

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**EFICIÊNCIA DO HIDROGEL NA MITIGAÇÃO DO
DÉFICIT HÍDRICO E NO CRESCIMENTO DE MUDAS
DE *Eugenia myrcianthes* Nied.**

ISABELY MOSSO CONTI
SUZIELLEN SANTIAGO NAZZI

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

**EFICIÊNCIA DO HIDROGEL NA MITIGAÇÃO DO DÉCIT HÍDRICO E NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eugenia myrcianthes* Nied.**

**ISABELY MOSSO CONTI
SUZIELLEN SANTIAGO NAZZI**
Discentes de Agronomia

ORIENTADORA: PROF^a DR^a SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências do Curso de
Graduação em Agronomia, para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C762e Conti, Isabely Mosso

Eficiência do hidrogel na mitigação do déficit hídrico e no crescimento de mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied. [recurso eletrônico] / Isabely Mosso Conti, Suziellen Santiago Nazzi. -- 2020.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Silvana de Paula Quintão Scalon.

TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. pessegueiro-do-mato. 2. Cerrado. 3. polímero hidroretentor. I. Nazzi, Suziellen Santiago. II. Scalon, Silvana De Paula Quintão. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**EFICIÊNCIA DO HIDROGEL NA MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO E NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eugenia myrcianthes* Nied**

por

Isabely Mosso Conti
Suziellen Santiago Nazzi

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos exigidos
para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA.

Aprovado em: ___/___/_____

Profa. Dra. Silvana de
Paula Quintão Scalon
Orientadora – UFGD/FCA

Prof. Dr. Cleberton Correia
Santos
UFGD/FCA

MSc. Lucas Coutinho Reis
UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pela conquista de realizar esse trabalho e de nos ter guiado até aqui.

Ao apoio de Juliana Milene Silverio e Cleberton Correia Santos pela colaboração na implantação, avaliação e estatística do experimento.

A professora Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon, por toda orientação durante o trabalho, incentivo, aprendizados, paciência e amizade.

Aos nossos amigos de graduação e parceiros de pesquisa (Grupo de Estudos em Ecofisiologia de Plantas) por toda ajuda e que direta ou indiretamente contribuíram durante esse período tão importante da nossa formação acadêmica.

Aos nossos pais e irmãs, por sempre acreditarem e debitarem credibilidade em nós, e apesar de todas as dificuldades, nos ajudaram na realização de nossos sonhos.

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), agradecimento especial, por possibilitar a execução deste trabalho.

"Se os teus projetos são para um ano, semeie o grão. Se são para dez anos, plante uma árvore. Se são para cem anos, instrui o povo. Semeando uma vez o grão, colherás uma vez. Plantando uma árvore colherás dez vezes. Instruindo o povo, colherás cem vezes."
(Provérbio Chinês)

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

CONTI, I. M.; NAZZI, S. S. **Eficiência do hidrogel na mitigação do déficit hídrico e no crescimento de mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied.** 2020. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

RESUMO

O déficit hídrico pode afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente na fase inicial. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar se o hidrogel contribui na mitigação do déficit hídrico em mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied. O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcela subdivididas, sendo três regimes hídricos: controle= irrigação realizada diariamente; 2) déficit hídrico= suspensão da irrigação até que a taxa fotossintética apresentasse próximo a zero (F0); 3) déficit hídrico + hidrogel. As avaliações foram realizadas em três períodos de avaliação: T0 - período antes de iniciar a suspensão hídrica dos tratamentos correspondentes; 1ª F0 - período no qual as mudas de pelo menos um dos tratamentos atingisse a F0, sendo feito o monitoramento a cada dois dias; momento no qual todas as mudas foram reirrigadas mantendo a mesma condição de irrigação contínua; 1ª REC – momento após a reirrigação, no qual as mudas se recuperam no déficit hídrico. As características analisadas foram altura, comprimento de raiz, diâmetro de coleto, índice de clorofila, massa fresca e seca de parte aérea e raiz, área foliar, conteúdo relativo de água e índice de qualidade de Dickson. Observou-se através dos resultados que o efeito do hidrogel proporcionou resposta benéfica nas características morfofisiológicas avaliadas e favoreceu a recuperação das mudas com déficit hídrico. Portanto, a adição do hidrogel ao solo é uma prática promissora para a mitigação do déficit hídrico no crescimento inicial e na qualidade das mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied.

Palavras-chave: pessegueiro-do-mato, Cerrado, polímero hidrorretentor.

ABSTRACT

The water deficit can affect the growth and development of plants, especially in the initial phase. The objective of this study was to evaluate whether the hydrogel contributes to the mitigation of water deficit in *Eugenia myrcianthes* Nied seedlings. The experiment was developed at the Faculty of Agricultural Sciences (FCA), Federal University of Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS. The experimental design was completely randomized in sub-divided plots, with three water regimes: control = daily irrigation; 2) water deficit = suspension of irrigation until the photosynthetic rate is close to zero (F0); 3) water deficit + hydrogel. The evaluations were carried out in three evaluation periods: T0 - period before starting the water suspension of the corresponding treatments; 1st F0 - period in which the seedlings of at least one of the treatments reached F0, being monitored every two days; moment when all seedlings were re-irrigated maintaining the same condition of continuous irrigation; 1st REC - moment after re-irrigation, when the seedlings recover in the water deficit. The characteristics analyzed were height, root length, neck diameter, chlorophyll index, fresh and dry mass of aerial part and root, leaf area, relative water content and Dickson's quality index. It was observed through the results that the effect of the hydrogel provided a beneficial response in the morphophysiological characteristics evaluated and favored the recovery of the water deficit seedlings. Therefore, the addition of hydrogel to the soil is a promising practice to mitigate the water deficit in the initial growth and in the quality of *Eugenia myrcianthes* seedlings.

Keywords: “pessegueiro-do-mato”, Cerrado biome, water-retaining polymers.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas, englobando cerca de 129 gêneros da família Myrtaceae, que estão distribuídos em 4.620 espécies, tendo no Brasil cerca de 26 gêneros, com aproximadamente 1.000 espécies (BÜNGER et al., 2012), e 41 espécies em Mato Grosso do Sul (FLORA DO BRASIL, 2020).

Dentre essas espécies, pode-se encontrar a *Eugenia myrcianthes* Nied., que tem como sinônimos as espécies *Myrcianthes edulis* Berg., *Eugenia edulis* Benth et Hook, *Hexachlamys edulis* (Berg.) Legr. et Kaus. É conhecida popularmente como pessegueiro-do-mato, que possui porte de arvoreta com aproximadamente 4-6 metros de altura, folhas decíduas, subcoriáceas de 3-6 cm de comprimento. As flores ficam reunidas em pequenos racemos axilares de 2-5 flores pediceladas e sua incidência se dá nos meses de agosto a outubro, frutos subglobosos, velutinos, com polpa suculenta de sabor doce-acidulado, normalmente ocorrem de outubro a dezembro (KELLER, 2017).

A *E. myrcianthes* é uma espécie característica de formação secundária inicial em Florestas Estacionais Semidecidual Submontana, como catalogada no trabalho de Fernandes et al. (2013). Possui distribuição geográfica nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal (FLORA DO BRASIL, 2020).

A espécie apresenta importância alimentícia, medicinal e paisagística (RECORD e HESS, 1949; MARCHIORI e SOBRAL, 1997; OLIVEIRA, 2007), além de interesse silvicultural pelo fato de suas mudas tem aptidão para inserção em áreas em processo de recuperação ambiental e/ou sistemas agroflorestais biodiversos, tornando-se uma fonte de renda para agricultores familiares por meio da agregação de valor dos frutos processados ou *in natura*.

