

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE  
ECOSSISTEMAS**

**CONDICIONADOR DO SOLO, NÍVEIS DE UMIDADE E  
COBERTURA DO SOLO NA RESISTÊNCIA AO DÉFICIT  
HÍDRICO DE *Eucalyptus urograndis***

**JONAS SANTOS SILVA**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
JULHO – 2020**

**CONDICIONADOR DO SOLO, NÍVEIS DE UMIDADE E  
COBERTURA DO SOLO NA RESISTÊNCIA AO DÉFICIT  
HÍDRICO DE *Eucalyptus urograndis***

**JONAS SANTOS SILVA**

Engenheiro Florestal

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2020

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas.

**Orientador:** Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega

**Coorientador:** Prof. Dr. José Maria de Lima

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
JULHO DE 2020**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586c Silva, Jonas Santos.

Condicionador do solo, níveis de umidade e cobertura do solo na resistência ao déficit hídrico de *Eucalyptus urograndis* / Jonas Santos Silva. Cruz das Almas, Bahia, 2020.

44f.; il.

Orientador: Júlio César Azevedo Nóbrega.  
Coorientador: José Maria de Lima.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas.

CDD: 634.9

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.  
Responsáveis pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615) / Neubler  
Nilo Ribeiro da Cunha (Bibliotecário - CRB5/1578)  
(Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE  
ECOSSISTEMAS**


**CONDICIONADOR DO SOLO, NÍVEIS DE UMIDADE E  
COBERTURA DO SOLO NA RESISTÊNCIA AO DÉFICIT  
HÍDRICO DE *Eucalyptus urograndis***

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE JONAS  
SANTOS SILVA



---

Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega (Orientador)  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



---

Prof. Dr. Geraldo César de Oliveira  
Universidade Federal de Lavras



---

Profa. Dra. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas em \_\_\_\_\_, conferindo o Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas em \_\_\_\_\_.

Aos meus pais Gilvando e Fernandina, minha namorada Vanessa pelo apoio, confiança e amor que sempre me dedicaram. Ao meu irmão Geandro, todos meus familiares e amigos pelo companheirismo e amizade compartilhada.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por nunca me deixar fraquejar e me dar forças, por estar comigo em tudo que faço.

Aos meus pais Gilvando e Fernandina e ao meu irmão Geandro por todo apoio, carinho e força durante toda minha vida.

A Vanessa Carvalho, minha companheira, por todo amor, felicidade e cumplicidade que tens me proporcionado.

A minha família, tias, tios, primos, avô, pelo carinho e confiança que sempre tiveram em mim.

A Professora Helenice Torres do Instituto Federal da Bahia, pelo apoio durante processo seletivo do mestrado.

Aos meus irmãos de orientação Iza Sarmiento e Lucas Mota por todo apoio, cumplicidade e contribuição nos trabalhos executados durante minha trajetória no curso.

Aos companheiros de curso: Avete, Celicleide, Fábio, Michele e Victor pelo apoio e demonstração de carinho e amizade construída durante todos esses dois anos.

Aos meus amigos/irmãos: Daiana, Diogo (Jiló), Heitor, Journey, Juliana, Jaqueline, Lavínia, Lucas, Rafael, Sandoval, Thais e Weverton pela amizade, companheirismo, cumplicidade e apoio durante essa etapa da minha vida.

A Bruna, Camila e Hélio por todo suporte na elaboração desse trabalho.

A Bracell celulose, nas pessoas do Ricardo e Iago pelo fornecimento das mudas para essa pesquisa.

Ao meu orientador, meu pai, na pós-graduação Prof. Júlio César Azevedo Nóbrega e minha mãe na pós-graduação, Profa. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega pela orientação e apoio dado durante todo o curso.

Aos Professores (as), José Maria de Lima, Elton da Silva Leite, Luciano Souza, Anacleto Ranulfo e Paula Ângela pela amizade, conselhos e orientações.

Ao Sr. Airton (Torcedor do Bahia), Carla, Vânia, dona Val e a todos da manutenção do Prédio de Solos.

A UFRB, pela estrutura e suporte para elaboração deste trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa, recebida e financiamento de todas as atividades.

**Meu mais sincero muito obrigado!**

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	1
LISTA DE TABELAS .....	2
RESUMO GERAL .....	3
ABSTRACT .....	4
INTRODUÇÃO GERAL.....	5
REFERÊNCIAS .....	7
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>9</b>
<b>Crescimento Inicial de <i>Eucalyptus urograndis</i> sob efeito de níveis de reposição da água consumida e condicionador de umidade do solo .....</b>	<b>9</b>
RESUMO: .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAL E MÉTODOS .....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
CONCLUSÕES .....	22
REFERÊNCIAS .....	23
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>26</b>
<b>TOLERÂNCIA DE CLONES de <i>Eucalyptus urograndis</i> AO DÉFICIT HÍDRICO EM FUNÇÃO DE DOSES DE HIDROGEL E COBERTURA DO SOLO.....</b>	<b>26</b>
RESUMO: .....	27
ABSTRACT .....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS .....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
CONCLUSÕES .....	40
REFERÊNCIAS .....	41

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Figura 1:** Altura de planta (H) em função das lâminas de água (a), lâminas de água em função do hidrogel (b), diâmetro do caule (DC) em função das lâminas de água (c) e hidrogel (d) e relação H/DC (e) em plantas de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel.....19

**Figura 2:** Massas secas de folhas MSF (a), caule (b), parte aérea (c), raízes (d) e total (e) de *Eucalyptus urograndis*, em função de níveis de umidade e doses de hidrogel. ....21

**Figura 3:** Teores de clorofila A (a), clorofila total (b) em *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel. ....23

### CAPÍTULO II

**Figura 1:** Estágios do efeito do déficit hídrico: Planta Saudável, planta com sintoma inicial de murcha (SIM), planta com sintoma severo de murcha e planta em murcha permanente (PMP).....33

**Figura 2:** Dias após o plantio para os clones 1407 (a) e 1667 (b) apresentarem sintomas leves de murcha; SSM: sintomas severos de murcha; PMP: ponto de murcha permanente dos clones, em função de doses de hidrogel e cobertura do solo.....34

**Figura 3:** Altura - H (a), Diâmetro - DC (b), Massas secas de caule – MSC (c), folhas - MSF (d), raízes - MSR (e), parte aérea - MSPA (f) e total - MSTOT (g) de clones de *Eucalyptus urograndis*, com diferentes doses de hidrogel e cobertura do solo. ....40



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1:** Tratamentos, altura e diâmetros médios do clone 1407 de *Eucalyptus urograndis*, por tratamento após seleção manual.....14
- Tabela 2:** Fonte de variação e níveis de significância em variáveis de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel. ....15
- Tabela 3:** Fonte de variação e níveis de significância em variáveis de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel. ....17

### CAPÍTULO II

- Tabela 1:** Tratamentos, altura e diâmetros médios dos clones 1407 e 1667 de *Eucalyptus urograndis*, por tratamento após seleção manual.....31
- Tabela 2:** Análise química, textural e capacidade de campo do Latossolo Amarelo distrocoeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Nordeste do Brasil.....32
- Tabela 3:** Fonte de variação e níveis de significância em variáveis de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel. ....36

## RESUMO GERAL

O Brasil possui 480 milhões de hectares de florestas, incluindo biomas naturais e plantados, sendo a segunda maior área florestal do mundo. O estado da Bahia, no Nordeste do Brasil, tem se destacado como o quarto maior em área plantada de *Eucalyptus*, com 612,2 mil hectares, principalmente, nas regiões do Extremo Sul, Litoral Norte, Oeste e Sudoeste. O melhoramento genético tem contribuído para obtenção de clones de *Eucalyptus* resistentes ao déficit hídrico e com maiores produtividades. No entanto, as pesquisas ainda são escassas no que diz respeito a capacidade desses clones em resistir a períodos de estiagem, principalmente, em regiões que apresentam períodos de déficit hídrico. Dada à importância econômica do eucalipto, a busca contínua por novas tecnologias tornou-se crescente, dentre as quais, destaca-se o polímero sintético hidrorretentor ou hidrogel que atua, entre outros fatores, como condicionador de umidade do solo. Assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da aplicação do hidrogel no crescimento inicial de plantas do clone 1407 (Híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) associado a níveis de umidade, em um Latossolo Amarelo distrocoeso (Capítulo I), bem como a resistência ao déficit hídrico dos clones (1407) e (1667) de eucaliptos submetidos a diferentes doses de hidrogel, associado ou não ao uso de cobertura do solo (Capítulo II). Os resultados desses estudos indicaram que: i) O uso do hidrogel é eficiente em condições em que há déficit hídrico e seu uso na dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> com o solo na capacidade de vaso, aumenta a fitomassa das plantas de *Eucalyptus urograndis*; ii) A aplicação de 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura plástica ou de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta eleva o tempo necessário para que os clones 1407 e 1667 de eucalipto apresentem sintomas iniciais, severos e ponto de murcha permanente, quando comparado aos tratamentos sem aplicação de hidrogel; iii) O uso da dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta proporciona maior resistência dos clones 1407 e 1667 ao déficit hídrico quando comparado a mesma dose sob cobertura plástica; iv) Maior resposta das variáveis biométricas pelos clones 1407 e 1667 com as doses de 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura plástica e de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta de resíduos vegetais e; v) A maior resposta a aplicação de hidrogel em cobertura do solo foi verificada para o clone 1667. Dessa forma é viável o uso do hidrogel para regiões em situação de déficit hídrico.

**Palavras-chave:** Hidrorretentor, solos do Nordeste brasileiro, clones.

## ABSTRACT

Brazil has 480 million hectares of forest, including natural and planted biomes, being the second largest forest area in the world. The state of Bahia, in the Northeast of Brazil, has stood out as the fourth largest in Eucalyptus planted area, with 612.2 thousand hectares, mainly in the regions of the Far South, North Coast, West and Southwest. The genetic improvement has contributed a lot to obtain Eucalyptus clones resistant to water deficit and with higher productivity. However, research is still scarce regarding the capacity of these clones to withstand periods of drought, especially in regions that present periods of water deficit. Given the economic importance of eucalyptus, the continuous search for new technologies has become growing, among which the synthetic polymer hydropower or hydrogel stands out, which acts, among other factors, as a soil moisture conditioner. Thus, the present work aimed at evaluating the effect of the application of hydrogel in the initial growth of plants of the 1407 clone (Hybrid Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla) associated with moisture levels, in a distroco-yellow Latossolo (Chapter I), as well as the resistance to water deficit of the clones (1407) and (1667) of Eucalyptus submitted to different doses of hydrogel, associated or not with the use of soil cover (Chapter II). The results of these studies indicated that i) The use of hydrogel is efficient in conditions where there is water deficit and its use in the dose of  $3.0 \text{ g L}^{-1}$  with the soil in the pot capacity, increases the phytomass of Eucalyptus urograndis plants; ii) The application of  $3.0$  and  $4.5 \text{ g L}^{-1}$  of hydrogel under plastic cover or  $3.0 \text{ g L}^{-1}$  of hydrogel under mulching increases the time needed for the 1407 and 1667 eucalyptus clones to present initial, severe symptoms and permanent wilting point, when compared to treatments without the application of hydrogel; iii) The use of the  $3.0 \text{ g L}^{-1}$  of dead cover hydrogel dose provides greater resistance of the 1407 and 1667 clones to water deficit when compared to the same dose under plastic cover; iv) Greater response to biometric variables of the 1407 and 1667 clones with doses of  $3.0$  and  $4.5 \text{ g L}^{-1}$  of plastic cover hydrogel and  $3.0 \text{ g L}^{-1}$  of dead cover hydrogel and; v) The greater response to soil cover hydrogel application was verified for the 1667 clone. Thus it is feasible the use of hydrogel for regions in a water deficit situation.

