



RESPOSTAS AO DÉFICIT HÍDRICO DA CULTURA DO CÁRTAMO

RESPONSES TO THE WATER DEFICIT OF THE SAFTERN CULTURE

Cintia Daniel¹

Reginaldo Ferreira Santos²

Juliana Souza³

Vitória Hubner⁴

Resumo: O déficit hídrico é um fator abiótico que têm afetado acentuadamente a produção de espécies vegetais de importância socioeconômica nas regiões áridas e semiáridas. O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma cultura não convencional, altamente resistente à escassez de água, podendo ser utilizada como substituto do plantio em más condições climáticas. Entender o comportamento das plantas em relação à quantidade de água disponível em cada estágio de crescimento, pode auxiliar no manejo racional do uso da irrigação em ambientes agrícolas. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento das plantas de cártamo submetidas ao déficit hídrico. O experimento foi conduzido na Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNDETEC, localizada no Município de Cascavel-PR. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo oito tratamentos com seis repetições. Os parâmetros avaliados foram altura de plantas, diâmetro do caule e número de capítulos. Com base nos resultados, a cultura do cártamo se demonstrou altamente responsiva a irrigação em diferentes estágios fenológicos. Os tratamentos quatro e cinco se sobre saíram em todas as variáveis avaliadas. O tratamento submetido a condição de deficiência hídrica em todas as fases de desenvolvimento com o tratamento que recebeu irrigação em todas as fases apontou maiores médias. Os dados obtidos foram submetidos a análise da variância e o teste de comparação de média por Tukey a 5% de probabilidade com o uso do software estatístico (SISVAR).

Palavras-Chave: *Carthamus tinctorius* L. Estágios fenológicos. Deficiência hídrica.

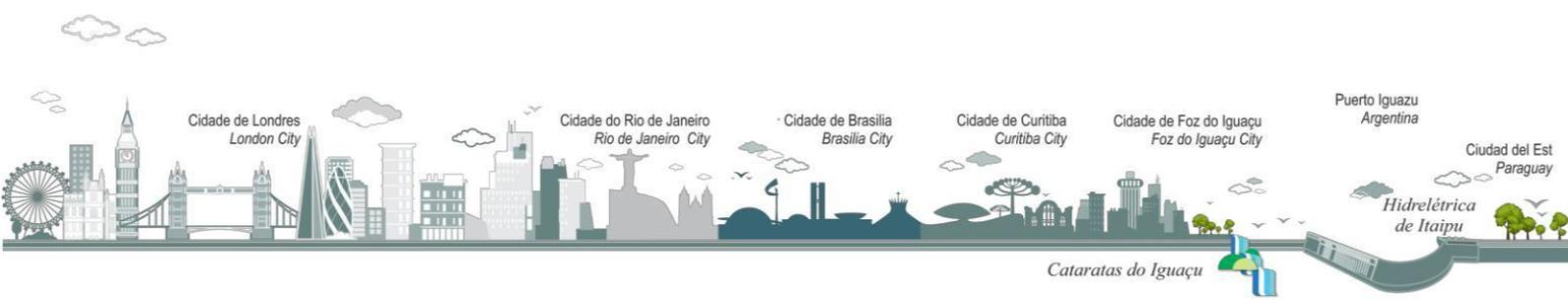
Abstract: Water deficit is an abiotic factor that has markedly affected the production of plant species of socioeconomic importance in arid and semi-arid regions. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an unconventional crop, highly resistant to water scarcity, and can be used as a substitute for planting in bad weather conditions. Understanding the behavior of plants in relation to the amount of water available at each stage of growth can help in the rational management of the use of irrigation in agricultural environments. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the behavior of safflower plants subjected to water deficit. The experiment was conducted at the Foundation for Scientific and Technological Development - FUNDETEC, located in Cascavel-PR. The experimental design adopted was completely randomized (DIC), with eight treatments with six replications. The parameters evaluated were plant height, stem diameter and number of capitula. Based on the results, the safflower crop proved to be highly responsive to irrigation at different phenological stages. Treatments four and five excelled in all variables evaluated. The treatment submitted to water deficit

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. cintia.daniel1998@gmail.com

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil.

³ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil.

⁴ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil.





condition in all stages of development with the treatment that received irrigation in all stages showed higher averages. The data obtained were submitted to analysis of variance and the Tukey mean comparison test at 5% probability using statistical software (SISVAR).

Keywords: *Carthamus tinctorius* L. Phenological stages. Water deficit.

INTRODUÇÃO

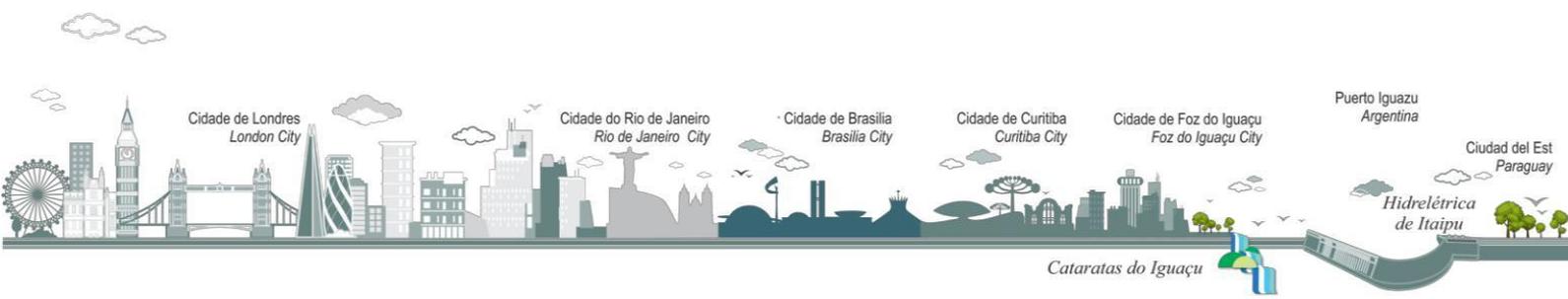
O cártamo é uma semente oleaginosa anual da família *Compositae*, altamente ramificada, herbácea e geralmente possui espinhos longos e afiados em suas folhas e capítulos (PACE *et al.*, 2015). Historicamente, é uma das culturas mais antigas, cultivada no Egito para a extração de corantes (ZOHARY *et al.*, 2012).

Por apresentar alto teor de óleo (32% a 40%), ácido linoléico 70% e ácido oleico 30%, destaca-se entre as oleaginosas (OPLINGER *et al.*, 2010). Também possui alta tolerância à seca e capacidade de adaptação às diferentes condições do solo (BONAMIGO *et al.*, 2013), podendo ser utilizada como substituto de plantio em condições climáticas adversas (DANTAS *et al.*, 2011; SANTOS e SILVA, 2015).

As sementes oleaginosas desempenham um papel de liderança nos países em desenvolvimento econômico, especialmente aqueles que dependem da agricultura como base econômica (FARZANEH *et al.*, 2010). O fornecimento de óleo e proteínas desempenham um papel vital na independência econômica e alimentar desses países (FARZANEH *et al.*, 2010).

Devido ao rápido crescimento populacional e à crescente demanda por alimentos e recursos hídricos, a conscientização do uso da água para irrigação das plantações é inevitável (JAJARMI *et al.*, 2014). A seca é um dos resultados mais prejudiciais esperados das mudanças climáticas para a agricultura, exigindo o uso eficaz dos recursos hídricos nas áreas irrigadas (ESENDAL *et al.*, 2008; ANA; GGES, 2016), podendo afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando em perdas significativas na produtividade (JAJARMI *et al.*, 2014).

