

# Teores de prolina em cultivares de girassol

Stela Braga de Araújo<sup>1</sup>, Lizza Adrielle Nascimento Santos<sup>2</sup>, Luciana Marques de Carvalho<sup>3</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>4</sup>

**Resumo** - Com o objetivo de avaliar o acúmulo de prolina em cultivares de girassol altamente produtivas no Centro-Sul do Brasil, nas condições edafoclimáticas de Sergipe. Para isso, determinou-se o teor de prolina em plantas de onze cultivares de girassol presentes nos ensaios experimentais conduzidos em Frei Paulo, Umbaúba e Nossa Senhora das Dores, no estado de Sergipe, de 2015 a 2017. Em todos os ambientes e anos, as plantas receberam mesmos tratamentos culturais e manejo. Em todos os casos, as folhas foram coletadas no mesmo período, início do florescimento e a prolina foi extraída segundo mesmo protocolo. Maior teor médio de prolina foi encontrado nas condições de Umbaúba, onde o solo oferece impedimento para o aprofundamento radicular. Nessa condição, a cultivar Olisun 3 foi aquela com maior acúmulo de prolina. Em Nossa Senhora das Dores, verificaram-se os menores teores de prolina, sugerindo que as cultivares não investiram muito no acúmulo de prolina nesse ambiente. Em Frei Paulo as cultivares com maior acúmulo de prolina foram Helio 251, BRS 287, as quais se destacaram em dois anos. Conclui-se que as cultivares diferiram entre si significativamente quanto aos teores de prolina, com maior acúmulo nos ambientes com menor disponibilidade de umidade e ou impedimento do solo para o aprofundamento radicular. As cultivares Olisun 3, BRS324 e Helio 250 acumulam mais prolina nas condições edafoclimáticas de Umbaúba, enquanto as cultivares Helio 251 e BRS287 acumulam mais prolina nas condições edafoclimáticas de Frei Paulo e muito pouca prolina é acumulada nas condições de Nossa Senhora das Dores.

**Termos para indexação:** ajuste osmótico, *Helianthus annuus*, tolerância à seca.

## Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa anual, que contribui com cerca de 12% da produção mundial de óleo comestível. Proporciona alto rendimento de óleo e também de torta para alimentação animal. É classificado como uma cultura de baixa a média tolerância à seca, embora as necessidades de água desta oleaginosa ainda não estejam claramente definidas (Iqbal et al., 2005). Atualmente, as principais regiões produtoras no país são o Centro-Oeste e o Sul (IBGE, 2018). Entretanto, essa cultura é considerada alternativa promissora para o Nordeste, devido ao ciclo curto (90 a 120 dias) e moderada tolerância à seca.

A escolha da cultivar ou cultivares de girassol mais apropriadas ao cultivo na região é um dos fatores determinantes do sucesso da lavoura e constitui insumo de baixo custo. Estudos disponíveis na literatura indicaram que aquelas mais produtivas em uma dada região, nem sempre são as mais produtivas em ambientes diferentes, o que indica necessidade de avaliações de cultivares no Nordeste antes de se recomendar o cultivo nessa região. Assim, desde 2007 o rendimento em grãos de cultivares de girassol tem sido avaliado em Sergipe em diferentes condições edafoclimáticas.

A disponibilidade hídrica é um dos fatores ambientais que mais afeta o crescimento e produção das plantas. Seus efeitos têm sido ainda mais limitantes no Nordeste do país, onde a distribuição irregular das chuvas e menor volume impõe restrição ao crescimento e desenvolvimento de muitas culturas. Trabalhos recentes tem verificado o acúmulo do aminoácido prolina em plantas de girassol submetidas a déficit hídrico (Cechin et al., 2010; Manivannan et al., 2007; Anjum et al., 2011; Ghaffari et al., 2012). O acúmulo desse aminoácido nas folhas constitui um mecanismo de adaptação que as plantas possuem para tolerarem períodos curtos de seca, possibilitando que a planta mantenha o metabolismo fotossintético em ambientes com deficiência hídrica. Tal fato ocorre devido à parte hidrofóbica do aminoácido ligar-se à parte hidrofóbica das proteínas, aumentando, assim, sua solubilidade e evitando a desnaturação das mesmas, possibilitando assim ajuste osmótico. Por essas razões, a quantificação de prolina é utilizada para avaliar vegetais mais tolerantes à seca. O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de prolina em cultivares de girassol altamente produtivas no Centro-Sul do Brasil, nas condições edafoclimáticas de Sergipe.

