



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FELIPE SANTANA PEREIRA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong COM
POLÍMERO HIDRORETENTOR**

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO - 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong COM
POLÍMERO HIDRORETENTOR**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2021

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong COM
POLÍMERO HIDRORETENTOR**

FELIPE SANTANA PEREIRA

APROVADA EM: 15/12/2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Marcel Carvalho Abreu – UFRRJ
Membro

Dedico este trabalho a minha mãe, Beatriz
Santana, por tudo que fez por mim.
Obrigado mãe!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder força e sabedoria.

A minha mãe Beatriz Medeiros Santana por me criar sozinha, com todo amor, apoio, incentivo e ensinamentos.

Aos meu avós Georgina Santana e José Evangelista Santana

A minha Tia Suzane e meus primos Gabriel e Isabela

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por toda vivência que pude experimentar durante esse tempo de graduação, todas as atividades dentro e fora de sala, me fazendo entender o conceito de universidade.

Ao meu professor e orientador José Carlos Arthur Junior, por toda paciência, pela troca de experiência e pela motivação.

Aos membros da banca, Paulo Sérgio dos Santos Leles e Marcel Carvalho Abreu, pelas contribuições.

A minha companheira Renata Costa Alves de Sousa, por todo amor e apoio.

Ao meu amigo Nicolau Rizzo, por tantos anos de amizade e companheirismo.

A todos os meus amigos de rural, que estiveram comigo durante toda graduação.

E a todos os amigos que mesmo de longe sempre me apoiaram.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses crescente de polímero hidrorretentor misturados ao substrato, na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, visando reduzir o volume de irrigação sem afetar o crescimento das mudas. O experimento foi conduzido no viveiro da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, entre os meses de outubro e dezembro de 2021. Para a produção das mudas, adotou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro doses do polímero hidrorretentor (0, 3, 6 e 9 kg m⁻³) em tubetes de 280 cm³, com mesmo substrato e regime de fertilização, sob sistema de irrigação por gotejamento, utilizando um controlador automático simplificado de baixo custo. A mensuração da altura da parte aérea ocorreu entre 12-54 dias e do diâmetro de coleto aos 54 dias. Todas as variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variâncias e de regressão. Os dados obtidos do tratamento com 9 kg m⁻³ foram comprometidos devido a falha no sistema de acionamento da irrigação. A análise de variâncias apresentou efeito significativo para as doses de polímero hidrorretentor para os parâmetros altura ($F_c = 12,237$; $p > 0,01$) e diâmetro do colo ($F_c = 6,294$; $p > 0,01$) aos 54 dias após a repicagem. Não foi obtido ajuste de modelo matemático para as doses de polímero hidrorretentor para altura e diâmetro do colo, devido aos valores inesperados da dose de 9 kg m⁻³, que foram menores devido a falha no sistema de irrigação. Em função da capacidade de absorção e da liberação gradual de água do polímero hidrorretentor, houve redução do consumo de água para a espécie *Enterolobium contortisiliquum*, de 38% e 20%, para os tratamentos com 6 e 3 g kg m⁻³ comparado ao tratamento sem adição polímero. Em função da falha do acionador de irrigação do tratamento com 9 kg m⁻³, foi possível observar a capacidade do polímero hidrorretentor, em promover o retardamento de todos os sintomas de déficit hídrico.

Palavras-chave: hidrogel, timbaúva, tamboril, recurso hídrico, viveiro florestal

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the effect of increasing doses of water-retaining polymer mixed with the substrate, on the production of *Enterolobium contortisiliquum* seedlings, aiming to reduce the irrigation volume without affecting the seedling growth. The experiment was carried out in the nursery of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, between the months of October and December 2021. For the production of seedlings, a completely randomized design was adopted with four doses of water-retaining polymer (0, 3, 6 and 9 kg m⁻³) in tubes of 280 cm³, with the same substrate and fertilization regime, under a drip irrigation system, using a simplified, low-cost automatic controller. The measurement of the height of the aerial part took place between 12-54 days and the diameter of the stem at 54 days. All variables evaluated were subjected to analysis of variance and regression. The data obtained from the treatment with 9 kg m⁻³ were compromised due to a failure in the irrigation drive system. The analysis of variances showed a significant effect for the doses of water-retaining polymer for the parameters height ($F_c = 12.237$; $p > 0.01$) and collar diameter ($F_c = 6.294$; $p > 0.01$) at 54 days after subculture. Mathematical model adjustment was not obtained for the doses of water-retaining polymer for height and diameter of the collar, due to the unexpected values of the dose of 9 kg m⁻³, which were lower due to failure in the irrigation system. Due to the absorption capacity and gradual release of water from the water-retaining polymer, there was a reduction in water consumption for the *Enterolobium contortisiliquum* species, by 38% and 20%, for treatments with 6 and 3 g kg m⁻³ compared to the treatment no added polymer. Due to the failure of the irrigation trigger in the treatment with 9 kg m⁻³, it was possible to observe the capacity of the water-retaining polymer to promote the delay of all symptoms of water deficit.