Santos e Carlesso (1998) afirmam que em cada etapa do ciclo a planta exibe diferentes condições de sensibilidade e adaptação à seca. Portanto, compreender o comportamento das plantas de cártamo em relação à quantidade de água disponível em cada estágio de crescimento pode auxiliar no manejo racional do uso da irrigação em ambientes agrícolas (SANTOS e CARLESSO, 1998). Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento das plantas de cártamo submetidas ao déficit hídrico.





CULTURA DO CÁRTAMO

A cultura do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) pertence à família das Asteraceae, sendo de origem asiática. É uma cultura anual com ciclo de 130 a 150 dias, podendo ser cultivada no período de safrinha em regiões áridas do território brasileiro, por suportar solos salinos e temperaturas altas (MATOS e CARNEIRO, 2019).

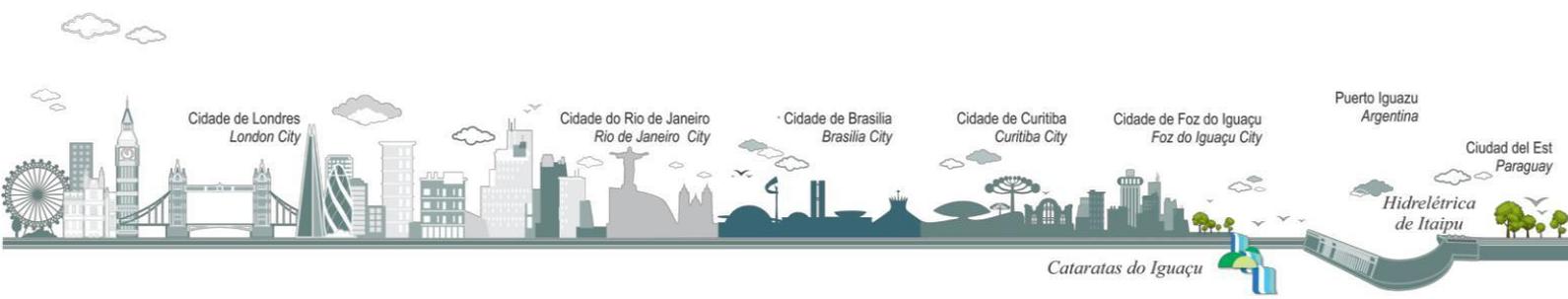
A altura das plantas pode chegar a dois metros, dependendo da época de plantio e das condições ambientais expostas (SINGH e NIMBKAR, 2007). De acordo com Kijiru *et al.* (2008), o cártamo possui propriedades agronômicas distintas em comparação com outras sementes oleaginosas, enfatizando a escassez de água, baixa umidade relativa, altas temperaturas, tolerância a salinidade e ventos fortes (LOVELLI *et al.*, 2007).

As plantas de cártamo se desenvolvem bem em áreas de sequeiro, sendo considerada uma planta pobre em água (FARIAS *et al.*, 2021), é uma cultura não convencional, altamente resistente à escassez de água, podendo ser utilizada como substituto do plantio em condições climáticas adversas, podendo ser plantada praticamente em qualquer época do ano (DANTAS *et al.*, 2011; SANTOS e SILVA, 2015).

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Um dos desafios da expansão dessa oleaginosa, é a falta de pesquisas para popularizar seu cultivo mundialmente. Apesar das dificuldades, o cártamo é cultivado em vários países (PAVITHRA *et al.*, 2016), com destaque para Argentina, Austrália, China, Etiópia, Índia, Irã, Cazaquistão, Quirguistão, México, Rússia, Espanha, Turquia, Tanzânia, Estados Unidos e Uzbequistão (SILVA, 2019).

A cultura tem chamado a atenção de pesquisadores e de indústrias, devido suas características produtivas e possibilidades de seu uso, apresentando-se de excelente qualidade para as indústrias medicinais, têxtil, de óleos e para fins de produção de biocombustíveis (SILVEIRA *et al.*, 2017). O óleo extraído das sementes de cártamo é considerado adequado para a produção de biodiesel (OGUT e OGUZ, 2006). A produção de





biodiesel no Brasil se concentra na produtividade, teor de óleo, sistema de produção, rotação de culturas, entre outros (JASPER *et al.*, 2010).

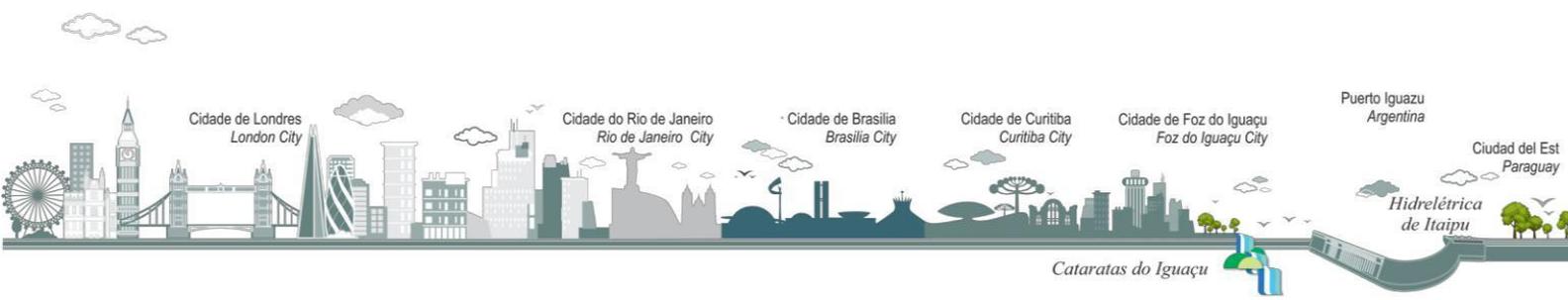
A matéria-prima mais utilizada para a produção de biodiesel no Brasil é o óleo de soja, mas com o apoio do governo, outras matérias-primas como óleo de palma e milho são produzidas adaptando-se a cada uma delas. A esse respeito, Galant *et al.* (2016) enfatizam a necessidade da utilização de novas oleaginosas para produção de biodiesel, visando atender as demandas do mercado brasileiro. Com isso, a cultura do cártamo tem se mostrado uma excelente alternativa para esse fim.

O uso da biomassa do cártamo também é um produto bastante requerido para produtores na alimentação animal, podendo ser utilizado como silagem, feno e consumo natural, sem perder características químicas e nutricionais independente do processo realizado (SILVEIRA *et al.*, 2017).

PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A crise do petróleo e as preocupações ambientais que começaram no final de 1973 exigiram novas maneiras de obter energia, com isso foi necessário usar óleo vegetal em vez de óleo diesel (MEHER *et al.*, 2006). As preocupações ambientais começaram a explorar fontes alternativas de combustível, entre elas, o biodiesel, um combustível biodegradável a partir de recursos renováveis. Obtido por diversos processos, como a decomposição, esterificação, microemulsão ou transesterificação (FERRARI e SOUZA, 2009).

No Brasil a produção de biodiesel vem se expandindo gradativamente, com isso, aumentando o interesse e a expansão na produção de combustíveis renováveis e proporcionado incentivos financeiros do governo (CARRIQUIRY, 2007). O interesse por essa produção tem como objetivo promover o desenvolvimento rural e contribuir para a segurança energética (SILVA *et al.*, 2011). O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma opção de produção de biodiesel bem conhecida devido à sua alta resistência aos fatores climáticos, incluindo escassez de água e a baixa sensibilidade aos fotoperíodos flutuantes (BERALDO *et al.*, 2009).





