

## Artigos

### Hidrogel associado a níveis de umidade do solo no cultivo de *Eucalyptus urograndis*

Hydrogel associated with soil moisture levels in the cultivation of *Eucalyptus urograndis*

Jonas Santos Silva<sup>I</sup> , Caliane da Silva Braulio<sup>I</sup> ,  
Daiana Souza de Jesus<sup>II</sup> , Elton da Silva Leite<sup>I</sup> ,  
Rafaela Simão Abrahão Nóbrega<sup>I</sup> ,  
Ricardo Previdente Martins<sup>III</sup> , Júlio César Azevedo Nóbrega<sup>I</sup> 

<sup>I</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

<sup>III</sup>Universidade Estadual de São Paulo, Campinas, SP, Brasil

## RESUMO

Embora avanços tecnológicos tenham ocorrido no setor florestal brasileiro, ainda não há uma padronização quanto à quantidade de água a aplicar nas diferentes etapas de desenvolvimento das plantas, e de doses de condicionadores de umidade do solo, visando a redução do déficit hídrico em solos sob cultivo do *Eucalyptus urograndis*. Diante disso, objetivou-se avaliar o uso do hidrogel em *Eucalyptus urograndis* associado a níveis de umidade do Latossolo Amarelo distrocoeso. O estudo foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de umidade no solo (50, 75, 100 e 125%), a partir da água disponível no solo, e quatro doses de hidrogel (0; 1,5; 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup>), em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, com 16 tratamentos e 4 repetições. As variáveis avaliadas foram: altura (H), diâmetro do caule (DC), índices de clorofila A, B e total, massa seca do caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca parte aérea/massa seca raiz (MSPA/MSR), massa seca total (MST) e altura/diâmetro (H/DC). O uso de hidrogel aumenta a disponibilidade de água em Latossolo Amarelo distrocoeso e reduz o efeito do déficit hídrico na cultura. A dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel proporciona melhor crescimento e produção de fitomassa do *Eucalyptus urograndis*, quando o nível de umidade inicial do solo está em torno da capacidade de vaso.

**Palavras-chave:** Déficit hídrico; Doses de hidrogel; Latossolo Amarelo distrocoeso

## ABSTRACT

---

Although technological advances have occurred in the Brazilian forestry sector, there is still no standardization regarding the amount of water to be applied at different stages of plant development, and doses of soil moisture conditioners, modifying the reduction of water deficit in soils under cultivation of *Eucalyptus urograndis*. Therefore, the objective was to evaluate the use of hydrogel associated with soil moisture levels in *Eucalyptus urograndis*. The study was conducted in a greenhouse at the Federal University of Reconcavo of Bahia. The treatments consisted of four levels of soil moisture (50, 75, 100 and 125%), from water in the soil, and four doses of available hydrogel (0; 1.5; 3.0 and 4.5 g L<sup>-1</sup>), in a randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, with 16 treatments and 4 replications. The evaluations evaluated were: height (H), stem diameter (DC), chlorophyll A, B and total indices, stem dry mass (MSC), leaf dry mass (MSF), shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), shoot dry mass/root dry mass (MSPA/MSR), total dry mass (MST) and height/diameter (H/DC). The use of hydrogel increases water availability in dystrocohesive Yellow Oxisol and reduces the effect of water deficit in *Eucalyptus urograndis*. A dose of 3.0 g L<sup>-1</sup> of hydrogel provides better growth and phytomass production of *Eucalyptus urograndis*, when the initial soil moisture level is around field capacity.

**Keywords:** Water deficit; Hydrogel doses; Dystrocohesive Yellow Oxisol

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* no Brasil é uma realidade para o atendimento da demanda pelo setor madeireiro. Nesse contexto, a participação do estado da Bahia, Região Nordeste do Brasil, na produção e beneficiamento do eucalipto tem aumentado consideravelmente, sendo iniciado no extremo Sul do Estado, na década de 1970. Posteriormente, as áreas de plantio se expandiram para a região Norte do Estado, na faixa de transição entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga, onde as condições de precipitação são menos favoráveis que no extremo Sul da Bahia.

A água é um dos fatores mais limitantes para o crescimento das plantas. Quando o fornecimento de água se encontra abaixo da capacidade de vaso ou campo, pode se caracterizar uma condição de escassez de água, o que constitui fator limitante para o metabolismo das plantas. Sob condição de estresse hídrico, a abertura dos estômatos é afetada pelo teor de água do solo e da planta (Altura; Acevedo, 2020). As plantas fecham os estômatos, para evitar a perda de água por transpiração, fato que compromete a atividade fotossintética e uma série de outros processos nos vegetais (Flexas *et al.*, 2014; Tombesi *et al.*, 2018; Rodriguez-Dominguez; Brodrribb, 2020; Altura; Acevedo, 2020).

A redução dos efeitos adversos das variações hídricas do solo em campo, a exemplo do déficit hídrico, pode ser alcançada através do uso de algumas práticas de manejo, tais como: cobertura do solo, que contribui para aumentar a capacidade de retenção de água no solo e diminuição de sua evaporação (Peng *et al.*, 2020); a melhoria das condições químicas do perfil do solo visando o aprofundamento do sistema radicular das plantas (Vázquez *et al.*, 2020) e o uso de condicionadores de umidade do solo, a exemplo do hidrogel (Azevedo *et al.*, 2006; Navroski *et al.*, 2016; Farag *et al.*, 2017; Teixeira *et al.*, 2019).

