

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 12 (3)

June 2019

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=729&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Hidrogel melhora o crescimento inicial e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*

Hydrogel improves the initial growth and quality of *Enterolobium contortisiliquum* seedlings

L. K. S. Silva, R. N. Costa, S. A. Santos, D. M. R. Silva, J. C. C. Santos, J. M. S Pavão, F. B. P. Moura, J. V. Silva

Universidade Federal de Alagoas

Author for correspondence: kledson.lennon@hotmail.com

Resumo: Na restauração da caatinga, o uso de estratégias para superação do estresse hídrico é fundamental para garantir a sobrevivência e o estabelecimento das mudas de espécies arbóreas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do hidrogel, associado a diferentes frequências de irrigação, no crescimento inicial, alocação de biomassa seca e a qualidade das mudas de *E. contortisiliquum*. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2, representado por dois intervalos de irrigação (dois e quatro dias), na ausência e presença de hidrogel, constituindo quatro tratamentos com 10 repetições por época avaliada. Os resultados sugerem que a aplicação do hidrogel seja realizada no momento do plantio de *E. contortisiliquum*, para promover maior crescimento e biomassa seca. Ademais, constatou-se que o uso do hidrogel pode mitigar os efeitos decorrentes do estresse hídrico durante a fase de crescimento inicial das plantas, além de melhorar a qualidade das mudas.

Palavras-chave: tamboril, restrição hídrica, condicionador de solo, produção de mudas.

Abstract: In restoration in arid and semi-arid zones, the use of strategies to overcome water stress is fundamental to ensure the survival and establishment of seedlings. The objective of this research is to evaluate the effect of hydrogel, associated to different irrigation frequencies, on initial growth, dry biomass allocation and seedling quality of *E. contortisiliquum*. The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Alagoas - Campus Arapiraca. The experimental design was completely randomized in a 2x2 factorial arrangement, represented by two irrigation intervals (two and four days), in the absence and presence of hydrogel, constituting four treatments with 10 replications per evaluated period. The results suggest that the application of the hydrogel should be carried out at the time of planting of *E. contortisiliquum*, to promote greater growth and dry biomass. In addition, it was verified that the use of the hydrogel can mitigate the effects of water stress during the initial plant growth phase, besides improving the quality of the seedlings.

Key words: tamboril, water restriction, soil conditioner, seedling production.

Introdução

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong. é uma espécie arbórea, nativa do Brasil, pertencente à família Fabaceae. Conhecida popularmente como tamboril, timbaúba, orelha-de-negro, entre outras denominações. Ocorre principalmente nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata

Atlântica (Morim, 2015). É uma árvore de rápido crescimento, com ampla utilidade (Lorenzi, 2008), o que a torna promissora para utilização em programas restauração (Chaer et al., 2011).

Para garantir a emergência, crescimento e qualidade de plântulas e mudas de *E. contortisiliquum*, bem como a formação do sistema

radicular e da parte aérea para que estas mudas sejam plantadas em campo é fundamental a composição do substrato adequado (Gonçalves et al., 2013). Além disto, para assegurar o sucesso no plantio e aumentar a taxa de sobrevivência das mudas nas primeiras semanas após o plantio, as mudas necessitam de grande disponibilidade de água, e este fato influi diretamente no estabelecimento e no crescimento das plantas (Thomas, 2008). Entretanto, tal prática em alguns casos é inviável economicamente e operacionalmente ou até mesmo impraticável, em função da disponibilidade de água principalmente em regiões sujeitas à escassez hídrica (Tundisi, 2008).

Faz-se necessário, portanto, encontrar alternativas que possibilitem a sobrevivência de mudas devido ao aumento da disponibilidade hídrica, tais como o uso de hidrogel (Felippe et al., 2016). Estas alternativas de manejo poderiam reduzir o estresse hídrico e aumentara taxa de sobrevivência das mudas durante e após o primeiro ano de plantio (Navroski et al., 2014; Navroski et al., 2015). Entretanto, ainda são poucos os estudos que atestam a eficácia e a viabilidade destes produtos no manejo de espécies arbóreas nativas, para fins de recuperação de áreas degradadas em áreas de regiões áridas e semiáridas (Barbosa et al., 2013; Bartieres et al., 2016).

Diante disto, este trabalho teve como objetivo testar o efeito da aplicação do hidrogel associado a diferentes frequências de irrigação no desempenho de mudas em fase inicial de crescimento

Métodos

O estudo foi desenvolvido na casa de vegetação da Universidade Federal de Alagoas - *Campus Arapiraca* (latitude 09° 42' 0,2" S; longitude 036°41'14,4" W e 271 m de altitude), entre os meses de fevereiro e março de 2014. O clima da região é do tipo As tropical chuvoso com verão seco (Köppen, 1948), com precipitação média anual entre 750 e 1000 mm (Xavier & Dornellas, 2005).

As sementes de *E. Contortisiliquum* utilizadas no experimento foram coletadas em árvores matrizes no município de Cacimbinhas, Alagoas (09° 23' 57,4" S; 36°56'49,6" W). Após coleta e beneficiamento, as sementes foram submetidas a tratamentos pré-germinativos (Varela & Lizardo, 2010). Posteriormente, estas sementes foram semeadas em tubetes com a capacidade de 110 cm³. Após a emergência das plantas foi realizado o raleio das mudas, permanecendo a mais vigorosa e centralizada no recipiente.