DÉFICIT HÍDRICO NAS PLANTAS

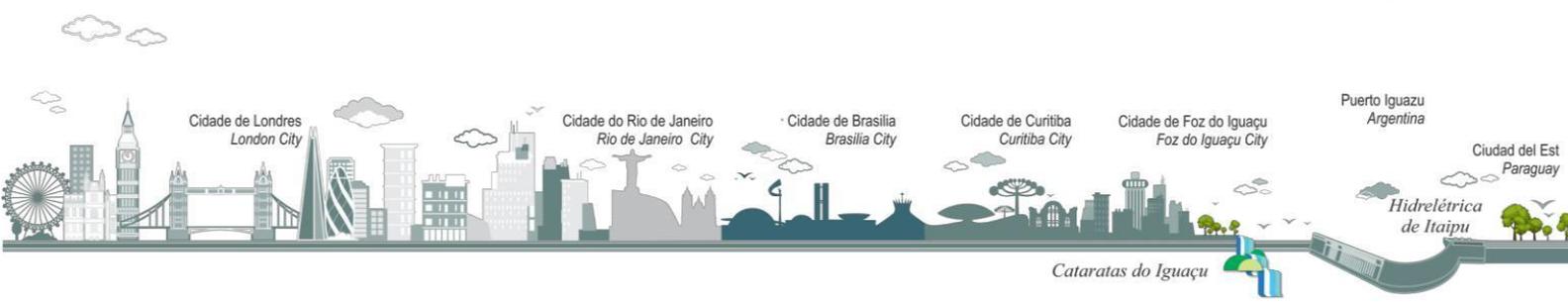
A seca é provavelmente um dos fatores mais importantes que limitam a produtividade agrícola em muitas partes do mundo, especialmente nas áreas semiáridas (JONES e CORLETT, 1992). O Fechamento estomático, atividade fotossintética, transpiração, atividade enzimática e outros processos fisiológicos e metabólicos são reduzidos quando as plantas são submetidas a estresse hídrico.

O efeito causado pelo estresse hídrico nas plantas é caracterizado por componentes osmóticos, sendo a desidratação um dos principais sintomas da deficiência de água nos tecidos vegetais (CASADEBAIG *et al.*, 2008). A falta de água nas plantas durante períodos críticos do seu desenvolvimento reduz o rendimento e a qualidade de seus grãos. A resposta das culturas ao estresse hídrico varia de acordo com seus estágios de desenvolvimento (EL-BIALLY *et al.*, 2018).

A escassez de água é um dos fatores causadores de baixos rendimentos e pode ser observada no semiárido do Brasil devido à irregularidade e má distribuição das chuvas, por isso é necessário utilizar estratégias para mitigar efeitos negativos (ALDERFASI *et al.*, 2016; WU *et al.*, 2017). Nesse cenário, a modelagem agrometeorológica mostra-se como uma importante ferramenta agrícola para avaliar o potencial de produção das culturas em diferentes cenários climáticos, desde cultivos irrigados até condições de déficit hídrico, o que facilita a tomada de decisões sobre o manejo dos fatores das culturas, sejam elas bióticas ou abióticas (MINUZZI e LOPES, 2015; MORELL *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016; XU *et al.*, 2019).

IRRIGAÇÃO

Além de aumentar a produtividade das culturas, a irrigação, pode promover a produção de biomassa total das áreas, por conseguinte, o teor de carbono orgânico do solo, proporcionando muitos benefícios diretos na agregação do solo (SEBEN JÚNIOR *et al.*, 2016) e indiretos, por meio do sequestro de carbono do solo e redução da emissão de CO₂ à atmosfera (NICOLOSO *et al.*, 2020).





O manejo ideal da irrigação com base nas necessidades de água das culturas é fundamental para melhorar o rendimento das culturas e a renda econômica (KOOCHKEI *et al.*, 2016). Entretanto, a restrição da água disponível é um fator extremamente importante que ameaça a produção agrícola em regiões áridas e semiáridas (REZAEI-CHIYANEH *et al.*, 2018).

Além disso, a irrigação pode reduzir os efeitos sazonais na produção, promovendo maiores rendimentos e melhor uniformidade no desenvolvimento das plantas. Sendo assim, a irrigação com alta eficiência no uso da água, apresenta-se como uma alternativa no intuito de fornecer índices de produtividade mais altos nesta região (OLIVEIRA, 2020).

A irrigação por gotejamento tem sido aplicada em todo o mundo devido às suas vantagens agronômicas e conservação da água (ZHANG *et al.*, 2019, JIA *et al.*, 2020). Considerando que a aplicação de água ocorre apenas na área de solo explorada pelas raízes, uma menor quantidade de água é utilizada, permitindo maior eficiência de aplicação, visto que esses poucos milímetros são efetivamente utilizados (LIMA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNDETEC, localizado na rodovia BR 277 Km 573 - s/n, no município de Cascavel - PR, latitude sul 25° 00' 36", longitude oeste 53° 17' 52" e altitude de 832 metros. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é classificado como subtropical úmido com temperatura média anual em torno de 19°C. A média anual de pluviosidade é de 1841 mm.

A condução do ensaio iniciou – se no dia 9 de março de 2022, utilizando um delineamento inteiramente casualizado, sendo composto por oito tratamentos e seis repetições. Cada parcela experimental foi constituída por três fileiras de plantas, com três metros de comprimento, sendo 33 plantas por fileira, espaçadas a 0,50 metro de largura entre fileira e 10,0 centímetros o espaçamento das plantas dentro da fileira de plantio, constituindo assim, uma densidade de plantio de 220.000 plantas por hectare.

Os tratamentos consistiram na disposição de irrigação em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas, descritas na Tabela 1.

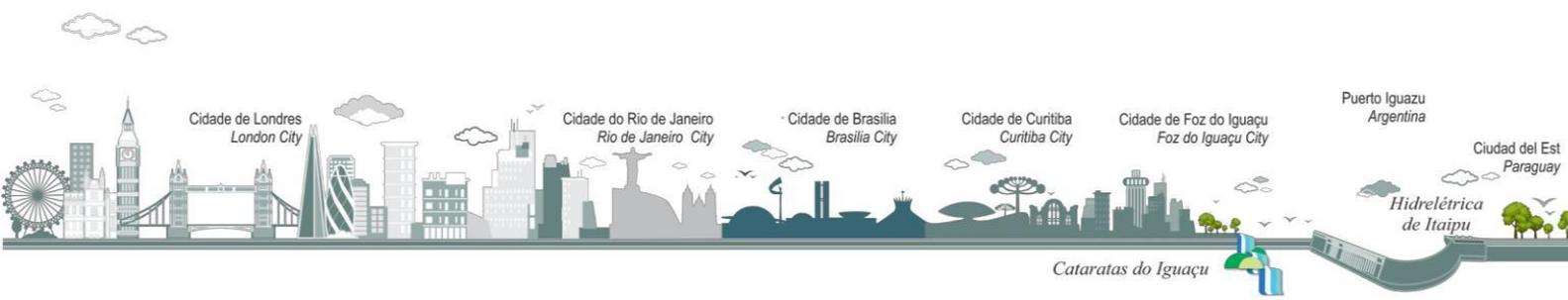




Tabela 1 - Caracterização dos tratamentos relativos às disponibilidades de irrigação.