**Keywords:** Hydroretentor, Northeast soils, clones.

## INTRODUÇÃO GERAL

A região Nordeste do Brasil possui, aproximadamente, 121.911.200 hectares com grande diversidade, sobretudo no que se refere às características físicas como solo, clima, relevo e vegetação (RAMALHO, 2013). A baixa pluviosidade no interior desta região pode favorecer a redução da produção vegetal devido à elevada taxa de evapotranspiração, baixa capacidade retenção de água dos solos e escoamento superficial (FIGUEIRÊDO, 2005).

Ao longo do litoral, existem planícies costeiras denominadas Tabuleiros Costeiros (LIMA NETO et al., 2010). As principais classes de solos encontradas nessa região são os Argissolos e Latossolos Amarelos (CORREA et al., 2008), estes são caracterizados por possuir horizonte coeso, profundidade elevada, baixa fertilidade e baixa presença de matéria orgânica (TEODORO, 2003). Estes fatores associados reduzem a produtividade das espécies plantadas na região dos Tabuleiros Costeiros. (RESENDE et al., 2012; SANTOS et al., 2019). Com isso, o conhecimento a respeito dos solos da região Nordeste, mais especificamente no que diz respeito às características físico-hídricas dos mesmos, constitui aspecto fundamental na busca por alternativas viáveis de produção vegetal e de redução dos efeitos do déficit hídrico na economia regional, devido, entre outros fatores, a perda na produtividade das culturas (SRINIVASAN et al., 2003).

Em função de sua alta capacidade de adaptação às condições climáticas e edáficas, alta produtividade e ciclo relativamente curto de exploração, se comparado, especialmente, com espécies nativas do Brasil (FERREIRA, 2017), o gênero *Eucalyptus* surge como uma opção viável para a geração de renda no Nordeste brasileiro (LIMA, 1986). Neste sentido, se faz necessário a utilização de material genético adaptado as condições edafoclimáticas e de manejo de forma a garantir a implantação de florestas produtivas. No entanto, ainda há carência de estudos com o *Eucalyptus* na região Nordeste (DAVIDE e FARIA, 2008; GAMA e JESUS, 2020), principalmente no que diz respeito a estudos de adaptabilidade das espécies as amplas condições pluviométricas que ocorrem ao longo dos biomas existentes no Nordeste, a exemplo da Mata Atlântica, Caatinga e ecótono Caatinga/Mata Atlântica (CASTRO et al., 2012; GAMA e JESUS, 2020).

O estabelecimento inicial de plantios de eucalipto em campo é uma etapa muito delicada, pois exige o aporte adequado de água para evitar o estresse hídrico de forma a permitir que as plantas se estabeleçam devidamente em campo, sem prejuízo ao pleno funcionamento do seu metabolismo e desenvolvimento (LOPES et al., 2011).

Diversas tecnologias têm sido utilizadas visando a manutenção e melhor aproveitamento da água armazenada no solo, de forma a reduzir os efeitos do déficit hídrico durante o desenvolvimento das culturas. Dentre as técnicas utilizadas destacam-se práticas de manejo (DAMALGO et al., 2009) e de cobertura do solo, principalmente com cobertura morta, a qual tem propiciado maior conservação do solo e da água, redução da temperatura e preservação da umidade do solo (BRAGAGNOLO e MIELNICZUCK, 1990; SAHRAWAT et al., 2010).

No entanto, para regiões com menor precipitação pluviométrica, há dificuldade para formação de uma camada de resíduos vegetais sobre a superfície do solo devido a limitada quantidade de material vegetal aportado no solo. Com isso, alternativas têm sido objetos de pesquisas, a exemplo do uso de condicionadores de umidade do solo (MENDONÇA et al., 2013; PREVEDELLO e BALENA, 2000), dentre os quais, o uso do hidrogel, conhecido pela capacidade de reter água e nutrientes solúveis, fornecendo às plantas por um maior período de tempo (PREVEDELLO e BALENA, 2000).

Os polímeros sintéticos ou hidrogéis, começaram a ser fabricados a partir do final da década de 60 para uso agrícola para atuarem como condicionadores de solo. Sua função é reduzir os custos operacionais no desenvolvimento das culturas a partir da melhoria das propriedades físico-químicas dos solos, através da redução da perda de água, melhoria das condições de aeração e drenagem do solo e de redução das perdas de nutrientes por lixiviação (VALE, 2006).

Diante do exposto, os objetivos gerais deste trabalho foram quantificar o efeito da aplicação do hidrogel no crescimento de *Eucalyptus urograndis*, associado a níveis de umidade, bem como a resistência ao déficit hídrico dos clones (1407) e (1667) de eucalipto submetidos a diferentes doses de hidrogel sob condições de uso de cobertura em um Latossolo Amarelo distrocoeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia.

## REFERÊNCIAS

BRAGAGNOLO, L.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 369 – 374, 1990.

CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F.; MENEZES, M. O. TELES. O complexo vegetacional da zona litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n1, p. 108-124, 2012.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; CURI, N.; TORRES, T. C. P.; Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 297-313, 2008.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e plantas de espécies florestais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 124p., 2008.

FERREIRA, M. C.; SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; CARNEIRO, A. C. O.; SILVA, G. G. C.; CASTRO, A. F. N. M.; COSTA, S. E. L., PIMENTA, A. S. Biomass and energy production at short rotation Eucalyptus clonal plantations deployed in Rio Grande do Norte. **Revista Árvore**, v. 41, n. 5, e410504, 2017.

FIGUEIRÊDO, A. F. R. **Análise do risco de salinização dos solos da Bacia hidrográfica do rio colônia – sul da Bahia**, Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 84p., 2005.

GAMA, D. C.; JESUS, J. B. Principais solos da região semiárida do Brasil favoráveis ao cultivo do Eucalyptus L' Heritier, **BIOFIX Scientific Journal** v. 5 n. 2 p. 214-221, 2020.

LIMA, P. C. F. Tree productivity in the semiarid zone of Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 16, p. 5-13, 1986.

LIMA NETO, J. A.; RIBEIRO, M. R.; CÔRREA, M. M.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; LIMA, J. F. W. S.; FERREIRA, R. F. A. L. Caracterização e gênese do caráter coeso em Latossolos Amarelos e Argissolos dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas, **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, p. 1001-1011, 2009.

LOPES, J. L. W. G.; SILVA, I. A.; SAAD, M. R.; CURY, J. C.; LOPES, C. F. Estresse hídrico em plantio de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, em função do solo, substrato e manejo hídrico de viveiro. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 31-39, 2011.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; CABRAL, F. F. P.; BACALHAU, F. B.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water resources and irrigation management**, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

PREVEDELLO, C. L.; BALENA, S. O. Efeitos de polímeros hidrorretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

RAMALHO, M. F. J. L. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens, **Revista Sociedade e Território**. v. 25, n.2, p. 104-115, 2013.

SANTOS, M. M. M.; PEREIRA, F. A. C; SOUZA, L. S; SANTOS, B. E; SILVEIRA, F. G. F. Hidrodinâmica em solos típicos dos tabuleiros costeiros no Recôncavo da Bahia. **Revista Irriga**, v. 24, n. 4, p. 770-780, 2019.

SAHRAWAT, K. L.; WANI, S. P.; PATHAK, P.; REGO, T. J. Managing natural resources of watersheds in the semi-arid tropics for improved soil and water quality: A review. **Agricultural Water Management**, v.97, p.375-381, 2010.

SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, C. A. G.; GALVÃO, C. O. Erosão hídrica do solo no semiárido brasileiro: A experiência na bacia experimental de Sumé, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8 n. 2, p. 57–73, 2003.

TEODORO, I. **Avaliação da evapotranspiração e desenvolvimento da cultura do milho irrigação na região de Rio Largo** – Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Alagoas. 128p. 2003.

VALE, G. F.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímero hidro retentor no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

## CAPÍTULO I

**Crescimento Inicial de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade do solo e condicionador de umidade**



## **Crescimento Inicial de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade do solo e condicionador de umidade**

### **RESUMO**

A utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* é uma alternativa para suprir essa demanda e traz vantagem significativa para a indústria devido algumas qualidades que podem ser destacadas, como rápido crescimento e facilidade na produção de plantas, tanto em plantios comerciais, quanto em pequenas propriedades. Embora avanços tecnológicos tenham ocorrido no setor florestal brasileiro, não há ainda, uma padronização quanto à quantidade de água a aplicar nas diferentes etapas de desenvolvimento das plantas, bem como sobre o uso adequado de condicionadores de umidade do solo visando a redução do déficit hídrico em solos sob cultivo com *Eucalyptus urograndis*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do hidrogel no crescimento inicial de plantas do clone 1407 híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, associado a níveis de umidade, em um Latossolo Amarelo distrocoeso do Nordeste do Brasil. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAB/UFRB). Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de umidade no solo (50, 75, 100 e 125%), a partir da água disponível no solo, que foi calculada pela diferença da umidade no solo na capacidade de vaso (campo) e a umidade no ponto de murcha permanente (0,1685 m<sup>3</sup> de água por m<sup>3</sup> de solo), bem como quatro doses de hidrogel (0; 1,5; 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup>), arranjados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, constituindo 16 tratamentos com 4 repetições. Foram avaliadas por tratamento as seguintes variáveis: altura da planta (H), diâmetro do caule (DC), teores 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). Os resultados mostraram que o uso do hidrogel aumenta a capacidade de retenção e disponibilidade de água do solo, diminuindo o efeito do déficit hídrico no *Eucalyptus urograndis*, tendo a dose 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel proporcionado melhor crescimento e produção de fitomassa, quando a umidade do solo está em torno da capacidade de vaso.

**Palavras-chave:** Eucalipto, doses de hidrogel, Latossolo Amarelo.

## INITIAL GROWTH OF EUCALYPTUS UROGRANDIS UNDER THE EFFECT OF SOIL MOISTURE LEVELS AND MOISTURE CONDITIONER

### ABSTRACT

The use of species of the genus *Eucalyptus* is an alternative to meet this demand and brings significant advantage to the industry due to some qualities that can be highlighted, such as rapid plant growth, ease in plant production, both in commercial plantations and on small properties. Although technological advances have occurred in the Brazilian forest sector, there is still no standardization regarding the amount of water to be applied in the different stages of plant development, as well as on the adequate use of soil moisture conditioners aiming the reduction of water deficit in soils under cultivation with *Eucalyptus urograndis*. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of hydrogel in the initial growth of plants of the 1407 hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, associated with moisture levels, in a distrocohesive Yellow Latosol of Northeast Brazil. The experiment was conducted in the vegetation house of the Center of Agrarian, Environmental and Biological Sciences of the Federal University of Recôncavo da Bahia (CCAB/UFRB). The treatments consisted of four levels of soil moisture (50, 75, 100 and 125%) from the water available in the soil, which was calculated by the difference of the soil moisture in the pot capacity (field) and the humidity at the point of permanent wilt (0.1685 m<sup>3</sup> of water per m<sup>3</sup> of soil). And four doses of hydrogel (0; 1.5; 3.0 and 4.5 g L<sup>-1</sup>), arranged in an entirely randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, constituting 16 treatments with 4 repetitions. The following variables were evaluated by treatment: plant height (H), stem diameter (DC), chlorophyll contents A, B and Total, dry mass of the stem (MSC), dry mass of leaves (MSF), dry mass of the aerial part (MSPA), dry mass of roots (MSR), dry mass of aerial part/root dry mass (MSPA/MSR), total dry mass (MST), height/diameter (H/DC). The results showed that the use of hydrogel increases the retention capacity and availability of soil water, decreasing the effect of water deficit in *Eucalyptus urograndis*, with the dose 3.0 g L<sup>-1</sup> of hydrogel providing better growth and production of phytomass when soil moisture is around pot capacity.