A montagem do experimento foi realizada 30 dias após a emergência das plantas, onde foram selecionadas 160 plantas com homogeneidade de altura e número de folhas. Em seguida, as mesmas foram transplantadas para vasos de polietileno com diâmetro de 11,2 cm e capacidade de 1,7 L, contendo 2,6 kg de substrato formado por areia, terra de barranco e casca de arroz carbonizada na

proporção de 2:1:1, respectivamente, neste momento o substrato encontrava-se em capacidade de campo. A capacidade de campo (CC) foi determinada pelo método gravimétrico em casa de vegetação, utilizando-se vasos de polietileno com 2,6 kg de solo cada um, sendo o solo umedecido durante 12 horas por capilaridade, até a saturação. A partir desse período, os vasos foram pesados e submetidos à livre drenagem por um período de 24 horas, onde se realizou uma nova pesagem. Considerou-se CC o conteúdo de água no solo após a livre drenagem (Alves et al., 2010), que nesta condição foi 150 mL. Nos tratamentos com hidrogel foram adicionados ao substrato, no momento do transplante, 200 mL da solução proveniente da diluição de 3 g do polímero em um litro de água. O volume de água aplicado foi estabelecido pela CC do substrato e considerado como lâmina padrão em todas as irrigações até o final do experimento.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com arranjo fatorial (2x2), representado por dois intervalos de irrigação (dois e quatro dias) e ausência e presença de hidrogel, constituindo quatro tratamentos com 10 repetições por época avaliada: SH 2 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); SH 4 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias); CH 2 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); CH 4 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias). O experimento foi avaliado aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante (DAT).

Para a avaliação de crescimento e alocação de biomassa das mudas foram realizadas avaliações destrutivas de 10 plantas/tratamentos/épocas. As análises foram realizadas a cada 15 dias a partir do 15º dia após o transplante. Os resultados foram obtidos através da contagem do número de folhas (NF) totalmente expandidas e do diâmetro caulinar (DC), com auxílio de paquímetro digital (LEE Tools inox, 150 mm), posto na região do colo da muda, já para a mensuração da altura da parte aérea (AP), foi utilizado uma régua milimétrica, tendo como base o colo da planta ao ápice da gema apical. Após o procedimento destas avaliações, as plantas foram separadas em raiz, caule e folhas. Posteriormente, foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante, para obter a massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST).

Com base nos dados de crescimento e biomassa foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Equação 1 – Dickson et al., 1960).

$$IQD = \frac{MST \text{ (g)}}{\left[\left(\frac{AP \text{ (cm)}}{DC \text{ (mm)}} \right) + \left(\frac{MSPA \text{ (g)}}{MSR \text{ (g)}} \right) \right]}$$

Em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total; AP = altura de planta; DC

= diâmetro caulinar; MSPA = massa seca da parte aérea e MSR = massa seca da raiz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014). Para a realização das análises multivariadas e de componente principal (PCA) foi utilizado o software Past Paleontological STatistics versão, 3.18.

Resultados e discussão

A partir da análise de crescimento das plantas jovens de *Enterolobium contortisiliquum*, é possível constatar que o uso do hidrogel proporcionou um ganho maior em altura da planta (AP), em relação aos tratamentos com ausência do polímero, sugerindo que o hidrogel pode antecipar o tamanho ideal da muda a ser transferida para o campo. Além de aumentar o índice de qualidade de Dickson (Figura 1).

De acordo com Oliveira et al. (2016), o tamanho médio para transferir uma muda ao plantio no campo é variável dependendo da espécie, mas a recomendação básica é apresentar entre 20 e 30 cm de altura. Em adição, Bonamigo et al. (2016) constataram que o índice de qualidade de Dickson é uma avaliação importante e tem sido muito utilizada, pois prediz a qualidade das mudas em casa de vegetação, uma vez que engloba vários parâmetros morfológicos importantes para caracterizar a sobrevivência e a qualidade de mudas, dentre eles o cálculo de robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda.

Aos 15 DAT é possível afirmar que o uso do hidrogel não foi eficiente em proporcionar ganhos significativos de biomassa em plantas de *E. Contortisiliquum* e também não interferiu na alocação da biomassa seca (Figura 2). Este fato poderia ser explicado pelo princípio de que as plantas, ao serem transplantadas, precisam primeiro se aclimatar ao novo ambiente e somente então é que poderão investir no crescimento, como observado em *Eucalyptus urograndis* (Pereira et al., 2010).

O efeito positivo do uso do hidrogel sobre a biomassa seca do sistema radicular de *E. contortisiliquum* foi verificado somente aos 30 (Figura 2B), 45 (Figura 2C) e aos 60 DAT (Figura 2D). Quando comparado aos dados da literatura para outras espécies não nativas, a resposta de *E. contortisiliquum* ao uso do hidrogel poderá decorrer de uma menor velocidade de crescimento em relação a espécies de *Eucalyptus benthamii* e *E. urograndis*, por exemplo, (Nicoletti et al., 2014; Felipe et al., 2016).