Hidrogéis são polímeros hidroabsorventes que possuem capacidade de absorver quantidades variáveis de água ou qualquer outro fluido, mantendo sua forma original. Esses polímeros se formam através de redes hidrofílicas poliméricas, física ou quimicamente reticuladas (Liu *et al.*, 2020). Como possibilitam a retenção de água, sua liberação para as plantas se dá de forma gradativa, o que tende a aumentar a eficiência da irrigação e, por consequência, um melhor aproveitamento da água pelas plantas. A maior retenção de água pelo hidrogel é muito importante para a melhoria das condições de umidade do solo, principalmente, em regiões com ampla variação nas condições de precipitação pluviométrica, a exemplo da região Nordeste do Brasil, cujo clima varia desde o semiárido, que corresponde a 60% da sua área total com precipitação pluviométrica variando de 600 – 700 mm ano<sup>-1</sup>, a clima úmido, cuja precipitação pluviométrica pode chegar a mais de 1.200 mm ano<sup>-1</sup> (Santos *et al.*, 2010). Na cultura do *Eucalyptus*, o hidrogel proporcionou aumento do teor de água no solo e retardou os sintomas de estresse hídrico, aumentando a taxa de sobrevivência das plantas de *Eucalyptus urograndis*, em condição de viveiro nas condições de Laje, Santa Catarina (Dionéia *et al.*, 2021).

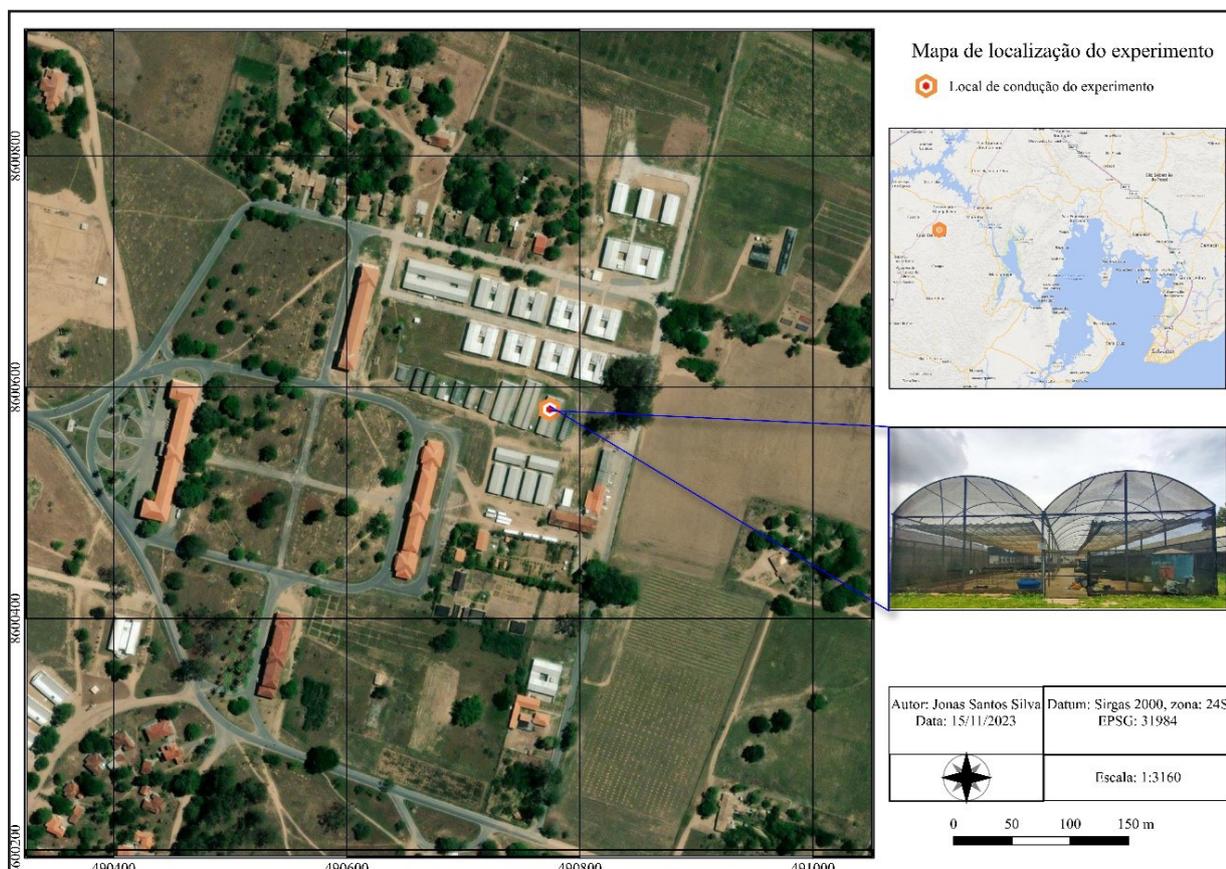
Diante disso, embora haja grande aporte tecnológico e investimentos no setor florestal no estado da Bahia, não há ainda, mesmo nas maiores empresas do setor, uma padronização quanto à quantidade de água a aplicar nas diferentes etapas de desenvolvimento das culturas florestais, principalmente na fase posterior ao plantio

em campo (Silva *et al.*, 2015), em que as condições hídricas dos solos se têm mostrado mais restritivas nas áreas de expansão da cultura. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o uso do hidrogel em *Eucalyptus urograndis* associado a níveis de umidade do Latossolo Amarelo distrocoeso.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação sob sombrite de 45% no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB) entre outubro de 2019 e janeiro de 2020, localizado sob as coordenadas 39°05'28"W e 12°41'50,44"S e altitude de 226 metros (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do experimento



Fonte: Autores (2023)

O clima da região de acordo com a classificação de Koppen é As (Alvares *et al.*, 2014), que é tropical quente e úmido com uma estação seca no verão, principalmente de setembro a fevereiro, e estação chuvosa no inverno com uma precipitação média anual de 1.224 mm, distribuída entre os meses de março e agosto, variando de 900 a 1.300 mm, com 80% de umidade relativa e temperatura média anual de 24,5°C.