## Material e Métodos

Em cultivos de girassol (*Helianthus annuus* L.) conduzidos em três áreas experimentais da Embrapa no estado de Sergipe foram obtidas folhas para a extração e determinação de prolina. As áreas situavam-se nos municípios de Frei Paulo (10°51'S, 37°53'O, 272 m), Nossa Senhora das Dores (10°30'S, 37°13'O, 200 m) e Umbaúba (12° 22'S, 37° 40'O, 109 m) (Tabela 1). Dados de precipitação pluvial de cada ambiente foram obtidos por meio de pluviômetro instalado na área experimental.

<sup>1</sup>Química Industrial, bolsista CNPq da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>2</sup>Graduanda em Química Ambiental, bolsista CNPq da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

<sup>3</sup>Bióloga, doutora em Fitotecnia (Produção vegetal), pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

**Tabela 1.** Características dos ambientes onde as cultivares de girassol foram avaliadas entre 2015 e 2017.

Características	Frei Paulo	N. S. das Dores	Umbaúba
Latitude	10°51'S	10°30'S	12°22'S
Longitude	37°53'O	37°13'O	37°40'O
Altitude (m)	272	200	109
Clima	BSh	TAs	TAs
Tipo do solo	Cambissolo eutrófico	Latossolo distrófico	Argissolo distrófico

<sup>ab</sup>BSh (Semiárido quente), TAs (Tropical com verão seco), de acordo com classificação Köppen- Geiger

Em todas as áreas de cultivo, as cultivares de girassol em estudo foram semeadas (em junho, no período úmido) e tiveram suas folhas coletadas (em setembro, início da floração) no mesmo período. As cultivares avaliadas foram Aguará 4, Aguará 6, BRS 321, BRS322, BRS323, BRS324, BRS387, CF101, Embrapa 122, Helio250, Helio251e Olisun 3.

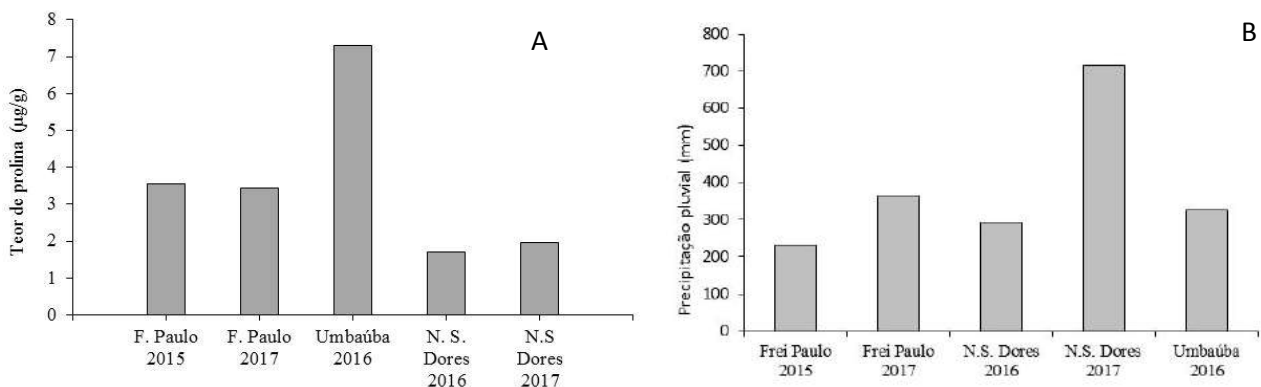
Os ensaios de campo, a partir dos quais foram obtidas as folhas de girassol foram conduzidos em 2015 (em Frei Paulo), em 2016 (em Nossa Senhora das Dores e em Umbaúba) e em 2017 (em Frei Paulo e em Nossa Senhora das Dores) no mês de setembro.