**Key words:** *Eucalyptus*, doses of hydrogel, Yellow Latosol.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui 480 milhões de hectares de florestas, incluindo biomas naturais e plantados, sendo a segunda maior área florestal do mundo. Em termos econômicos, o setor florestal brasileiro constitui 6,2% do PIB industrial no país, ocupando uma área equivalente a 9,85 milhões de hectares com florestas plantadas, sendo 75,2% com eucalipto (IBGE, 2018).

Ao longo dos anos, a demanda do mercado internacional e nacional por produtos madeireiros se tornou cada vez maior, o que exige produção constante e legalizada, em relação a procedência e a qualidade das plantas utilizadas, fazendo com que áreas florestais nativas sejam preservadas e a necessidade do consumidor suprida (VELLINI, 2007). A utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* é uma alternativa para suprir essa demanda e traz vantagem significativa para a indústria devido algumas qualidades que podem ser destacadas, como rápido crescimento da planta, facilidade na produção de plantas por estaquia e cultivos, tanto em plantios comerciais, quanto em pequenas propriedades (BIZI et al., 2008, GONÇALVES et al., 2008).

Diante disto, há um grande interesse por informações relacionadas ao manejo da cultura visando o florestamento e, ou reflorestamento com eucalipto. Embora tenha havido grande aporte tecnológico e investimentos no setor florestal, 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 das plantas em campo (SILVA et al., 2015).

Quando o fornecimento de água se encontra abaixo da capacidade de campo, pode caracterizar uma condição de escassez de água o que constitui fator limitante para o metabolismo das plantas. Quando em condição de estresse hídrico, as plantas fecham dos estômatos, para evitar a perda de água por transpiração, fato que compromete a atividade fotossintética e uma série de outros processos nos vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2013). Neste sentido, o uso racional da irrigação previne o estresse hídrico das plantas, seja pelo excesso de água ou déficit hídrico do solo.

Quando povoamentos florestais, em seu crescimento inicial, recebem água em quantidade adequada alcançam maiores produtividades, desde que

haja, dentre outros fatores, um suprimento adequado de nutrientes para o desenvolvimento das plantas (SAAD et al., 2009). Com isso, para reduzir os efeitos adversos das variações hídricas do solo em campo, tal como o déficit hídrico, algumas práticas de manejo têm sido recomendadas, como: uso de 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 e 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. De acordo com Brito et al. (2013), estes polímeros se formam através de redes hidrofílicas poliméricas, física ou quimicamente reticuladas. Como possibilitam a retenção de água, sua liberação para às plantas se dá de forma gradativa, o que tende a aumentar a eficiência da irrigação e, por consequência, um melhor aproveitamento da água por elas (DUSI, 2005). 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, com precipitação pluviométrica variando de 600 – 700 mm ano<sup>-1</sup>, a clima úmido, cuja precipitação pluviométrica pode chegar a mais de 1200 mm ano<sup>-1</sup>.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do hidrogel no crescimento inicial do clone 1407 híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, associado a níveis de umidade, em um Latossolo Amarelo distrocoeso do Nordeste do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação em sombrite de 45% no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAB/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. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo tropical quente e úmido, com estações seca no verão, principalmente de setembro a fevereiro e chuvosa no inverno, com precipitação média anual de 1224 mm distribuída entre os meses de março e agosto, variando de 900 a 1300 mm, com 80% de umidade relativa e temperatura média anual de 24,5°C.

Foram utilizadas plantas de *Eucalypto urograndis* de origem (clone 1407), produzidas em tubetes. Após seleção manual das plantas, foram feitas medições da altura das plantas e diâmetro do caule, visando a padronização das plantas e separadas de acordo com os tratamentos da capacidade de vaso do solo (C. V.) em função de doses de hidrogel, (Tabela 1).

**Tabela 1:** Tratamentos, altura e diâmetros médios do clone 1407 de *Eucalyptus urograndis*, por tratamento após seleção manual.

Clone 1407	H (cm planta <sup>-1</sup> )	DC (mm planta <sup>-1</sup> )
T1	35,8	4,2
T2	34,5	4,1
T3	34,5	4,3
T4	34,5	4,1
T5	36,0	4,4
T6	35,0	4,3
T7	34,9	4,2
T8	34,3	4,2
T9	34,7	4,1
T10	35,0	4,3
T11	36,0	4,1
T12	35,6	4,2
T13	35,3	4,0
T14	33,8	4,3
T15	34,7	4,0
T16	34,8	4,3

T1= (50% da C. V. + 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T2= (50% da C. V. + 1,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T3= (50% da C.V. + 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T4= (50% da C. V. + 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T5= (75% da C. V. + 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T6= (75% da C. V. + 1,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T7= (75% da C.V. + 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T8= (75% da C. V. + 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T9= (100% da C. V. + 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel) T10= (100% da C. V. + 1,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T11= (100% da C. V. + 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel) T12= (100% da C. V. + 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T13= (125% da C. V. + 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T14= (125% da C. V. + 1,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T15= (125% da C. V. + 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel), T16= (125% da C. V. + 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel).

Posteriormente, as plantas foram transportadas para vasos de polietileno com 5 dm<sup>3</sup> de capacidade, 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 químicas e textural foram realizadas visando a caracterização das condições de fertilidade e granulometria do solo (Tabela 2). 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: 0,90g 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 transplântio das plantas para os vasos e a outra 30 dias após a instalação do experimento em casa-de-vegetação.

**Tabela 2:** Análise química, textural e capacidade de vaso do Latossolo Amarelo distrocoeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Nordeste do Brasil.

pH	P <sup>1</sup>	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> --		----- Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
4,4	0,04	3,91	0,7	0,6	0,5	1,9	1,31

V	m	CTC (t)	CTC (T)	M-O	CV	Textura g Kg <sup>-1</sup>		
--%--		--- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---		dag m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Areia	Silte	Argila
40,81	27,62	1,81	3,21	1,43	0,1683	750	20	230

<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 campo.

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 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), determinado segundo Casaroli e Van Lier (2008) e Aguiar Netto et al. (1999) e quatro doses de hidrogel (0,0; 1,5; 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup>), sendo a dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> a recomendada pelo fabricante. Os tratamentos, níveis de umidade e doses de hidrogel foram arrançados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, constituindo 16 tratamentos com 4 repetições.

Para a aplicação do hidrogel foi realizada sua hidratação com água meia hora antes do transplântio das plantas 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 durante 60 dias e em cada planta 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 teores 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°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.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

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 3). As variáveis, teor de clorofila A, clorofila total, produção de matéria seca 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 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 do déficit hídrico no *Eucalyptus urograndis*.

Para H verifica-se que as doses de 0,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> foram significativas (P < 0,05), 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 1 a). Destaca-se que ao avaliar o comportamento dos níveis de umidade em função das doses de hidrogel (Figura 1 b) verifica-se que 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 o teor de água 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.

**Tabela 3:** Fonte de variação e níveis de significância em variáveis de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel.

Fator	QMRES	P valor (* = 5% e ** = 1%)			
	(%)	Lâmina (L)	Hidrogel (H)	(L x H)	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
MSF	6,198	0,087	0,000**	0,257	20,25
MSC	1,0346	0,165	0,020*	0,712	23,88
MSR	1,0775	0,649	0,002**	0,184	22,40
MSPA	9,8641	0,159	0,000**	0,547	18,97
MST	12,346	0,188	0,000**	0,266	16,58
Relação H/D	158,543	0,252	0,002**	0,826	12,27
Relação MSPA/ MSR	1,046	0,263	0,764	0,878	27,52

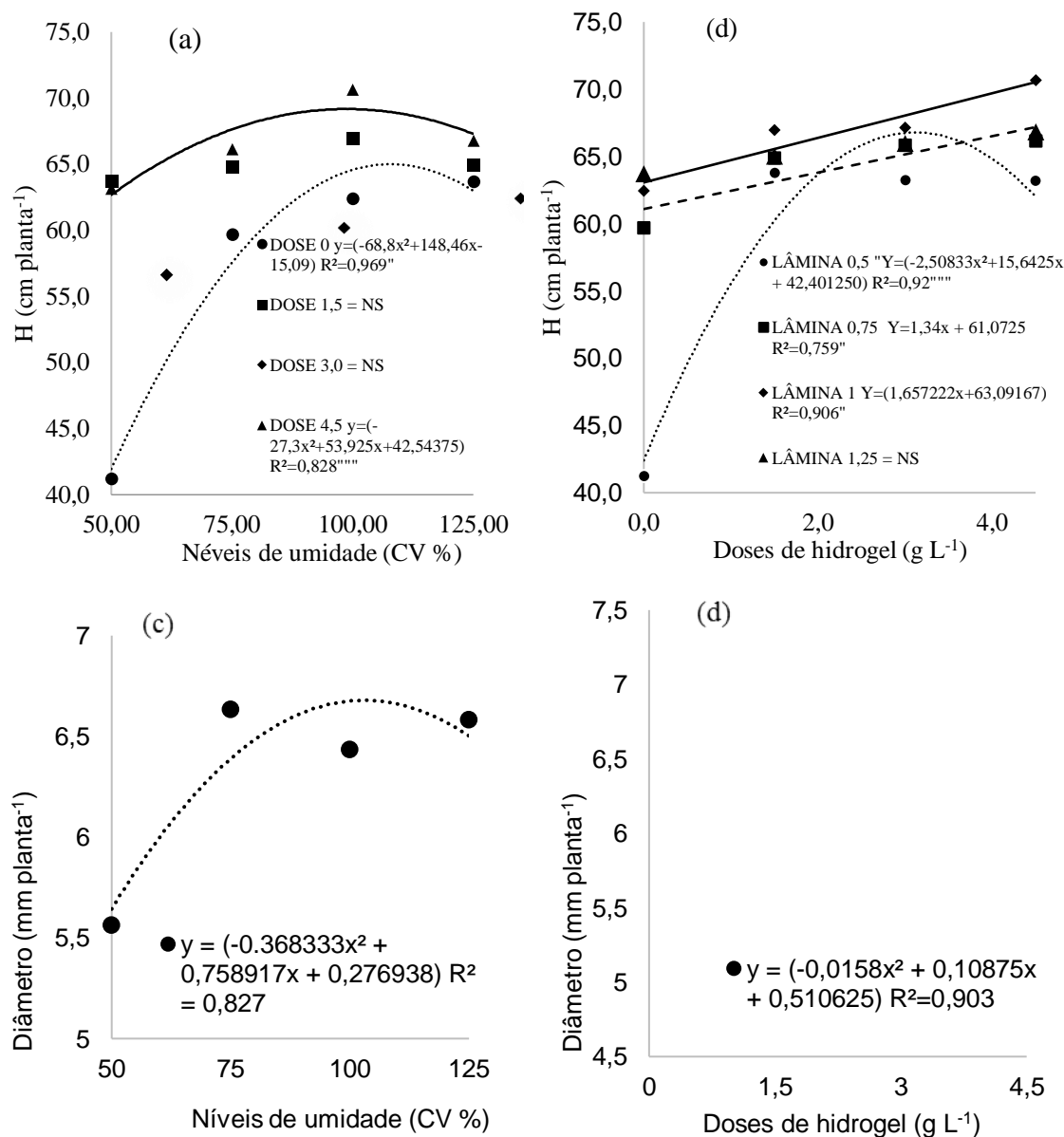
QMRES = erro do quadrado médio (%) CV = Coeficiente de variação (%).

