrigação foi realizada por meio de sistema de gotejamento, com reservatório elevado a 4 metros de altura. As linhas gotejadoras foram instaladas ao longo das fileiras, com emissores espaçados a cada 20 cm. A frequência e o volume da irrigação foram ajustados com base nos dados da estação meteorológica automática da UNEB, que registrou dados diários de temperatura máxima, mínima e média, radiação solar (R_g), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (V_{vento}) e evapotranspiração de referência (ET_o), baseados na equação de Penman-Monteith – FAO. As lâminas de irrigação foram calculadas semanalmente com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), obtida pelo produto entre a evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente da cultura (K_c), de acordo com a seguinte equação:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

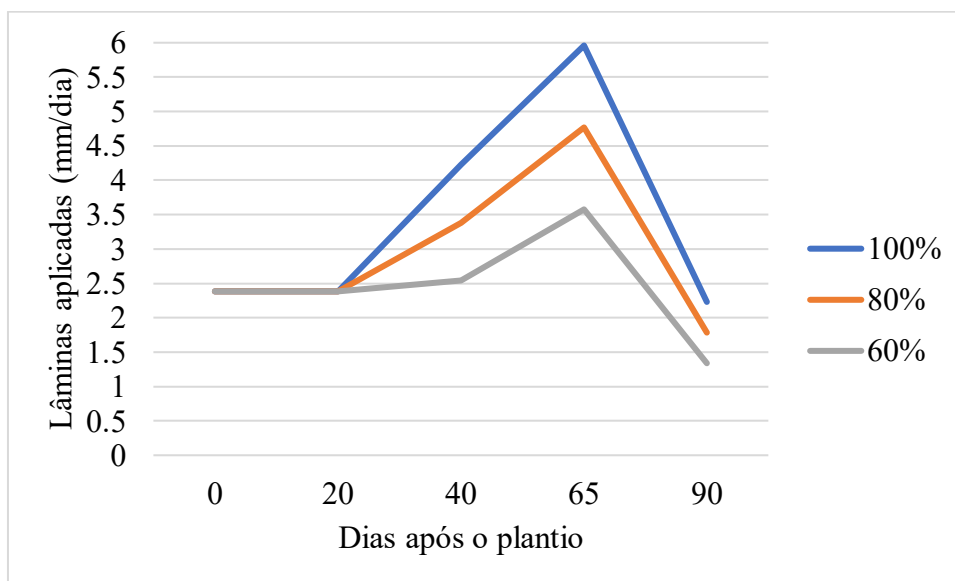
Os valores de K_c foram ajustados conforme o estágio fenológico da cultura (Tabela 2), seguindo recomendações da literatura. A uniformidade de aplicação do sistema de irrigação foi avaliada com base no coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), calculado conforme a metodologia de Keller e Karmeli (1974). O sistema apresentou um CUC de 90%, o que é considerado um desempenho de ótima uniformidade para sistemas de irrigação localizada.

Figura 3. Faixa molhada do sistema de irrigação por gotejamento



Fonte: Rezende; R. A. (2025)

Figura 4: Lâminas totais aplicadas para os diferentes manejos de irrigação



Fonte: Dados da pesquisa (elaboração própria, 2025).

Durante o período experimental, as condições climáticas observadas foram características de regiões semiáridas, exigindo atenção especial ao manejo hídrico da cultura. Os dados meteorológicos registrados (Tabela 2) indicaram temperaturas médias variando de 23,2 °C a 24,9 °C, valores considerados adequados para o desenvolvimento inicial e vegetativo de culturas como o girassol, mas que, combinados com outros fatores, podem acelerar a evapotranspiração. A radiação solar global apresentou médias entre 13,1

e 15,7 MJ/m²/dia, o que evidencia boa incidência luminosa, essencial para a fotossíntese e o desenvolvimento morfofisiológico das plantas. Contudo, esse fator também contribuiu para o aumento da demanda evaporativa da atmosfera, especialmente em ambientes com baixa umidade relativa.

A evapotranspiração de referência (ET_o), calculada com base no método de Penman-Monteith, variou entre 2,6 e 5,1 mm/dia, refletindo flutuações na demanda hídrica diária das plantas, com tendência de elevação nos dias mais quentes e secos. A umidade relativa do ar manteve-se em níveis médios mensais entre 67,9% e 71,9%, valores relativamente moderados para a região, mas que ainda exigem cautela, especialmente em períodos mais secos do dia, como no início da tarde, quando ocorrem picos de déficit de pressão de vapor.

Outro fator de destaque foi a baixíssima precipitação registrada, com apenas 0,5 mm acumulado no mês de maio, valor que demonstra a insuficiência hídrica natural para sustentar o cultivo ao longo do ciclo. Esse cenário evidencia a necessidade do uso da irrigação suplementar como prática obrigatória, uma vez que o déficit hídrico, mesmo em fases vegetativas iniciais, pode comprometer severamente o crescimento e a produtividade final da cultura. A adoção de um manejo irrigado adequado, baseado na reposição da ET_o e no monitoramento climático contínuo, é fundamental para garantir o bom desempenho agrônômico da cultura em regiões com essas características climáticas.