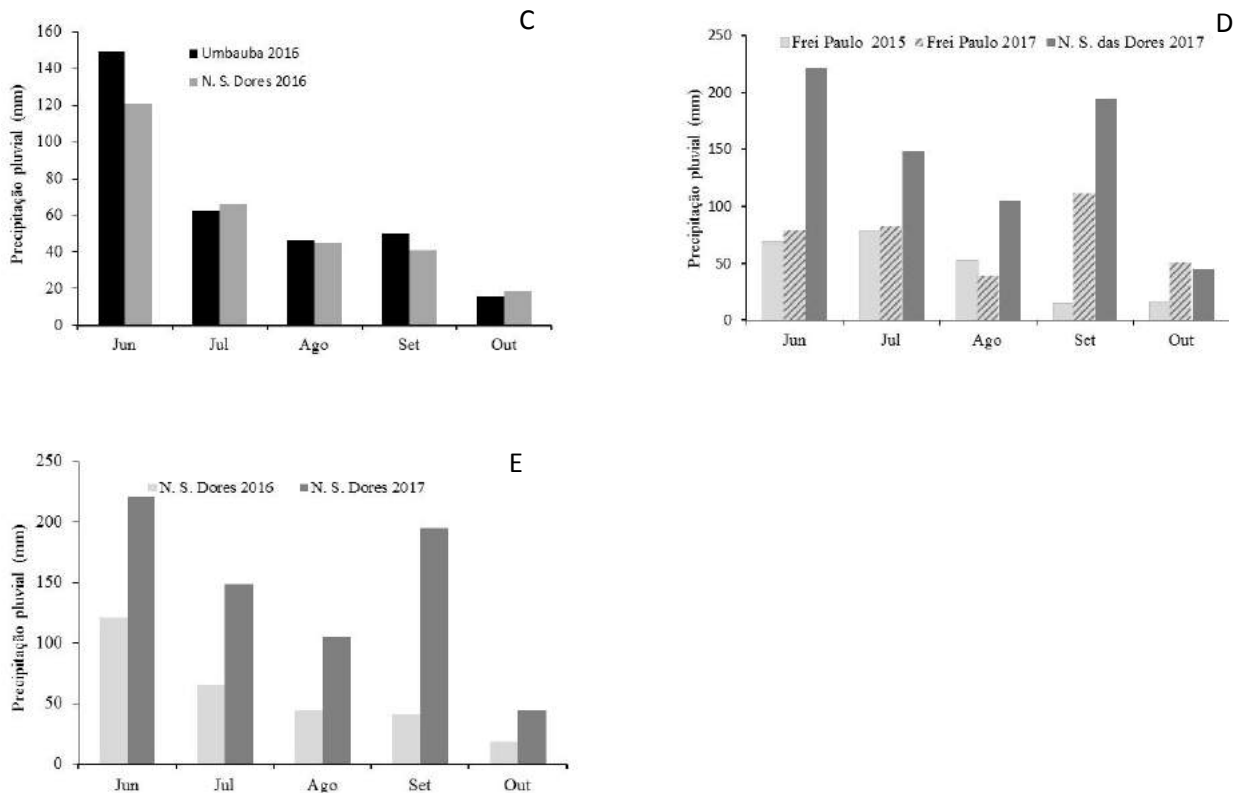
As folhas foram obtidas de três plantas (repetições) de cada uma das onze cultivares de girassol estabelecidas nessas áreas, quando as plantas estavam no estágio R4-R5 (início da floração). De cada planta, duas folhas completamente expandidas foram removidas a partir do 3°-4° nós, contado a partir do ápice, acondicionadas em saco de polipropileno, e armazenadas a -20 °C até realização das análises em laboratório.

O processo de extração foi conduzido em baixa temperatura, com o fim de evitar a degradação enzimática da prolina. Cerca de 1,25 g (definida em testes preliminares) de tecido foliar foi removido a partir da região mediana da folha e utilizada em maceração, na presença de ácido sulfosalicílico a 3%, como solução extrativa. O macerado foi submetido a filtração à vácuo. A extração e determinação do teor de prolina foram feitas de acordo com metodologia proposta por Bates et al. (1973). Cada repetição foi avaliada em duplicata. A concentração de prolina em µg/mL, em cada amostra, foi calculada por meio de equação de regressão, estimada a partir de curva padrão de prolina. Os dados foram tabelados no Excel e submetidos à análise de variância e posteriormente as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5%, por meio do programa estatístico Sisvar.