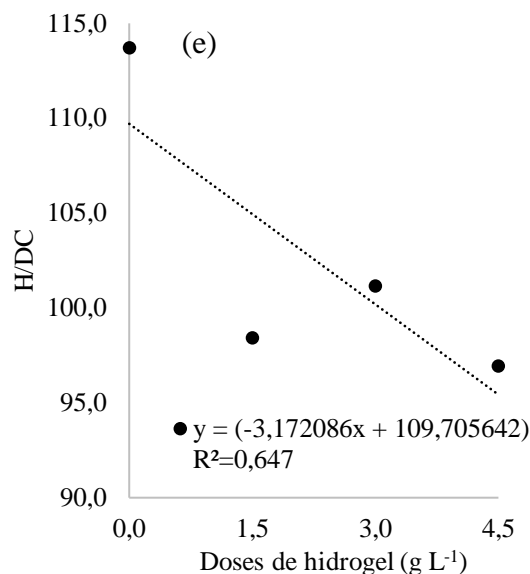
O DC apresentou comportamento quadrático, tanto para as doses de hidrogel, quanto para os níveis de umidade (Figuras 1 c, d, respectivamente). Para os níveis de umidade encontrou-se DC máximo de 6,6 mm próximo a CV. Sasse e Sands (1996) ao avaliarem o comportamento de clones de *Eucalyptus globulus* em função de níveis de umidade 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.



De acordo com Butrinowski et al. (2013), a deficiência hídrica limita o crescimento em altura e em diâmetro, devido à redução da expansão celular, resultando em má formação da parede celular, fato que resulta, indiretamente, na redução da produção de reguladores de crescimento.

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

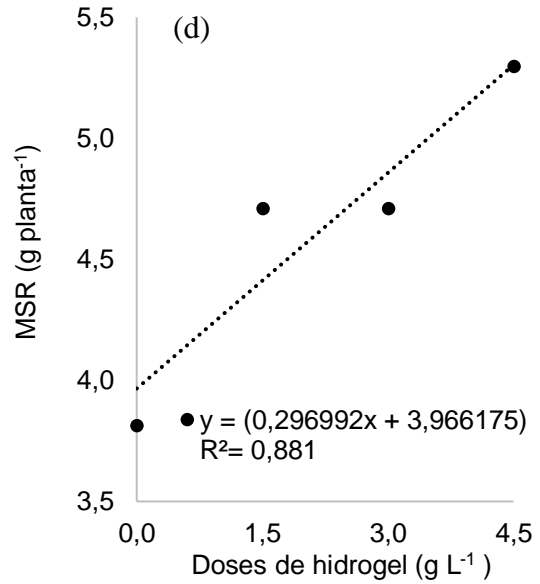
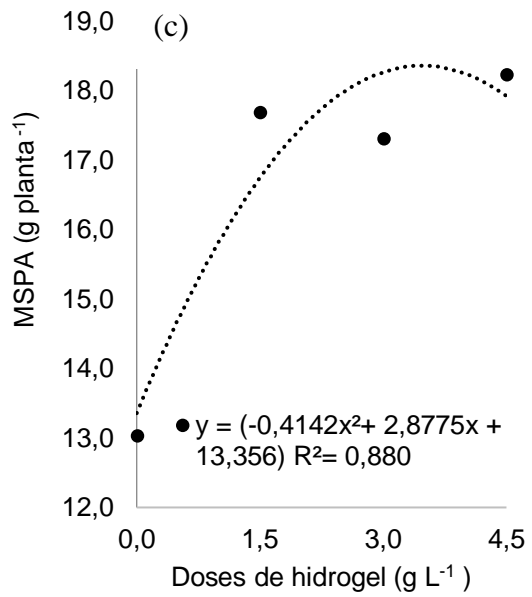
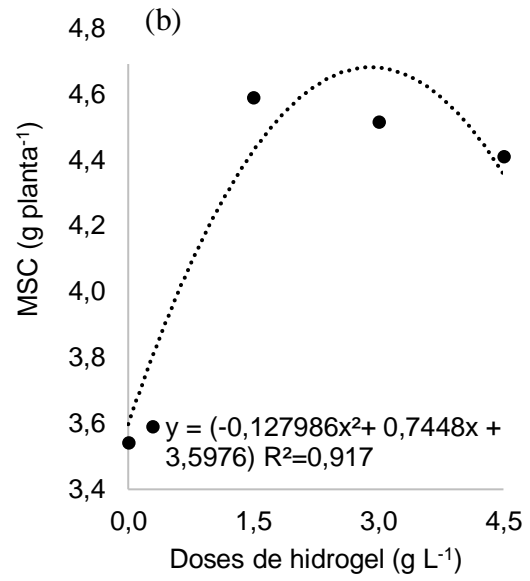
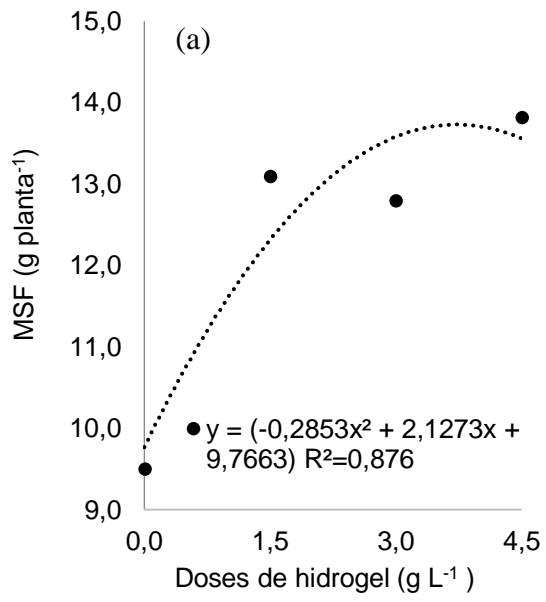


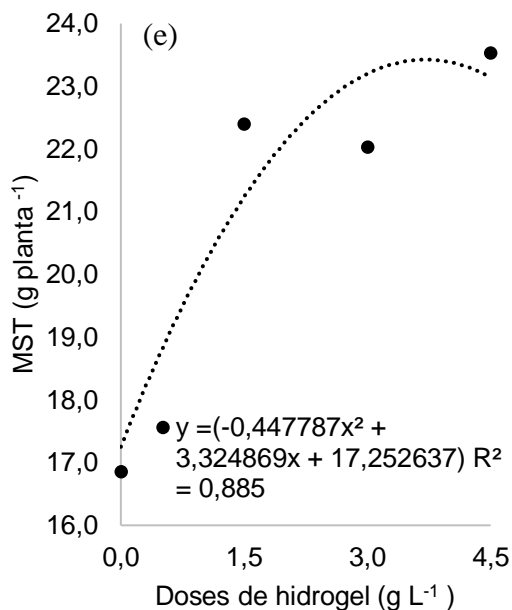


**Figura 1:** Altura de planta (H) em função dos níveis de umidade do solo (a) e doses de hidrogel (b); diâmetro do caule (DC) em função dos níveis de umidade (c) e doses de hidrogel (d) e; relação H/DC em plantas de *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel (e).

A relação H/DC (Figura 1 e) apresentou comportamento linear decrescente, tendo a dose 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel apresentado maior valor. Plantas de melhor qualidade apresentam menor relação H/D, pois tendem a ter melhor equilíbrio, evitando com isso maior risco de tombamento em campo (CARNEIRO, 1985; CAMPOS e USHIDA, 2002).

Para as massas secas de folha (MSF), caule (MSC), parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) houve efeito individual das doses de hidrogel (Figura 2), com comportamento quadrático para MSF, MSC, MSPA e MST (Figuras 2 a b, c, e, respectivamente) e laminar crescente para a MSR (Figura 2 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 respectivamente, quando na dose próxima a 3,0 g L<sup>-1</sup>. Fellipe et al. (2015) ao avaliarem a influência do hidrogel e do manejo hídrico em plantas de *Eucalyptus benthamii* observaram que a presença do hidrogel, independentemente do tempo de irrigação, proporcionou maior crescimento da massa seca de raízes e da parte aérea.

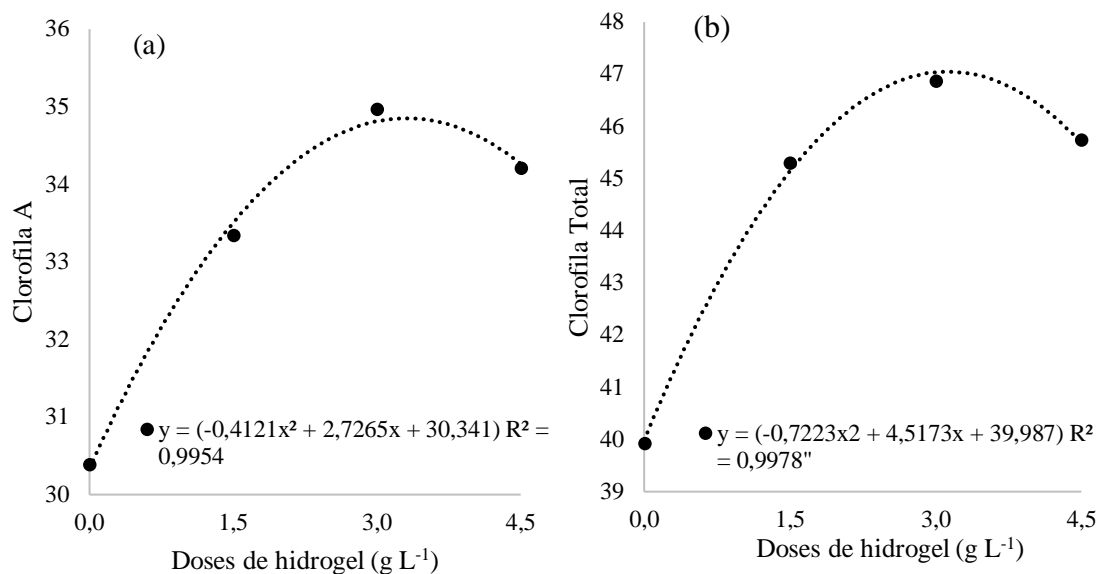




**Figura 2:** Massas secas de folhas MSF (a), caule (b), parte aérea (c), raízes (d) e total (e) de *Eucalyptus urograndis*, em função de níveis de umidade e doses de hidrogel.

Para a MSR foi observado um incremento de produção de raízes em função das doses de hidrogel, o que é benéfico para cultura (Figura 2 d). 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. Eloy et al. (2013) ao avaliarem a qualidade de plantas de *Eucalyptus grandis* observaram que a dose de 4,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel proporcionou maior massa de raízes, provavelmente, devido à maior disponibilidade de água e de nutrientes proporcionado pelo uso do hidrogel.

Os índices de clorofilas A e Total (Figuras 3 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 3:** Índices de clorofila A (a) e clorofila Total (b) em *Eucalyptus urograndis* sob efeito de níveis de umidade e doses de hidrogel.

O maior índice de clorofila com a dosagem em 3,0 g L<sup>-1</sup> mostra que o hidrogel tem a capacidade de manter por mais tempo os nutrientes disponíveis na solução solo. O hidrogel tem a capacidade de adsorver os cátions da solução do solo, a exemplo do nitrogênio e do magnésio que participam diretamente da atividade fotossintética (SITA, 2002). De acordo com Mendes et al. (2011), o índice de clorofila pode aumentar ou diminuir nas plantas, dependendo da espécie em estudo. Neste 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.