Tabela 2. Médias mensais dos parâmetros meteorológicos durante o experimento (maio a julho/2025)

Mês	Chuva (mm)	T _{med} (°C)	T _{max} (°C)	T _{min} (°C)	R _g (MJ/m ² /dia)	ET _o (mm)	UR (%)	V _{vento} (km/dia)
Maio	0,5	24,9	31	20,1	15,7	4	67,9	151,9
Junho	0	23,2	29,1	18,4	13,7	3,5	71,2	148,5
Julho	0	23,2	29	18,7	13,7	3,4	71,7	152,7

Fonte: Estação Meteorológica da UNEB (2025).

2.5 MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS

Durante o ciclo da cultura, foram observadas infestações por diferentes grupos de artrópodes-praga, destacando-se formigas-cortadeiras (*Atta* spp.), mosca-branca (*Bemisia tabaci*), mosca-minadora (*Liriomyza* spp.), pulgões (*Aphis* spp.), percevejos (*Nezara viridula*), gafanhotos (*Schistocerca* spp.) e ácaros-vermelhos (*Tetranychus urticae*).

Além disso, verificou-se a presença de sintomas característicos da mancha de alternária, causada pelo fungo *Alternaria helianthi*.

Como estratégia de manejo integrado de pragas e doenças (MIP/MID), foram instaladas armadilhas adesivas amarelas com cola entomológica, visando à redução da população de insetos fitófagos voadores por meio de captura física, bem como ao monitoramento da dinâmica populacional dessas pragas.

No dia 21 de maio, durante o estágio V5 (cinco folhas verdadeiras expandidas, conforme figura 1), conforme a escala fenológica proposta por Schneiter e Miller (1981), foi realizada a aplicação de defensivos agrícolas registrados para a cultura, seguindo as recomendações técnicas oficiais. Foram utilizados os produtos comerciais Prisma Plus® e Connect®, com o objetivo de suprimir a população de artrópodes-praga e minimizar os danos fitopatológicos decorrentes da infecção fúngica observada.

Figura 5: Esquema das fases de desenvolvimento fenológico do girassol

Fase	Estágio	Descrição
Fase Vegetativa	VE	Emergência
	V1, V2...VN	Número de folhas maiores que 4 cm
Fase Reprodutiva	R1	Botão floral visível
	R2	Desenvolvimento da inflorescência
	R3	Início do florescimento
	R4	Florescimento completo
	R5	Final da floração
	R6	Início do enchimento de aquênios
	R7	Enchimento completo de aquênios
	R8	Maturação fisiológica
	R9	Colheita

Fonte: Adaptado de Schneiter e Miller (1981).

2.6 COLETA DE DADOS

A fase de botão floral (estádios R1 e R2, conforme Figura 1) foi observada a partir da 6ª semana após o plantio, com o início da antese ocorrendo na 7ª semana. As coletas de dados agronômicos foram realizadas durante a 8ª, 9ª e 10ª semanas após a semeadura. Nesses períodos, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- I. Número de botões florais por haste;
- II. Altura da planta (cm), mensurada do solo até a inserção do capítulo floral utilizando trena milimetrada;

- III. Diâmetro do capítulo floral (cm);
- IV. Diâmetro do receptáculo (cm);
- V. Diâmetro do caule (mm), medido a 5 cm da base da; e
- VI. Peso de mil aquênios (g).

Os diâmetros (do capítulo floral, do receptáculo e do caule) foram medidos com o uso de paquímetro digital de precisão. A altura da planta foi determinada com trena milimetrada. Todas as mensurações do diâmetro do caule foram realizadas a 5 cm da base da planta, padronizando a coleta. As pesagens foram feitas em balança digital de precisão, com resolução de 0,01 g. O peso de mil aquênios foi determinado conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), por meio da pesagem de oito subamostras de 100 aquênios inteiros por repetição. A média foi multiplicada por 10 para obtenção do peso de mil aquênios (PMA), expresso em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar os efeitos das lâminas de irrigação, das cultivares e da interação entre esses fatores. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o software AgroEstat.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados os resultados da análise de variância (ANOVA) das variáveis agronômicas avaliadas, considerando o delineamento experimental em parcelas subdivididas. Os efeitos dos tratamentos % de lâminas de irrigação e genótipos e suas interações foram discutidos à luz da literatura científica, buscando identificar padrões de resposta da cultura às condições hídricas e genéticas.

A Tabela 3 apresenta os dados médios referentes ao número de botões florais por haste, avaliados na sétima semana após a semeadura, para as cultivares de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação (60%, 80% e 100% da evapotranspiração da cultura – ETc). A cultivar BRS 422, irrigada com 100% da ETc, obteve o maior valor, com média de 3,31 botões por haste, enquanto a BRS 323 apresentou 1,65 botões sob a mesma lâmina. Em condições de irrigação deficitária (80% e 60% da ETc).