## Resultados e Discussão

Dentre os ambientes avaliados, o teor de prolina foi, em média, maior em Umbaúba e menor em Nossa Senhora das Dores em 2016 (Figura 1). Em Umbaúba, verificou-se também a maior amplitude de variação (1,68 µg/g a 24,03 µg/g). O maior teor de prolina foi encontrado nas plantas da cultivar Olisun (24,03 µg/g), seguida pelas plantas das cultivares Helio 250 e BRS324 (Tabela 2). Considerando que a prolina contribui com o maior ajuste osmótico, um dos mecanismos de tolerância à seca das plantas de girassol, essas cultivares foram aquelas que mais investiram no acúmulo de prolina como estratégia de tolerância a seca nas condições de Umbaúba. Cecchin et al. (2010) e Ghaffari et al. (2012) também determinaram o teor de prolina em folhas de girassol e verificaram diferenças significativas entre as cultivares de girassol. Eles encontraram teores médios de prolina acima de 9 µg/g, entretanto, as plantas foram cultivadas em vaso e foram submetidas a estresses severos.





**Figura 1.** Teor médio de prolina (a) e precipitação pluvial total (b) no período experimental (de junho a outubro) em cada um dos ambientes experimentais (Frei Paulo, 2015 e 2017; Umbaúba, 2016; Nossa Senhora das Dores, 2016 e 2017) e precipitação pluvial mensal em Nossa Senhora das Dores e Umbaúba em 2016 (c), em Nossa Senhora das Dores e Frei Paulo, em 2017, e em Frei Paulo, em 2015 (d), em Nossa Senhora das Dores, em 2016 e 2017 (e).

**Tabela 2.** Média do teor de prolina foliar de onze cultivares de girassol (*Helianthus annuus L.*) crescidas nos municípios de Frei Paulo, Umbaúba e Nossa Senhora das Dores, SE, 2015, 2016 e 2017.

Cultivares	Frei Paulo		N. S. das Dores		Umbaúba
	2015	2017	2016	2017	2016
AGUARA4	2,00d	3,47b	1,29c	3,86a	1,68d
AGUARA6	3,67c	5,00a	3,25a	2,31b	2,53
BRS321	2,67c	2,00b	1,28c	1,59c	2,89
BRS322	2,00d	3,00b	1,1c	1,78c	2,96
BRS323	2,00d	3,33b	1,46c	1,04d	2,04
BRS324	3,00c	3,00b	1,72b	1,69c	15,81
BRS287	5,00b	4,00a	1,71b	1,9c	3,54
CF101	3,33c	4,00a	1,78b	2,28b	3,76
HELIO250	7,33a	3,00b	1,869b	1,97c	11,21
HELIO251	4,33b	4,00a	2,16b	1,24d	1,97
OLISUN3	2,67c	3,00b	1,36c	1,76c	24,03
Média	3,54	3,45	1,71B	1,95A	7,30
C.V. (%)	13,2%	11,1%	15,5%	10,8%	14,22

\*, \*\* e ns Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Nas condições de Frei Paulo, o teor médio de prolina acumulado pelas plantas em 2015 e 2017 foi inferior a Umbaúba, mas muito similar entre os anos (Figura 1). As cultivares de girassol com maior acúmulo foram Helio 250 (em 2015), BRS 287 (em 2015 e 2017), Helio 251 (em 2015 e 2017), Aguará 6 e CF 101 (2017). Em Nossa Senhora das Dores, onde se encontraram as plantas com menos prolina nas folhas, maior teor foi determinado nas cultivares Aguará 6 (2016 e 2017), CF101 (2016 e 2017), Aguará 4 (em 2017), BRS 287, Helio 250 e Helio 251 (em 2016).

