

## PARÂMETROS AGRONÔMICOS DO GIRASSOL H-251 FERTIRRIGADO COM DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO

GEISIANE XAVIER DE MATOS VASCONCELOS<sup>1</sup>, LIHERBERTON FERREIRA DOS SANTOS<sup>2</sup>, RAFAEL OLIVEIRA BATISTA<sup>3</sup>, FABRÍCIA GRATYELLI BEZERRA COSTA<sup>4</sup>, LEANDRA KARLA OLIVEIRA COSTA<sup>5</sup>, REGINALDO GOMES NOBRE<sup>6</sup>

**RESUMO:** A destinação da água produzida de petróleo é um desafio para indústria do petróleo e gás natural. Diante disso, objetivou-se avaliar as características agronômicas do girassol H-251 (*Heliantus annuus*) fertirrigado com diluições de água produzida em água de abastecimento. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O modelo experimental utilizado foi em DBC, com os seguintes tratamentos: D0 – 100 % água de abastecimento (AS) e 0 % de água produzida tratada (APT); D25 – 75 % de AS e 25 % de APT; D50 – 50 % de AS e 50 % de APT; D75 – 25 % de AS e 75 % de APT; e D100 – 0 % de AS e 100 % de APT. Aos 90 dias foram obtidos parâmetros de produtividade e agronômicos. Esses dados foram submetidos a análise de variância, teste de média e contrastes ortogonais. Foi constatado aumento do diâmetro do caule e do capítulo em 77 % e 65 %, respectivamente, em seus valores máximos devido a aplicação de APT diluída. A diluição de 25% foi a que apresentou os melhores resultados para os parâmetros avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Heliantus annuus*, reúso agrícola, semiárido potiguar.

## AGRONOMIC PARAMETERS OF SUNFLOWER H-251 FERTIRRIGATED WITH DILUTIONS OF WATER PRODUCED FROM PETROLEUM

**ABSTRACT:** The destination of water produced from oil is a challenge for the oil and natural gas industry. Therefore, the objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics

<sup>1</sup> Mestranda em Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, CEP: 59625-900. Mossoró, RN. Fone: (84) 3317-8200. e-mail: geisianexavier2018@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Departamento De Engenharia e Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>4</sup> Doutora em Manejo de Solo e Água, Programa de Pós-Graduação, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Centro de Engenharias, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Departamento De Ciência E Tecnologia, UFERSA, Mossoró, RN.

of sunflower H-251 (*Heliantus annuus*) fertigated with dilutions of produced water in supply water. The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal Rural University of Semi-Arid. The experimental model used was DBC, with the following treatments: D0 – 100% supply water (AS) and 0% treated produced water (APT); D25 – 75% AS and 25% APT; D50 – 50% AS and 50% APT; D75 – 25% AS and 75% APT; and D100 – 0% AS and 100% APT. Productivity and agronomic parameters were obtained after 90 days. These data were subjected to analysis of variance, mean test and orthogonal contrasts. An increase in stem and capitulum diameter of 77% and 65%, respectively, was observed at their maximum values due to the application of diluted APT. The 25% dilution presented the best results for the evaluated parameters.

**KEYWORDS:** *Helianthus annuus*, agricultural reuse, semi-arid region of Potiguar.

## INTRODUÇÃO

A água produzida (AP) é o efluente elevado à superfície juntamente com o petróleo e/ou gás natural em operações de extração (Jiménez et al., 2019; Salem & Thiemann, 2022). O fluido extraído inicialmente do poço é submetido a um pré-tratamento de separação óleo-gás-água em vasos de pressão. A água que sai desse processo passa, pela desgaseificação e por um separador água/óleo (Thomas, 2004; Wu et al., 2020).

O volume de AP gerado, anualmente, é alarmante e representa um dos grandes problemas causados pela indústria do petróleo, necessitando de tratamento e descarte adequados, devido à toxicidade dos compostos presentes (Assunção et al., 2018; Jiménez et al., 2018).