Nas espécies de *Eucalyptus benthamii* e *E. urograndis*, ao se avaliar semanalmente o efeito da presença do hidrogel no plantio e no enraizamento de miniestacas, respectivamente, e sob condições controladas, constatou-se um considerável ganho de biomassa radicular e da parte aérea em

intervalos de tempo bem menores (Nicoletti et al., 2014; Felipe et al., 2016). A princípio, mudas vegetais bem enraizadas proporcionam um maior potencial crescimento e de sobrevivência das plantas em campo, após o plantio. E este também poderá ser um dos benefícios esperados para a espécie *E. contortisiliquum*, uma vez que foram observados ganhos significativos de biomassa, tanto no sistema radicular, como na parte aérea (Tabela 1).

Também há relatos do efeito positivo do uso do hidrogel, na dose de máxima eficiência técnica ($4,9 \text{ g L}^{-1}$), somente sobre o ganho expressivo de biomassa seca da parte aérea, como observado em *Eucalyptus dunnii*, em relação à ausência de hidrogel (Navroski et al., 2015).

Ao se analisar a biomassa seca do caule e das folhas, pode-se constatar que os incrementos positivos em função do uso do hidrogel ocorreram a partir dos 30 DAT (Figura 2B) e, de maneira mais enfática, aos 45 e 60 DAT (Figuras 2C e 2D). Ressalta-se ainda que estes efeitos positivos do hidrogel foram maiores para o turno de rega de dois dias, em relação as plantas expostas a uma menor disponibilidade hídrica na ausência do polímero (Tabela 1; Figura 2). A maior disponibilidade hídrica promovida pelo uso do hidrogel pode ter permitido às plantas de *E. Contortisiliquum* formar uma maior área foliar e, conseqüentemente, acumular mais fotoassimilados e biomassa, que foram alocados de maneira equilibrada para as raízes e parte aérea.

É possível afirmar ainda que, independentemente da frequência de irrigação, dois ou quatro dias, o hidrogel continuou proporcionando ganhos significativos de biomassa total das plantas de *E. contortisiliquum*. Se compararmos o tratamento com hidrogel e turno de rega de quatro dias com os tratamentos sem hidrogel e turnos de rega de dois e quatro dias, os incrementos na produção de biomassa total das plantas foram de 44,9 e 95,4%, respectivamente (Tabela 1).

Em relação às espécies nativas o uso do hidrogel no substrato, associadas à adubação nitrogenada de cobertura, influenciou positivamente o crescimento e a qualidade das mudas de *Handroanthus ochraceus* em casa de vegetação (Mews et al., 2015). Entretanto, os efeitos do hidrogel no crescimento e qualidade de mudas de espécies arbóreas apresentam respostas contraditórias. Apostol et al. (2009) reportaram que a utilização do hidrogel não promoveu efeitos positivos no crescimento e nas trocas gasosas em mudas *Quercus rubras* submetidas ao déficit hídrico. Ademais, Barbosa et al. (2013) verificaram que o hidrogel não interferiu no crescimento das mudas de 30 espécies arbóreas nativas ao longo de 12 meses de avaliação. De acordo com Monteiro et al. (2016), a aplicação de hidrogel hidratado não foi não teve efeito significativo nas taxas de sobrevivência e de crescimento de mudas de 11 espécies nativas do cerrado.

Tabela 1. Número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC) e massa seca da folha (MSF), massa seca total (MST) em plantas jovens de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas a intervalos de irrigação (dois e quatro dias) e hidrogel (presença e ausência) aos 15, 30, 60 e 60 DAT, respectivamente. Cada valor representa a média de 10 repetições \pm desvio padrão (DP). Tratamentos: SH 2 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); SH 4 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias); CH 2 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); CH 4 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias).