Tabela 3: Dados médios de quantidade de botões florais por haste produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 7ª semana. Juazeiro-BA, 2025

% Lâminas de irrigação	Genótipos		Média lâminas
	BRS 422	BRS 323	
Lâminas 60%	1,993 aB	1,230 bB	1,6115B
Lâminas 80%	1,430 aC	1,140 bC	1,2850C
Lâminas 100%	3,310 aA	1,650 bA	2,480A
Média genótipo	2,244 a	1,340 b	

CV% 0,1183662

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si quanto ao genótipo, e pela mesma letra maiúscula na coluna quanto à lâmina de irrigação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Rezende, R.A. (2025)

Para cultivares de girassol com finalidade oleaginosa, a emissão de múltiplos botões florais por haste não representa um atributo desejável. Ao contrário, pode ser considerada uma desvantagem agrônômica e fisiológica. O ideal para a produção de grãos e, sobretudo, para o acúmulo de óleo de alta qualidade, é que a planta concentre seus recursos metabólicos na formação de um único capítulo central bem desenvolvido, que receba plena alocação de fotoassimilados, resultando em sementes uniformes, com maior peso e teor de óleo. Esse comportamento é corroborado por Olowe et al. (2013), que demonstraram que plantas originadas de indivíduos com múltiplas cabeças floresciam e amadureciam mais tardiamente e, embora o rendimento e o teor de óleo não fossem drasticamente afetados, apresentavam significativamente menor peso de capítulo, menor diâmetro e menor massa e número de aquênios por capítulo em comparação às plantas derivadas de cabeças únicas.

A emissão de botões laterais ou múltiplos capítulos geralmente indica que a planta está sob algum tipo de estresse ou desbalanço fisiológico, o que leva à redistribuição de energia e hormônios de forma descoordenada. Além disso, microvariações nas condições ambientais, como luminosidade, umidade e temperatura, podem ter influenciado a diferenciação e formação dos botões florais de forma desigual entre as plantas (DUARTE et al., 2023).

Ademais, a formação de botões múltiplos gera competição interna por assimilados, o que pode resultar em capítulos menores, mal granados, com aquênios de menor peso específico e baixa uniformidade, comprometendo o rendimento final e a qualidade do óleo extraído. Segundo Miladinović et al. (2024), o girassol é uma espécie

altamente sensível à regulação hormonal durante o florescimento, e o aumento do número de capítulos está frequentemente associado ao desbalanço entre citocininas, auxinas e giberelinas, especialmente sob irrigação excessiva ou fertilização desproporcional.

Portanto, embora a BRS 422 tenha apresentado maior número de botões por haste sob irrigação plena, esse comportamento não deve ser interpretado como indicativo de melhor desempenho agrônomo, principalmente quando o objetivo do cultivo é a produção de óleo de qualidade e alto rendimento industrial. Cultivares como a BRS 323, que tendem a concentrar a emissão floral em um único capítulo, podem ser fisiologicamente mais eficientes nesse contexto, mesmo que apresentem menor número de botões florais.

Com isso, o maior número de capítulos pode dificultar o manejo agrônomo, principalmente no momento da colheita, pois promove desuniformidade na maturação dos aquênios, o que resulta em sementes em diferentes estágios de desenvolvimento. Esse fator interfere diretamente na qualidade da colheita e na eficiência do processamento industrial, elevando perdas e custos operacionais.

A variável altura de planta apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) em função dos tratamentos com diferentes lâminas de irrigação e genótipos de girassol, nas 8ª e 9ª semanas após a semeadura (Tabela 4). Observou-se que, em ambos os períodos avaliados, a maior altura média foi obtida na lâmina de 100% da ETc, com destaque para a cultivar BRS 422, que atingiu 94,27 cm na 8ª semana e 88,96 cm na 9ª semana, diferindo estatisticamente da BRS 323 nas mesmas condições. A leve redução na altura média entre as semanas deve-se à metodologia adotada, que considerou a medição a partir de 5 cm acima do solo até o final do capítulo. Além disso, como as plantas se encontravam em estágios finais de desenvolvimento, algumas já haviam perdido as pétalas, o que pode ter influenciado nas medições. Ainda assim, os valores confirmam o comportamento mais vigoroso da BRS 422 sob condições de plena disponibilidade hídrica.

Tabela 4: Dados médios de altura de planta (cm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 8ª e 9ª semana. Juazeiro-BA, 2025

% Lâminas de irrigação	Genótipos				Média lâminas
	8ª Semana		9ª Semana		
	BRS 422	BRS 323	BRS 422	BRS 323	
Lâminas 60%	69,52aB	54,69bC	68,26aB	59,42bC	62,9725C
Lâminas 80%	63,54bC	66,62aB	67,13bC	69,92aB	66,8025B
Lâminas 100%	94,27aA	87,48bA	88,96aA	85,96bA	88,1675A
Média genótipos	75,7766a	69,5966b	74,7833a	71,7666b	

CV% 0,0000015

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si quanto ao genótipo, e pela mesma letra maiúscula na coluna quanto à lâmina de irrigação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Rezende, R.A. (2025)

Para a lâmina de 80% da ET_c, os dados mostraram uma leve vantagem da BRS 323 sobre a BRS 422 na variável altura de planta, com médias de 66,62 cm e 69,92 cm na 8ª e 9ª semanas, respectivamente. Esse comportamento pontual pode indicar uma boa resposta fisiológica da BRS 323 em condição de déficit moderado, embora não represente uma tendência consistente de superioridade.

Na lâmina de 60% da ET_c, que representou o maior nível de restrição hídrica, a BRS 323 foi a cultivar mais afetada, com as menores alturas registradas. Já a BRS 422, mesmo sob déficit acentuado, manteve médias mais elevadas, sugerindo maior estabilidade e resiliência frente à limitação hídrica.