No entanto, as condições climáticas no Cerrado é do tipo mesotérmico de inverno seco e moderadamente frio, e verão quente e chuvoso (Cwa) (ALVES SOBRINHO et al., 1998). As precipitações variam entre 800 e 1800 mm anuais, das quais 90% precipitam entre outubro e abril (BUSTAMANTE et al., 2012). Devido à sazonalidade climática, especialmente em função da distribuição das chuvas, a disponibilidade hídrica torna-se um fator limitante nas atividades agrícolas/silviculturais,

sendo uma das principais causas de mortalidade e baixo desenvolvimento de mudas por afetar diretamente as características fisio-anatômicas e morfológicas.

Considerando o fato que o déficit hídrico é um fator limitante ao desenvolvimento das espécies arbóreas na fase de crescimento inicial, o estabelecimento de práticas que possam atenuar os efeitos negativos torna-se necessário. A adição de polímeros hidroretentores (hidrogel) como condicionadores ao solo aumenta a capacidade de retenção de água, disponibilizando para mudas quando necessário, contribuindo na qualidade das mudas (MARQUES e BASTOS, 2010).

Os polímeros hidroretentores funcionam como uma alternativa para situações em que o status hídricos no solo seja baixo, caracterizados pelo déficit hídrico ou em longos períodos de estiagem (AZEVEDO et al., 2002). Seus efeitos estão associados por oferecer retenção de água no solo, reduzir a lixiviação de nutrientes, melhora a capacidade de troca catiônica e na maior disponibilidade de água para as plantas (DUSI, 2005).

O hidrogel são grânulos que na presença de água aumenta em até 400 vezes sua massa e pode ser usado diretamente no solo, tanto na sua forma seca quanto na sua forma hidratada. Os grânulos do pó formam uma massa de gel transparente onde as raízes se desenvolvem, atravessando-os, aumentando o número de pelos radiculares e, conseqüentemente, a superfície de contato, liberando água conforme a necessidade da cultura, diminuindo o número de irrigação diária ou até mesmo em dias para melhorar o desenvolvimento da planta (LOPES et al., 2010).

São crescentes as pesquisas que abordam a utilização do hidrogel associado a espécies na área de silvicultura, cultivos de frutíferas, hortaliças, espécies ornamentais e produção de mudas em viveiros. Alguns estudos mostram que o hidrogel contribuiu positivamente no desenvolvimento de espécies como *Coffea arabica* L. cv. Tupi (AZEVEDO et al., 2002), *Rubus sp.* (MOREIRA et al., 2011), *Eucalyptus dunnii* Maiden (THOMAS, 2008; BERNARDI et al., 2012), *Jatropha curcas* L. (DRANSKI et al., 2013) e *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos (MEWS et al., 2015).

Apesar das propriedades promissoras que os polímeros hidroretentores apresentam, são necessários estudos para verificar a sua eficiência nas respostas de plantas sob condições adversas de baixa disponibilidade hídrica. Assim, hipotetizamos que o hidrogel pode mitigar os efeitos negativos do déficit hídrico nas características de crescimento da *E. Myrcianthes*.

Objetivou-se avaliar os aspectos de crescimento e qualidade de mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied submetidas ao déficit hídrico em associação ao uso de polímero hidroretentor (hidrogel).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *E. myrcianthes* foram coletadas a partir de matrizes em número suficiente visando manter a variabilidade genética da espécie, em áreas remanescentes de Cerrado, localizadas no município de Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil. Em seguida, foram levados ao Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da FCA/UFGD, sendo processados manualmente e selecionadas as sementes quanto à integridade e uniformidade. A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno com dimensão de 50 x 190 mm preenchidos com Latossolo Vermelho Distroférrico + areia (1:1, v/v). Quando atingiram 15 cm de altura (40 dias após a germinação), as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade para 8 litros, preenchidos com o mesmo substrato, aclimatizando sob viveiro de 30% de sombreamento e irrigação diária por 15 dias.

Após esse período, as mudas foram acondicionadas sob proteção da precipitação pluviométrica sob cobertura plástica de 150 micras, em viveiro da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), (22°11 43”S e 54°56 08”W, 458 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é Mesotérmico Úmido do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20 a 24°C e de 1250 mm a 1500 mm (FIETZ et al, 2017).

Os fatores de estudo foram constituídos de três regimes hídricos: 1) irrigação contínua - (C) controle (realizadas diariamente mantendo 70% da capacidade de retenção hídrica no substrato, de acordo com a metodologia de Souza (2000)), 2) déficit hídrico (DH)= suspensão da irrigação até que a taxa fotossintética apresentasse valor próximo a zero (F_0) e posterior retomada da irrigação até que as plantas recuperassem valores de fotossíntese próximo as controle e 3) déficit hídrico + hidrogel (DH + H) = manejo hídrico semelhante ao regime hídrico anterior, porém associado ao polímero hidrorretentor, adicionado 20mL próximo a raiz no momento do transplântio das mudas. Para isso, o hidrogel utilizado foi o Forth gel[®] na dose de 4 g por L de água, deixando em repouso por 20 minutos, até obter aspecto de gel. As características do hidrogel são: Copolímero Poliacrílico de Potássio Poliacrilamida; CTC 532,2600 (mmolc/dm³); CRA 1.526,6900 %; Condicionador de Solo - Classe E.

As avaliações das plantas foram realizadas em três períodos, sendo: T0 - período antes de iniciar a suspensão hídrica dos tratamentos correspondentes (avaliação realizada dia 20/08/2019); F0 - período em que as mudas do tratamento estresse atingiram a fotossíntese próxima a zero, o ocorreu aos 21 dias de restrição hídrica e apresentou valor

da fotossíntese $0,69 \text{ Mm m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; Após a F0, as mudas foram reirrigadas mantendo a mesma capacidade de retenção de 70% das mudas sob irrigação contínua; REC – momento que as mudas apresentaram valores da fotossíntese semelhantes ao das plantas controle, o que ocorreu aos 17 dias. O monitoramento da fotossíntese foi realizado a cada dois dias utilizando analisador de gás infravermelho (IRGA) entre 08h e 10h, e radiação fotossintética ativa acima de 700 m.

Os tratamentos foram arranjos no delineamento inteiramente casualizado em parcela subdivididas, sendo as parcelas constituídas dos regimes hídricos (controle (C); déficit hídrico (DH) e déficit hídrico + hidrogel (DH + H)), e nas subparcelas os períodos de avaliação (T0; F0 e REC;) com três repetições, sendo que cada unidade experimental foi representada por três vasos com duas plantas em cada.

Em cada tempo de avaliação, as mudas foram avaliadas quanto às seguintes características:

- Índice de clorofila: determinado utilizando o SPAD (*Soil Plant Analyzer Development*), com clorofilômetro portátil (Konica Minolta SPAD 502), entre às 8h e 10h.

- Crescimento: o comprimento da parte aérea foi medido com régua graduada em milímetros, tendo como padrão de avaliação, a distância entre o coleto e a inflexão da folha mais alta, comprimento de raiz, medido com régua graduada em milímetros e diâmetro do coleto ($\pm 1,0 \text{ cm}$ acima do nível do substrato) utilizando paquímetro digital.