## CONCLUSÕES

O uso de hidrogel aumenta a disponibilidade de água em Latossolo Amarelo, reduzindo, com isso, o efeito do déficit hídrico no *Eucalyptus urograndis*.

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 campo.

## 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.

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.

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.

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.

BIZI, R. M.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C. G.; MAY-DE MIO, L. L. Produtos alternativos no controle do oídio em plantas de eucalipto. **Summa phytopathol**, v. 34, n. 2, p. 144-148, 2008.

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.

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.

CAMPOS M. A. S.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de plantas de três espécies amazônicas. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.37, n3, p. 281-288, 2002.

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.

CASSAROLI, D.; VAN LIER, Q. J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista brasileira de ciências do solo**. v. 32, p.59-66, 2008

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.** (Dissertação). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. 84 p.

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.

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.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; BOUILLET, J. P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast growing Eucalypt plantations: The Brazilian experience. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, Pretoria, v. 70, p. 105-118, 2008.

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.

IBGE. Produção e extração da silvicultura 2018. Rio de Janeiro, 2015a. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs\\_2018\\_v33\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2018_v33_informativo.pdf)>.

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, M. O. 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.

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.

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.

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.

SASSE, J.; SANDS, R. Comparative responses of cuttings and seedlings of *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree physiology**, v.16. 287-294, 1996.

SILVA, C. R. A.; RIBEIRO, A.; OLIVEIRA, A. S.; KLIPPELL, V. H.; BARBOSA, R. L. P. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 381-390, 2015.

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.

SITA, R. C. M. **Influência das formas de adubação nitrogenada e potássica na ação de polímero hidrorretentor sobre o crescimento de crisântemo *Dedranthema grandiflorum* Variedade "virginal"**. Dissertação UFPR, Curitiba, 98 p. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 690 p.

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*, **Ciências florestais**, v. 29, n. 3, p. 1060-1071, 2019.

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.

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.



## CAPÍTULO II

**TOLERÂNCIA DE CLONES de *Eucalyptus urograndis* AO DÉFICIT  
HÍDRICO EM FUNÇÃO DE DOSES DE HIDROGEL E COBERTURA DO  
SOLO**

## TOLERÂNCIA DE CLONES *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) AO DÉFICIT HÍDRICO EM FUNÇÃO DE DOSES DE HIDROGEL E COBERTURA DO SOLO

### RESUMO

O gênero *Eucalyptus* é um grupo de plantas que inclui mais de 600 espécies e subespécies variáveis em termos de resistência ao déficit hídrico e produtividade. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência ao déficit hídrico de dois clones de eucaliptos submetidos a doses de hidrogel e cobertura do solo com uso de plástico ou de resíduos orgânicos. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAB/UFRB). Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) de origem clonal (clones 1407 e 1667), produzidas em tubetes. O experimento foi constituído por nove tratamentos com quatro repetições para cada clone. As concentrações de hidrogel utilizadas para a formação dos tratamentos foram: T1: 0,0; T2: 1,5, T3: 3,0, T4: 4,5, T5: 6,0 e T6: 7,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura plástica na superfície dos vasos, mais três tratamentos adicionais. T7: 3,0 g L<sup>-1</sup> sem cobertura, T8: 3,0 g L<sup>-1</sup> + cobertura orgânica morta (folhas e galhos de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e T9: sem uso de hidrogel e cobertura do solo. Após instalação do experimento foi avaliado a capacidade de resistência das plantas em dias para expressar sintomas iniciais, severos e ponto de murcha permanente, bem como as variáveis morfológicas altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca de folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MSTOT). Os resultados mostraram que a aplicação de 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura plástica ou de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta elevou o tempo necessário para que os clones de eucalipto apresentem sintomas iniciais, severos e ponto de murcha permanente, quando comparado aos tratamentos sem aplicação de hidrogel. A dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta proporcionou maior resistência dos clones ao déficit hídrico quando comparado a mesma dose sob cobertura plástica, sendo também verificado para a cobertura morta, maior resposta das variáveis biométricas quando na dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel, enquanto para a cobertura plástica as doses variaram de 3,0 a 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel e; Entre os clones 1407 e 1667, a maior resposta a aplicação dos tratamentos foi verificada para o clone 1667.

**Palavras Chave:** Resistência a seca, eucalipto, crescimento.

**TOLERANCE OF *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) CLONES TO WATER DEFICIT AS A FUNCTION OF HYDROGEL DOSES AND SOIL COVER**

**ABSTRACT**

The genus *Eucalyptus* is a group of plants that includes more than 600 species and subspecies variable in terms of resistance to water deficit and productivity. The objective of this study was to evaluate the resistance to water deficit of two eucalyptus clones submitted to doses of hydrogel and soil cover with use of plastic or organic waste. The experiment was conducted at the Center of Agrarian, Environmental and Biological Sciences of the Federal University of Recôncavo da Bahia (CCAB/UFRB). Seedlings of *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) of clonal origin (clones 1407 and 1667), produced in tublets, were used. The experiment consisted of 9 treatments with 4 repetitions for each clone. The concentrations of hydrogel used for the formation of the treatments were: T1: 0.0, T2: 1.5, T3: 3.0, T4: 4.5, T5: 6.0 and T6: 7.5 g L<sup>-1</sup> of hydrogel under plastic cover on the surface of the vessels, plus three additional treatments. T7: 3.0 g L<sup>-1</sup> without cover, T8: 3.0 g L<sup>-1</sup> + dead organic cover (*Mimosa caesalpinifolia* Benth leaves and branches) and T9: without use of hydrogel and soil cover. After installation of the experiment, the resistance capacity of the plants in days to express initial, severe and permanent wilting point symptoms was evaluated, as well as the morphological variables aerial height (H), stem diameter (DC), leaf dry mass (MSF), stem dry mass (MSC), aerial dry mass (MSPA), root dry mass (MSR) and total dry mass (MSTOT). The results showed that the application of 3.0 and 4.5 g L<sup>-1</sup> of hydrogel under plastic cover or 3.0 g L<sup>-1</sup> of hydrogel under mulch increased the time needed for the eucalyptus clones to show initial, severe symptoms and permanent wilting point when compared to treatments without application of hydrogel. The dose of 3.0 g L<sup>-1</sup> of hydrogel under mulching provided greater resistance of the clones to water deficit when compared to the same dose under plastic mulching, being also verified for mulching, greater response of biometric variables when at the dose of 3.0 g L<sup>-1</sup> of hydrogel, while for plastic mulching the doses ranged from 3.0 to 4.5 g L<sup>-1</sup> of hydrogel and; Among the 1407 and 1667 clones, the greater response to the application of treatments was verified for the 1667 clone.

**Key words:** Dry resistance, eucalyptus, growth

## INTRODUÇÃO

Em regiões de clima com menor precipitação pluviométrica, como as do semiárido e agreste no Nordeste do Brasil, a quantidade de material vegetal aportado no solo é limitada, dificultando o uso de cobertura morta. Desta forma, pesquisas são realizadas no intuito de buscar alternativas visando evitar a queda na produtividade das culturas, através da melhoria das condições hídricas do solo (MENDONÇA et al., 2013). Uma alternativa objetivando a melhoria das condições hídricas do solo tem sido o uso do hidrogel, gel ou polímero absorvente, que começa a ser difundido, tanto na agricultura, como na produção de plantas diversas (PREVEDELLO e BALENA, 2000; MENDONÇA et al., 2013). Hidrogéis são conhecidos pela capacidade de reter água e nutrientes solúveis, fornecendo às plantas por um maior período de tempo (PREVEDELLO e BALENA, 2000).

Devido à facilidade de adaptação as condições climáticas e múltiplos uso de sua madeira, o eucalipto é largamente utilizado no Brasil ocupando uma área de aproximadamente 5,6 milhões de hectares (IBÁ, 2019). O estado da Bahia no Nordeste do Brasil, tem se destacado como o quarto maior em área plantada no país, com 612,2 mil hectares (IBÁ, 2017), principalmente, para a produção de celulose, papel, ferro liga, móveis, serrados, madeira tratada, carvão vegetal e lenha para o processamento de grãos, estando os plantios localizados, principalmente, nas regiões do Extremo Sul, Litoral Norte, Oeste e Sudoeste (ABAF, 2015).

O melhoramento genético dessa cultura tem contribuído bastante para obtenção de clones resistentes ao déficit hídrico e com maiores produtividades (PITA et al., 2005). No entanto, as pesquisas ainda são escassas no que diz respeito a capacidade desses clones em resistir a períodos de estiagem, visto que, a água é fator fundamental para produtividade das culturas, por exercer papel importante nas flutuações de produtividade, principalmente, em regiões que apresentam períodos de déficit hídrico.

O déficit hídrico afeta processos como fotossíntese, respiração, metabolismo de carboidratos e absorção de íons (ANGELOCCI, 2002). Como mecanismo de defesa ao déficit hídrico, as raízes das plantas tendem a reduzir a absorção de água do solo, como consequência, ocorre o fechamento dos

estômatos pela regulamentação do ácido abscísico (MORONI et al., 2003) e, conseqüentemente, a redução na absorção de nutrientes e na produtividade das culturas (OLIVEIRA et al., 2020).

Para reduzir o efeito do déficit hídrico, práticas de manejo podem ser utilizadas (DAMALGO et al., 2009), tendo a cobertura morta, quando manejada adequadamente, propiciado maior conservação do solo e da água, redução da temperatura e preservação da umidade do solo (SAHRAWAT et al., 2010; PENG et al., 2020). O cultivo de plantas de cobertura e sua manutenção na superfície do solo têm sido utilizadas amplamente para aumentar a retenção de água no solo, além de diminuir a evaporação da água e o escoamento superficial, elevando a taxa de infiltração (SAHRAWAT et al., 2010).

Neste sentido, surgem os hidrorretentores ou hidrogéis a base de Poliacrilato como opção para mitigar os efeitos do déficit hídrico, por sua característica de absorver e disponibilizar a água por mais tempo para as plantas, por consequência reduz, significativamente, a frequência de irrigação (ANDRY et al., 2009). Esta questão é particularmente importante para o Nordeste do Brasil que apresenta clima semiárido no seu interior e período de estiagem nas áreas próximas ao litoral (REBOUÇAS, 1997).

Apesar das propriedades promissoras que os polímeros hidrorretentores apresentam, existem poucos estudos sobre a influência dos mesmos em elevar a capacidade da resistência de plantas de eucalipto ao déficit hídrico (DUSI, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao déficit hídrico em dois clones de eucaliptos submetidos a diferentes doses de hidrogel, associado ou não ao uso de cobertura do solo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em viveiro da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), entre novembro de 2019 e janeiro de 2020, localizado sob as coordenadas (12°39'31.72"S e 39°05'07.09"W), com altitude de 220 metros. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Bw), com estação seca no verão, principalmente, de setembro a fevereiro e chuvosa no inverno, com

precipitação média anual de 1224 mm distribuída entre os meses de março e agosto, umidade relativa do ar de 80% e temperatura média anual de 24,5°C.

Foram utilizadas plantas de *Eucalypto urograndis* (*Eucalyptus Urophilla* x *Eucalyptus Grandis*) de origem clonal (clones 1407 e 1667), produzidas em tubetes. Após seleção manual das plantas, foram feitas medições da altura e do diâmetro das mesmas, visando a padronização das plantas de acordo com os tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Tratamentos, altura e diâmetros médios dos clones 1407 e 1667 de *Eucalyptus urograndis*, por tratamento após seleção manual.