A análise dos dados médios por lâmina revela que o tratamento com 100% da ET_c proporcionou, em média, o maior crescimento das plantas (88,17 cm), seguido pelas lâminas de 80% (66,80 cm) e 60% (62,97 cm), evidenciando que a altura da planta é altamente sensível ao suprimento hídrico.

Esses dados estão em consonância com Gholinezhad et al. (2020) e Miladinović et al. (2024), que observaram redução do crescimento em girassol sob estresse hídrico. A tendência de superioridade da BRS 422 reforça sua estabilidade e adaptabilidade agrônômica, indicando seu potencial como cultivar estratégica para cultivos irrigados em ambientes semiáridos.

Os valores médios de diâmetro de capítulo floral (cm), apresentados na tabela 6, para os genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323, avaliados na 8ª e 9ª semana de

desenvolvimento, sob diferentes lâminas de irrigação, apresentou resultados que indicam diferenças expressivas entre os genótipos e entre os níveis de irrigação.

Tabela 5: Dados médios de diâmetro de capítulo floral (cm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 8ª e 9ª semana. Juazeiro-BA, 2025

% Lâminas de irrigação	Genótipos				Média lâminas
	Semana 8		Semana 9		
	BRS 422	BRS 323	BRS 422	BRS 323	
Lâminas 60%	9,64aA	1,90bC	12,20aA	1,90bC	6,41B
Lâminas 80%	7,41aC	3,31bB	8,74aC	3,31bB	5,6925C
Lâminas 100%	8,41aA	3,58bA	12,09aB	5,94bA	7,505A
Média genótipos	8,48a	2,93b	11,01a	3,72b	
CV%	0,0000024		0,0000053		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si quanto ao genótipo, e pela mesma letra maiúscula na coluna quanto à lâmina de irrigação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Rezende, R.A. (2025)

O genótipo BRS 422 destacou-se com os maiores diâmetros em todas as condições hídricas, especialmente na lâmina de 100 %, em que atingiu 8,41 cm na 8ª semana e 12,09 cm na 9ª semana. A irrigação plena favoreceu expressivamente o desenvolvimento do capítulo floral, o que é consistente com os achados de Silva et al. (2022), que observaram que maiores lâminas de irrigação promovem aumento significativo no diâmetro do capítulo, refletindo em maior capacidade reprodutiva da planta. Por outro lado, o genótipo BRS 323 apresentou diâmetros inferiores em todas as condições, com valores mínimos sob 60 % de irrigação (1,90 cm nas duas semanas), demonstrando baixa adaptabilidade ao estresse hídrico.

A diferença entre as semanas também evidencia o progresso do desenvolvimento floral, especialmente em plantas sob irrigação adequada. O aumento médio do diâmetro em BRS 422 da 8ª para a 9ª semana foi de aproximadamente 2,5 cm, indicando uma fase de expansão do capítulo floral, como já relatado por Pereira et al. (2020), que observaram crescimento acentuado do capítulo entre o início da floração e a antese completa, especialmente sob boas condições hídricas.

Adicionalmente, o comportamento diferenciado entre os genótipos sugere uma maior tolerância do BRS 422 ao estresse hídrico moderado, conforme também apontado por Souza et al. (2019), que relataram desempenho agrônomico superior de materiais genéticos com maior plasticidade fisiológica em ambientes semiáridos. Em contraste,

genótipos mais sensíveis, como o BRS 323, sofrem reduções severas em parâmetros morfológicos e reprodutivos sob condições de déficit hídrico (OLIVEIRA et al., 2021).

A irrigação com 80 % da lâmina ideal promoveu resultados intermediários, com redução do diâmetro em relação à irrigação plena, mas ainda mantendo valores consideráveis em BRS 422 (7,41 cm na 8ª semana e 8,74 cm na 9ª semana).

A variável diâmetro do receptáculo apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) em função das lâminas de irrigação, dos genótipos e da interação entre esses fatores nas 9ª e 10ª semanas após a semeadura (Tabela 6). De modo geral, os maiores valores foram observados sob a lâmina de 100% da ETc, com destaque para a cultivar BRS 422, que atingiu 7,97 cm na 9ª semana e 8,35 cm na 10ª semana, diferindo significativamente da BRS 323 (6,55 cm e 7,66 cm, respectivamente). Esse resultado evidencia a resposta positiva da BRS 422 ao pleno fornecimento hídrico, refletindo maior capacidade de formação e expansão das estruturas reprodutivas.

Tabela 6: Dados médios de diâmetro de receptáculo (cm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 9ª e 10ª semana. Juazeiro-BA, 2025

% Lâminas de irrigação	Genótipos				Média lâminas
	Semana 9		Semana 10		
	BRS 422	BRS 323	BRS 422	BRS 323	
Lâminas 60%	4,83bC	7,44aA	7,64aB	5,6bC	6,3775B
Lâminas 80%	6,32aB	5,25bC	6,58aC	6,02bB	6,0425B
Lâminas 100%	7,97aA	6,55bB	8,35aA	7,66bA	7,6325A
Média genótipo	6,37333c	6,41333b	7,52333a	6,42667b	
CV%	0,0000017		0,0135165		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si quanto ao genótipo, e pela mesma letra maiúscula na coluna quanto à lâmina de irrigação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Rezende, R.A. (2025)

Na lâmina de 80% da ETc, a BRS 422 também apresentou desempenho superior em ambas as semanas (6,32 cm e 6,58 cm), enquanto a BRS 323 teve valores inferiores (5,25 cm e 6,02 cm). Essa tendência indica que, mesmo sob déficit hídrico moderado, a BRS 422 manteve maior estabilidade morfológica e bom desenvolvimento do receptáculo floral.