- Conteúdo relativo de água (CRA): foi determinado a partir de folhas individuais pertencentes ao segundo par de folhas totalmente expandidas do ápice para a base, entre 10 e 11 h da manhã conforme metodologia de Turner (1981). Uma folha por planta foi escolhida aleatoriamente, sendo cortada em vazador de discos, evitando-se a nervura central. Os discos foliares foram pesados para determinar a massa fresca (MF) e depois deixados em placa de Petri com água destilada por um período de 24h, para obtenção da massa saturada (Msat) em seguida, os discos foram acondicionados em estufa à $60 \pm 5^\circ\text{C}$, até massa constante, e pesadas as massas secas (MS). O CRA foi calculado de acordo com a fórmula: $\text{CRA} = (\text{MF} - \text{MS} / \text{Msat} - \text{MS}) \times 100$.

- Área foliar, biomassas e qualidade de mudas: as partes aéreas e as raízes foram pesadas em balança de precisão decimal (0,0001 g), e obtidas as massas frescas. A área foliar foi determinada utilizando-se integrador de área (LI-COR, 3100C – Area Meter) e o comprimento de raiz foi medido utilizando régua graduada (cm). Para obtenção das massas secas, o material foi acondicionado em estufa com circulação forçada de ar à $60 \pm 5^\circ\text{C}$, até massa constante. Utilizando-se os dados de massa seca total (BST), relação

altura/diâmetro (RAD) e parte aérea/raiz (RPAR), foi calculado o índice de qualidade de mudas por meio da proposta de Dickson et al. (1960).

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativos ($p < 0,05$) pelo teste F, as médias dos tratamentos dos diferentes regimes hídricos e períodos de avaliação foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, as mudas de *E. myrcianthes* foram afetadas negativamente pelo déficit hídrico, reforçado que a espécie é sensível a essa condição adversa. Por outro lado, a adição do hidrogel favoreceu a manutenção das características de crescimento, confirmando nossa hipótese inicial.

- ALTURA DE PLANTAS

Observamos interação entre os fatores época e regimes hídricos para o crescimento em altura das mudas de *Eugenia myrcianthes*. A altura aumentou durante os períodos de avaliação como esperado, entretanto, as mudas que sofreram a restrição hídrica sem hidrogel mantiveram-se com menor altura 21,73 cm (Figura 1). No período F0, as mudas do tratamento DH + H tiveram valor significativamente semelhante ao das mudas controles, enquanto o tratamento DH apresentaram menor crescimento.

Na REC, as plantas apresentaram o mesmo padrão de crescimento da F0, sendo que o tratamento DH + H se manteve superior as mudas do tratamento DH, demonstrando que o período não pode ter sido suficiente para que as mudas apresentassem estabilidades das relações hídricas, isto é, à turgescência do tecido e incremento da altura. Menores valores de altura sob déficit hídrico deve-se ao fato de que o regime hídrico escasso severo acarreta em danos na fase de germinação (potencial) e desenvolvimento inicial de mudas (atraso) (SILVA et al., 2005).

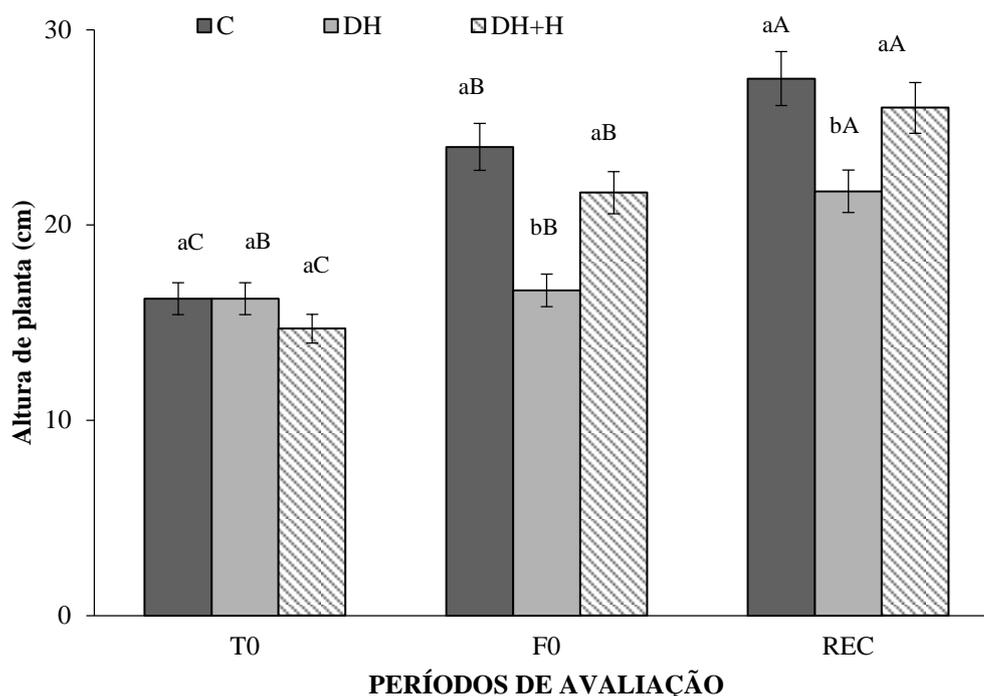


FIGURA 1: Altura de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- COMPRIMENTO DE RAIZ

O comprimento de raiz variou em função dos períodos de avaliação (Figura 2) sendo que na fase de REC as plantas tiveram o maior comprimento de raiz, diferindo estatisticamente apenas daquelas cultivadas no período de F0. Na F0 o comprimento de raiz das mudas foram menores e também não variaram da época T0. Ressaltamos que o hidrogel ou déficit hídrico não tiveram efeito sobre essa característica. Entretanto, geralmente na literatura é comum que espécies arbóreas apresentem maior valor de CR em resposta a condição de estresse. O ácido abscísico (ABA) responsável por manter o balanço funcional nas plantas, quando em situação de estresse por deficiência hídrica, induz o crescimento da raiz e estimula a emergência das raízes laterais, enquanto suprime o crescimento foliar (TAIZ E ZEIGER, 2013).