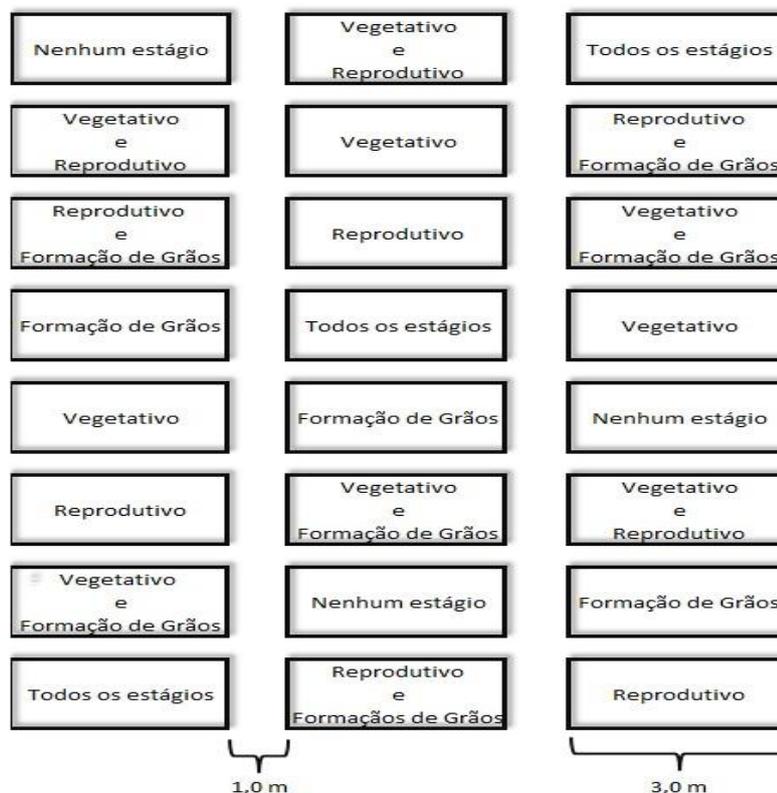
Tratamentos	Descrição da disponibilidade de irrigação
T1	Vegetativo
T2	Reprodutivo
T3	Formação de Grãos
T4	Vegetativo e Reprodutivo
T5	Vegetativo e Formação de grãos
T6	Reprodutivo e Formação de grãos
T7	Nenhum dos estágios
T8	Todos os estágios

**Todos os tratamentos receberam adubação mineral de base contendo NPK.

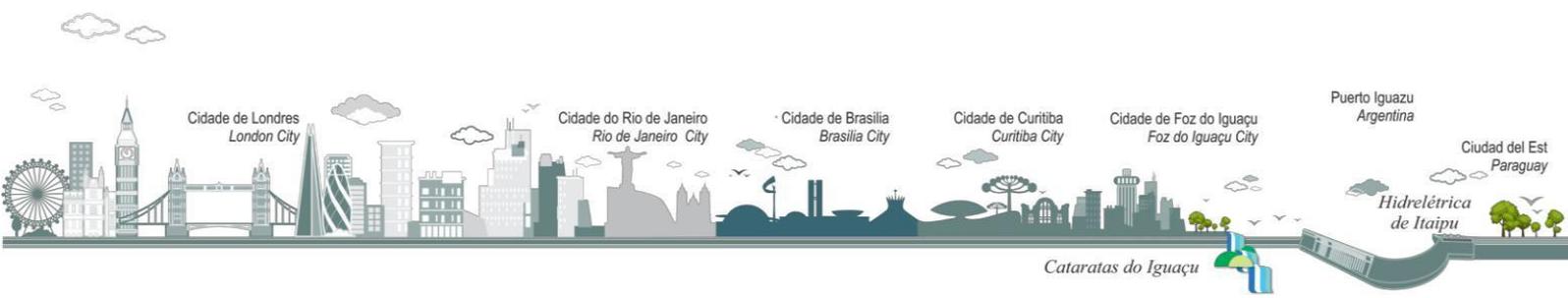
Fonte: autor, 2022.

O esquema de distribuição dos tratamentos referente ao sistema de irrigação, são demonstrados na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição dos tratamentos em função dos estágios de desenvolvimento da cultura do cártamo.



Fonte: autor, 2022.





Para a implantação do experimento foi realizada uma capina na área utilizada, e na sequência a demarcação das parcelas, em seguida com a ajuda de um trator com a utilização de uma plantadeira foram marcadas as linhas de plantio e depositada a adubação no sulco de plantio.

A condução do estudo iniciou-se com a semeadura manual do cártamo no dia 09 de março de 2022. A cultivar estudada foi a variedade CIPL – 04407. Suas sementes foram cedidas pela Embrapa Soja, localizada em Londrina - PR, apresentando vigor de suas sementes de aproximadamente 80%.

Alguns dias após o surgimento das plântulas de cártamo foi realizada a retirada de plantas invasoras, e posteriormente realizou-se o raleio para definir o número de plantas na linha, onde cada linha comportou 24 plantas.

O solo local foi classificado como latossolo vermelho distroférrico típico. A área experimental é conduzida no sistema de plantio direto há mais de 20 anos, com as culturas de milho ou soja nas safras de verão e aveia ou trigo nas safras de outono/inverno.

A adubação foi realizada no sulco do plantio, aplicando-se as seguintes quantidades de N, P e K: 12, 15 e 15. Devido à falta de recomendação específica para a cultura no Brasil, seguiu-se a recomendação para a cultura do milho, de 400 kg ha⁻¹.

A irrigação foi diária com base na necessidade hídrica da cultura em função de cada tratamento abordado na pesquisa. O reabastecimento do evaporímetro foi realizado semanalmente. O cálculo da necessidade hídrica da cultura (NHC) foi obtido através da multiplicação entre a evapotranspiração de referência (ET₀) e o coeficiente de cultura (K_{cFAO}) de referência obtido da FAO, conforme equação 1 abaixo:

$$NHC = ET_0 \cdot K_{cFAO} \quad (1)$$

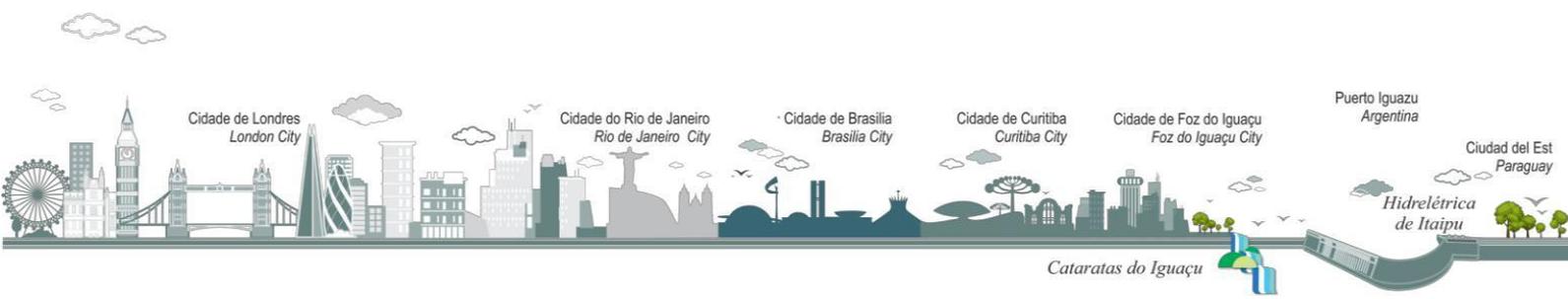
Em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura, mm. dia⁻¹;

ET₀ = evapotranspiração de referência, mm. dia⁻¹;

K_c = coeficiente de cultivo;

Esses valores são resultados obtidos multiplicando-se o K_c (coeficiente de evapotranspiração) da cultura. Tendo em vista que ainda não se tem essa informação para o cártamo, foi utilizado o K_c do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), pertencente da família





malvaceae, o qual apresenta necessidades hídricas semelhantes, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Requerimento de água nas fases da cultura do algodão.

Requerimento de água	Dias após a sementeira
Kc 0,45	20
Kc 0,75	40
Kc 1,15	80
Kc 0,85	100

Fonte: Barreto e Bezerra, 2011.