De forma atípica, na lâmina de 60% da ETc, ocorreu uma inversão no padrão observado na 9ª semana, com a BRS 323 registrando diâmetro de receptáculo superior ao

da BRS 422 (7,44 cm contra 4,83 cm). Contudo, essa vantagem não se manteve na 10ª semana, quando a BRS 323 apresentou redução para 5,60 cm, enquanto a BRS 422 cresceu para 7,64 cm. Essa diminuição do diâmetro do receptáculo da BRS 323 pode estar relacionada a uma estratégia de escape ao estresse hídrico, caracterizada pela antecipação do desenvolvimento floral e encurtamento do ciclo, comportamento relatado por Khoshghestan et al. (2021). Além disso, o estresse hídrico severo pode provocar redução no turgor celular e colapso parcial de estruturas reprodutivas, conforme observado por Mostafa e Afify (2022), o que também contribui para o decréscimo no diâmetro em fases subsequentes.

A análise das médias por lâmina revela que o tratamento com 100% da ETc proporcionou os maiores valores médios de diâmetro do receptáculo. Embora a lâmina de 60% tenha apresentado média ligeiramente superior à de 80%, esse resultado foi fortemente influenciado pela resposta isolada da BRS 323 na 9ª semana e não representa vantagem consistente.

Esses dados estão em consonância com Gholinezhad et al. (2020) e Miladinović et al. (2024), que relataram redução significativa do diâmetro do capítulo e das estruturas reprodutivas em girassol sob estresse hídrico, especialmente em cultivares com menor tolerância à seca. A tendência de superioridade da BRS 422 reforça sua estabilidade e adaptabilidade agrônômica, indicando seu potencial como cultivar estratégica para cultivos irrigados ou com déficit controlado em regiões semiáridas.

Os efeitos do manejo hídrico no desenvolvimento morfológico do girassol são evidentes quando se observa o diâmetro da haste em diferentes condições de irrigação. A Tabela 7 ilustra os dados médios de diâmetro de haste (mm) para os genótipos BRS 422 e BRS 323, avaliados na 9ª semana de cultivo sob três níveis de lâmina de irrigação (60 %, 80 % e 100 %). Os resultados revelam diferenças significativas tanto entre os genótipos quanto entre os níveis de irrigação aplicados.

Tabela 7: Dados médios de diâmetro de haste(mm) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 9ª semana. Juazeiro-BA, 2025

% Lâminas de irrigação	Genótipos		Média lâminas
	BRS 422	BRS 323	
Lâminas 60%	7,71aC	6,50bC	7,105C
Lâminas 80%	8,95aB	7,69bB	8,320B
Lâminas 100%	10,12aA	9,19bA	9,655A
Média genótipo	8,92667a	7,79333b	

CV% 0,0028194

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si quanto ao genótipo, e pela mesma letra maiúscula na coluna quanto à lâmina de irrigação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Rezende, R.A. (2025)

O genótipo BRS 422 destacou-se por apresentar hastes mais espessas em todas as lâminas. Por outro lado, o BRS 323 apresentou valores inferiores, com 9,19 mm, 7,69 mm e 6,50 mm, respectivamente. Essas diferenças refletem a superioridade estrutural do BRS 422, cuja maior espessura da haste está diretamente relacionada à sua capacidade de adaptação a diferentes regimes hídricos.

De acordo com Mostafa et al. (2021), o diâmetro do caule é sensível à disponibilidade de água, sendo que irrigação plena ou moderada proporciona maior desenvolvimento estrutural da planta, enquanto o déficit hídrico reduz significativamente essa característica morfológica. Essa tendência foi confirmada por Madane et al. (2022), que também identificaram que genótipos mais adaptados a estresses hídricos tendem a manter o diâmetro da haste mais elevado mesmo com irrigação restrita.

Além disso, o diâmetro da haste é considerado um indicativo de resistência mecânica da planta, afetando diretamente sua capacidade de sustentação e transporte interno de água e nutrientes. Segundo estudos recentes, hastes mais espessas estão associadas à maior estabilidade e desempenho agrônomico, especialmente em condições semiáridas (OCL Journal, 2024).

A variável peso de mil aquênios (PMA) apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos com diferentes lâminas de irrigação e genótipos (Tabela 8). O maior valor foi observado na cultivar BRS 323 submetida à irrigação plena (100% da ETc). Esses dados indicam que, sob disponibilidade hídrica ideal, a BRS 323 tende a acumular mais reservas nos aquênios, mesmo apresentando desempenho morfológico inferior em outros aspectos. Darvishzadeh et al. (2011) relatam

que cultivares de girassol com maior eficiência fotossintética e índice de colheita são capazes de direcionar mais assimilados à formação das sementes em condições hídricas favoráveis.