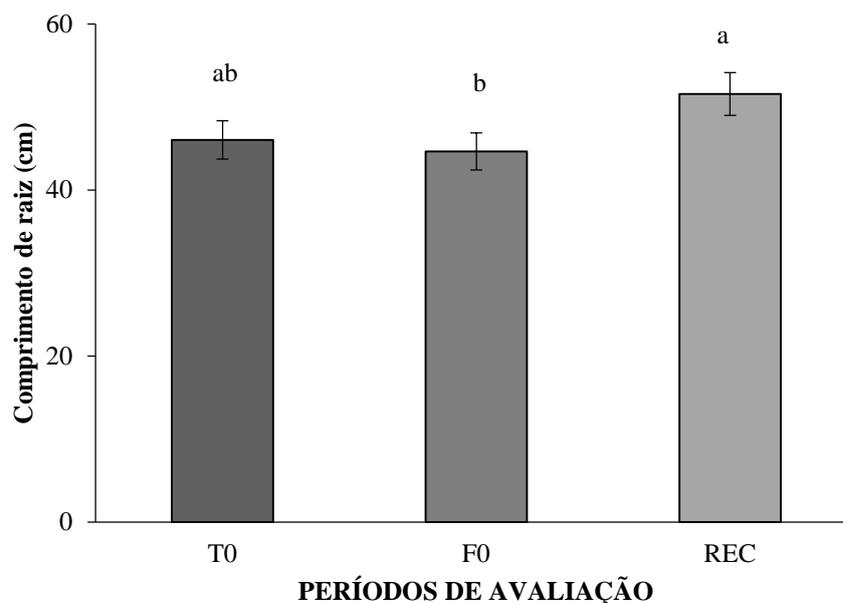
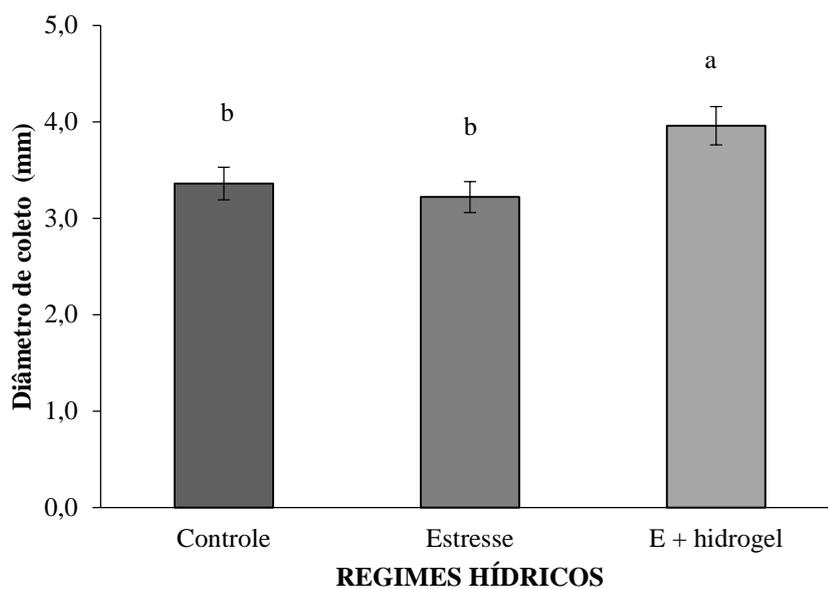


FIGURA 2: Comprimento de raiz de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Médias seguidas de mesma letra não variam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- DIÂMETRO DE COLETO

O diâmetro de coleto apresentou efeito isolado dos fatores de estudo. As mudas cultivadas sob o déficit hídrico + hidrogel apresentaram maior DC em relação aos outros regimes hídricos (Figura 3A). Entretanto, os resultados dessas mudas em condições de déficit hídrico comparado aquelas sob irrigação continua não variaram, sugerindo que as mudas estressadas não apresentaram respostas de crescimento ao longo do tempo em função da restrição hídrica. As mudas não se devolveram significativamente em relação ao diâmetro do colo ao longo das avaliações, mesmo com a retomada da irrigação, o que causou menor média do DC na época REC (Figura 3B). Deve-se ressaltar que o DC e a altura das mudas devem estar correlacionadas, ou seja, incremento de ambas características, para que não ocorra o estiolamento.

A)



B)

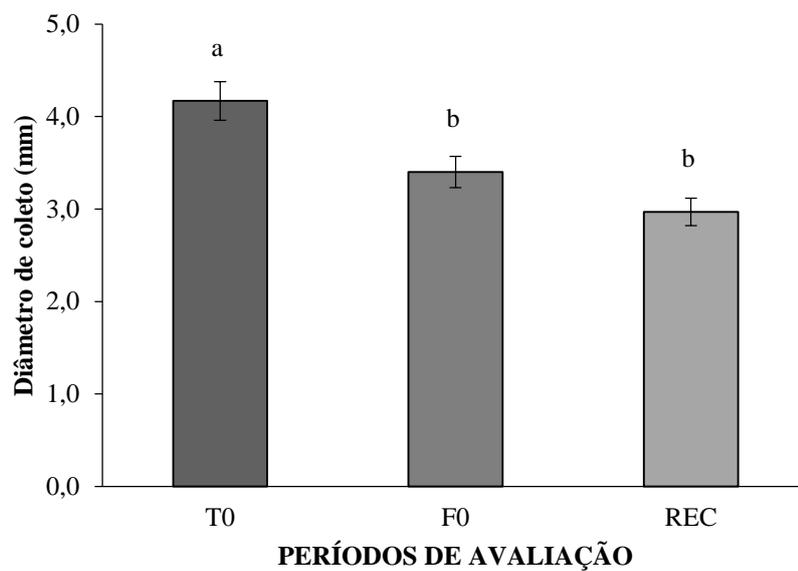


FIGURA 3: Diâmetro de colo de *Eugenia myrcianthes* em função em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) (A) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC) (B). Médias seguidas de mesma letra não variam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- ÁREA FOLIAR

Observamos interação significativa entre os regimes hídricos e períodos de avaliação para área foliar, sendo que ocorreu aumento gradativo dessa característica ao longo do tempo (Figura 4).

Na F0, a área foliar das mudas cultivadas em déficit hídrico sem e com hidrogel respectivamente, foram inferiores e diferiram-se aos valores das mudas sob controle, embora tenha incremento de 22%, demonstrando que o hidrogel pouco contribuiu na manutenção dessa característica.

Figuerôa et al. (2004) afirmam que a umidade relativa do ambiente é que determina a área foliar de uma planta, sendo maior em ambientes úmidos e menores em ambientes áridos. Esta característica é uma importante defesa contra a perda excessiva de água, e a diminuição da área foliar está entre as várias características xeromórficas identificadas em vegetais sob déficit hídrico (VILLAGRA; CAVAGNARO, 2006).

Entretanto, na fase de REC, ou seja, após o período de DH, os valores das mudas cultivadas sob DH + H foram maiores e não diferiram estaticamente ao das mudas C, indicando que embora não contribua efetivamente no período de estresse, a presença do hidrogel favorece a recuperação dessa espécie.

De maneira semelhante Felipe (2015), observou que a área foliar das mudas de *Eucalyptus urograndis* foram maiores com a presença do hidrogel. Os autores ainda afirmam que, dessa forma, com uma maior área foliar, conseqüentemente, maior será a área fotossinteticamente ativa das plantas e por sua vez a produção de fotoassimilados, reforçando a ideia que há uma estreita relação entre a área foliar e a atividade fotossintética.

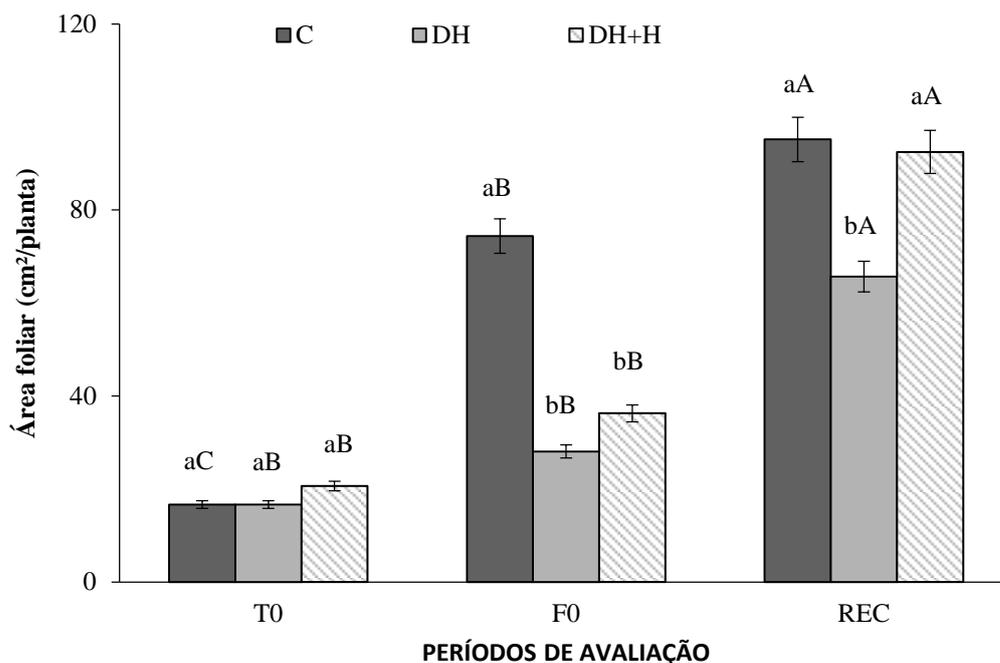


FIGURA 4: Área foliar de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- ÍNDICE DE CLOROFILA – SPAD