Para o estudo, foram utilizadas plantas de *Eucalyptus urograndis* de origem clonal, produzidas em tubetes. A padronização das mudas foi feita a partir da medição da altura dos clones e diâmetro do caule. Posteriormente, as plantas foram transportadas para vasos de polietileno com capacidade de 5 dm<sup>3</sup>, preenchidos com 4,2 dm<sup>3</sup> de material de Latossolo Amarelo distrocoeso coletado na camada entre 0 a 0,20 m de profundidade, na região de Cruz das Almas, BA, sendo previamente seco, destorroado e passado em peneira com malha de 4 mm de diâmetro.

As análises físico-químicas do solo e capacidade do vaso do Latossolo Amarelo distrocoeso encontram-se na Tabela 1. A definição da adubação básica para o plantio das plantas de *Eucalyptus urograndis* foi baseada em Ribeiro *et al.* (1999) de forma a definir as seguintes doses: 0,90 g de ureia, 17,89 g de superfosfato simples e 0,69 g de cloreto de potássio por planta. As doses de ureia e cloreto de potássio foram parceladas em duas aplicações, sendo uma no ato do transplante das mudas para os vasos e a outra aos 30 dias após a instalação do experimento em casa de vegetação.

Tabela 1 – Análise físico-química do solo e capacidade de vaso do Latossolo Amarelo distrocoeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Nordeste do Brasil

pH	<sup>1</sup> P (Mehlich)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H=Al	SB	
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>						----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----	
4,4	0,004	3,91	0,7	0,6	0,5	1,9	1,31	
V	m	CTC (t)	CTC (T)	MO	CV	Textura		
	--%--	--- cmolc dm <sup>-3</sup> ---		dag m <sup>-3</sup>	%	Areia	Silte	Argila
40,81	27,62	1,81	3,21	1,43	16,83	35	10	55

Fonte: Autores (2023)

Em que: <sup>1</sup>P (Mehlich); SB = soma de bases; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; CTC (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) = Capacidade de troca catiônica potencial; MO = matéria orgânica; CV = capacidade de vaso.

Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de umidade do solo (50, 75, 100 e 125%), definidas a partir da capacidade de vaso do solo ( $0,1685 \text{ m}^{-3}$ ), determinado segundo Aguiar Netto *et al.* (1999) e Casaroli e Van Lier (2008) e quatro doses de hidrogel (0,0; 1,5; 3,0 e  $4,5 \text{ g L}^{-1}$ ), sendo a dose de  $3,0 \text{ g L}^{-1}$  a recomendada pelo fabricante. Os tratamentos, níveis de umidade e doses de hidrogel foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $4 \times 4$ , constituindo 16 tratamentos, com quatro repetições.

Para a aplicação do hidrogel, foi realizada sua hidratação com água meia hora antes do transplante das mudas, em concentrações variadas de acordo com as doses de hidrogel e níveis de umidade do solo. Após a aplicação de cada dose de hidrogel, foi realizada a pesagem dos vasos visando obter o peso equivalente aos tratamentos pré-estabelecidos. Com turno de rega diário, a manutenção dos níveis de umidade no solo dos vasos foi feita com base na diferença entre o peso do conjunto definido para cada tratamento e o peso deste conjunto na avaliação do dia em questão.

As plantas foram mantidas nos vasos por 60 dias e durante esse período foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta (H), com auxílio de régua graduada em mm, diâmetro do caule (DC), com um paquímetro graduado em mm e índices de clorofilas A, B e Total, com um medidor eletrônico de clorofila Clorofilog, modelo CFL 1030. Para a massa seca do caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), as plantas foram separadas em raízes, caules e folhas e levadas para uma estufa de ventilação forçada por 72 horas a  $65^\circ\text{C}$ . A partir dos valores dessas variáveis foram calculadas as relações matemáticas, massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e altura/diâmetro (H/DC).

Para execução das análises estatísticas, foi utilizado o Programa SISVAR versão 5.6 (Ferreira *et al.*, 2014). Empregou-se o teste F a 5% de probabilidade e, em sequência, foi feita a análise de regressão. Os pontos máximos das curvas dos fatores analisados foram encontrados através da derivada da equação da regressão para as curvas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a altura de planta (H), foram verificados efeitos individuais de níveis de umidade no solo e doses de hidrogel, bem como de interação entre os tratamentos ( $p < 0,01$ ), enquanto para o diâmetro do caule (DC), houve somente efeitos individuais dos tratamentos, todos a nível de  $p < 0,01$  (Tabela 2).

Tabela 2 – Fonte de variação e níveis de significância em variáveis de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade do solo e doses de hidrogel

Fator	QMRES		P valor (*=5% e **= 1%)		
	(%)	Umidade (M)	Hidrogel (H)	(L X U)	CV (%)
H	10,712	0,000**	0,000**	0,000**	5,16
DC	0,004	0,000**	0,000**	0,226	10,50
Clorofila A	16,223	0,929	0,013*	0,149	12,12
Clorofila B	8,521	0,426	0,760	0,496	26,02
Clorofila total	45,32	0,174	0,026*	0,282	15,15
DML	6,198	0,087	0,000**	0,257	20,25
SDM	1,0346	0,165	0,020*	0,712	23,88
RDM	1,0775	0,649	0,002**	0,184	22,40
SSDM	9,8641	0,159	0,000**	0,547	18,97
TDM	12,346	0,188	0,000**	0,266	16,58
Rel. H/D	158,543	0,252	0,002**	0,826	12,27
Rel. MSPA/MSR	1,046	0,263	0,764	0,878	27,52

Fonte: Autores (2023)

Em que: QMRES = erro do quadrado médio (%); CV = Coeficiente de variação (%).