Tabela 8: Dados médios de peso de mil aquênios (g) produzidos pelos genótipos de girassol BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação na 11ª semana. Juazeiro-BA, 2025

% Lâminas de irrigação	Genótipos		Média lâminas
	BRS 422	BRS 323	
Lâminas 60%	6,22aA	4,01bC	5,115A
Lâminas 80%	3,69bC	4,20bB	3,945C
Lâminas 100%	6,09aB	6,48aA	6,285B
Média genótipo	5,33333a	4,89667b	

CV% 0,0092159

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si quanto ao genótipo, e pela mesma letra maiúscula na coluna quanto à lâmina de irrigação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Rezende, R.A. (2025)

Sob estresse hídrico acentuado (60% da ETc), a BRS 422 se destacou com um PMA de 6,22 g, enquanto a BRS 323 apresentou significativa redução, atingindo apenas 4,01 g, uma queda superior a 38%. Esses resultados sugerem que a BRS 422 possui maior resiliência fisiológica, mantendo o enchimento dos aquênios mesmo em condições adversas. Essa resposta é corroborada por Iqbal et al. (2020), os quais destacam a importância da estabilidade hídrica na manutenção da translocação de fotoassimilados para as sementes.

Na condição de 80% da ETc, ambos os genótipos apresentaram os menores valores médios de PMA: 3,69 g para a BRS 422 e 4,20 g para a BRS 323. Esse comportamento pode estar relacionado ao estresse coincidir com a fase crítica de enchimento de grãos, prejudicando o acúmulo de matéria seca nas sementes, conforme descrito por Killi e Altunbay (2005).

Considerando a média por lâmina, a maior produção de PMA foi obtida com 100% da ETc (6,29 g), seguida por 60% (5,12 g) e 80% (3,95 g). Entre os genótipos, a BRS 422 apresentou desempenho médio superior (5,33 g) em relação à BRS 323 (4,89 g), evidenciando maior estabilidade produtiva em diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os de Yasin et al. (2022), que observaram que cultivares mais tolerantes ao estresse hídrico tendem a manter valores elevados de PMA e menor variação entre os tratamentos. Dessa forma, tais genótipos são mais indicados para sistemas irrigados em regiões com variabilidade na oferta de água, como é comum no semiárido brasileiro.

De maneira geral, os resultados obtidos indicam que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram significativamente as características morfológicas e produtivas do girassol, especialmente o diâmetro do capítulo floral, o diâmetro da haste e o peso de mil aquênios (PMA). A cultivar BRS 422 apresentou melhor desempenho em termos de vigor vegetativo e estrutura reprodutiva, mesmo sob irrigação moderada, evidenciando maior adaptabilidade hídrica. No entanto, é importante destacar que, apesar do menor crescimento vegetativo e sensibilidade ao déficit hídrico, a BRS 323 obteve valores superiores de PMA sob irrigação plena, e desempenho satisfatório mesmo em condições adversas, o que a torna promissora para sistemas de cultivo voltados à produção de óleo. Isso demonstra que o desempenho agrônômico deve ser analisado de forma integrada, considerando não apenas os atributos morfológicos, mas principalmente os componentes diretamente relacionados à produtividade de óleo, como o acúmulo de massa nos aquênios. Dessa forma, a escolha do genótipo ideal dependerá da estratégia de manejo e do objetivo do cultivo, seja ele voltado à produção de biomassa, de sementes ou de óleo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados deste estudo, conclui-se que o manejo racional da irrigação, aliado à escolha criteriosa de cultivares, é essencial para otimizar a produção de girassol no semiárido baiano. A cultivar BRS 422 destacou-se pelas melhores respostas morfofisiológicas sob diferentes lâminas de irrigação, evidenciando maior robustez, diâmetro de capítulo floral e estabilidade de crescimento. Por outro lado, a BRS 323, embora apresente menor vigor vegetativo e maior sensibilidade ao déficit hídrico, demonstrou elevado peso de mil aquênios sob irrigação plena, revelando potencial produtivo significativo, sobretudo para sistemas de cultivo voltados à extração de óleo vegetal. Assim, a utilização de lâminas otimizadas e a seleção de cultivares com características produtivas específicas, como a BRS 323 para produção de óleo e a BRS 422 para maior estabilidade e biomassa, podem contribuir para a sustentabilidade e eficiência do cultivo do girassol no contexto semiárido.