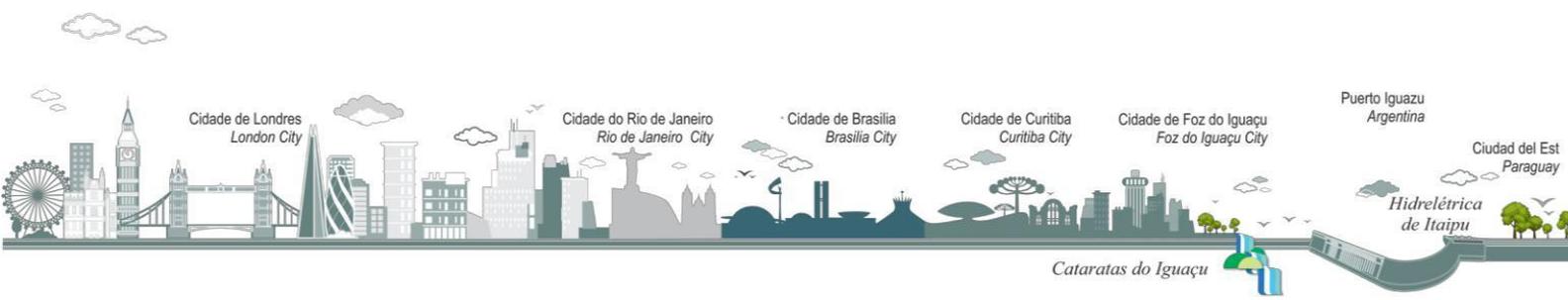
O modelo selecionado para o projeto de irrigação foi Arduino UNO R3, que é uma placa de microcontrolador baseada no chip ATmega 380. Possui quatorze pinos de entrada ou saída digitais e seis entradas analógicas. O Uno R3 usa uma memória flash de 32 KB com 0,5 KB usada para carregamento de inicialização, 2 KB de SRAM e 1 KB de EEPROM (memória pronta para uso programável apagável eletricamente).

No modo automático da operação, foi determinado o tempo, em minutos, entre os acionamentos do motoredutor. O tempo de irrigação varia de acordo com a Evapotranspiração da cultura, que são obtidas utilizando um mini-evaporímetro para a obtenção dos dados e realização do cálculo da ETc.

As irrigações foram realizadas através do sistema por gotejamento, sendo um gotejador por planta. Em cada canteiro estudado, a tubulação desse sistema de irrigação por gotejamento ficou paralela a linha que recebeu a irrigação.

Para mensuração da vazão dos gotejadores, foi realizada uma amostragem em todas as linhas de gotejadores. Para tanto, utilizou-se de beakers nos gotejadores do final de cada linha, que contabilizaram as vazões (ml) nestes pontos, pelo tempo definido de 3 minutos, realizando posteriormente a conversão para litros por hora (l/h).

As variáveis analisadas foram altura de plantas, diâmetro do caule e número de capítulos, sendo determinadas quando a cultura apresentou 50 % de seu florescimento, de seis plantas ao acaso dentro de cada parcela. A altura foi obtida medindo-se com fita métrica





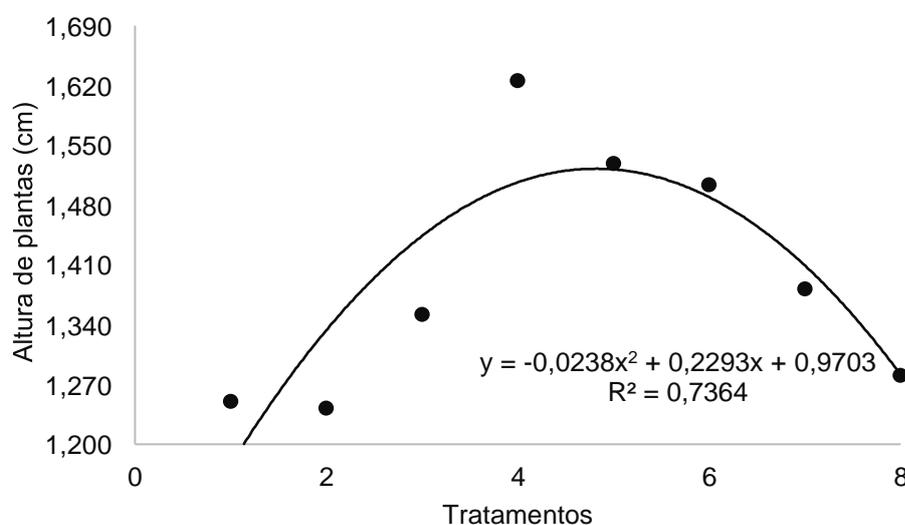
graduada a distância entre o nível do solo até o ápice da planta (cm), o diâmetro do caule com o auxílio de um paquímetro digital e o número total de capítulos de cada planta.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância, sendo que as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

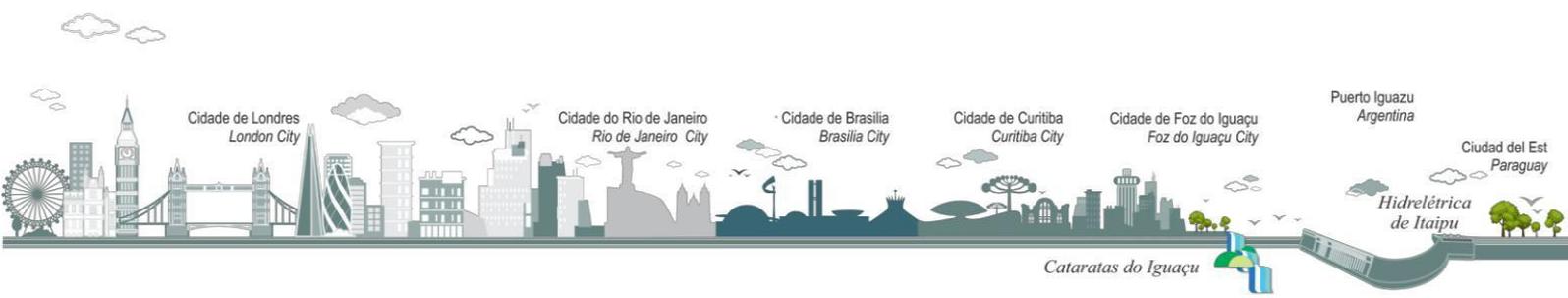
Os resultados descritos na Figura 2, referem-se a altura de plantas, dos tratamentos com irrigação em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura, onde apresentaram diferenças significativas em todos os tratamentos.

Figura 2 - Altura de plantas da cultura do cártamo



Fonte: autor, 2022.