As variáveis, índice de clorofila A e clorofila total, produção de matérias secas de folha (MSF), caule (MSC), parte aérea (MSPA), raiz (MSR), total (MST) e relação H/DC apresentaram somente efeito individual das doses de hidrogel, tanto a ( $p < 0,05$ ), para clorofila A e total, como a ( $p < 0,01$ ), para as demais variáveis. Para a clorofila B e a relação MSPA/MSR, não foram verificados efeitos dos tratamentos. O fato da maioria das variáveis não apresentar significância para níveis de umidade no solo, sugere que o hidrogel suprimiu o efeito da condição inicial de umidade do solo para o cultivo do *Eucalyptus urograndis*.

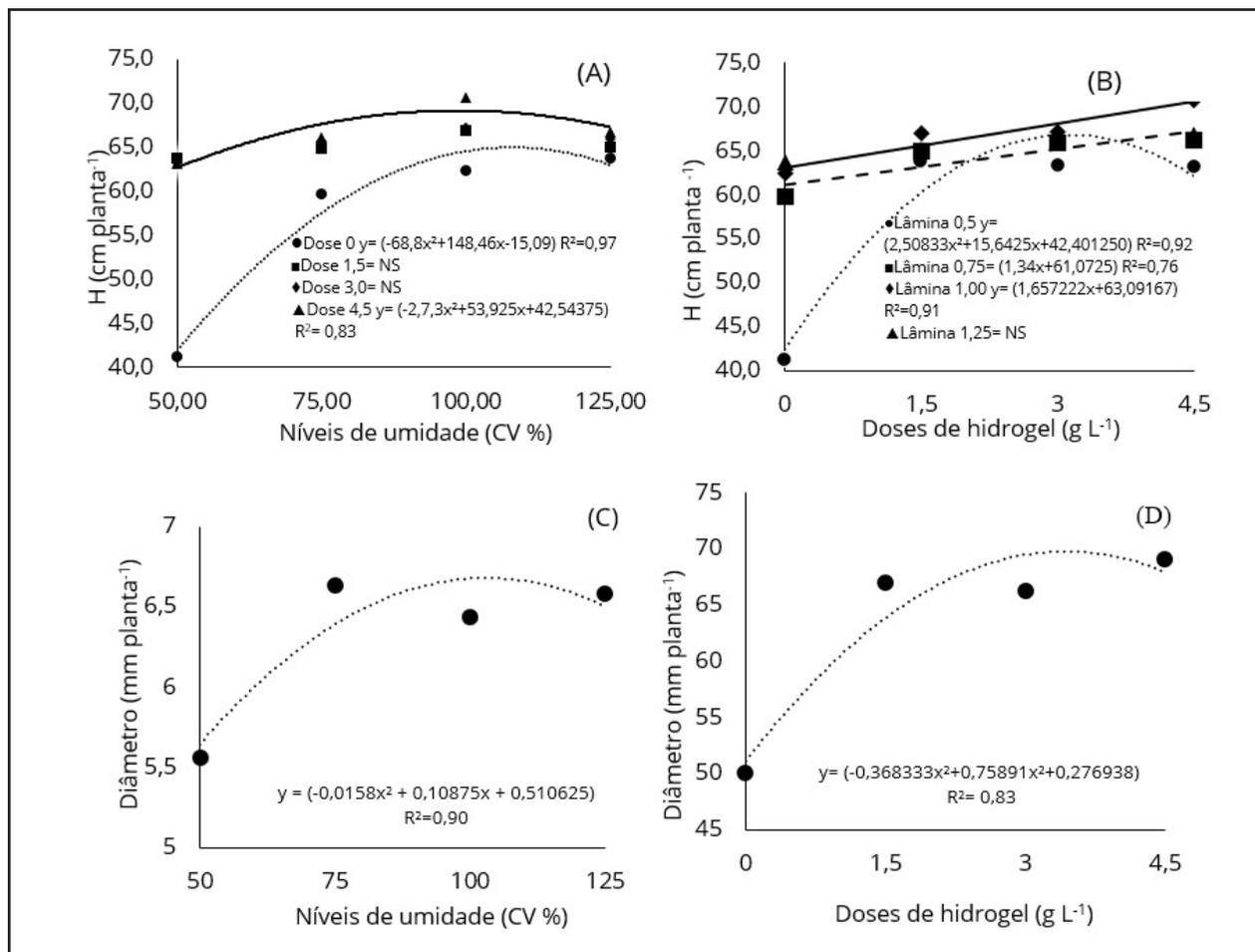
Para H, verifica-se que as doses de 0,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> foram significativas ( $p < 0,01$ ), tendo a dose de 4,5 g L<sup>-1</sup> proporcionado maior crescimento, com máxima de 69,17 cm planta<sup>-1</sup>, no nível de umidade no solo correspondente a 100% da capacidade de vaso (CV) (Figura 2 a). Destaca-se que, ao avaliar o comportamento dos níveis de umidade em função das doses de hidrogel (Figura 2 b), os níveis de umidade só foram significativos quando variaram entre 50 e 100% da CV, com comportamento linear para 75 e 100% da CV e quadrático para 50% da CV. Isso mostra que, quando a umidade do solo se encontra inferior a CV, as doses de hidrogel amenizam o efeito do déficit hídrico, principalmente a 50% da CV, o que contribui para o melhor desenvolvimento da planta. O hidrogel possibilitou ao substrato de cultivo maior capacidade de retenção de água, favorecendo a atividade fotossintética da planta.

O DC apresentou comportamento quadrático para os níveis de umidade do solo e doses de hidrogel (Figuras 1 c, d, respectivamente). Para os níveis de umidade, o DC máximo estimado foi de 6,6 mm na umidade estimada de 102%, próximo a CV. Sasse e Sands (1996), ao avaliarem o comportamento de clones de *Eucalyptus globulus* em função de níveis de umidade do solo e tipos de substratos, constataram diferença significativa no DC, com ocorrência de menor valor nas plantas com maior estresse hídrico, conforme verificado no presente estudo. O estresse hídrico limita o crescimento em altura e em diâmetro do caule, devido à redução da expansão celular ocasionando a má formação da parede celular, fato que resulta, indiretamente, na redução da produção de reguladores de crescimento (Butrinowski *et al.*, 2013). Além disso, o déficit hídrico pode afetar o funcionamento dos estômatos, características hídricas como potenciais hídricos e condutividade hidráulica do xilema (Altura; Acevedo, 2020).