8.REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Carlos Antonio da Costa de.** Extrato de alga marinha calcária (*Lithothamnium*) no desenvolvimento, produção e qualidade pós-colheita de frutos da videira ‘BRS Vitória’. 2018. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, Campus III, Juazeiro, BA. Disponível em: <repositório da UNEB>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- AKHTER, N.** et al. Boosting resilience and yields in water-stressed sunflower through coordinated irrigation scheduling and silica gel applications. *Frontiers in Plant Science*, v. 15, 2024. DOI: 10.3389/fpls.2024.1161995.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 124 p.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura e Pecuária. *Zoneamento Agrícola de Risco Climático: girassol*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/risco-agropecuario/zoneamentos/zarc>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- BOUKHECHEM, M.** et al. Unveiling sunflower morphological and phenological adaptations to drought stress. *OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, v. 31, 2024. DOI: 10.1051/ocl/2024005.
- CARVALHO, H. F. S. de et al.** Lâmina de irrigação para o milho cultivado no Submédio do Vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 1321–1331, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1090081/1/Laminadeirrigacaoov2n32017.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- CARVALHO, L. M. de et al.** Yield and photosynthetic attributes of sunflower cultivars grown under supplemental irrigation in the semiarid region of the Brazilian Northeast. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 55, e01008, 2020. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pub/article/view/26730>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- CSIKÁSZ-KRISZ, R. et al.** Study on the changes in the hormone contents in blueberry flower buds in the course of flower bud formation and differentiation. *Applied Ecology and Environmental Research*, v. 3, p. 387–391, 2005.
- COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.** Manejo, eficiência e uso da água em sistemas de irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 26 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/96758>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab).** Fechamento da safra 2018/19 aponta produção recorde de grãos de 242,1 milhões de t. Brasília: Conab, 10 set. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3042-fechamento-da-safra-2018-2019-aponta-producao-recorde-de-graos-estimada-em-242-1-milhoes-de-t>. Acesso em: 05 ago. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Safra brasileira de grãos: histórico de séries – girassol e outras culturas. Brasília: Conab, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 05 ago. 2025.

DUARTE, R. L. et al. Bud initiation in blueberry (*Vaccinium* spp.) under varying environmental conditions. *Project Blue Archive*, 2023. Disponível em: <https://projectbluearchive.blob.core.windows.net/media/Default/Horticulture/Publications/Fruit%20KE%20desk%20studies%20Desk%20study%20on%20blueberry%20bud%20initiation.pdf>.

EMBRAPA. Girassol – Tecnologias de produção. *Embrapa Soja*. [S. l.]: [s. n.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/tecnologias/girassol>. Acesso em: 14 jul. 2025.

EMBRAPA. *Girassol: sistema de produção*. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?cid=13256>. Acesso em: 14 jul. 2025.

FERREIRA, L. M. et al. Uso eficiente da água no cultivo do girassol: uma abordagem com déficit controlado. *Cadernos de Agroecologia*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 411–420, 2023. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br>. Acesso em: 19 jul. 2025.

GIMENEZ, L. M. et al. (2021). "Water management and its impact on sunflower yield in semi-arid regions." *Agricultural Water Management*, 247, 106713. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106713>

GHOLINEZHAD, E. et al. (2020). "Interaction effect of water deficit and cultivar on growth and seed quality of sunflower." *Journal of Plant Nutrition*, 43(18), 2752–2764. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1795031>

GUTIÉRREZ-MICELI, F. A. et al. Water stress and nutrient management in tomato: effects on growth and productivity. *Water*, Basel, v. 16, n. 8, p. 1095, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/16/8/1095>. Acesso em: 14 jul. 2025.

GUO, J. et al. C/N ratio regulates floral induction in woody plants: hormonal and molecular perspectives. *Agriculture*, v. 15, n. 12, p. 1304, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/15/12/1304>. Acesso em: 16 jul. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. Estudo identifica pela primeira vez região árida no norte da Bahia. *Agência Brasil*, 19 nov. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-11/estudo-identifica-pela-primeira-vez-regiao-arida-no-norte-da-bahia>. Acesso em: 11 jun. 2025.

KADASIDDAPPA, M. M. et al. Effect of irrigation (drip/surface) on sunflower growth, seed and oil yield, nutrient uptake and water use efficiency – A review. *Agricultural Reviews*, v. 38, n. 2, p. 152–158, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317567438>. Acesso em: 14 jul. 2025.

- KELLER, J.; KARMELI, D.** *Trickle irrigation design*. Utah: Utah State University, 1974. 133 p.
- KHOSHGHESTAN, S. R. et al.** Effects of deficit irrigation on growth, yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under semi-arid climate. *Agricultural Water Management*, [S. l.], v. 248, p. 106786, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106786>.
- LIU, L. et al.** Water-saving irrigation based on evapotranspiration and its effects on yield and water use efficiency of sunflower in semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, [S. l.], v. 245, p. 106626, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106626>.
- MADANE, A. J. et al.** Effect of deficit irrigation on sunflower yield and growth parameters under arid conditions. *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, Paris, v. 31, 2022. Disponível em: <https://www.ocljournal.org/articles/ocl/pdf/2024/01/ocl230049.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.
- MILADINOVIĆ, D. et al.** Unveiling sunflower morphological and phenological adaptations to drought stress. *OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, Paris, v. 31, 2024. Disponível em: https://www.ocljournal.org/articles/ocl/full_html/2024/01/ocl230049/ocl230049.html. Acesso em: 2 jul. 2025.
- MOSTAFA, H.; AFIFY, M. T.** Influence of water stress on engineering characteristics and oil content of sunflower seeds. *Scientific Reports*, v. 12, p. 12418, 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-16271-7.
- MOSTAFA, M. R. A. et al.** Water stress management for sunflower under heavy soil conditions. *ResearchGate*, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/355096335>. Acesso em: 19 jul. 2025.
- OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids.** Panorama da produção de girassol no Brasil. *OCL*, v. 25, 2018. Disponível em: https://www.ocljournal.org/fr/articles/ocl/full_html/2018/01/ocl170047/ocl170047.html. Acesso em: 19 jul. 2025.
- OCL JOURNAL.** Sunflower response to water stress under varying irrigation regimes. *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, Paris, v. 31, jan. 2024. Disponível em: <https://www.ocljournal.org/articles/ocl/pdf/2024/01/ocl230049.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.
- OLWE, V. I. O. et al.** Effect of head type on agronomic characteristics, seed yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Annals of Applied Biology*, v. 163, n. 2, p. 200–208, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/aab.12064>. 19 jul. 2025.
- OLIVEIRA, Ana Claudia Barneche de et al.** *Manejo da cultura do girassol: uma abordagem técnica de uso prático*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 46 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, n. 85). ISBN 978-85-85941-50-5.