Como pode ser observado na figura acima, o tratamento que apresentou maior altura de plantas foi o tratamento quatro, onde ele recebeu irrigação nos estágios vegetativo e reprodutivo. Bezerra (2015) em seu experimento trabalhando com o cártamo, constatou que a cultura é muito tolerante ao déficit hídrico, corroborando com o presente estudo, onde o



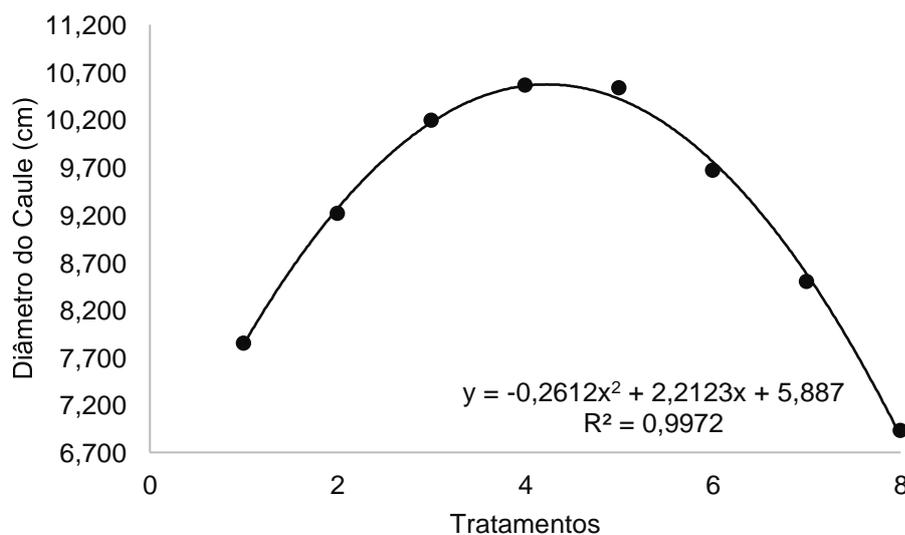


tratamento que recebeu irrigação em todos os estágios (T8) teve altura média das plantas inferior ao tratamento que não recebeu irrigação em nenhum dos estágios (T7).

Os resultados encontrados na literatura quanto ao comportamento do caráter altura de plantas são divergentes, sendo que, possivelmente os genótipos apresentaram redução da estatura de planta devido ao fato do estresse hídrico ter reduzido o turgor das células e, conseqüentemente, o seu crescimento (SANTOS; CARLESSO 2008), diferindo dos resultados encontrados por Vale *et al.* (2012), onde afirmam que pode ocorrer um alongamento celular, quando submetidos ao estresse hídrico, o que pode ser consequência do estiolamento das plantas a essas condições.

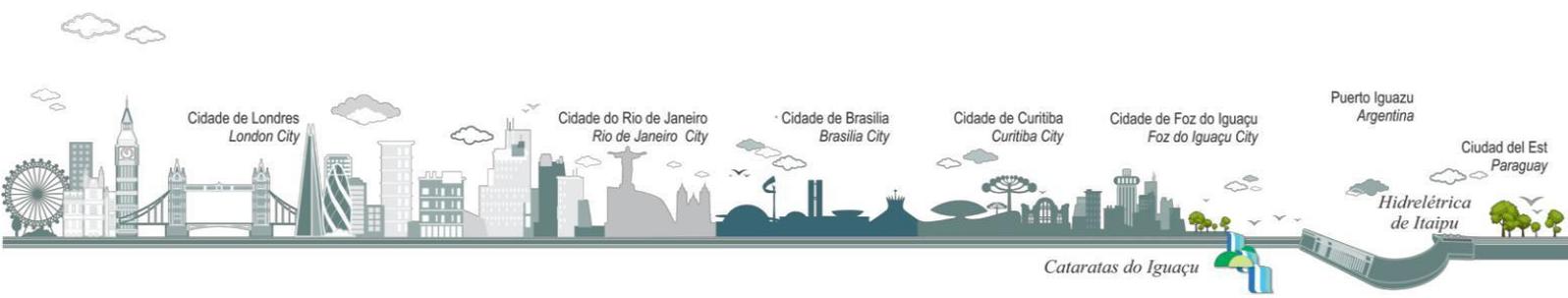
A Figura 3, refere-se ao diâmetro do caule para diferentes tratamentos submetidos ao déficit hídrico em diferentes estágios fenológicos na cultura do cártamo.

Figura 3 - Diâmetro do caule das plantas de cártamo.



Fonte: autor, 2022.

De acordo com os resultados, houve diferença significativa entre os tratamentos, onde os tratamentos que alcançaram maiores diâmetros foram as plantas do T4 (vegetativo e reprodutivo) e T5 (vegetativo e formação de grãos). Já o T7 que não recebeu irrigação apresentou uma média inferior quando comparado aos demais.

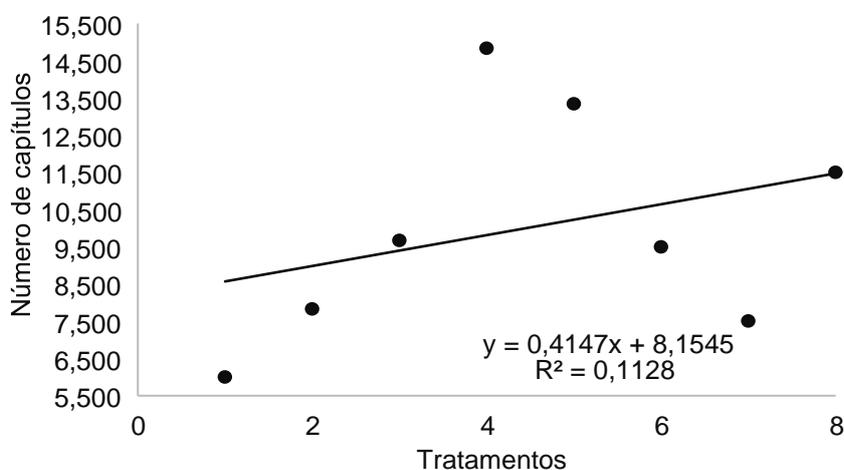




Segundo Cancian (2012), as plantas de cártamo não toleram o excesso de umidade no solo em nenhuma fase do seu ciclo, corroborando com os resultados do presente estudo, onde o tratamento que recebeu irrigação em todos os estágios de desenvolvimento, demonstrou a menor média de diâmetro do caule.

A Figura 4 a seguir representa as médias dos números de capítulos em cada tratamento quando submetidos ao déficit hídrico.

Figura 4 - Números de capítulos das plantas de cartámo.

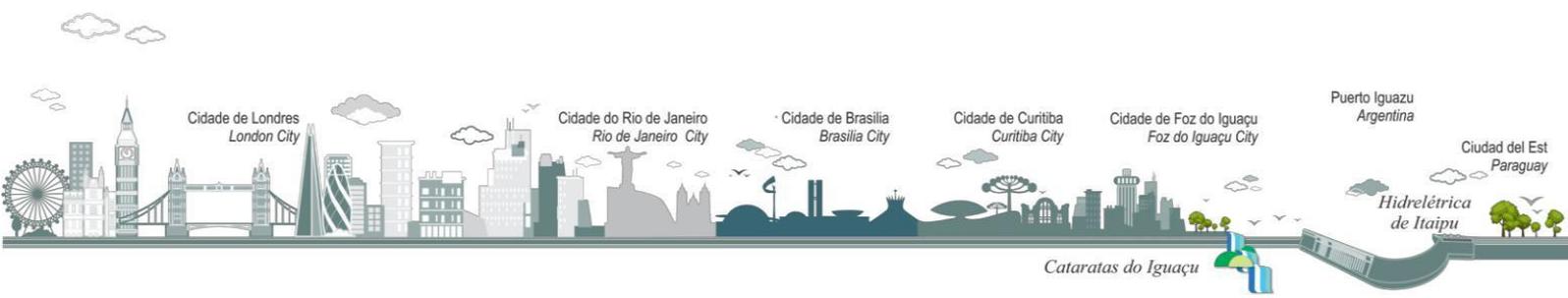


Fonte: autor, 2022.

Quanto ao número de capítulos (figura 3), houve diferença significativa entre os tratamentos. Os tratamentos quatro e cinco expressaram maiores números de capítulos por planta, demonstrando que nas fases vegetativa e reprodutiva a cultura do cártamo demanda maiores quantidades de água.