Para as doses de hidrogel, o maior DC de 6,9 mm ocorreu na dose 3,0 g L<sup>-1</sup> (Figura 2 d). Isso mostra que, independentemente dos níveis de umidade do solo, o uso do hidrogel melhora o crescimento em DC das plantas, quando comparado aos tratamentos sem a utilização do hidrogel, pois atua na redução da perda de água da

irrigação por percolação, melhora a aeração e drenagem do solo e reduz as perdas de nutrientes por lixiviação. Navroski *et al.* (2015) constataram que o DC foi menor nas plantas de *Eucalyptus dunnii*, que receberam doses de hidrogel inferiores a 4,5 g L<sup>-1</sup>.

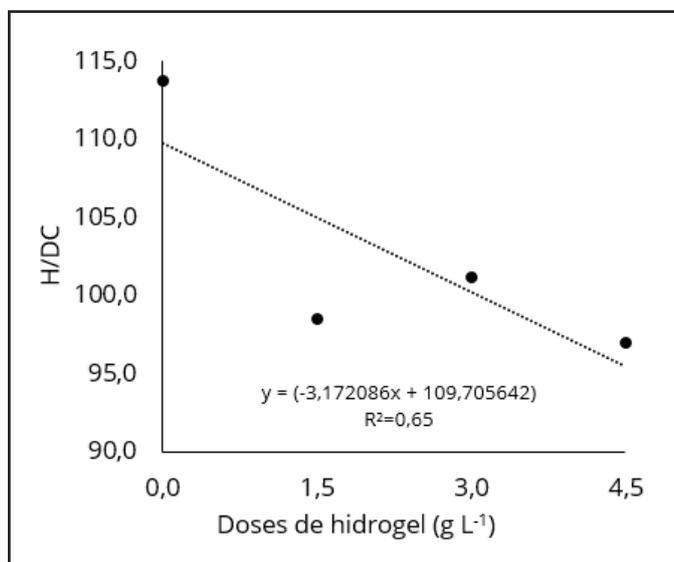
Figura 2 – Altura de planta (H) em função dos níveis de umidade do solo (a) e doses de hidrogel (b); diâmetro do caule (DC) em função dos níveis de umidade (c) e doses de hidrogel (d) em plantas de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de doses de hidrogel



Fonte: Autores (2023)

Para a relação H/DC (Figura 3), houve comportamento linear decrescente para as doses de hidrogel. Plantas de melhor qualidade apresentam menor relação H/D, pois tendem a ter melhor equilíbrio, evitando com isso maior risco de tombamento em campo (Aráujo *et al.*, 2020). Assim, as plantas que receberam as maiores doses de hidrogel sofreram menos déficit hídrico e apresentaram melhor desenvolvimento.

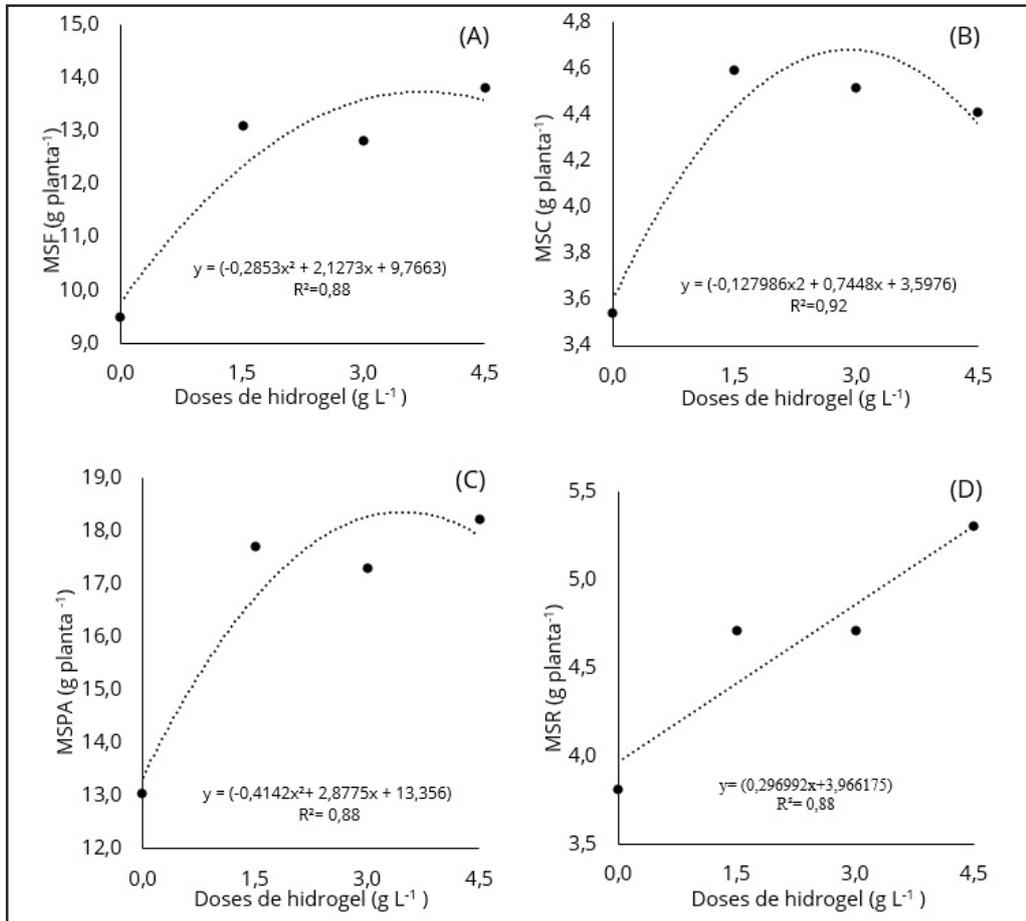
Figura 3 – Relação H/DC em plantas de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de doses de hidrogel