OLIVEIRA, H. A. et al. Efeito do estresse hídrico em genótipos de girassol no Vale do São Francisco. *Scientia Plena*, Aracaju, v. 17, n. 10, p. 1–8, 2021. Disponível em: <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/5213>. Acesso em: 19 jul. 2025.

PEREIRA, T. M. et al. Aspectos morfológicos do girassol em função de lâminas de irrigação. *Revista Agro@ambiente On-line*, Boa Vista, v. 14, n. 1, e020011, 2020. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente>. Acesso em: 19 jul. 2025.

RAJPER, F. K. et al. Performance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes morphological and yield traits under water deficit conditions. *Journal of Plant Sciences*, mar. 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331554607_Water_use_efficiency_of_different_sunflower_genotypes_under_deficit_irrigation_in_a_semi-arid_Region. Acesso em: 17 JUL 2025.

RAES, D. et al. *AquaCrop: the FAO crop model to simulate yield response to water*. Roma: FAO, 2012. (FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 66). Disponível em: <http://www.fao.org/aquacrop>. Acesso em: 2 jul. 2025.

RAKS. Irrigação adequada é essencial para o cultivo do girassol. 2023. Disponível em: <https://raks.com.br/irrigacao-adequada-e-essencial-para-o-cultivo-do-girassol/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

RAKS, R. Eficiência da irrigação localizada no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 17, n. 3, p. 251–263, 2023. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4495>. Acesso em: 14 jul. 2025.

RODRIGUES, L. N. et al. *Uso eficiente da água na agricultura irrigada: bases para elaboração de estratégias e programas*. Brasília, DF: Embrapa, 2022. 105 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1149177>. Acesso em: 14 jul. 2025.

SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, Madison, v. 21, p. 901–903, 1981.

SEGHATOLESLAMI, M.; KOOCHAKZADEH, A.; MOHAMMADI, M. J. Effect of irrigation and nitrogen level on yield, yield components and some morphological traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Desert*, v. 14, n. 2, p. 105–112, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288212997>. Acesso em: 14 jul. 2025.

SILVA, F. R. et al. Desempenho agrônômico do girassol sob diferentes níveis de irrigação em ambiente semiárido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 26, n. 4, p. 229–235, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa>. Acesso em: 19 jul. 2025.

SOUZA, G. L. et al. Resposta de genótipos de girassol ao déficit hídrico. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 42, n. 3, p. 725–734, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpa.br/index.php/rca>. Acesso em: 19 jul. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). *Girassol em sistema de integração lavoura-pecuária*. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br>. Acesso em: 14 jul. 2025.

WANG, F. et al. Deficit irrigation improves sunflower yield and water use efficiency under mulch drip irrigation in arid regions. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v. 14, [2024]. [S. l.]: [s. n.], [s. d.].

APÊNDICE

APÊNDICE A – MÉDIA DA QUANTIDADE DE BOTÕES POR HASTE NA SEMANA 8

Figura A.1 – Média da quantidade de botões florais por haste das cultivares BRS 422 e BRS 323 sob diferentes lâminas de irrigação (60%, 80% e 100% da ETc) na 8ª semana de cultivo. Juazeiro-BA, 2025.

QUANTIDADE DE BOTÕES POR HASTE (SEMANA 8)						
	BLOCO 1		BLOCO 2		BLOCO 3	
	BRS 422	BRS 323	BRS 422	BRS 323	BRS 422	BRS 323
R1	2	1	1	1	1	1
R2	1,5	1	1,3	1,25	7,3	1
R3	1,5	1	1	1	6,25	1
R4	1	1	1,3	1	4	2,33
R5	3,5	1	1	1,75	6,25	1
R6	2,75	2,25	2,5	0	3,25	3
R7	2	1	1,3	2,25	1	1,5
R8	1	0	1	1	2,25	3,33
R9	2,75	1	1,75	1,3	1	1
R10	2,5	2,25	1,5	1	1	3,33
R11	1	1,5	1	1	3,5	1
R12	1,67	1	2,75	1,3	3,5	1
R13	2,75	2	1,25	1	2,75	1
MÉDIA=	1,99	1,23	1,43	1,14	3,31	1,65
	BLOCO 1					
			60%			
	BLOCO 2					
			80%			
	BLOCO 3					
			100%			

Fonte: Rezende, R.A. (2025).

As colorações indicam os diferentes tratamentos de irrigação: azul claro (60% ETc), azul escuro (80% ETc) e laranja (100% ETc). Cada linha corresponde a uma planta (R1 a R13), e a última linha apresenta a média por tratamento.