Houve interação entre os regimes hídricos e períodos de avaliação para o índice de clorofila. As mudas do tratamento DH + H apresentaram aumento gradativo do índice SPAD em cada período de avaliação (Figura 5). Porém, as mudas do DH mostraram redução do índice SPAD, conforme evidenciado no tratamento F0 no qual, apesar de pouca diferença, o uso de hidrogel sobressai 11,37%. Visto que, apesar da reirrigação os teores não sofreram grande recuperação, porém ainda assim o tratamento DH + H obteve 8,88% maior teor comparado ao tratamento de estresse.

Esses resultados podem ser explicados levando-se em conta que a deficiência hídrica beneficia a síntese de espécies reativas de oxigênio (EROs), que prejudicam o metabolismo vegetal, dentre outras razões, por induzirem a oxidação dos pigmentos fotossintéticos. Em plantas sob estresse hídrico, têm sido verificados decréscimos nos teores de clorofila, o que pode ser enquadrado como um típico indício de estresse

oxidativo, sendo, provavelmente, resultado de foto-oxidação dos pigmentos, associados à própria degradação das moléculas de clorofila (CARLIN et al., 2012).

De maneira semelhante foi observado por Felipe (2015) em mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação, as quais apresentaram aumento do índice SPAD quando cultivadas na presença do hidrogel. Estes resultados sugerem que a adição do polímero possivelmente diminua a perda de nutrientes por lixiviação, tal como nitrogênio, proporcionando assim maior síntese dos pigmentos fotossintéticos, uma vez que este nutriente está diretamente ligado à síntese de clorofila. Além disso, com a presença do hidrogel as mudas tem maior disponibilidade de água, o que contribui para manutenção dos processos metabólicos.

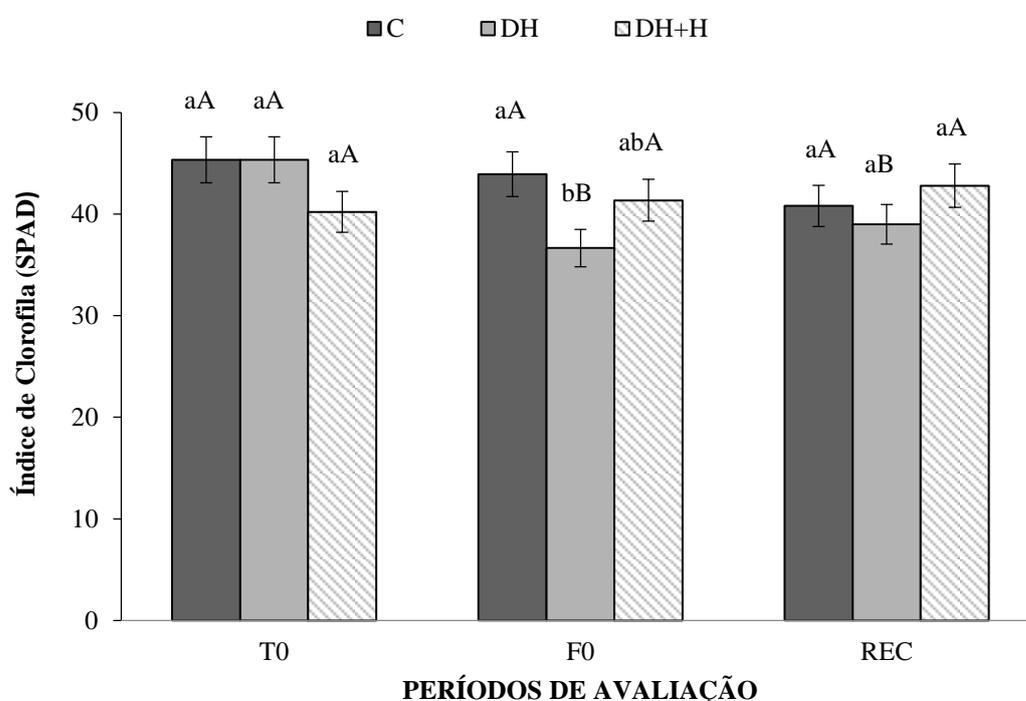


FIGURA 5: Índice de clorofila (SPAD) de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA

A massa fresca da parte aérea foi influenciada pela interação entre os tratamentos, e manteve-se menor na época F0 nas mudas que foram submetidas ao estresse hídrico, independente da presença do hidrogel, não variando entre elas (Figura 6).

As mudas sob controle apresentaram aumento crescente da MFPA, enquanto que as demais somente retomaram o incremento da parte aérea após a retomada da irrigação na época REC, observando-se aumento pronunciado sob todos os regimes hídricos, especialmente nas mudas cultivadas sob déficit hídrico + hidrogel. Embora não tenha ocorrido diferença estatística entre os valores nas plantas estressadas sem e com hidrogel, ao fazer a adição desse polímero hidroretentor ao solo, verificou-se valores 40,34% maior em relação aquelas sem hidrogel.

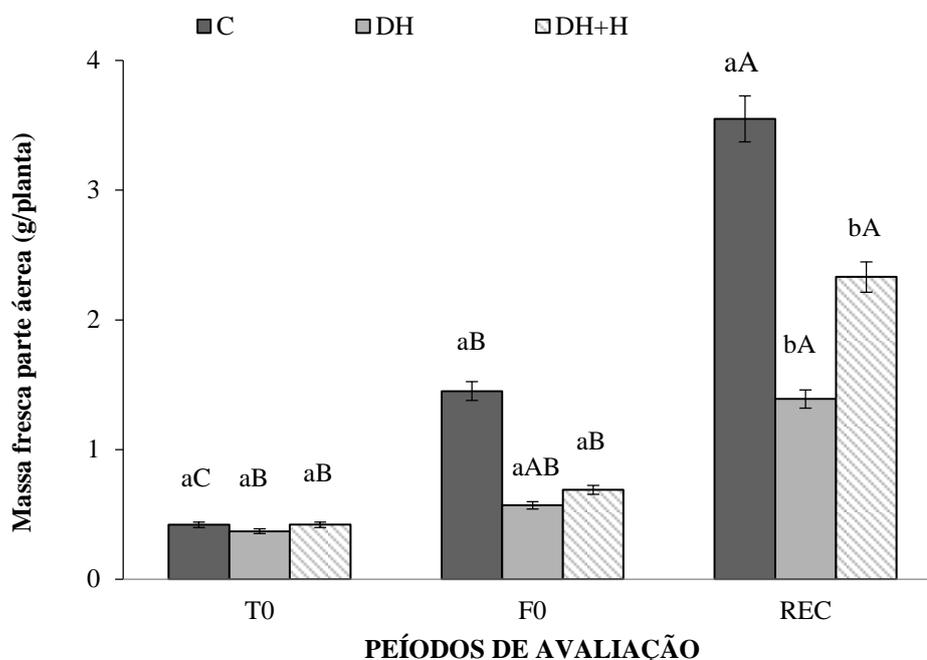


FIGURA 6: Massa fresca da parte aérea de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- MASSA FRESCA DA RAIZ

Houve interação entre os tratamentos para a massa fresca da raiz e diferente da MFPA, somente na época REC foi possível observar diferença significativa para essa característica, que foi maior nas mudas previamente estressadas (déficit hídrico) e tratadas com hidrogel (Figura 7). Apesar de a MFR não ter apresentado diferença estatística na fase de déficit hídrico (F0), esse efeito foi pronunciado nas mudas sem hidrogel na fase de recuperação.