Tratamentos	Clone 1407		Clone 1667	
	H (cm)	D (mm)	H (cm)	D (mm)
T1	32,0	4,0	31,3	4,0
T2	30,0	4,1	30,4	4,1
T3	31,4	4,1	31,0	4,5
T4	33,3	4,0	34,2	4,0
T5	32,3	4,2	31,9	4,0
T6	29,9	4,0	32,1	4,0
T7	30,1	4,1	30,5	4,3
T8	33,9	4,0	33,9	4,0
T9	30,6	3,9	29,5	4,1

T1= T1: 0,0; T2: 1,5; T3: 3,0; T4: 4,5; T5: 6,0 e T6: 7,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel, todos sob cobertura plástica, T8: 3,0 g L<sup>-1</sup> com cobertura de resíduos vegetais na superfície (folhas e galhos de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e T9: 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sem cobertura plástica e de resíduos vegetais).

Posteriormente, as plantas foram transferidas para vasos de polietileno com 2,0 dm<sup>3</sup> de capacidade. O solo utilizado para realização do estudo foi o 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 de 4,0 mm de diâmetro. A definição da adubação básica para o plantio das plantas dos clones 1407 e 1667 foi baseada em Ribeiro et al. (1999) e caracterização físico-química do solo (Tabela 2).

O experimento foi constituído por nove tratamentos, resultante das combinações de doses de hidrogel e cobertura do solo com quatro repetições para cada clone sob estudo (1408 e 1667). As concentrações de hidrogel utilizadas para a formação dos tratamentos foram: T1: 0,0; T2: 1,5; T3: 3,0; T4: 4,5; T5: 6,0 e T6: 7,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel, todos sob cobertura plástica; T7: 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sem cobertura plástica; T8: 3,0 g L<sup>-1</sup> com cobertura de resíduos

vegetais na superfície (folhas e galhos de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e T9: 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sem cobertura plástica e de resíduos vegetais). A definição das doses de hidrogel foram definidas a partir da dose padrão de hidrogel recomendada pelo fabricante (3 g L<sup>-1</sup> de água).

**Tabela 2:** Análise química, textural e capacidade de vaso do Latossolo Amarelo distrocoeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Nordeste do Brasil.

Ph	P <sup>1</sup>	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> --		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
4,4	0,04	3,91	0,7	0,6	0,5	1,9	1,31

V	m	CTC (t)	CTC (T)	MO	CV	Textura g Kg <sup>-1</sup>		
--%--		--- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---		dag m <sup>-3</sup>	%	Areia	Silte	Argila
40,81	27,62	1,81	3,21	1,43	16,83	750	20	230

<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.

Após a instalação do experimento foi analisado o comportamento das plantas quanto ao aumento da intensidade do déficit hídrico com o decorrer dos dias após o plantio. Neste sentido, foram avaliados por tratamentos: o número de dias necessários para que cada planta atingisse sintomas iniciais de murcha (ápice e brotações novas murchas) – (SIM); sintomas severos de murcha (queda de folhas e galhos caídos) – (SSM) e; ponto de murcha permanente (com o ápice escurecido e curvado) – (PMP), segundo metodologia descrita por (Navroski et al., 2014).

Para cada tratamento foram avaliados também os variáveis biométricas: altura da parte aérea (H) com auxílio de uma régua graduada em mm e diâmetro do coleto (DC), com auxílio de um paquímetro graduado em mm. Posteriormente, ao final do estudo as plantas foram separadas por folhas, caules e raízes, as quais foram levadas a estufa de circulação forçada por 72 h a 65°C, pesadas em balança de precisão para se obter a massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST).

Os dados coletados foram analisados estatisticamente por análise de variância e as médias comparadas pelo teste Skott-Knott a 5% de significância.

Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR versão 5.6 (FERREIRA et al., 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

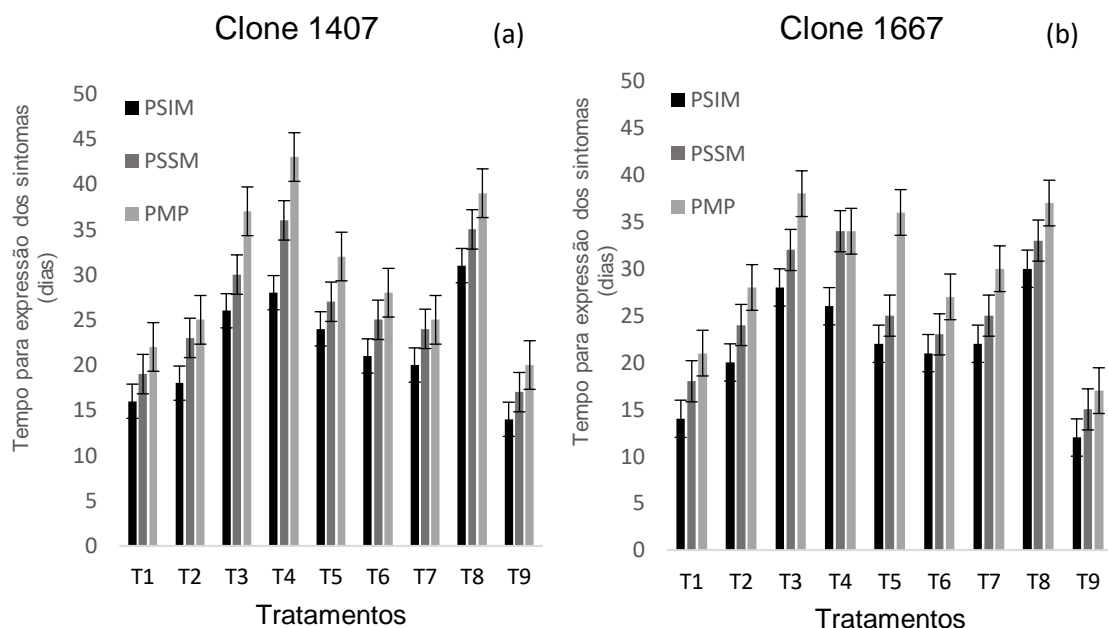
A capacidade das plantas em expressar sintomas iniciais de murchamento (SIM), severos de murchamento (SSM) e ponto de ponto de murcha permanente (PMP) em função dos tratamentos avaliados, doses de hidrogel e cobertura do solo, mostrou-se variável entre os tratamentos e clones.



**Figura 1:** Estágios do efeito do déficit hídrico: (a) planta saudável; (b) T8: 3,0 g L<sup>-1</sup> com cobertura de resíduos vegetais na superfície (folhas e galhos de *Mimosa caesalpinifolia* Benth e T9: 0,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sem cobertura plástica e de resíduos vegetais). Planta com sintoma inicial de murcha (SIM) e (c) Planta com sintoma severo de murcha e planta em murcha permanente (PMP).

No geral, o uso das doses de hidrogel, associado a cobertura do solo, aumentou a capacidade de resistência das plantas, avaliada pelo número de dias necessários após o plantio, para as plantas expressarem os sintomas de murchamento (Figura 2).





**Figura 2:** Dias após o plantio para os clones de Eucalipto1407 (a) e 1667 (b) apresentarem sintomas leves de murcha (SIM); sintomas severos de murcha (SSM) e; ponto de murcha permanente (PMP), em função de doses de hidrogel e cobertura do solo.

Para o clone 1407 (Figura 2 a), maior tempo de resistência foi proporcionado pelos tratamentos T3 (3,0g de hidrogel + cobertura plástica), T4 (4,5 g de hidrogel + cobertura plástica) e T8 (3,0 g + uso de cobertura vegetal) onde os SIM começaram a surgir, em média, 26 dias após o plantio das plantas. Para o clone 1667 (Figura 2 b), comportamento similar ao clone 1407 foi verificado. Para ambos os clones, a maior susceptibilidade ao déficit hídrico foi proporcionada pelos tratamentos T1 e T9, respectivamente sem aplicação de hidrogel, mas com coberturas plástica e, sem aplicação de hidrogel e cobertura, seguido dos tratamentos com doses de hidrogel abaixo de  $3,0 \text{ g L}^{-1}$  (T2) e doses de  $6,0 \text{ g L}^{-1}$  e  $7,5 \text{ g L}^{-1}$  com cobertura plástica (T5 e T6).

A maior resistência dos clones de eucalipto em expressar os SIM em função do déficit hídrico decorre do efeito proporcionado pelo hidrogel no aumento da capacidade de retenção de água pelo solo (Felippe et al., 2016), deixando-a disponível por mais tempo as plantas. Associado aos benefícios proporcionados pelo hidrogel, a cobertura do solo, através da redução da perda de água por evaporação e aumento das cargas elétricas, em parte, responsáveis pela retenção da água no solo (Navroski et al., 2014). Buzetto et al. (2002), ao estudarem a eficiência do hidrogel no fornecimento de água para plantas de

*Eucalyptus urophylla* no pós-plantio, observaram que o polímero hidroretentor reteve água proveniente da irrigação por maior período de tempo, disponibilizando-a de maneira gradativa para as plantas, resultando na diminuição da mortalidade daquelas cultivadas com o hidrogel. De acordo com Coelho et al. (2008) e Andry et al. (2009), o uso de hidrogel em solos de textura arenosa é eficiente, pois estes apresentam drenagem excessiva, baixa capacidade de retenção de água e alta lixiviação de nutrientes devido às menores densidade de cargas elétricas nas superfícies das partículas e menores condições estruturais, necessária para o desenvolvimento de poros responsáveis pela aeração, drenagem e retenção de água.

Comportamento similar dos clones 1407 e 1667 em expressar SIM também foram verificados para SSM e PMP (Figura 2). No geral, verifica-se com relação ao tratamento T1 (sem hidrogel, mas com cobertura plástica) que a aplicação de 3,0 g L<sup>-1</sup> elevou o tempo necessário para expressar SSM e PMP em 57,0 e 68,0%; 89,0 e 81,0%; e 73,0 e 59,0%, respectivamente para os tratamentos T3, T4 e T8 no clone 1407, enquanto para o clone 1667 os aumentos dos tempos foram de 77,0 e 80,0%; 88,0 e 85,0%; e 94,0 e 76,0%, respectivamente em relação aos mesmos tratamentos.

Quando se avalia o comportamento dos clones 1407 e 1667 quanto aos tratamentos T3, T4 e T8 em relação ao tratamento T9, sem aplicação de hidrogel e sem cobertura plástica e morta, a elevação do tempo necessário para as plantas expressarem SSM e PMP foram ainda maiores: 76,0 e 85,0%; 111,7 e 100,0%; e 94,0 e 75,0%, respectivamente no clone 1407 e de 113,3 e 123,5%; 126,7 e 129,4%; e 133,3 e 117,6%, respectivamente no clone 1667. Para Fernández et al. (2010) o período mais crítico quanto à mortalidade das plantas por falta de água é nos primeiros 20 dias após o plantio, pois as raízes ainda estão em processo de formação e de estabilização. Com isso, segundo Eloy et al. (2013), a variável massa seca de raiz é de grande importância no desenvolvimento das plantas, pois, quando as mesmas plantas estão bem enraizadas, apresentam maior capacidade de crescimento e maior potencial de sobrevivência em campo.

Neste sentido, Lopes et al. (2010), ao estudarem o efeito do hidrogel na sobrevivência de plantas clonais de *Eucalyptus urograndis*, constataram que o polímero possibilitou as plantas permanecerem vivas sem sintomas de déficit

hídrico por até 20 dias, resultando em 40,0% a mais de dias vivas quando comparadas as plantas que não receberam o polímero no sulco de plantio.