Os resultados obtidos neste trabalho não diferem do estudo de Cancian (2012), no qual trabalhando com cártamo, evidenciou que a deficiência hídrica ocasionou uma queda acentuada no número de capítulos por planta. Os mesmos resultados foram encontrados por Bortolheiro (2015), trabalhando com a cultura do cártamo, constatou uma redução nos números de capítulos por planta quando elas foram submetidas ao déficit hídrico.

O número de capítulos por planta é um dos fatores que diretamente influencia na produtividade (BAYYAVAS *et al.*, 2011; STEER; HARRIGAN, 1986).





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a cultura do cártamo é altamente responsiva quando submetida a irrigação em diferentes estágios fenológicos. Os tratamentos quatro e cinco quando comparados aos demais se sobre saíram em todas as variáveis avaliadas, evidenciando que as fases vegetativas e reprodutivas necessitam de uma maior quantidade de água para melhor desenvolvimento.

Comparando o tratamento submetido a condição de deficiência hídrica em todas as fases de desenvolvimento (T7) com o tratamento que recebeu irrigação em todas as fases (T8), é notório que a cultura do cártamo foi resistente ao déficit hídrico, pois o (T7) apontou maiores médias.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), ao Programa Engenharia de Energia na Agricultura e o Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CAPES) pela bolsa concedida, que é de importância fundamental para realização dos trabalhos.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA, GGES, 2016, 93 p.

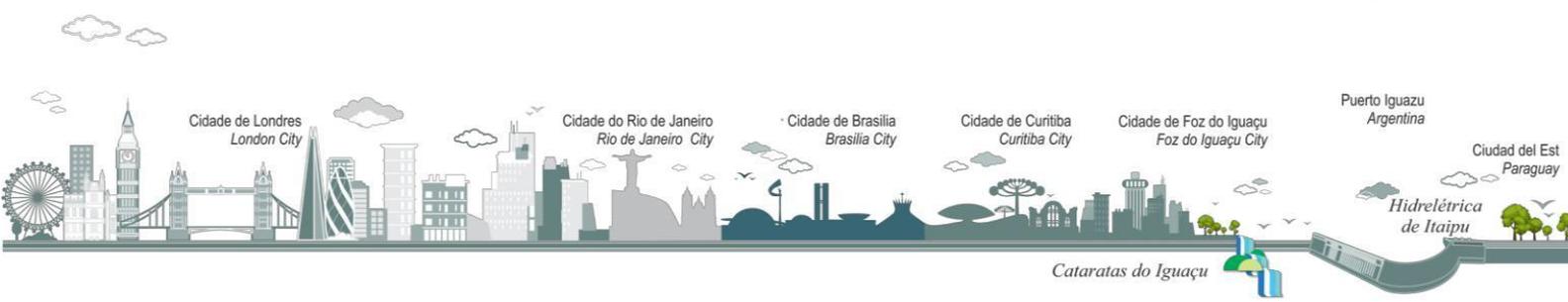
BAYYAVAS *et al.* Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, lines and populations under the Semi-Arid conditions. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 4, p 527-534, 2011.

BERALDO, J. M. G.; FERNANDES, E. J.; OLIVEIRA, L. R.; SILVÉRIO, F. C.; CARMINATTI, A. L. ARAÚJO, J. A. C. Qualidade do óleo e da torta de cártamo. **Anais 6º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, Montes Claros, 2009.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2011.

BONAMIGO, T; FORTES, A.M. T; PINTO, T.T; GOMES, F.M; SILVA, J; BATURI, C.V. Interferência alopatóica de folhas de cártamo sobre espécies oleaginosas. **Biotemas**, v. 26, n. 2, 1-8, 2013.

BORTOLHEIRO, F. P. de A. P. **Caracterização de linhagens de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em condições de deficiência hídrica e reidratação**. 2015. 68 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015.





CANCIAN, M. **Componentes de rendimento de cártamo submetido a diferentes durações de estresse hídrico**. 2022. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2012.

CARRIQUIRY, M. U. S. Biodiesel production: recent development and prospects. **Iowa Agency Review**, Iowa, v. 13, n. 2, p. 8-11, 2007.

CASADEBAIG, P.; DEBAEKE, P.; LECOEUR, J. Thresholds for leaf expansion and transpiration responses to soil water deficit in a range of sunflower genotypes. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 646-654, 2008.

CHEN, M.; KANG, Y.; WAN, S.; LIU, S. P. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Agricultural Water Management**, v. 96, 2009.

COELHO, A. P.; DALRI, A. B.; FARIA, R. T.; LANDELL, E. P. A.; PALARETTI, L. F.; ZANINI, J. R.; ZERBATO, C. Productivity and technological quality of sugarcane cultivars fertigated and planted through pre-sprouted seedlings. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 12, n. 8, p. 12651271, 2018a.

DANTAS, C.V.S.; SILVA, I.B.; PEREIRA, G.M.; MAIA, J.M.; LIMA, J.P.M.S.; MACEDO, C.E.C. Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 574-582, 2011.

ESENDAL, E.; ISTANBULLUOGLUB, A.; ARSLANA, B.; C. PAŞAA, C. Effect of water stress on growth components of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Anais...** In: Proceedings of the 7th International Safflower Conference, Wagga Wagga, New South Wales, Australia, pp. 1-6. 2008

FARIAS MENEGAES, Janine; ANTÔNIO BELLÉ, Rogério; RUSSI NUNES, Ubirajara. Produtividade de Cártamo Conduzido com Diferentes Números de Capítulos por Planta. **Portal de Periódicos Científicos Kroton**, v. 25, n. 2, 2021.

FARZANEH, T.; SHEIDAI, M.; NOURMOHAMMADI, Z. Cytogenetic and RAPD analysis of cotton cultivars and their F1 progenies. **Caryologia**, v. 63, p. 73-81, 2010.

FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes, **Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 106-111, 2009.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA, 2006. Software.

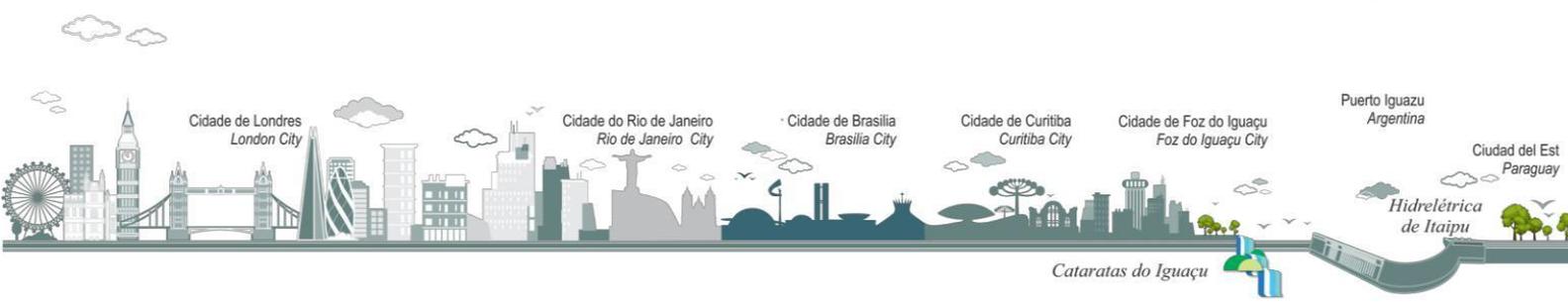
GALANT, N.B.; SANTOS, R.F.; KAISER, F. *et al.* Irrigação e Adubação Nitrogenada em Cultivo de Cártamo. **Anais da X Seagro – Agronomia – FAG**, Cascavel – PR, p. 99 - 102, 2016.

JIA, H.; QIAN, H.; ZHENG, L.; FENG, W.; WANG, H.; GAO, Y. Alterations to groundwater chemistry due to modern water transfer for irrigation over decades. **Science of The Total Environment**, v. 717, n. 15, 2020.