Dentre suas características químicas estão: conteúdo orgânico total; demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e química de oxigênio (DQO); poluentes orgânicos aromáticos, voláteis (COVs), hidrocarbonetos cíclicos e policíclicos (Aljuboury et al., 2017; Mansour et al., 2024). Já os metais pesados usualmente encontrados nesses efluentes são mercúrio ( $Hg^{2+}$ ), chumbo ( $Pb^{2+}$ ), arsênio ( $As^{3+/5+}$ ), cádmio ( $Cd^{2+}$ ), cobre ( $Cu^{2+}$ ), cromo ( $Cr^{6+}$ ), níquel ( $Ni^{2+}$ ) e zinco ( $Zn^{2+}$ ), podendo variar em quantidade de acordo com a geologia da região (Mustapha, Van Bruggen & Lens, 2018).

A AP representa um dos maiores fluxos de água residuária gerados na indústria do petróleo e gás (Dickhout et al., 2017). Como alternativa à destinação deste efluente tem-se: i) reinjeção no poço; ii) lançamento no ambiente, após tratamento para se enquadrar no padrões

estabelecidos pela legislação; iii) reutilização no processo de recuperação de petróleo e gás; iv) na irrigação, restauração de áreas vegetadas e produção animal (Crisóstomo et al., 2016).

Devido aos grandes volumes gerados de AP, pesquisas são realizadas sobre os efeitos na agricultura irrigada. Costa (2018) cultivou girassol irrigado com diluições de AP tratada previamente com polímero floculante, não apresentou alterações negativas em suas características biométricas agronômicas. Já Sedlacko et al. (2020) verificou que sob manejo adequado plantas de trigo e girassol concluíram seus ciclos de vida, sendo necessários mais estudos sobre o uso de água produzida na irrigação agrícola.

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma das oleaginosas mais importantes do mundo, com uso alimentar e no setor bioenergético, possui crescimento rápido e capacidade de remover contaminantes de solo e água, essa acumulação varia com as características do solo, concentração e cultivar implantada (Bashir et al., 2021; Trout et al., 2025).

Diante disso, objetivou-se avaliar as características agronômicas do girassol H-251 (*Heliantus annus*) fertirrigado com com diluições de água produzida em água de abastecimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA-Mossoró) sob coordenadas geográficas 5°12'11,25" S e 37° 19'25,77" O, 13 m de altitude. O solo proveniente da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (Mossoró-RN) foi classificado como Argiloso Vermelho distrófico Típico (Santos et al., 2025).

A água foi doada por uma empresa produtora de petróleo atuante na Bacia Potiguar. Foi tratada por meio de floculação, utilizando-se o polímero orgânico AGEFLOC DW-3753, 40 mL do floculante para cada 1000 L de água, com repouso de 48 h, para segregação das fases: material suspensos, água e óleo, conforme as recomendações de Costa (2018) e Costa et al. (2020).

Para as diluições utilizou-se água de abastecimento fornecida pela Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte. O experimento também foi montado no delineamento em blocos casualizados (DBC) no esquema fatorial 5x2, sendo cinco diluições de água produzida tratada (APT) (0, 25, 50, 75 e 100%) em água de abastecimento (AS) e duas profundidades do solo superficial e subsuperficial (0,0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m), totalizando 50 unidades experimentais (Costa, 2018).

Durante o experimento foram coletadas amostras das diluições para análises físico-químicas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA, sendo: potencial hidrogeniônico (pH); condutividade elétrica (CE); cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) expressos em  $\text{mmolc L}^{-1}$ ; sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) expressos em  $\text{mmolc L}^{-1}$ ; cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), cádmio (Cd) e chumbo (Pb) expressos em  $\text{mg L}^{-1}$  (Silva, 2009; Baird, Eaton & Rice, 2017).

Utilizou-se o girassol (*Heliantus annuus*), cultivar H-251 da Embrapa Semiárido, com espaçamento de 1,0 m por 0,60 m, em vasos de 32 L, com 0,8 kg de brita (nº zero), 1,0 kg de areia lavada e 21 kg de solo. Foi realizada semeadura em bandejas de polietileno, preenchido com substrato comercial, o transplântio foi realizado 12 dias após a semeadura, sendo irrigadas por 20 dias com água de abastecimento.

O experimento contou com um sistema de irrigação localizada manejado de acordo com a estimativa dos valores diários da evapotranspiração da cultura, por PenmanMonteith-FAO, com o coeficiente de cultura (kc) para as diferentes fases do desenvolvimento da cultura, em um período de 90 dias.