Fonte: Autores (2023)

Para as massas secas de folha (MSF), caule (MSC), parte aérea (MSPA), raiz (MSR) (Figura 4) e total (MST) (Figura 5) houve efeito individual das doses de hidrogel, com comportamento quadrático para MSF, MSC, MSPA e MST (Figuras 4 a b, c, e d, respectivamente) e linear crescente para a MSR (Figura 3 d). Em termos de fitomassas, foram verificados para a MSF, MSC, MSPA e MST valores máximos de 14,28; 4,68; 18,35 e 23,03 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, quando as doses de hidrogel estimadas foram de 3,7; 2,91; 3,47 e 3,71 L<sup>-1</sup>, respectivamente. O ganho com uso do hidrogel, em relação às mudas sem o tratamento, justifica o uso do polímero principalmente nas condições de altas temperaturas e baixa umidade do solo, pela sua capacidade de absorver e armazenar água no solo por longo tempo de duração e por possibilitar condições adequadas para o desenvolvimento das plantas. Fellipe *et al.* (2015) também avaliaram a influência do hidrogel e do manejo hídrico na espécie *Eucalyptus benthamii* e observaram que o uso, independentemente do tempo de irrigação, proporciona maior crescimento da massa seca de raízes e da parte aérea das plantas.

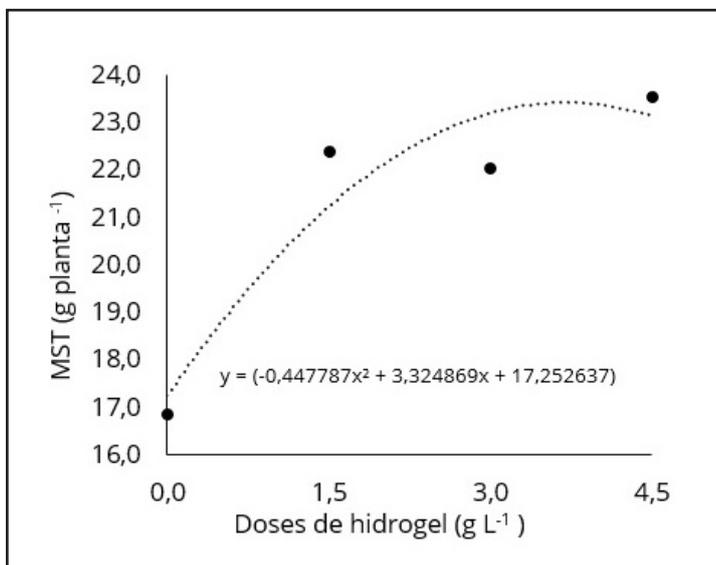
Figura 4 – Massas secas de folhas (a), caule (b), parte aérea (c) e raízes (d) de *Eucalyptus urograndis*, em função de doses de hidrogel



Fonte: Autores (2023)

Para a MSR foi observado um incremento de produção de raízes em função das doses de hidrogel, o que é benéfico para a cultura (Figura 4d). Para o *Eucalyptus dunnii* esse efeito também foi verificado com o uso do hidrogel (Navroski *et al.*, 2015) e segundo os autores, maior produção de MSR é importante quando se busca a sustentabilidade da cultura em campo, devido a importância das raízes no desenvolvimento das plantas, pois, quanto maior o crescimento radicular, maior será a capacidade de crescimento e de sobrevivência das plantas em campo. O maior crescimento das mudas de *Eucalyptus dunnii* foi obtido com 3 g L<sup>-1</sup> de hidrogel (Navroski *et al.*, 2015). Eloy *et al.* (2013), ao avaliarem a qualidade de plantas de *Eucalyptus grandis*, indicaram que a dose de 4,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel proporciona maior massa seca de raízes, provavelmente, devido à maior disponibilidade de água e de nutrientes proporcionado pelo uso do hidrogel, sendo esse efeito também relatado por Felipe *et al.* (2021), para *Eucalyptus urograndis*.

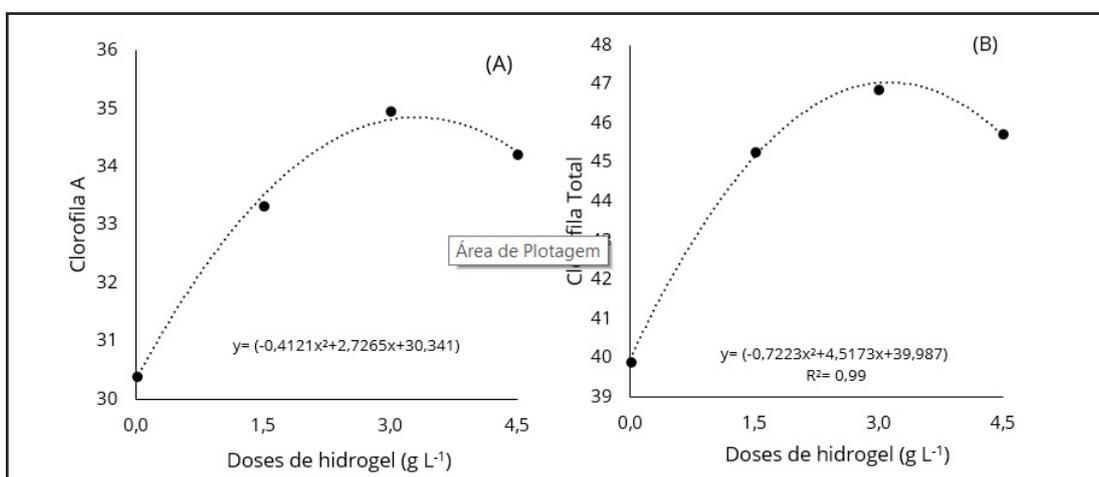
Figura 5 – Massa seca total de *Eucalyptus urograndis* (MST), em função de doses de hidrogel



Fonte: Autores (2023)

Os índices de clorofilas A e total (Figuras 6 a e b, respectivamente) foram influenciados pelas doses de hidrogel ( $p < 0,05$ ). Para as duas variáveis foi verificado um comportamento quadrático, tendo a dose máxima de 3,0 g L<sup>-1</sup> proporcionado maior atividade fotossintética.