Vale destacar que o resultado do tratamento DH + H na fase de REC obteve maior massa fresca. Isto porque a disponibilização do hidrogel na área da raiz influenciou a absorção de água na reirrigação, facilitando a retomada de crescimento e o desenvolvimento desse órgão. As mudas do déficit hídrico que não receberam o hidrogel mantiveram-se com menor MSR após a reirrigação.

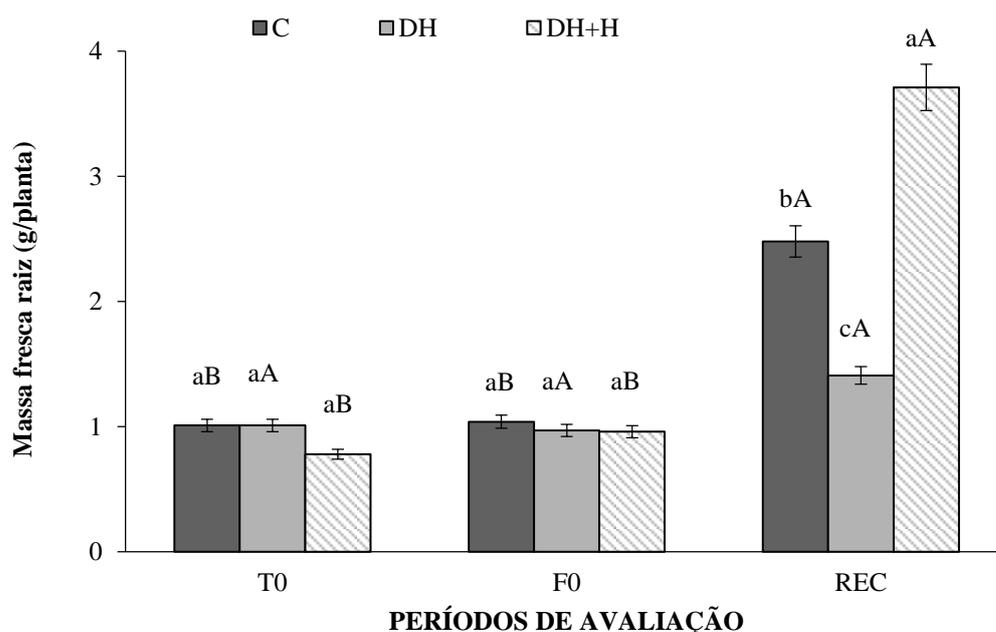


FIGURA 7: Massa fresca da raiz de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- MASSA SECA DA PARTE AÉREA

A massa seca da parte aérea apresentou comportamento semelhante ao da MFPA, apresentando crescimento constante das mudas controles ao longo das avaliações. Houve efeito da interação entre os períodos de avaliação e regimes hídricos,

Na época F0 as mudas sob déficit hídrico apresentaram menor MSPA com valores que não variaram entre si em função da presença ou ausência de hidrogel (Figura 8). Na época REC, podemos observar que o tratamento C mostrou maior resultado em relação aos outros tratamentos, tornando evidente que o déficit hídrico retardou o ganho de massa.

No tratamento DH + H, mesmo que as mudas tenham sofrido déficit hídrico, elas conseguiram se recuperar na reirrigação e os valores obtidos são maiores que no tratamento DH, ou seja, há maior ganho de massa.

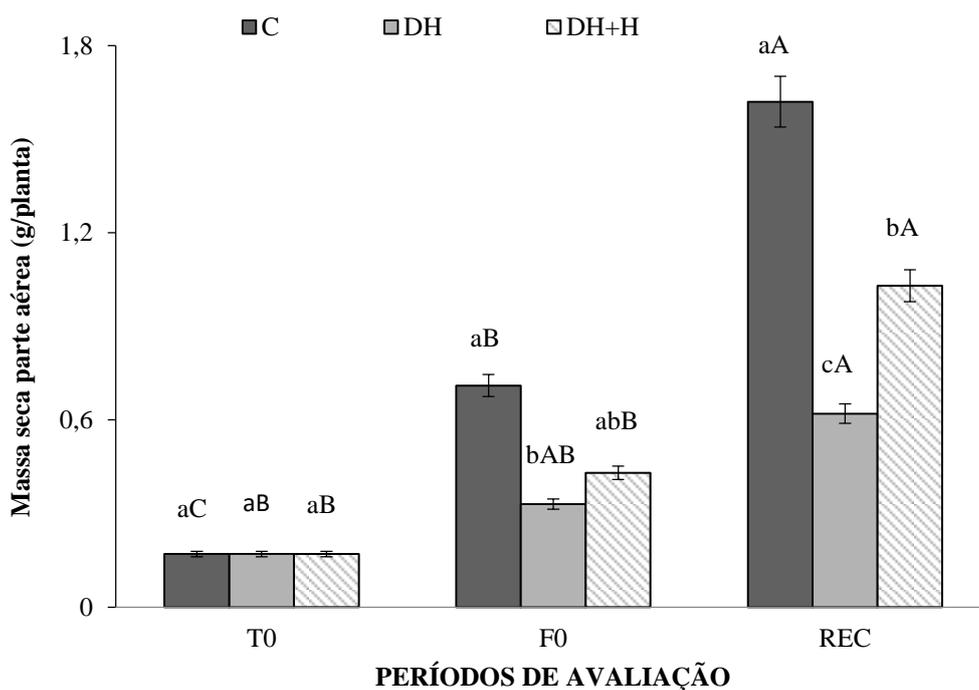


FIGURA 8: Massa seca da parte aérea de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- MASSA SECA DA RAIZ

Observamos que houve interação entre os fatores de estudo para a massa seca de raiz.

Na F0 a MSR foi maior nas plantas sob déficit hídrico, resposta atípica uma vez que a literatura comenta que a tendência das plantas sob deficiência hídrica é de apresentar um sistema radicular mais comprido, porém mais fino, logo com menor massa (TAIZ e ZEIGER, 2013). Uma explicação para este comportamento do sistema radicular das mudas de *E. myrcianthes* seria o fato dela ser uma espécie adaptada ao solo do Cerrado onde ocorre veranicos com longos períodos de falta de água, assim, a planta já está adaptada a essa condição. Entretanto, novos estudos deveriam ser conduzidos para investigar melhor esta resposta.

O tratamento DH + H apresentou maior massa seca na fase de REC mostrando assim boa resposta ao uso do hidrogel, comparado aos outros tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Nicoletti et al. (2014), que estudou o efeito deste polímero no enraizamento e crescimento inicial de miniestacas do híbrido *Eucalyptus urograndis*, a massa seca de raízes apresentou boa resposta ao uso do hidrogel. Essa variável apresenta expressiva importância no desenvolvimento das plantas, pois quando estão bem enraizadas, elas apresentam maior capacidade de crescimento e maior potencial de sobrevivência em campo (ELOY et al., 2013). A menor massa seca de raízes não foi detectada nas mudas sob déficit hídrico na F0, mas foi comprovada na fase de recuperação.