Realizou-se uma adubação de fundação de ureia, cloreto de potássio e ácido bórico conforme recomendado por Ribeiro, Guimarães & Venegas (1999), bem como controle químico contra pragas e patologias.

Após a colheita manual do girassol, foram realizadas análises de desenvolvimento das plantas por meio das seguintes características observadas: altura de planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC), diâmetro do capulho (DCA) e produtividade (PROD).

Os dados das características agrônômicas do girassol após aplicação das diluições de água produzida tratada foram submetidos à análise de variância (teste F à 5% de probabilidade), teste de comparação de média (Tukey à 5%) de probabilidade e contrastes ortogonais para comparação múltipla das médias à 5% de probabilidade (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão dispostas as médias das variáveis físico-químicas obtidas nas três campanhas de coleta das diluições. A Resolução CONAMA nº 430/2011 dispõe sobre o controle do lançamento de efluentes doméstico e industriais, assim como a Resolução COEMA nº 2/2017 dispõe sobre padrões de lançamento e reúso de água não potável, para fins agrícolas e florestais (Brasil, 2011; Ceará, 2017). As diluições utilizadas ao longo do experimento estão em conformidade com os padrões estabelecidos para reúso.

**Tabela 1.** Caracterização das diluições de água produzida em água de abastecimento.

Característica	Unidade	Diluições					Padrão <sup>(1)</sup>
		D0	D25	D50	D75	D100	
pH		8,600	8,730	8,640	8,460	8,560	6,0 - 8,5
CE	dS m <sup>-1</sup>	0,560	0,660	0,660	0,700	0,710	3,0
Ca <sup>2+</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	1,390	1,400	1,200	1,000	2,000	-
Mg <sup>2+</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	0,110	0,600	0,800	0,700	0,500	-
Na <sup>+</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	2,300	3,800	3,300	3,000	4,000	-
RAS	(mmolc L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	2,650	3,800	3,300	3,200	3,600	15,0
K <sup>+</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	0,300	0,300	0,400	0,400	0,500	-
Cl <sup>-</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	2,400	4,000	5,000	3,000	3,000	-
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	0,500	0,600	0,700	0,700	0,600	-
HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>	2,000	3,500	4,000	3,000	4,000	-
Cu	mg L <sup>-1</sup>	0,070	0,080	0,090	0,075	0,085	1,0
Zn	mg L <sup>-1</sup>	0,027	0,024	0,028	0,019	0,054	5,0
Mn	mg L <sup>-1</sup>	0,007	0,008	0,013	0,012	0,069	1,0
Fe	mg L <sup>-1</sup>	0,008	0,035	0,018	0,022	0,038	15,0
Ni	mg L <sup>-1</sup>	0,011	0,017	0,009	0,014	0,007	2,0
Cd	mg L <sup>-1</sup>	0,006	0,013	0,008	0,008	0,012	0,2
Pb	mg L <sup>-1</sup>	0,110	0,130	0,280	0,240	0,130	0,5

Nota: <sup>(1)</sup> Limites estabelecidos pela CONAMA n° 430 de 2011 e COEMA n° 2 de 2017 (Brasil, 2011; Ceará, 2017).

Na Tabela 2 estão dispostas as médias dos tratamentos, com suas respectivas probabilidades calculadas pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 2.** Características produtivas do girassol, irrigado com diluições de água produzida em água de abastecimento.

Fontes de variação	Características agrônômicas da planta				
	PROD kg ha <sup>-1</sup>	AP cm	NF uni	DC cm	DCA cm
Probabilidade do fator diluição	0,511 <sup>NS</sup>	0,703 <sup>NS</sup>	0,306 <sup>NS</sup>	0,014*	0,062*
CV (%)	66,37	18,92	16,45	28,46	23,23
Média	290,53	58,18	10,68	0,360	4,384
Erro-padrão	86,23	4,923	0,785	0,046	0,455
Diluições	Comparação da médias (Teste Tukey)				
D0	216,34	52,30	11,40	0,26 a	3,26 a
D25	409,01	61,70	11,80	0,28 ab	5,36 b
D50	267,33	57,80	10,20	0,46 b	4,56 ab
D75	229,29	58,52	10,40	0,34 ab	4,18 ab
D100	330,70	60,60	9,60	0,46 b	4,56 ab
Contrastes	Probabilidade dos contrastes				
	PROD	AP	NF	DC	DCA
C <sub>1</sub> : D100 Vs (D0+D25+D50+D75)	0,64 <sup>NS</sup>	0,58 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	0,02*	0,65 <sup>NS</sup>
C <sub>2</sub> : D75 Vs (D0 + D25 + D50)	0,48 <sup>NS</sup>	0,82 <sup>NS</sup>	0,36 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	0,72 <sup>NS</sup>
C <sub>3</sub> : D50 Vs (D0 + D25)	0,67 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	0,004**	0,66 <sup>NS</sup>
C <sub>4</sub> : D25 Vs D0	0,13 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,72 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	0,005**