Considerando que as cultivares avaliadas em todos os ambientes e anos foram as mesmas e os plantios foram conduzidos da mesma forma, a diferença no acúmulo de prolina entre as áreas de cultivo pode ser atribuída às condições ambientais. Em 2016, o volume total de precipitação pluvial foi similar em Umbaúba e em Nossa Senhora das Dores (Figura 1 b). A distribuição das chuvas de junho a outubro também foi similar nesses dois ambientes (Figura 1 c), com menos de 60 de chuva nos meses de julho a outubro. Entretanto, as duas áreas diferem quanto ao tipo de solo (Tabela 1). Em Umbaúba, há um Argissolo distrofico com horizonte coeso a cerca de 20 cm, o qual pode restringir o crescimento radicular, especialmente quando seco (Gomes et al. 2017). Sugere-se que em Umbaúba, as plantas de girassol encontraram restrição para o crescimento radicular e, portanto, não puderam aprofundar raízes para buscar água nas camadas mais profundas do solo, e então investiram mais no acúmulo de prolina, como estratégia de tolerância à seca. Em Nossa Senhora das Dores, em contraste, as cultivares de girassol investiram menos no acúmulo de prolina. Sugere-se que isso se relaciona com a falta de restrição ao crescimento radicular e, portanto menor necessidade de investir no acúmulo de prolina e ajuste osmótico.

O volume total de precipitação pluvial em Frei Paulo nos anos de 2015 e 2017 foi similar (Figura 1 b). Isto explica porque também não foi verificada diferença significativa entre os acúmulos de prolina nos anos de 2015 e 2017 em Frei Paulo (Tabela 2). Entretanto, as cultivares com maiores acúmulos de prolina em 2015 não foram as mesmas em 2017. Sugere-se que essa diferença está relacionada com as diferenças na distribuição de chuvas em setembro- outubro (Figura 1d). Por outro lado, a distribuição e volume total de precipitação pluvial em Nossa Senhora das Dores nos anos 2016 e 2017 foram bem diferentes. Entretanto, isso não se refletiu no acúmulo de prolina nas folhas de girassol. Sugere-se que especialmente no ano mais seco, 2016, outras estratégias, como o aprofundamento radicular, tenham sido utilizadas pelas plantas, que dessa forma não necessitaram investir no acúmulo de prolina.

## Conclusão

As cultivares de girassol diferem quanto ao acúmulo de prolina, o qual também varia em função do ambiente de cultivo. Maior acúmulo nas folhas é encontrado nos ambientes com menor disponibilidade de umidade para as plantas, podendo ser decorrente de impedimento para o aprofundamento de raízes associado a baixa pluviosidade.

As cultivares Olisun 3, BRS324 e Helio 250 acumulam mais prolina nas condições edafoclimáticas de Umbaúba, enquanto as cultivares Helio 250, Helio 251 e BRS287 acumulam mais prolina nas condições edafoclimáticas de Frei Paulo.

## Referências

- ANJUM, S. A.; XIE, X. Y.; WANG, L. C.; SALEEM, M. F.; MAN, C.; LEI, W. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, p. 2026-32, 2011.
- BATES, L. S.; WALDRAN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant Soil**, v. 39, p. 205-208, 1973.
- CECHIN, I.; CORNIANI, N.; FUMIS T. D.; CATANEO, A. C. Differential responses between mature and young leaves of sunflower plants to oxidative stress caused by water deficit. **Revista Ciência Rural**, v. 40, p. 1290-1294, 2010.
- GHAFFARI, M.; TOORCHI, M.; VALIZADEH, M.; SHAKIBA, M. Morpho-physiological screening of sunflower inbred lines under drought stress condition. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 17, p. 185-190, 2012.
- GOMES, J. B. V.; ARAÚJO FILHO, J. C.; VIDAL-TORRADO, P.; COOPER, M.; SILVA, E. A.; CURI, N. Cemented Horizons and Hardpans in the Coastal Tablelands of Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.41, p. e0150453, 2017.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa>. Acesso em: mar. 2018.
- IQBAL, N.; ASHRAF, M. Y.; ASHRAF, M. Influence of water stress and exogenous glycinebetaine on sunflower achene weight and oil percentage. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 1, p. 155, 2005.
- MANIVANNAN, P.; JALEEL, C. A.; SANKAR, B.; KISHOREKUMAR, A.; SOMASUNDARAM, R.; LAKSHMANAN, G. A.;
- PANNEERSELVAM, R. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 1, p. 41-9, 2007.