Variáveis \pm DP	Tratamentos			
	SH 2	SH 4	CH 2	CH 4
15 DAT				
NF	6,00 \pm 1,70 bB	7,00 \pm 1,66 aA	9,00 \pm 1,67 aA	7,00 \pm 1,68 aA
AP	15,87 \pm 2,31 aA	15,26 \pm 2,88 aB	17,20 \pm 2,03 aA	17,96 \pm 2,84 aA
DC	0,30 \pm 0,01 aA	0,31 \pm 0,02 aA	0,34 \pm 0,05 aA	0,34 \pm 0,04 aA
MSR	0,59 \pm 0,31 aA	0,56 \pm 0,27 aA	0,77 \pm 0,23 aA	0,57 \pm 0,29 aA
MSC	0,34 \pm 0,09 aA	0,36 \pm 0,11 aA	0,41 \pm 0,14 aA	0,39 \pm 0,16 aA
MSF	0,51 \pm 0,13 aA	0,45 \pm 0,12 aA	0,50 \pm 0,09 aA	0,51 \pm 0,14 aA
MST	1,44 \pm 0,51 aA	1,37 \pm 0,43 aA	1,68 \pm 0,32 aA	1,47 \pm 0,49 aA
30 DAT				
NF	11,00 \pm 1,83 aA	9,00 \pm 1,45 bB	12,00 \pm 2,93 aA	11,00 \pm 1,39 aA
AP	27,15 \pm 3,45 aA	19,91 \pm 2,71 bB	33,59 \pm 5,45 aA	30,68 \pm 4,56 aA
DC	0,35 \pm 0,04 aA	0,32 \pm 0,05 aB	0,35 \pm 0,04 aA	0,36 \pm 0,01 aA
MSR	0,48 \pm 0,17 aB	0,53 \pm 0,11 aB	0,89 \pm 0,24 aA	0,67 \pm 0,27 bA
MSC	0,46 \pm 0,09 aB	0,38 \pm 0,06 aB	0,74 \pm 0,30 aA	0,61 \pm 0,21 aA
MSF	0,91 \pm 0,17 aB	0,65 \pm 0,15 bB	1,43 \pm 0,43 aA	1,30 \pm 0,27 aA
MST	1,85 \pm 0,39 aB	1,56 \pm 0,22 aB	3,06 \pm 0,92 aA	2,58 \pm 0,66 aA
45 DAT				
NF	13,00 \pm 1,82 aA	10,00 \pm 3,09 bA	13,00 \pm 3,15 aA	11,00 \pm 2,55 aA
AP	36,95 \pm 4,38 aB	30,65 \pm 6,52 bB	50,30 \pm 6,47 aA	45,50 \pm 3,29 aA
DC	0,35 \pm 0,03 aB	0,32 \pm 0,02 aB	0,41 \pm 0,05 aA	0,37 \pm 0,05 aA
MSR	0,94 \pm 0,40 aB	0,84 \pm 0,23 aB	1,97 \pm 0,61 aA	1,43 \pm 0,61 bA
MSC	0,81 \pm 0,28 aB	0,79 \pm 0,22 aB	1,51 \pm 0,45 aA	1,27 \pm 0,19 aA
MSF	1,46 \pm 0,34 aB	1,09 \pm 0,36 bB	2,10 \pm 0,55 aA	2,07 \pm 0,23 aA
MST	3,21 \pm 0,98 aB	2,72 \pm 0,58 aB	5,58 \pm 1,469 aA	4,77 \pm 0,82 aA
60 DAT				
NF	13,00 \pm 2,33 aA	11,00 \pm 2,49 bA	14,00 \pm 2,09 aA	12,00 \pm 1,56 bA
AP	52,90 \pm 5,99 aB	33,30 \pm 3,68 bB	57,50 \pm 3,06 aA	49,55 \pm 5,75 bA
DC	0,45 \pm 0,08 aA	0,30 \pm 0,10 bB	0,51 \pm 0,11 aA	0,47 \pm 0,08 aA
MSR	1,11 \pm 0,68 aB	1,02 \pm 0,41 aB	3,64 \pm 1,95 aA	2,73 \pm 0,88 aA
MSC	1,69 \pm 0,29 aA	1,15 \pm 0,21 bB	2,01 \pm 0,33 aA	1,75 \pm 0,55 aA
MSF	1,82 \pm 0,52 aB	1,30 \pm 0,36 bB	2,54 \pm 0,39 aA	2,30 \pm 0,31 aA
MST	4,62 \pm 0,79 aB	3,47 \pm 0,81 aB	8,19 \pm 2,18 aA	6,78 \pm 1,26 bA

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), minúsculas entre irrigação e maiúsculas entre ausência e presença de hidrogel.

Muitas das contradições relatadas na literatura, em relação ao uso de hidrogel e na fase de formação de mudas, podem ser em decorrência dos volumes limitados de substrato e aos tamanhos reduzidos dos recipientes utilizados, que impem a completa hidratação e expansão do polímero, além de poder provocar anoxia no sistema radicular.

A análise multivariada de componentes principais permitiu um melhor entendimento das correlações

existentes entre as variáveis de crescimento, massa seca e qualidade de mudas de *E. Contortisiliquum* para os diferentes tratamentos aplicados (Tabela 2; Figura 3). É possível constatar que os dois componentes principais permitiram explicar 71,64; 83,00; 81,93 e 72,71% aos 15, 30, 45 e 60 DAT, respectivamente, da variância contida nas variáveis originais (Tabela 2).