Nota: D0 – Somente água subterrânea (AS), D25 – 75% de AS e 25% de água produzida tratada (APT), D50 - 50% de AS e 50% de APT, D75 – 25% de AS e 75% de APT, e D100 –somente APT; C1 = 12 m1 + 12 m2 + 8 m3 +10 m4 – 42 m5; C2 = 30 m1 + 30 m2 + 20 m3 - 80 m4; C3 = 6 m1 + 6 m2 - 12 m3; C4 = 6 m1 - 6 m2. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. \*\* e \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente. NS - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Segundo a ANOVA, não houve efeito significativo entre os tratamentos para a produtividade ( $p = 0,511$ ), nem para os contrastes ortogonais. Indicando que as diluições de APT não interferiram na produtividade do girassol H-251, em termos de média absoluta foi observado aumento da produtividade em relação ao controle, corroborando o estudo de Costa (2018).

Crisóstomo et al. (2016) encontraram rendimento de grãos de 652,7 e 468,8 kg ha<sup>-1</sup> para água produzida tratada por osmose reversa e filtração. Quanto à altura da planta não houve efeito significativo nas diferentes diluições, foi observado valor absoluto máximo em D25 (61,70 cm) e o valor mínimo em D0 (52,30 cm), indicando que houve incremento nessa característica devido a irrigação com APT.

Experimento utilizando girassol irrigado com águas residuárias, obteve altura da planta máxima (53,63 cm) para o girassol irrigado com água de fossa aos 80 dias após a semeadura, não havendo significância pelo teste de Tukey a 5 % (Silva & Nascimento, 2019).

O número de folhas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, indicando que o uso das proporções de APT não influenciaram este atributo. O valor absoluto mínimo (9,60) foi observado em D100. Houve efeito significativo entre os tratamentos para o diâmetro do caule ( $p = 0,014$ ). O tratamento D0 diferiu dos tratamentos D50 e de D100, apresentaram os maiores valores médios.

Foi observado diferença estatística nos contrastes C1 e C3 (a 5 e 1%, respectivamente), indicando que tratamento D100 difere da combinação dos demais tratamentos, e que D50 difere da combinação de D25 e D0. Ocorreu efeito significativo para o diâmetro do capulho ( $p = 0,062$ ), o teste de média mostrou diferença significativa entre os tratamentos D0 e D25, e ambos não diferiram dos demais tratamentos.

Apenas o contraste C4 foi significativo (a 1 % de significância). Esse comportamento também foi verificado por Costa (2018) utilizando as mesmas diluições de APT na cultivar H-360 de girassol.

## CONCLUSÕES

As aplicações contínuas de diluições de água produzida tratada promoveram o aumento do diâmetro do caule e do capulho em 77 % e 65 % considerando seus valores máximos. A

diluição de 25% foi a que apresentou os melhores resultados das características agronômicas da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALJUBOURY, D. A. D. A.; PALANIANDY, P; ABDUL AZIZ, H. B; FEROZ, S. Treatment of petroleum wastewater by conventional and new technologies - A review. **Global Nest Journal**, v. 19, n. 3, p. 439–452, 2017.

ASSUNÇÃO, M. V. D.; VIEIRA, M. M.; ALMEIDA, M. R. Fatores influenciadores na produção indesejada da água produzida de petróleo: um estudo na bacia Potiguar/Brasil. **HOLOS**, v.2, p.146–160, 2018.

BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; RICE, E. W. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23.ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2017. 1504p.