Os resultados da análise de variância e do teste comparativo de médias para as variáveis morfológicas, mostra efeito significativo dos tratamentos a nível de 5% de significância (Tabela 3).

Para a altura de planta (H), os tratamentos com 3,0 g L<sup>-1</sup> com cobertura plástica (T3) e, ou cobertura morta (T8) apresentaram maior crescimento, seguido pelas doses de 4,5 (T4) e 6,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel com cobertura plástica (T5) e 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sem cobertura plástica (T7). Já os tratamentos sem hidrogel, tanto na presença da cobertura plástica (T1), quanto na ausência dessa e da cobertura morta (T9) foram os tratamentos que proporcionaram menor crescimento de ambos os clones (1408 e 1667). Segundo Navroski et al. (2015) o uso de polímero hidroretentor proporciona maiores alturas, diâmetros e biomassa nas plantas.

Diferenças significativas entre as doses de hidrogel não foram observadas para o diâmetro do caule (DC), exceto com relação aos tratamentos sem uso de hidrogel (T1 e T9). Resultados semelhantes foram encontrados por Bernardino et al. (2018), no estudo de pré-irrigação com gel hidroretentor no estabelecimento de plantas de eucalipto no campo. Segundo os autores, não houve diferença entre os DC das plantas após 30 dias do transplante, exceto para os tratamentos com o uso ou não do hidroretentor.

Para a MSC, MSF, MSPA, MSR e MSTOT (Tabela 3), os tratamentos T3, T4 e T8 apresentaram comportamento similar em ambos os clones, exceto o T4 no clone 1407 para a MSC, com maior crescimento das variáveis. Isso mostra que o uso do hidrogel nas doses de 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup>, associadas ao uso de cobertura plástica ou morta, proporcionam melhor desenvolvimento das plantas de eucalipto, quando comparado, principalmente, ao plantio do eucalipto sem uso de hidrogel, tanto com uso de cobertura plástica (T1), quanto na ausência de cobertura do solo (T9). Estes resultados comprovam o efeito benéfico do hidrogel na dose recomendada de 3,0 mg L<sup>-1</sup>.

**Tabela 3:** Parâmetro morfológicos de clones de *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urophilla* x *Eucalyptus grandis*) em função de doses de hidrogel e cobertura do solo.

Clone 1407							
Tratamentos	H (cm planta <sup>-1</sup> )	DC (mm planta <sup>-1</sup> )	MSC	MSF	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )	MSR	MSTOT
T1	33,28 e	46,30 b	0,71 d	1,33 d	2,05 d	0,81 c	2,85 d
T2	37,10 d	50,00 a	0,86 c	1,68 d	2,53 d	0,97 b	3,51 c
T3	45,15 a	53,80 a	1,22 a	4,43 a	5,46 a	1,43 a	6,89 a
T4	42,20 b	51,30 a	1,11 b	4,35 a	5,31 a	1,66 a	6,97 a
T5	40,60 b	50,00 a	0,91 c	3,05 a	3,95 b	1,38 a	5,33 b
T6	39,53 c	50,00 a	0,83 c	2,40 b	3,23 c	0,94 b	4,17 c
T7	41,38 b	48,80 a	0,90 c	2,18 b	3,08 c	0,73 c	3,80 c
T8	43,95 a	51,35 a	1,22 a	4,57 a	5,83 a	1,55 a	7,38 a
T9	31,85 e	42,53 b	0,74 d	1,55 d	2,30 d	0,87 c	3,17 d
QM RES %	1,3681	0,006	0,004	0,088	0,087	0,016	0,139
C.V %	2,970	5,070	7,200	10,490	7,800	12,210	7,720
Clone 1667							
Tratamentos	H	DC	MSC	MSF	MSPA	MSR	MSTOT
T1	34,35 e	41,30 b	0,71 d	1,39 d	2,10 d	0,83 c	2,93 d
T2	38,43 d	50,00 a	1,17 b	2,00 c	3,17 c	1,33 b	5,21 c
T3	45,75 a	53,80 a	1,33 a	3,95 a	5,28 a	2,14 a	8,31 a
T4	47,15 b	51,35 a	1,40 a	3,94 a	5,34 a	1,90 a	8,26 a
T5	37,80 b	51,30 a	1,22 b	3,2 b	4,41 b	1,47 a	7,73 d
T6	37,15 c	48,80 a	1,02 c	2,43 c	3,45 c	0,87 a	5,94 c
T7	40,23 b	47,50 a	1,17 b	3,10 b	4,27 b	0,82 a	6,91 b
T8	42,43 a	53,80 a	1,40 a	4,22 a	5,62 a	1,83 a	8,50 a
T9	30,65 e	40,00 b	0,85 d	1,13 d	1,98 d	0,81 b	3,56 d
QM RES %	9,53379	0,00107	0,01656	0,09270	0,11094	0,294279	0,36243
C.V %	7,85	6,71	11,29	10,81	8,42	22,51	9,46

H: Altura, DC: diâmetro do caule, MSC: massa seca do caule, MSF: massa seca das folhas, MSPA: massa seca da parte aérea, MSR: massa seca das raízes e MSTOT: massa seca total. Letras igual não diferem estatisticamente, Skott-Knott a 5% de significância.

Segundo Navroski et al. (2015), o uso de hidrogel na dose de 1,5 g L<sup>-1</sup>, não apresenta ganho na MSPA, enquanto a dose de 4,9 g L<sup>-1</sup> proporcionou maior produção da variável e teor de nutrientes em plantas de *Eucalyptus dunnii*, quando comparado ao tratamento sem aplicação de hidrogel. Silva et al. (2019), ao estudar o crescimento inicial e qualidade de plantas de *Enterolobium contortisiliquum* concluíram que a aplicação de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel foi a ideal

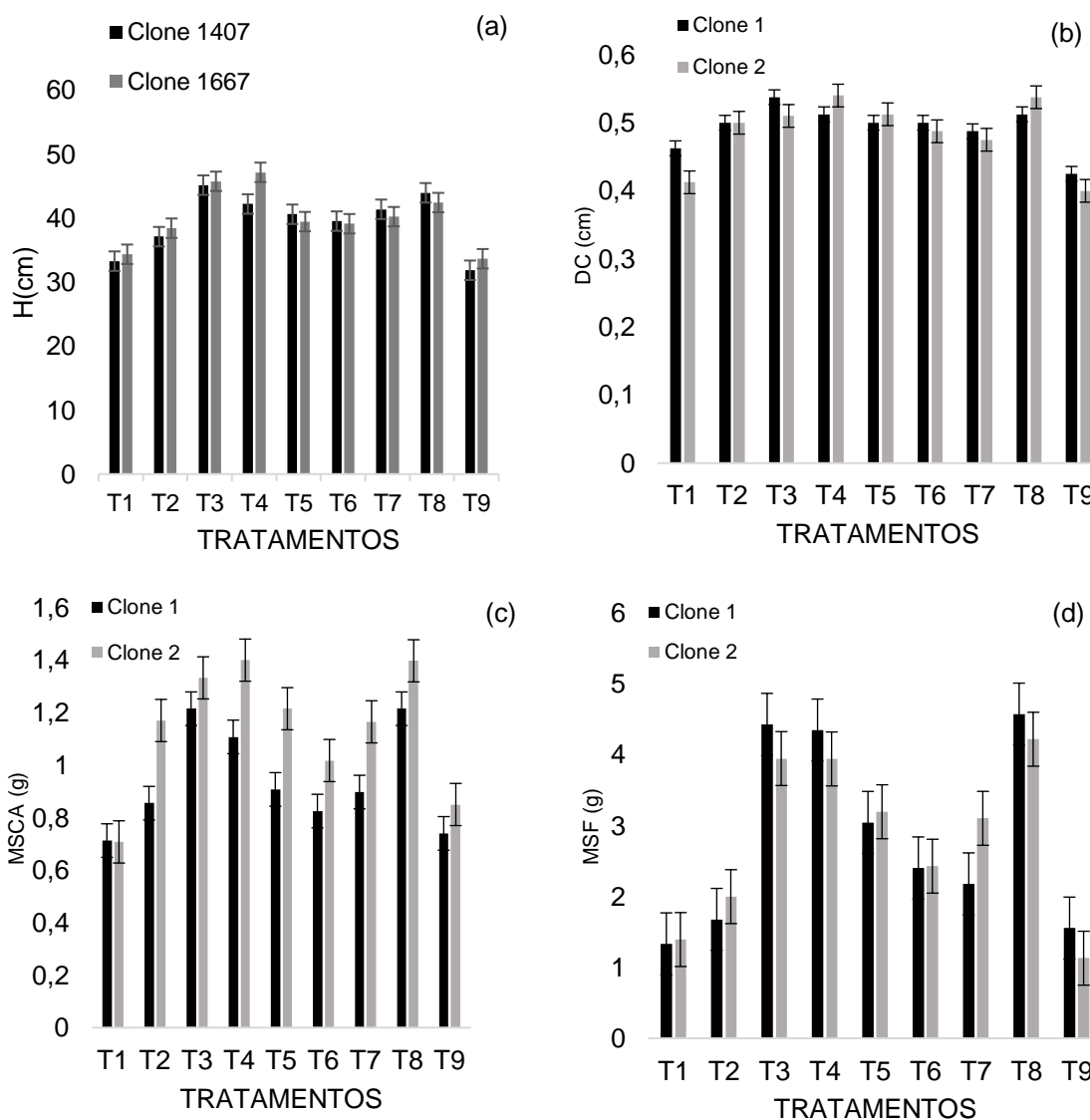
para maior produção de MSF, quando comparado ao plantio sem o uso de hidrogel.