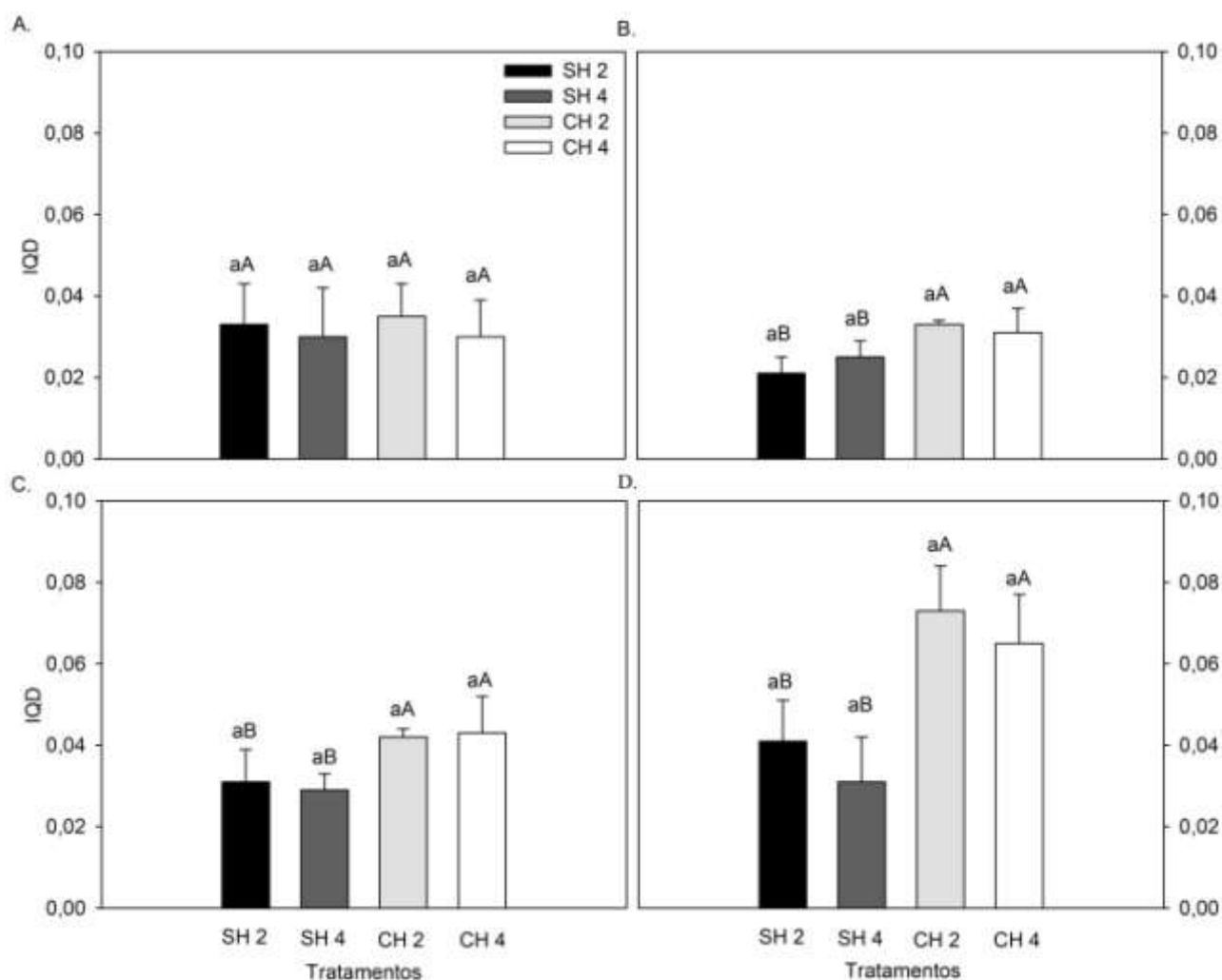


Figura 1. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em plantas jovens de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas a intervalos de irrigação (dois e quatro dias) e hidrogel (presença e ausência) aos 15 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) DAT, respectivamente. Tratamentos: SH 2 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); SH 4 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias); CH 2 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); CH 4 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), minúsculas entre irrigação e maiúsculas entre ausência e presença de hidrogel.

O componente principal 1 (CP1) e o componente principal 2 (CP2) contribuíram com 55,86 e 15,78% (15 DAT); 70,72 e 12,28% (30 DAT); 67,84 e 14,08% (45 DAT); 63,02 e 12,69% (60 DAT), respectivamente, da variância remanescente. A escolha do número de componentes principais (CP) a ser utilizado, depende do pesquisador. Entretanto, Jolliffe (1986) sugeriu que poderia se escolher componentes que explicassem, por exemplo, 60% da variação nos dados. Em adição, esse mesmo autor também sugeriu que as correlações entre componentes principais e variáveis originais inferiores a 0,25 fossem descartadas. Além disso, a análise de componentes principais melhora a interpretação dos dados, uma vez que contém o máximo de informação possível dentro de um menor número de CPs (Silva & Sbrissia, 2010).

Consideraram-se como relevantes as cargas que apresentaram valor absoluto superior a 0,9. Assim, as variáveis que apresentaram maior poder discriminatório em CP1 aos 15 DAT foram: MSR, MSC e MST; aos 30 e 45 DAT foram: MSC, MSF e MST; e aos 60 DAT foi: MST. A variável com maior poder discriminatório em CP2 foi: NF aos 45 DAT (Tabela 2). Deste modo, estas variáveis de crescimento, biomassa e qualidade de mudas de *E. contortisiliquum* em destaque nos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2, são consideradas importantes para a identificação e escolha dos tratamentos que possam mitigar os efeitos decorrentes do estresse hídrico durante a fase de crescimento inicial das plantas, além de potencializar a qualidade das mudas desta espécie.