Figura 6 – Índices de clorofila A (a) e clorofila total (b) em *Eucalyptus urograndis* sob efeito de umidade e doses de hidrogel



Fonte: Autores (2023)

O maior índice de clorofila com a dosagem em 3,0 g L<sup>-1</sup> evidencia que o hidrogel tem a capacidade de manter por mais tempo os nutrientes disponíveis na solução solo, devido ao aumento que proporciona na capacidade de adsorção do solo, com posterior liberação dos nutrientes para solução do solo (Figura 5). Segundo Sita *et al.* (2005), o hidrogel tem a capacidade de adsorver nutrientes da solução do solo, a exemplo do nitrogênio e do magnésio, que participam diretamente da atividade fotossintética. De acordo com Mendes *et al.* (2011), o índice de clorofila pode aumentar ou diminuir nas plantas, dependendo da espécie em estudo. Nesse sentido, segundo Silva *et al.* (2017), a redução dos índices de clorofilas em plantas sob déficit ou excesso hídrico pode ser explicada pelo estresse oxidativo, ocasionado pela foto-oxidação dos pigmentos que gera degradação das moléculas de clorofila.

Nas condições experimentais, plantas *Eucalyptus urograndis* tratadas com hidrogel e cultivadas em Latossolo Amarelo distrocoeso apresentaram retardo dos sintomas de estresse hídrico para todas as variáveis biométricas avaliadas. Tal fato resultou em maior crescimento e produção de fitomassa, em relação às plantas sem hidrogel, pois este influenciou positivamente no armazenamento e na disponibilidade de água para a planta no solo, principalmente quando os níveis de umidade ocorreram com menor frequência. No entanto, é importante ressaltar que a aplicação de hidrogel não substitui a irrigação regular.

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel em Latossolo Amarelo distrocoeso aumenta a disponibilidade de água para as plantas, reduzindo o efeito do déficit hídrico no *Eucalyptus urograndis*. Essa dose é a mais eficaz para promover o crescimento e a produção de fitomassa da espécie, quando o solo está com umidade inicial em torno da capacidade de vaso.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UFRB, pelo suporte à pesquisa, à CAPES, pela bolsa de mestrado e pós-doutorado, ao CNPQ pela bolsa de Produtividade em Pesquisa e à Bracell celulose pelo fornecimento do material vegetal.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETTO, A. O.; NASSIF, P. G. S; REZENDE, J. O. Avaliação do conceito de capacidade de campo para um Latossolo Amarelo coeso do estado da Bahia. **Revista Brasileira de ciências do solo**, v.23, p.661-667, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000300020>
- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 98-108, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300012>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Mapa de Classificação climática de Koeppen para o Brasil. **Meteorologia**, v. 22, p.711-728, 2014.
- ALTURA, H.; ACEVEDO, E. Effects of water deficits on prosopis tamarugo growth, water status and stomata functioning. **Plants**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10010053>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da associação brasileira de produtores de florestas plantadas** 2012, Ano Base 2011. Disponível em: Acesso em: 20 de dezembro de 2019.
- ARAUJO, E. F.; SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A; NOBREGA, J. C. A.; SANTANA, A.M.; PEREIRA, R. R.; LUSTOSA FILHO, J. F. Organic residues improve the quality and field initial growth of *Senna multijuga* seedlings. **Journal of Sustainable Forestry**, p. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1748060>
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; DALLACORT, R.; BERTONHA, L. C. Retenção de soluções de sulfatos por hidrogel de poliacrilamida. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 287- 290, 2006.
- BRITO, C. W. Q.; RODRIGUES, F. H. A.; SILVA, L. R. D. Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilamida-acrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do Nordeste brasileiro. **Química Nova**, v. 36, p 40-45, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000100008>
- BUTRINOWSKI, R. T.; BUTRINOWSKI, I. V.; SANTOS, E. L.; PICOLOTTO, P. R.; PICOLOTTO, R. A.; SANTOS, R. F. Disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em ambiente protegido. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 3, p. 84-93, 2013. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v2i3.8629>
- CAMPOS, M. A. S.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de plantas de três espécies amazônicas. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000300008>

CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de plantas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio.** Curitiba: Ed. UFPR, 140p., 1985.

CARVALHO, J. S. **Produção de pimenta dedo-de-moça em função de doses de hidrogel e turnos de irrigação.** Ceres: IF Goiano, 2017. 40p Dissertação (Mestrado em Irrigação), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Ceres- (GO), 2017.

CASSAROLI, D.; VAN LIER, Q. J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p.59-66, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100007>

DIONÉIA, F.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; MOTA, C. S.; OLIVEIRA PEREIRA, M.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAES, C. Hidrogel e frequências de irrigação na sobrevivência, crescimento e trocas gasosas em *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1559-1581, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509836889>

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 Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de plantas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, 2013. <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v43i3.26809>

FARAG, A. A.; ELTAWHEEL, A. A.; ABD-ELRAHMAN, S. H.; ALI, A. A.; AHMED, M. S. M. Irrigation regime and soil conditioner to improve soil properties and pomegranate production in newly reclaimed sandy soil. **Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 1-18, 2017. <https://doi.org/10.9734/AJSSPN/2017/35060>

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O.; ALBUQUERQUE, J. A.; ANDRADE, R. S.; MORAES, C. Hydrogel and irrigation frequencies in survival, growth and gas exchanges in *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal** (01039954), v. 31, n. 4, p. 1569-1590, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509836889>

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância, Versão 5.3, Lavras/ DEX, 2014.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBÁ 2018.** Disponível em: [http://www.iba.org/images/shared/iba\\_2018.pdf](http://www.iba.org/images/shared/iba_2018.pdf). Acesso em 26 dez. 2019.