BASHIR, S.; QAYYUM, M. A.; HUSAIN, A.; BAKHSH, A.; AHMED, N.; HUSSAIN, M. B.; ELSHIKH, M. S.; ALWAHIBI, M. S.; ALMUNQEDHI, B. M. A.; HUSSAIN, R.; WANG, Y. F.; ZHOU, Y.; DIAO, Z. H. Eficiência de diferentes tipos de biochars para mitigar o estresse de Cd e o crescimento do girassol (*Helianthus*; L.) em solo agrícola irrigado com águas residuais. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 4, p. 2453–2459, 1 abr. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 mai. 2011.

CEARÁ. Resolução COEMA nº 2 de 2 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias 104 SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 21 de fevereiro de 2017. Fortaleza: **DOE**, 2017. 41p.

COSTA, D. O.; VALE, H. S. M.; BATISTA, R. O.; TRAVASSOS, K. D.; GURGEL, M. T.; LEMOS FILHO, L. C. A. Metal contents in soils irrigated with diluted treated produced water from oil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, p.672–678, 2020.

COSTA, F. G. B. **Produção e capacidade de fitoextração do girassol (*Heliantus annuus*) irrigado com água produzida**. Mossoró: UFERSA. 2018. 92f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água).

CRISÓSTOMO, L. A.; WEBER, O. B.; MIRANDA, F. R.; ARAGÃO, F. A. S.; OLIVEIRA, M. E. B. Irrigação com Água Produzida: Efeitos sobre Características do Solo e a Produção do Girassol. Brasília: **Embrapa**, v.120, p.37, 2016.

DICKHOUT, J. M.; MORENO, J.; BIESHEUVEL, P. M.; BOELS, L.; LAMMERTINK, R. G. H.; VOS, W. M. DE. Produced water treatment by membranes: A review from a colloidal perspective. **Journal of Colloid and Interface Science**, v.487, p.523–534, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 1, p.1039-1042, 2011.

JIMÉNEZ, S.; ANDREOZZI, M.; MICÓ, M. M.; ÁLVAREZ, M. G.; CONTRERAS, S. Produced water treatment by advanced oxidation processes. **Science of The Total Environment**, v.666, p.12–21, 2019.

JIMÉNEZ, S.; MICÓ, M. M.; ARNALDOS, M.; MEDINA, F.; CONTRERAS, S. State of the art of produced water treatment. **Chemosphere**, v.192, p.186–208, 2018.

MANSOUR, M. S. M.; ABDEL-SHAFY, H. I.; IBRAHIM, A. M. Petroleum wastewater: Environmental protection, treatment, and safe reuse: An overview. **Journal of Environmental Management**, v. 351, p. 119827, 1 fev. 2024.

MUSTAPHA, H. I.; VAN BRUGGEN, J. J. A.; LENS, P. N. L. Fate of heavy metals in vertical subsurface flow constructed wetlands treating secondary treated petroleum refinery wastewater in Kaduna, Nigeria. **International Journal of Phytoremediation**, v. 20, n. 1, p. 44–53, 2 jan. 2018.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa-MG: CFSEMG, 1999. 359p.

SALEM, F.; THIEMANN, T. Produced water from oil and gas exploration—problems, solutions and opportunities. **Journal of water resource and protection**, v. 14, n. 02, p. 142–185, 2022.

SANTOS H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA,

T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p.

SEDLACKO, ERIN M.; CHAPARRO, J. M.; HEUBERGER, A. L.; CATH, T. Y.; HIGGINS, C. P. Efeito das tecnologias de tratamento de água produzida na acumulação de metais e sais induzida pela irrigação em trigo (*Triticum aestivum*) e girassol (*Helianthus annuus*). **Science of The Total Environment**, v. 740, p. 140003, 20 out. 2020.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, P. V.; NASCIMENTO, P. S. Salinidade do solo e desenvolvimento do girassol submetido à irrigação com água de diferentes qualidades. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.7, p.255–269, 2019.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de engenharia de Petróleo**. 2ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 286p.

TROUT, T. J.; COMAS, L. H.; DEJONGE, K. C.; ZHANG, H. Colorado Sunflower Water Use, Physiology and Productivity Dataset. **Data in Brief**, p. 111959, 6 ago. 2025.

WU, M.; MA, C.; WANG, D.; LIU, H.; ZHU, C.; XU, H. Nutrient drip irrigation for refractory hydrocarbon removal and microbial community shift in a historically petroleum-contaminated soil. **The Science of the total environment**, v. 713, n. 136331, p. 136331, 2020.