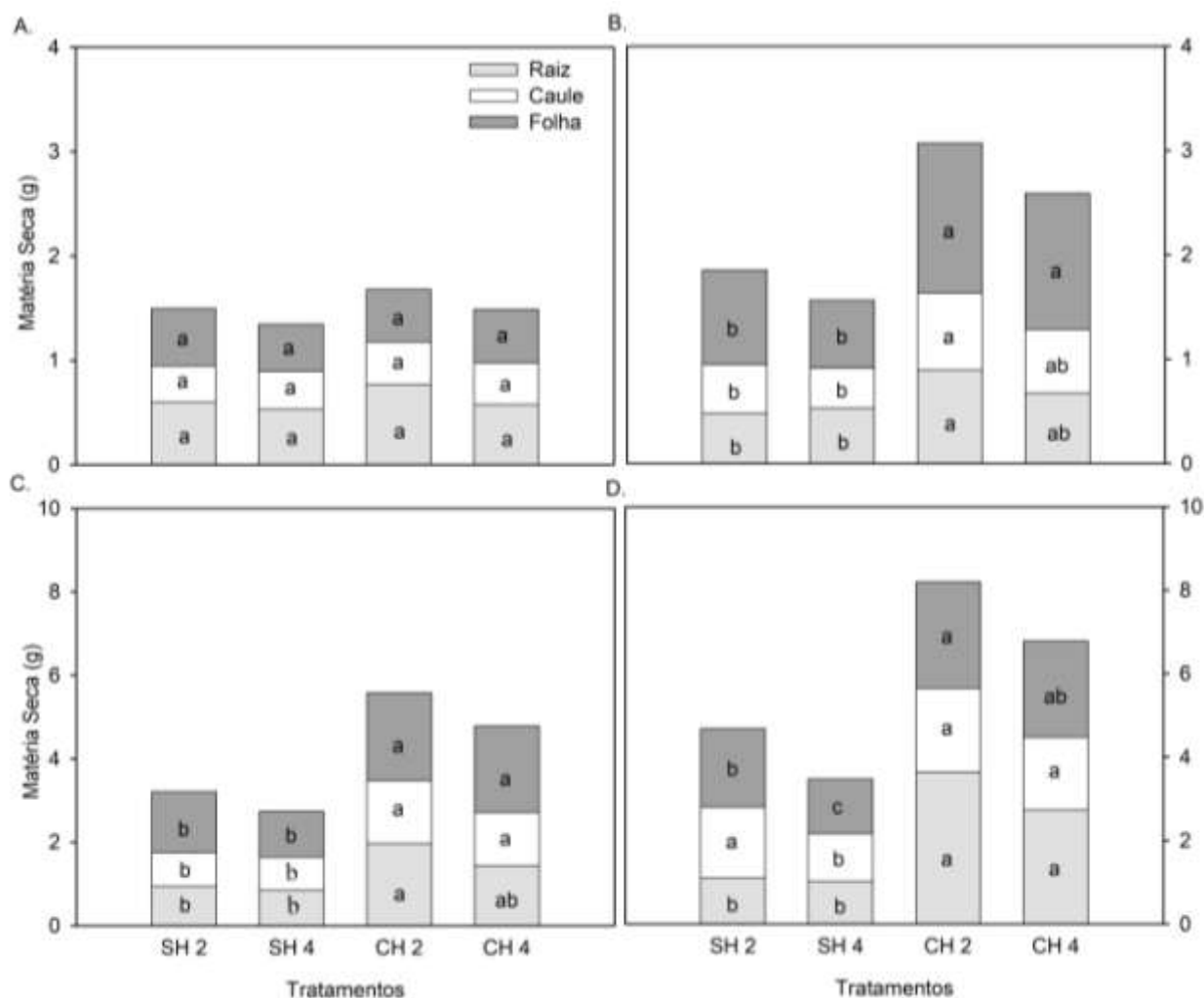


Figura 2. Alocação de biomassa seca em plantas jovens de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas a intervalos de irrigação (dois e quatro dias) e hidrogel (presença e ausência) aos 15 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) DAT, respectivamente. Tratamentos: SH 2 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); SH 4 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias); CH 2 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); CH 4 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias). Médias seguidas pela mesma letra na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) em cada época avaliada.

Na análise da dispersão gráfica foi constatado que aos 15 DAT não houve diferenciação dos tratamentos. Entretanto, a partir dos 30 DAT as correlações positivas foram responsáveis pela discriminação dos tratamentos CH 2 e CH4 localizados à direita da CP1 (Figura 3B, 3C e 3D). As variáveis com correlação positiva são responsáveis pela discriminação dos tratamentos localizados na parte superior de CP2: CH 2 e CH 4 (30 e 45 DAT). É possível observar que as variáveis associadas com o crescimento, qualidade e massa das plantas estão voltadas para a direita em CP1. Ao observar a associação entre os grupos de variáveis e os tratamentos aplicados, notou-se que as plantas que receberam os tratamentos com hidrogel melhoraram o crescimento inicial, qualidade das mudas e biomassa seca em relação às plantas que tiveram ausência destes tratamentos (Figura 3). Este efeito foi mais evidente quando ocorreu a melhor discriminação entre os tratamentos aos 45 e

60 DAT, respectivamente (Figura 3C e 3D). Sugerindo que o uso do hidrogel na produção de mudas sustenta a hipótese de melhor armazenamento e disponibilidade de água no solo.

Estes resultados corroboram com Chirino et al. (2011), que testaram a hipótese de que a mistura de argila e hidrogel em um meio de cultivo ajudaria a aumentar a capacidade de retenção de água no solo, além de reduzir o estresse hídrico pós-transplante e melhorar o status de água das plantas de *Quercus suber* no campo. Os autores comprovaram que a aplicação do hidrogel promoveu efeito positivo em mudas de *Quercus suber* após 20 meses de plantio, aumentando a capacidade de retenção de água e promovendo maior resistência à seca e sobrevivência das plantas em campo. Além disso, Navroski et al. (2014), constataram que a utilização deste polímero respondeu positivamente a escassez de água no solo, possibilitando o retardamento dos sintomas de déficit hídrico.

Tabela 2. Componentes principais (CP1 e CP2) das variáveis: número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC), altura de planta (AP), massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 15, 30, 45 e 60 DAT.