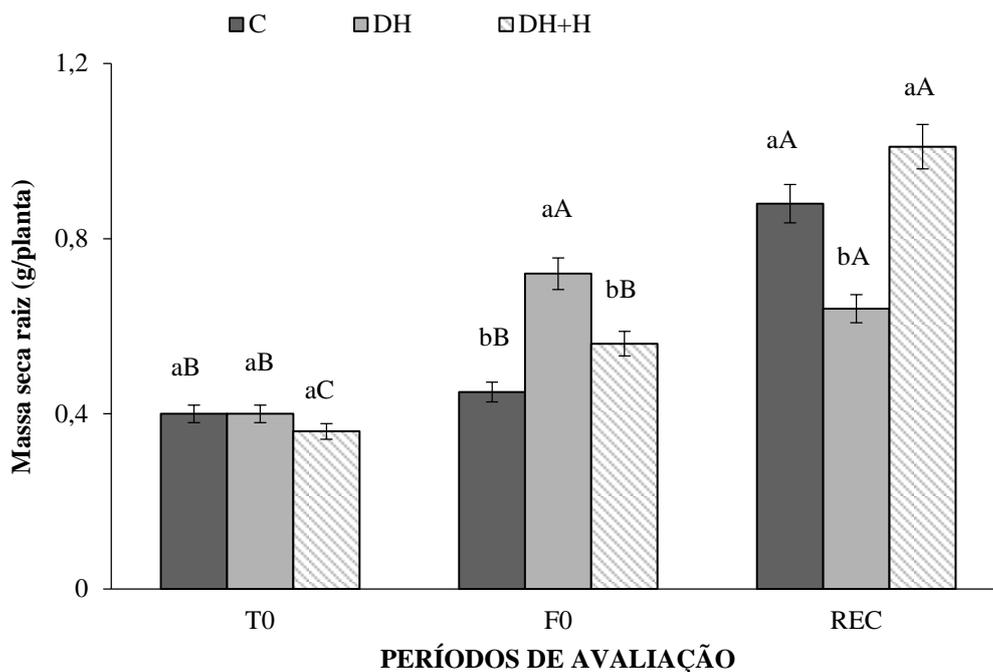


FIGURA 9: Massa seca da raiz de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA NAS FOLHAS (CRA)

O conteúdo relativo de água nas folhas foi influenciado pela interação entre os fatores em estudo. As mudas sob restrição hídrica apresentaram redução do CRA, entretanto, nas mudas tratadas com hidrogel, essa redução foi significativamente menor.

Na época de REC, após a reirrigação, as mudas mostraram valores maiores do conteúdo de água, porém não havendo diferença significativa comparando com a época antes de cessar a irrigação (T0). Ressaltamos que as mudas sob déficit hídrico após a reirrigação embora tenham recuperado os valores do CRA, com valores significativamente semelhantes ao das plantas controle, em média os valores foram inferiores quando comparados com a época T0.

Embora não tenham sido mostrados os dados de taxa fotossintética neste trabalho, sugerimos que o decréscimo observado na taxa fotossintética das plantas na fase caracterizada como F0, está diretamente ligado ao decréscimo do conteúdo relativo de água das folhas, que foi menor nas mudas do tratamento DH. Pois com o declínio do

potencial hídrico foliar, há perda de turgescência celular, seguido pela redução na divisão e expansão celular, síntese de proteínas, condutância estomática e fotossíntese. Como reflexo dessas interferências, o crescimento e o rendimento produtivo das plantas são efetivamente reduzidos (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Segundo Floss, (2011) a ocorrência de déficits hídricos provoca a diminuição na fotossíntese, principalmente pelo fato de os estômatos se fecharem e a entrada de gás carbônico ficar impedida. Neste sentido, o principal efeito do déficit hídrico na redução da taxa de fotossíntese é a redução drástica da elongação das células das folhas reduzindo conseqüentemente a superfície de absorção da luz e conseqüentemente menor altura de plantas e menor produção de fotoassimilados, o que representa menor acúmulo de massa seca na parte aérea e nas raízes.

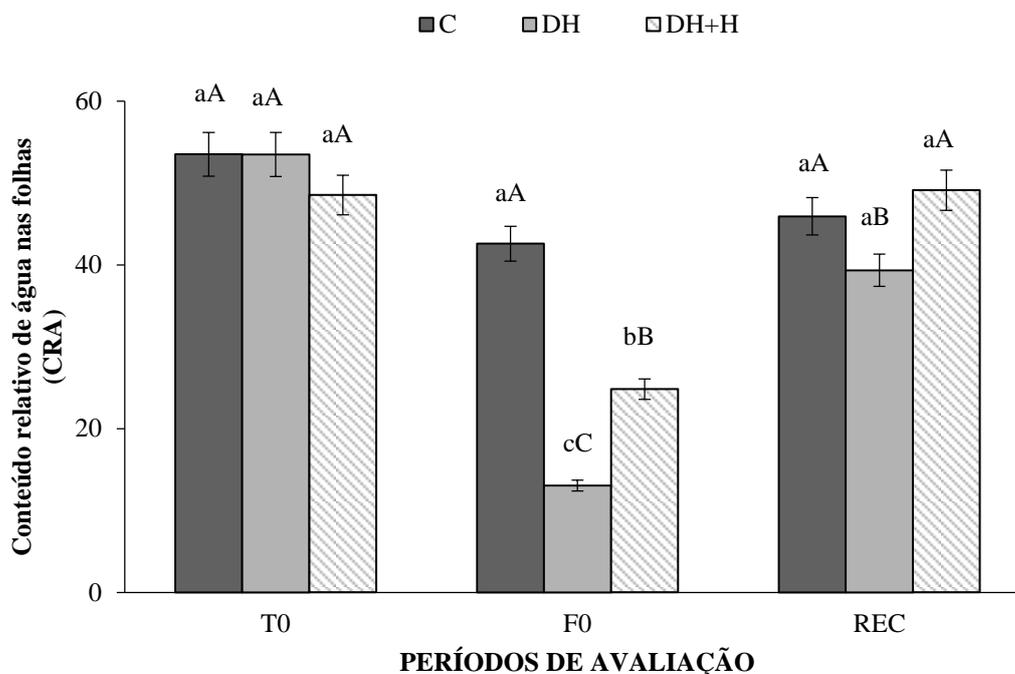


FIGURA 10: Conteúdo relativo de água nas folhas (CRA) de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + H) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

- ÍNDICE DE QUALIDADE DAS MUDAS

O padrão de qualidade das mudas foi influenciado pela interação entre os fatores em estudo, sendo que houve interação entre dos períodos de avaliação e regimes hídricos e na fase de recuperação (REC) mostrou valores mais significativos.

Observamos diferença significativa a partir do tratamento com hidrogel na época de recuperação. As mudas com hidrogel apresentaram maior qualidade com valor de 0,29, enquanto que as mudas cultivadas sob déficit hídrico diminuíram, em média, 55% (Figura 11).

Hunt (1990) aponta que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) ideal mínimo recomendado é de 0,2 para avaliação da qualidade das mudas, entretanto, apenas no tratamento com hidrogel na fase de recuperação foi encontrado valor maior. O IQD é indicado para avaliação da qualidade de mudas, pois contempla a distribuição do crescimento entre as partes da planta, além disso, quanto maior o índice, maiores as chances de sobrevivência das mudas em campo (BINOTTO et al., 2010).