JAJARMÍ, V.; ABAZARIAN, R.; KHOSROYAR, K. Effects of discontinuation of irrigation at different growth stages on winter safflower yield and yield Components. **International Journal of Advanced Life Sciences**, v. 7, n. 2, p. 249-254, 2014.

JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A.; SEKI, A. S.; BUENO, O. C. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* H.) produzida em plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 395-403, 2010.

JONES, H. G.; CORLETT, J. E. Current topics in drought physiology. **Journal of Agricultural Science**, v. 119, n. 3, p. 291-296, 1992.





KOETZ, M.; LIMA BÄR, C. S. L.; PACHECO, A. B.; CASTRO, W. J. R.; CRISOSTOMO, W. L.; SILVA, E. M. B. Produção e eficiência no uso da água do capim paiaguás sob tensões de água no solo.

Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 1, p. 1223-1232, 2017.

KOOCHEKI, A.; EBRAHIMIAN, E.; MOHAMMAD, S. How irrigation rounds and mother corm size control saffron yield, quality, daughter corms behavior and phosphorus uptake. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 132-143, 2016.

LIMA, G. F. C.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 481-488, 2016.

LOVELLI, S.; PERNIOLA, M.; FERRARA, A.; DI TOMMASO, T. Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. **Agric. Water Manage.** 92, 73–80. 2007.

MATOS, A.S.; CARNEIRO, F. A. E. **Qualidade do óleo fixo de *Carthamus Tinctorius* L. durante o armazenamento.** TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

MEHER, L. C.; VIDYA, D. S.; NAIK, S. N. **Renewable Sustainable Energy**, v. 10, p. 248, 2006.

MINUZZI, R. B.; LOPES, F. Z. Desempenho agrônomo do milho em diferentes cenários climáticos no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 734-740, 2015.

MOCHEL FILHO, W. D. J.; CARNEIRO, M. S. D. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; ANDRADE, A. P. D.; CÂNDIDO, M. J.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. S.; COSTA, N. L. Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 81-88, 2016.

MOHAMED EL-BIALLY, HANI SAUDY, IBRAHIM EL-METWALLY, MOSTAFA SHAHIN. Efficacy of ascorbic acid as a cofactor for alleviating water deficit impacts and enhancing sunflower yield and irrigation water–use efficiency. **Agricultural Water Management**, v. 208, p. 132-139, 2018.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; RICE, C. W. Assessing strategies to enhance soil carbon sequestration with the DSSAT-Century model. **European Journal of Soil Science**, Chichester, v. 71, n. 6, p. 1-16, 2020.

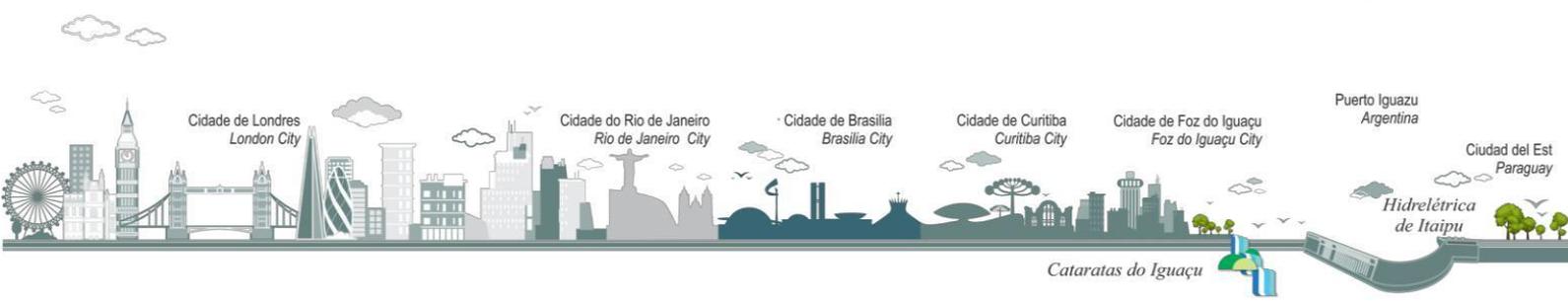
OGUT, H., OGUZ, H., Biodiesel: Third Millennium Fuel. **Nobel Publication**, v. 1, n. 745, p. 55- 60. 2006.

OLIVEIRA, I. C. M. Irrigação subótima na cultura do milho: efeitos na produção de silagem e grãos na segunda safra. **Tese de Mestrado**. Sete Lagoas, 2020. 92 p.

OPLINGER, E.S.; PUTNAM, D.H.; KAMINSKI, A.R.; HANSON, C.V.; OELKE, E.A.; SCHULTE, E.E.; DOLL, J.D. Sesame. In: **Alternative Field Crops Manual**. Disponível em: <www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sesame.html>. Acesso em: 02 Out 2022.

PACE, M.G.; ISRAELSEN, C.E.; CREECH, E.; ALLEN, N. **Growing Safflower in Utah**. February 2015 AG/OilseedCrops/2015-02pr. Extension and Agriculture, Utah State University. Disponível em: <<http://extension.usu.edu/htm/publications>>. Acesso em: 10 jul de 2015.

PAVITHRA, K. P. *et al.* Correlation and Path Analysis Studies in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Germplasm. **Research Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 2, p. 428-432, 2016.





REZAEI-CHIYANEH, E.; SEYYEDI, S. M.; EBRAHIMIAN, E.; MOGHADDAM, S. S.; DAMALAS, C. A. Exogenous application of gamma-aminobutyric acid (GABA) alleviates the effect of water deficit stress in black cumin (*Nigella sativa* L.). **Industrial Crops and Products**. v. 112, p. 741-748, 2018.

SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 1, p. 26-35, 2015.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p.287-294, 2008.

SEBEN JÚNIOR, G.F.; CORÁ, J. E.; LAL, R. Soil aggregation according to the dynamics of carbono and nitrogen in soil under diferente cropping systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,DF,v. 15, n. 9, p. 1652-1659, 2016.

SILVA, JOSÉ ALBERTO BATISTA DA. (2019). **Produção de biodiesel e biolubrificantes: avaliação de novos catalisadores e antioxidantes naturais**. 170.f.: il Tese (Doutorado) – 99 Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Instituto de Química. Programa de Pós-graduação em Química.

SILVEIRA, E. S. J.; POZZO, D. M. D.; SANTOS, R. F.; TOKURA, L. K.; SECCO, D.; **Influência alelopática do extrato aquoso de folhas de Citronela (*Cymbopogon*) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de quatro genótipos conhecidos de Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)**. *Acta Iguazu*, v. 6, n. 5, p. 197-206, 2017.

SILVA, T. A. R. **Biodiesel de óleo residual: produção através da transesterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais**, 2011.

SINGH, R. **Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to nitrogen, potassium and sulphur fertilization**. 1998. 92 p. Thesis (Doctor of philosophy in agronomy. Chaudhary Charan Singh University, Meerut, 1998.

STEER, B. T.; HARRIGAN, E. K. S. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Field Crops Research**, v. 14, p. 221-231, 1986.

VALE, N. M.; BARILI, L. D.; ROZZETO, D. S.; STINGHIN, J. C.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; KOOP, M. M. Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p.135-144, 2012.

ZHANG, C.; LI, X.; KANG, Y.; WANG, X. Salt leaching and response of *Dianthus chinensis* L. to saline water drip-irrigation in two coastal saline soils. **Agricultural Water Management**, v. 218, p. 8-16, 2019.

ZOHARY, D.; HOPF, M.; WEISS, E. **Domestication of plants in the Old World**. Oxford: Oxford University Press. 2012.