	Variáveis	Correlações	
		CP1	CP2
15 DAT	NF	0,19	0,51
	AP	0,65	0,60
	DC	0,58	-0,53
	MSR	0,90	0,13
	MSC	0,90	0,13
	MSF	0,80	0,07
	MST	0,91	-0,04
	IQD	0,76	-0,56
	Contribuição dos CP (%)	55,86	15,78
Contribuição acumulativa (%)	55,86	71,64	
30 DAT		CP1	CP2
	NF	0,50	0,56
	AP	0,79	0,46
	DC	0,85	-0,29
	MSR	0,85	-0,23
	MSC	0,91	0,07
	MSF	0,95	0,14
	MST	0,99	0,01
	IQD	0,77	-0,54
Contribuição dos CP (%)	70,72	12,28	
Contribuição acumulativa (%)	70,72	83,00	
45 DAT		CP1	CP2
	NF	0,19	0,93
	AP	0,76	0,01
	DC	0,84	0,16
	MSR	0,77	-0,42
	MSC	0,95	-0,04
	MSF	0,94	0,18
	MST	0,98	-0,13
	IQD	0,87	0,01
Contribuição dos CP (%)	67,84	14,09	
Contribuição acumulativa (%)	67,84	81,93	
60 DAT		CP1	CP2
	NF	0,52	0,60
	AP	0,78	0,43
	DC	0,74	0,14
	MSR	0,80	-0,47
	MSC	0,77	0,02
	MSF	0,84	0,20
	MST	0,94	-0,27
	IQD	0,89	-0,33
Contribuição dos CP (%)	63,02	12,69	
Contribuição acumulativa (%)	63,02	75,71	

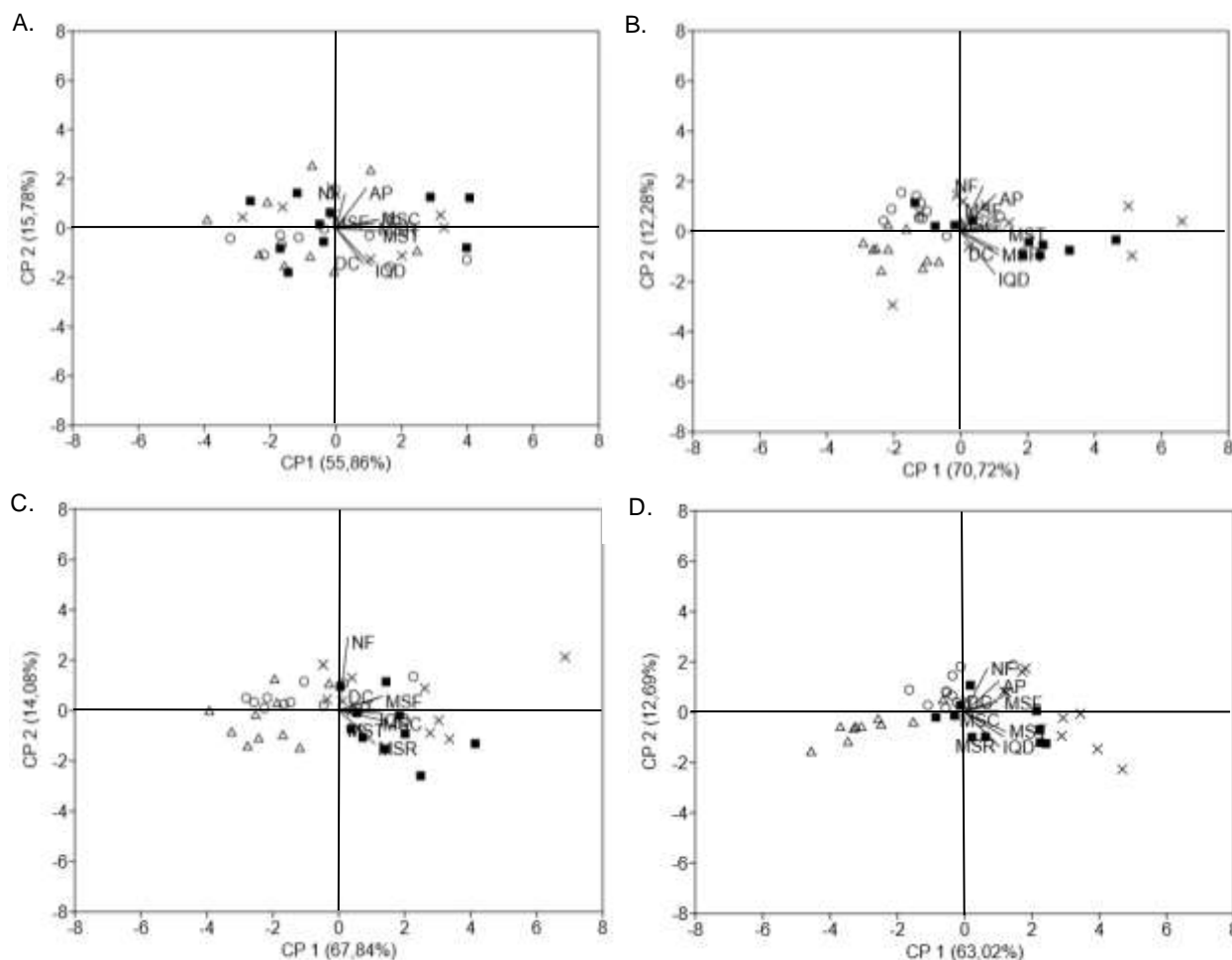


Figura 3. Dispersão gráfica das variáveis: número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC), altura da planta (AP), massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) relacionadas com as épocas avaliadas: 15 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) DAT. (○) SH 2 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); (Δ) SH 4 (substrato sem hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias); (x) CH 2 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de dois dias); (■) CH 4 (substrato mais hidrogel com intervalo de irrigação de quatro dias). CP1 (Componente principal um) e CP2 (Componente principal dois).