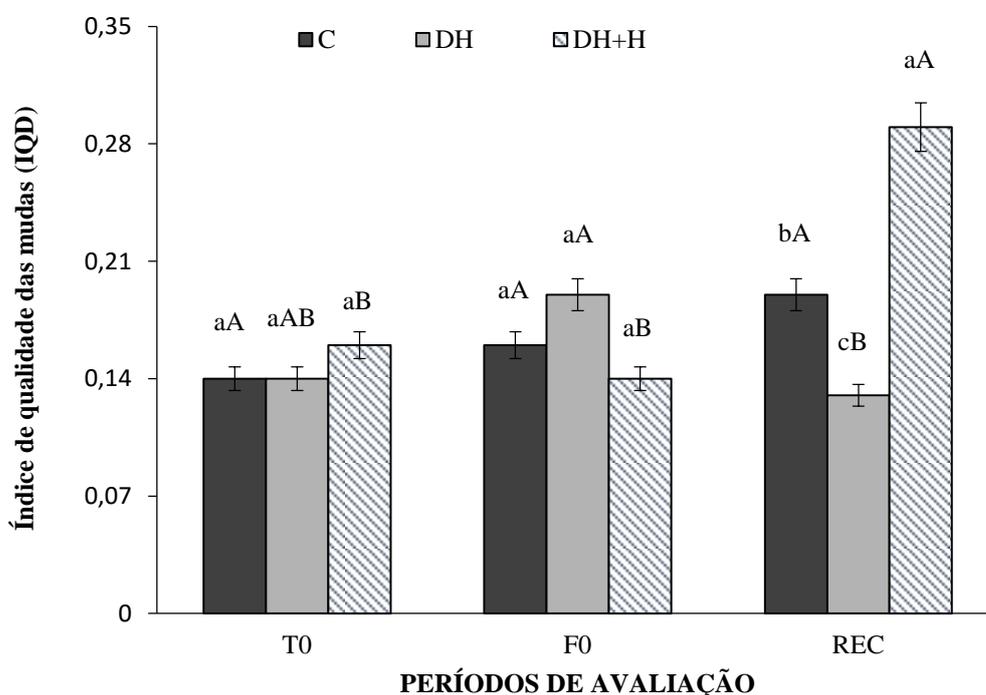


FIGURA 11: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (C, DH e DH + h) e três épocas de avaliação (T0, F0 e REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, UFGD, 2020.

Com base nos valores apresentados, observamos que a adição do hidrogel contrinuiu na manutenção da umidade do solo devido à formação de pequenos grânulos de partículas de poliacrilamida ao substrato com polímero mitigando o efeito causado pela restrição hídrica, como mostrado no tratamento DH. Entretanto, é relevante que se realize futuros estudos com diferentes doses de hidrogel para que se possa evidenciar melhores efeitos para as características morfológicas das mudas.

4 CONCLUSÃO

O uso do hidrogel contribuiu na mitigação do déficit hídrico e influenciou o crescimento inicial e a qualidade das mudas de *Eugenia myrcianthes*, proporcionando aumento da capacidade de retenção de água no solo e favorecendo a recuperação da maioria das características avaliadas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES SOBRINHO, T.; BONOMO, R.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Estimativa mensal da evapotranspiração de referencia para Dourados e Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Cerrados**, [S.l.], Campo Grande, v. 1, n. 1 p. 32-34, 1998.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.1, n. 1, p. 23-31, 2002.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 42p.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO MS Jr.; DANIEL O.; VITORINO, A.C.T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne [online]**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BÜNGER, M. O.; SCALON, V. R.; SOBRAL, M.; STEHMANN, J. R. Myrtaceae in the Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 63, n. 4, 2012.

BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S.; RESENDE, J. C. F.; TAKAHASHI, F. S. C.; VIEIRA, L. C. G. Pontential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 72, n.3, p. 65-671, 2012.

CÂMARA, G. R.; REIS, D. F.; ARAÚJO, G. L.; CAZOTTI, M. M.; DONATELLI JUNIOR, E. J. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro Conilon robusta tropical mediante uso de polímeros hidrotentores e diferentes turnos de rega. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 135-146, 2011.

CARLIN, S. D.; RHEIN, A. F. de L; SANTOS, D. M. M. dos. Efeito simultâneo da deficiência hídrica e do alumínio tóxico no solo na cultivar IAC91-5155 de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 553-564, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of while spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chonicle**, West Mattawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DRANSKI, J. A. L.; PINTO, A.S. Jr.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; GUIMARÃES, V. F. Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-manso em função da época de plantio e do uso de hidrogel. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 489-498, 2013.

DUSI, D.M. **Efeito da adição do polímero hidroretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em dois diferentes substratos.** 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

ELOY, E; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

FELIPPE, D. **Trocas gasosas, crescimento e sobrevivência de mudas de *Eucalyptus* spp. sob a influência do hidrogel e frequências de irrigação.** 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC.

FERNANDES, S. S. L.; PEREIRA, Z. V.; LOBTCHENKO, G.; GOMES, C. F.; GOMES, M. E. S. Estrutura e similaridade florística de dois componentes arbóreos de florestas estacionais semidecíduais do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema-MS. **Ensaios e Ciência: ciências biológicas, agrárias e da saúde**, v. 17, n. 6, p. 63-78, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F.; COMUNELLO, É; FLUMIGNAN, D. L. **O clima da Região de Dourados, MS.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017, p. 34. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 138).

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FLOSS, E. L. **Fisiologia de plantas cultivadas - o estudo que está por trás do que se vê.** 5. ed. Passo Fundo: UPF, 2011, 734 p.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Target Seedling Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations, General Technical Report RM-200, 1990, Roseburg. Proceedings. Fort Collins: United States Department of Agriculture, **Forest Service**, p. 218-222, 1990.

KELLER, W. M. T. **Biologia Floral, Reprodutiva, Polinizadores e Viabilidade do Pólen de *Eugenia myrcianthes* Nied.** 2017. 36 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos- PR.

LOPES, J. L.W.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; ANGELICO, T. S. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas Myrtales.** Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, [1997]. 304 p.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 53-57, 2010.

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L.; AZEVEDO, G. T. O. S.; SOUZA, A. M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 107-116, 2015.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; VILLAR, L.; HAFLE, O. M. Efeito de doses de polímero hidro absorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 8, p. 133-139, 2011.

NICOLETTI, M. F.; NAVROSKI, M. C.; ANDRIOLLO, K.; PEREIRA, M. O.; FRIGOTTO, T. Efeito do hidrogel no enraizamento e crescimento inicial de miniestaca do híbrido *Eucalyptus urograndis*. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 7, n. 4, p. 353-361, 2014.

OLIVEIRA, F. Aspectos da vegetação arbórea encontrada na orla da Praia da Alegria no município de Guaíba, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa, série Biológica**, v. 19, p. 6-17, 2007.

OUKARROUM, A., S.E. MADIDI., G. SCHANSKER. AND R. J. STRASSER. Probing the responses of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by chlorophyll a fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 60, p. 438-446, 2007.

O Bioma Cerrado. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>>. Acesso em: 15 março 2020.

RECORD, S. J.; HESS, R.W. **Timbers of the New World**. New Haven: Yale University Press, 1949. 640 p.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidocolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 66-72, 2005.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2015. **Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10466>>. Acesso: 20 março 2020. BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; AMORIM NETO, M. S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 3-4, p. 1305-1314, 2008.

TURNER, N.C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. **Plant and Soil**, The Hague, v. 58, p. 339-366, 1981.