FLEXAS, J.; DIAZ-ESPEJO, A.; GAGO, J.; GALLÉ, J.; GULÍAS, J.; MEDRANO, H. Photosynthetic limitations in Mediterranean plants: A review. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, p.12–23, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.09.002>

LIU, X.; HE, X.; YANG, B.; LAI, L.; CHEN, N.; HU, J.; LU, Q. Dual physically cross-linked hydrogels incorporating hydrophobic interactions with promising repairability and ultrahigh elongation. **Advanced Functional Materials**, v. 31, n. 3, 2020. <https://doi.org/10.1002/adfm.202008187>

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, A. L P.; PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de plantas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, A. L P.; PEREIRA, Redução da adubação e melhoria das características do substrato com o uso do hidrogel na produção de plantas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1155-1165, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509825106>

PENG, Z.; WANG, L.; XIE, J.; LI, L.; COULTER, J. A.; ZHANG, R.; LUO, Z.; CAI, L. CARBERRY, P.; WHITBREAD, A. Conservation tillage increases yield and precipitation use efficiency of wheat on the semi-arid Loess Plateau of China. **Agricultural Water Management**, v. 231, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106024>

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G; ALVAREZV.V.H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais–5ª aproximação. 359 p., 1999.

RODRIGUEZ-DOMINGUEZ, C. M.; BRODRIBB, T. J. Declining root water transport drives stomatal closure in olive under moderate water stress. **New Phytologist**, v. 225, n. 1 p. 126-134, 2020. <https://doi.org/10.1111/nph.16177>

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, p. 404-411, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000300007>

SANTOS, D. N.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.; SILVA, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n. 5, p.492-500, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000500006>

SASSE, J.; SANDS, R. Comparative responses of cuttings and seedlings of *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree physiology**, v.16. 287-294, 1996. <https://doi.org/10.1093/treephys/16.1-2.287>

SILVA, C. R. A.; RIBEIRO, A.; OLIVEIRA, A. S.; KLIPELL, V. H.; BARBOSA, R. L. P. Desenvolvimento biométrico de mudas de eucalipto sob diferentes lâminas de irrigação na fase de crescimento. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 381-390, 2015. <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.84.897>

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ambiente**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2017. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3650>

SITA, R. C. M.; REISMANN, C. B.; MARQUES, R.; OLIVEIRA, E. de; TAFFAREL, A. D. Effect of polymers associated with N and K fertilizer sources on *Dendrathera grandiflorum* growth and K, Ca and Mg relations. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 3, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000300002>

TEIXEIRA, C. E. S.; TORRES, A. Q. A.; NIERI, E. M.; MELO, L. M.; SANTOS, L. V.; BOTELHO, S. A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1060-1071, 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509834950>

TOMBESI, S.; FRIONI, T.; PONI, S.; PALLIOTTI. Effect of water stress “memory” on plant behavior during subsequent drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 150, p. 106-114, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.03.009>

VÁZQUEZ, E.; BENITO, M.; ESPEJO R.; TEUTSCHEROV, N. No-tillage and liming increase the root mycorrhizal colonization, plant biomass and N content of a mixed oat and vetch crop. **Soil and Tillage Research**, v. 200, Elsevier, B.V, Spain, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104623>

VELLINI, A. L. T. T.; DE PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; DE PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.651-663, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400006>

## Contribuição de Autoria

### 1 Jonas Santos Silva

Engenheiro Florestal, Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas

<https://orcid.org/0000-0002-6544-0651> • jonsslva89@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### 2 Caliane da Silva Braulio

Agroecóloga, Doutora em Ciências Agrárias

<http://orcid.org/0000-0003-3074-2876> • caliane.braulio@gmail.com

Contribuição: Análise de dados; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição

### 3 Daiana Souza de Jesus

Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-3433-9358> • day\_souza9@hotmail.com

Contribuição: Análise de dados; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição

#### 4 Elton da Silva Leite

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais, Professor

<https://orcid.org/0000-0001-5572-4346> • elton@ufrb.edu.br

Contribuição: Validação de dados e experimentos; Supervisão; Escrita – revisão e edição

#### 5 Rafaela Simão Abrahão Nóbrega

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência do Solo, Professora

<https://orcid.org/0000-0002-6717-1344> • rafaela.nobrega@ufrb.edu.br

Contribuição: Metodologia; Validação de dados e experimentos; Supervisão; Escrita – revisão e edição

#### 6 Ricardo Previdente Martins

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Florestal em Nutrição do Solo e Plantas

<https://orcid.org/0000-0003-2632-3433> • ricardo\_martins@bracell.com

Contribuição: Disponibilização de ferramentas; Supervisão

#### 7 Júlio César Azevedo Nóbrega

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-2726-8205> • jcanobrega@ufrb.edu.br

Contribuição: Conceitualização; Recebimento de financiamento; Metodologia; Administração do projeto; Disponibilização de ferramentas; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição

### Como citar este artigo

SILVA, J. S.; BRAULIO, C. S.; JESUS, D. S.; LEITE, E. S.; NÓBREGA, R. S. A; MARTINS, R. P.; NÓBREGA, J. C. A. Hidrogel associado a níveis de umidade do solo no cultivo de *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 34, n. 3, e73403, p. 1-18, 2024. DOI 10.5902/1980509873403. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509873403>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.