Conclusões

A aplicação do hidrogel, de modo geral, independente do intervalo de irrigação, proporcionou maior crescimento inicial das plantas de *E. contortisiliquum*, além de incrementar na massa seca total e melhorar a qualidade das mudas.

Na fase de produção de mudas de *E. contortisiliquum*, o uso do hidrogel pode ser uma alternativa viável para aumentar o intervalo de irrigação e reduzir a demanda de água.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pela concessão de bolsas de pesquisa e ao Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) do Baixo São Francisco, pelo suporte logístico.

Referências

ALVES, W. W. A., OLIVEIRA, F. A., AZEVEDO, C. A. V., ALBUQUERQUE, J. H. Métodos de determinação e níveis de água disponível no solo:

efeito sobre a cultura do algodoeiro herbáceo. Revista Caatinga, 23: 91-96, 2010.

APOSTOL, K. G., JACOBS, D. F., DUMROESE, K. Root desiccation and drought stress responses of bare root *Quercus rubra* seedlings treated with hydrophilic polymer root dip. Plant and Soil, 315: 229-240, 2009.

BARBOSA, T. C., RODRIGUES, R. R., COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. Hoehnea, 40: 537-556, 2013.

BARTIERES, E. M. M., CARNEVALI, N. H. S., LIMA, E. S., CARNEVALI, T. O., MALLMANN, V. Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. Pesquisa Florestal Brasileira, 36: 145-151, 2016.

BONAMIGO, T., SCALON, S. P. Q., PEREIRA, Z. V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento

- inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlttdl.) K. Schum. (Rubiaceae). *Ciência Florestal*, 26: 501-511, 2016.
- CHAER, G. M., RESENDE, A. S., CAMPELLO, E. F. C., FARIA, S. M., BODDEY, R. M. Nitrogen-fixing legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil. *Tree Physiology*, 31: 139-149, 2011.
- CHIRINO, E., VILAGROSA, A., VALLEJO, V. Ramón. Using hydrogel and clay to improve the water status of seedlings for dryland restoration. *Plant and Soil*, 344: 99-110, 2011.
- DICKSON, A., LEAF, A. L., HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36: 10-13, 1960.
- FELIPPE, D., NAVROSKI, M. C., SAMPIETRO, J. A., FRIGOTTO, T., ALBUQUERQUE, J. A., MOTA, C. S., PEREIRA, M. O. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. *Floresta*, 46: 215-225, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38: 109-112, 2014.
- GONÇALVES, F. G., ALEXANDRE, R. S., SILVA, A. G., LEMES, E. Q., ROCHA, A. P., RIBEIRO, M. P. A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, 37: 1125-1133, 2013.
- JOLLIFFE, I. T. Principal component analysis. New York: Springer-Verlag. 271p. 1986.
- KÖPPEN, W. Climatologia: com um estudio de los climas de latierra. Fondo de Cultura Economica. Mexico. 1948.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 384 p. 2008.
- MEWS, C. L., SOUSA, J. R. L., AZEVEDO, G. T. O. S., SOUZA, A. M. Efeito do Hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. *Floresta e Ambiente*, 22: 107-116. 2015.
- MONTEIRO, M. M., VIEIRA, D. A., SILVA-NETO, C. M., GATTO, A., VENTUROLI, F. Abordagem multivariada do uso do hidrogel em espécie nativas do cerrado em área degradada. *Tree Dimensional*, 1:1, 2016.
- MORIM, M. P. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 66: 1085-1113, 2015.
- NAVROSKI, M. C., ARAÚJO, M. M., CUNHA, F. S., BERGHETTI, A. L. P., PEREIRA, M. O. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. *Nativa*, 2: 108-113, 2014.
- NAVROSKI, M. C., ARAÚJO, M. M., FIOR, C. S., CUNHA, S. F., BERGHETTI, A. L. P., PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Scientia Forestalis*, 43: 467-476, 2015.
- NICOLETTI, M. F., NAVROSKI, M. C., ANDRIOLLO, K., PEREIRA, M. O., FRIGOTTO, T. Efeito do hidrogel no enraizamento e crescimento inicial de miniestaca do híbrido *Eucalyptus urograndis*. *Cultivando o Saber*, 7: 353-361, 2014.
- OLIVEIRA, M. C., OGATA, R. S., ANDRADE, G. A., SANTOS, D. S., SOUZA, R. M., GUIMARÃES, T. G., SILVA JÚNIOR, M. C., PEREIRA, D. J. S., RIBEIRO, J. F. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 124 p. 2016.
- PEREIRA, M. R. R., SOUZA, G. S. F., RODRIGUES, A. C. P., MELHORANÇA FILHO, A. L., KLAR, A. E. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. *Irriga, Botucatu*, 15: 98-110, 2010.
- SILVA, S. C., SBRISSIA, A. F. Análise de componentes principais entre características morfogênicas e estruturais em capim-marandu sob lotação contínua. *Ciência Rural*, 40: 690-693, 2010.
- THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. *Forest Ecology and Management*, 255: 1305-1314, 2008.
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, 22: 8-16, 2008.
- VARELA, O., LIZARDO, G. Seed viability and effect of scarification with sulphuric acid on germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) seeds. *Seed Science and Technology*, 38: 528-531, 2010.
- XAVIER, R. A., DORNELLAS, P. C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, região Agreste de Alagoas. *Geografia*, 14: 49-64, 2005.