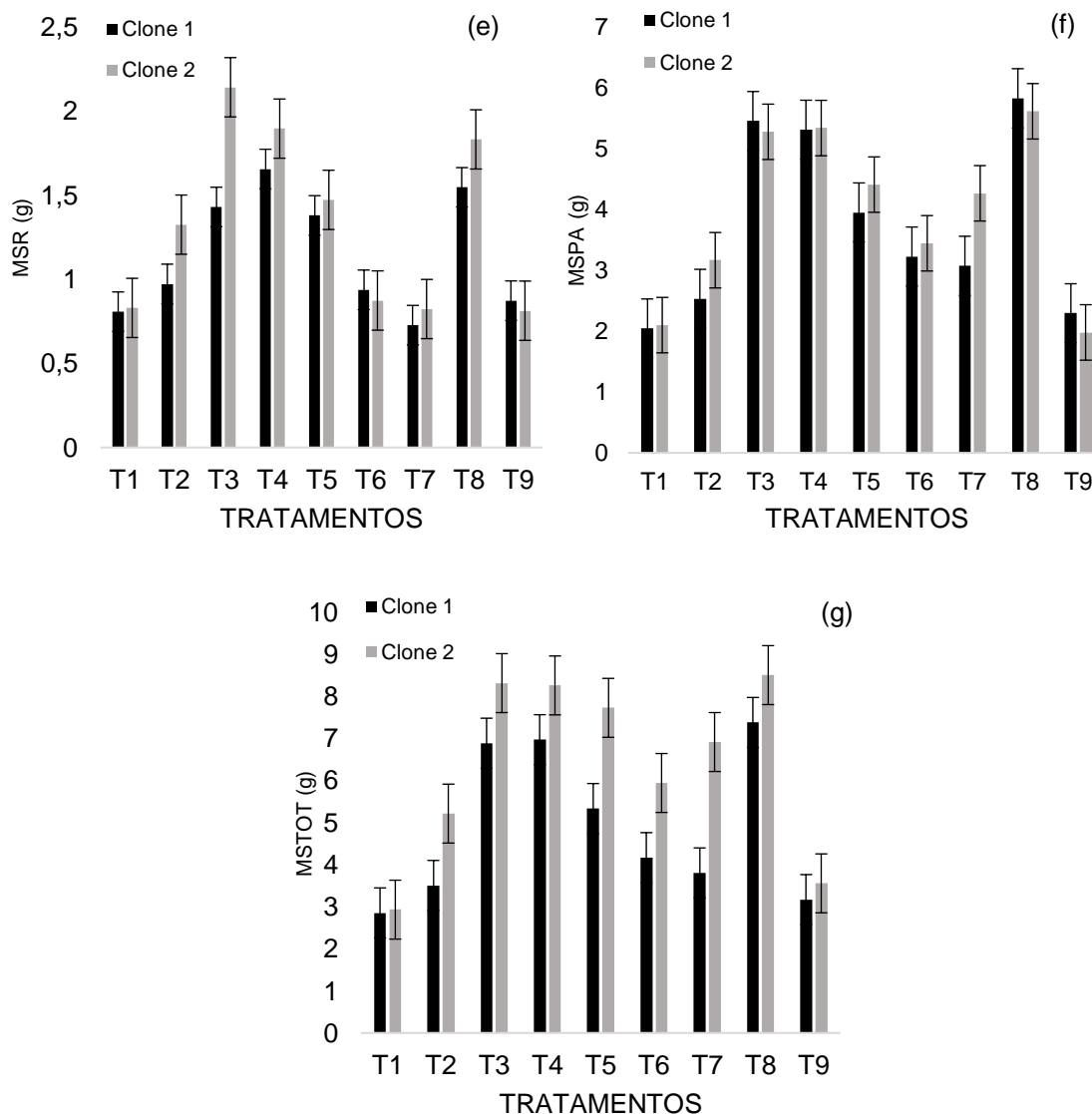
Vale destacar, no entanto, que ao se comparar a dose de  $3,0 \text{ mg L}^{-1}$  com cobertura plástica (T3) com a mesma dose sem cobertura plástica (T7), verifica-se maiores valores nos tratamentos com cobertura plástica (T3) e morta (T8), mostrando que a dose de hidrogel deve ser associada ao uso de cobertura do solo, principalmente por resíduos vegetais, quando se visa a melhoria das condições de umidade do solo e o desenvolvimento da cultura do eucalipto. Maior eficiência da cobertura morta em relação a cobertura plástica decorre dos efeitos benéficos que os resíduos vegetais promovem na melhoria das condições de umidade do solo (COSTA et al., 2007), a exemplo da redução nas perdas de água do solo por processo de evaporação (GILL et al., 1996) e o aumento da capacidade de retenção de água pelo solo (COSTA et al., 2007), efeito este não proporcionado pela cobertura plástica, devido a decomposição dos resíduos vegetais, os quais aumentam a densidade de cargas elétricas no solo, responsáveis pela retenção de água (GILL et al., 1996). Ao avaliar a eficiência de polímeros hidrotentores, Azevedo (2000) constatou que a dose de  $4,5 \text{ g L}^{-1}$ , permitiu ampliar os intervalos sem irrigação na cultura do cafeeiro, de forma a não comprometer a produção de massa seca, indicando que, quanto maior o período sem água, maior será a necessidade do uso do hidrogel, quando se objetiva a melhoria das condições hídricas para a cultura.

Quando se faz um comparativo das médias dos tratamentos entre os clones 1407 e 1667 para todas as variáveis analisadas no presente estudo (Figura 3) verifica-se para H e DC (Figuras 3 a e b, respectivamente) pouca diferença entre o comportamento dos clones em função dos tratamentos aplicados, exceto para H do clone 1667 no tratamento T4 ( $4,5 \text{ g L}^{-1}$  sob cobertura plástica) e DC, neste caso, com tendência de menores valores nos tratamentos T1 (sem hidrogel) e T3 ( $3,0 \text{ g L}^{-1}$  de hidrogel), estando ambos sob cobertura plástica).

Para a MSC, MSF, MSR, MSPA e MSTOT (Figuras 3 c, d, e, f, g, respectivamente) verifica-se maior resposta aos tratamentos pelo clone 1667 em relação ao clone 1407. Exceção ocorre para a MSF, no geral, com maior tendência de produção para o clone 1407, exceto no tratamento T7, onde se constata maior resposta para o clone 1667. Para as MSC e MSTOT verifica-se

que, à exceção dos tratamentos T1 e T9 (ambos sem hidrogel), demais tratamentos proporcionam maiores valores para o clone 1667, o que demonstra uma maior resposta do mesmo a aplicação do hidrogel, sendo a dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> a mais indicada, principalmente, quando associada ao uso de cobertura morta.





**Figura 3:** Altura - H (a), Diâmetro - DC (b), Massas secas de caule – MSC (c), folhas - MSF (d), raízes - MSR (e), parte aérea - MSPA (f) e total - MSTOT (g) de clones de *Eucalyptus urograndibs*, com diferentes doses de hidrogel e cobertura do solo.

## CONCLUSÕES

A aplicação de 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura plástica ou de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta elevou o tempo necessário para que os clones 1507 e 1667 de eucalipto apresentem sintomas iniciais, severos e ponto de murcha permanente, quando comparado aos tratamentos sem aplicação de hidrogel.

O uso de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta proporcionou maior resistência dos clones 1407 e 1667 ao déficit hídrico quando comparado a mesma dose sob cobertura plástica.

Maior resposta dos parâmetros morfológicos dos clones 1407 e 1667 foram verificados quando da utilização de 3,0 e 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura plástica e dose de 3,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel sob cobertura morta de resíduos vegetais.

Entre os clones 1407 e 1667, a maior resposta a aplicação de hidrogel e cobertura do solo foi verificada para o clone 1667.

## REFERÊNCIAS

ANDRY, H.; YAMAMOTO, T.; IRIE, T.; MORITAN, S.; INOUE, M.; FUJIYAMA, H. Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected by temperature and water quality. **Journal of Hydrology**, v.373, p.177-183, 2009.

ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; LIMA, V. A. L.; MENEZES, D.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; SILVA JÚNIOR, J. G. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 13, n. 6, p. 671–679, 2009.

ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: [s.n.], 272 p., 2002.

AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliácridamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L) cv. Tupi**. 38p. (Dissertação). Universidade Estadual de Maringá (2000).

BUZETTO, FERNANDO. A.; BIZON, JOSÉ M. C.; SEIXAS, FERNANDO. **Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para plantas de *Eucalyptus urophilla* em pós-plantio**. Circular técnica nº 195. Piracicaba, SP: IPEF, abril, 2002.

BERNARDINO, L. T.; BONOMO, R.; SOUZA, J. M.; ZUCOLATO, M. Pre-irrigation with hidroretentor in Eucalyptus seedling establishment in the field, **Revista Floresta**, v. 49, n.3, p. 391-400, 2019.

COELHO, J. B. M.; BARROS, M. F. C.; CORREA, M. M., WANDERLEY, R. A.; COELHO JÚNIOR, J. M.; FIGUEREDO, J. L. C. Efeito do polímero hidratassolo sobre propriedades físico-hídricas de três solos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 3, n. 3, p. 253-259, 2008.



COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R.; Eficiência da cobertura morta na retenção de umidade no solo, **Revista Holos**, v. 3, p. 59-69, 2007.

DRANSKI, J. A. L.; PINTO JUNIOR, A. S.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 537-542, 2013.

DUSI, D.M. **Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em dois diferentes substratos.** (Dissertação), Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. 84 p.

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.

FERNÁNDEZ, M.; MARTÍN, R. T.; ALESSO, P. Adaptación a la sequía y necesidades hídricas de *Eucalyptus globulus* Labill em Huelva, **Boletín del CIDEU**, v. 9, n. 8, p.31-41, 2010.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; FRIGOTTO, T.; ALBUQUERQUE, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O. Influência do hidrogel e do manejo hídrico na massa seca de plantas de *Eucalyptus benthamii* MAIDEN. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215-225, 2016.

FERREIRA D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciências e agrotecnologia** 38p. 109-112, 2014.

FOELKEL, C. **Polímeros Hidrorretentores ou Hidrogéis.** Disponível em: [http://www.celsofoelkel.com.br/pinus\\_09.html#seis](http://www.celsofoelkel.com.br/pinus_09.html#seis). Acesso em 13 de março de 2020.

GILL, K.S.; GAJRI, P. R.; CHAUDHARY, M. R.; SINGH, B. Tillage, mulch, and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. **Soil Tillage Research**, v. 39, p. 213-227, 1996.

GEESING, D.; SCHMIDHALTER, U. Influence of sodium polyacrylate on the water-holding capacity of three different soils and effects on growth of wheat. **Soil Use and Management**, v. 20, p. 207-209, 2004.

IBÁ - Indústria Brasileira de produtores de Árvores. Relatório IBÁ 2017 ano base 2016. Brasília: 2017. 100 p. Disponível em:< <http://iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 30 set. 2017.

IBÁ - Indústria Brasileira de produtores de Árvores. Relatório IBÁ 2019 ano base 2018. Brasília: 2019. 80p. Disponível em:<

<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>.  
Acesso em: 30 dez. 2019.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; CABRAL, F. F. P.; BACALHAU, F. B.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

MORONI, M. T.; WORLEDGE, D.; BEADLE, C. L. Root distribution of *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* in irrigated and droughted soil. **Forest Ecology and Management**, v. 177, p. 399 - 407, 2003.

OLIVEIRA, J. D. S.; LEMOS, E. E. P.; CARVALHO FILHO, R. V.; SANTOS, E. F.; SILVA, R. B.; GALLO, C. M. Alterações fisiológicas no crescimento inicial de pinheira (*Annona squamosa* L.) submetida ao estresse hídrico, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43 n.1, p. 52-63, 2020.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. O. Influência do polímero hidrorretentor na sobrevivência de plantas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Revista Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108 - 113, 2014.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das plantas de *Eucalyptus dunnii*. **Revista Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315 - 328, 2015.

NAVROSKI, M. C.; **Hidrogel como condicionador de substrato para produção de *Eucalyptus dunnii* Maiden**, 222p. (dissertação) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

PREVEDELLO, C. L.; BALENA, S. O. Efeitos de polímeros hidrorretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

PITA, P.; CAÑAS, I.; SORIA, F.; RUIZ, F., TOVAL, G. Use of physiological traits in tree breeding for improved yield in drought-prone environments. The case of *Eucalyptus globulus*. **Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales**, v.14, p.383-393, 2005.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez, **Revista estudos avançados**, v.11, n.29, 1997.

SAHRAWAT, K. L.; WANI, S. P.; PATHAK, P.; REGO, T. J. Managing natural resources of watersheds in the semi-arid tropics for improved soil and water quality: A review. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 3, p. 375-381, 2010.

SILVA, L. K. S.; COSTA, R. N.; SANTOS, S. A.; SILVA, D. M. R.; SANTOS, J. C. C.; PAVÃO, J. M. S.; MOURA, F. B. P.; SILVA, J. V. Hidrogel melhora o crescimento inicial e qualidade de plantas de *Enterolobium contortisiliquum*, **Scientific Electronic Archives Issue**, v.12, n.3, 2019.

TONELLO, K. C.; TEIXEIRA FILHO, J. Efeito das variáveis ambientais no comportamento ecofisiológico de dois clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*: condições de campo. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 419-431, 2011.