Keywords: hydrogel, timbaúva, tamboril, water resource, forest nursery

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1. MANEJO HÍDRICO	02
2.2. POLÍMERO HIDRORRETENTOR	03
2.3. ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUUM (VELL.) MORONG.....	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	04
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	07
5. CONCLUSÃO	11
6. REPEFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos físicos-químicos do polímero hidrorretentor utilizado	05
Tabela 2 - Valores de Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), e vazão para cada tratamento (dose)	06
Tabela 3 - Incremento médio nos intervalos, e por dia, das medições em altura de mudas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> , em função das doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato.....	10
Tabela 4 - Tempo e volume total de irrigação, volume de fertilização de cobertura, consumo de água total, e consumo total por muda, e porcentagem de redução do consumo em comparação a dose 0 kg m ⁻³	11

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instalações do experimento dentro da casa de vegetação. (Fonte: Autor).....	06
Figura 2 - Crescimento médio em altura (A) e em diâmetro do colo (DC) (B) de mudas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> aos 54 dias após a repicagem em função das doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato.	08
Figura 3 - Crescimento médio entre 12 e 54 dias após a repicagem em altura de mudas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> em função das doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato.	09

1. INTRODUÇÃO

A água é o constituinte mais característico e peculiar do Planeta Terra. Essencial à vida, a água é um dos recursos mais preciosos que a humanidade dispõe (GOMES, 2012). Aproximadamente 97% da água presente no planeta é salgada, e dos 3% de água doce existentes, 90% correspondem as geleiras, estando os 10% de água doce restantes em rios, lagos e lençóis subterrâneos (RIBEIRO, 2017). Somente 0,72% deste recurso está diretamente disponível para a população mundial (COSTA, 2009). No Brasil estão contidas 8% de toda reserva de água doce do planeta, concentrando 80% dessa água na região Amazônica, restando 20% para abastecimento das demais regiões, que por sua vez, concentram 95% da população (LIMA, 1999).

A água é um recurso limitado em quantidade e viabilidade de utilização, apresentando distribuição irregular sobre o território, sendo está a pauta das atuais questões relacionadas aos problemas ambientais, principalmente no que tange a gestão deste recurso. Em decorrência do seu mau uso, o planeta vive o que se convencionou chamar de crise hídrica (VERIATO, 2015).

Atualmente a atividade que mais utiliza recurso hídrico quantitativamente é a agricultura irrigada, cuja finalidade é suprir a necessidade hídrica dos vegetais. No Brasil a irrigação é responsável por 52% da retirada de água dos corpos hídricos, seguida por 23,8 % pelo abastecimento urbano, 9,1% indústrias e 8% abastecimento animal. Do montante retirado pela irrigação agrícola 66,1% é consumida e não retorna aos corpos hídricos (ANA, 2019).

Ainda que a irrigação seja consumidora de grande parte dos recursos hídricos, não deve ser vista de forma pejorativa, pois o manejo hídrico adequado, realizado sob base técnica-científica, pode elevar o nível da produtividade e o desenvolvimento socioeconômico da população, reduzindo os impactos ambientais (RODRIGUES, 2007).

Dentro do processo produtivo no viveiro florestal, a irrigação pode ser considerada fator determinante no crescimento das mudas. Quando realizada em excesso, pode aumentar a probabilidade da ocorrência de doenças e quando em falta, pode reduzir as taxas de sobrevivência das mudas (NAVROSKI, 2013). Os principais modelos de irrigação utilizados nos viveiros florestais do Brasil são por aspersão e microaspersão, que apresentam elevado desperdício de água ocasionado por fatores como vento, espaços vazios e má distribuição dos emissores (AUGUSTO, 2007).

Diante da preocupação mundial com a escassez dos recursos hídricos, a pesquisa e a extensão rural procuram aplicar metodologias que aumentem a eficiência do uso da água e reduzam o custo de sua utilização (ROZA, 2010). Com o intuito de otimizar a utilização da água sem que haja diminuição na qualidade das mudas, o polímero hidrorretentor surge como alternativa na retenção de umidade no substrato, atuando como condicionador hídrico, permitindo a redução na frequência de irrigação (BOGARIM, 2014).

Como a maioria das tecnologias, o uso de polímeros hidrorretentores, quando mal executado, pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. Desta forma, o uso correto depende da realização de pesquisas, pois é necessário que se determine a dose do polímero a ser utilizada, as fases do cultivo em que há respostas satisfatórias na produção e a forma de aplicação em relação às variações no manejo (NAVROSKI, 2015).

Diante deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de doses crescente de polímero hidrorretentor misturadas ao substrato na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, visando reduzir o consumo de água da irrigação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Manejo Hídrico

A água pode ser considerada o elemento fundamental da biosfera, essencial a conservação e equilíbrio dos ecossistemas, e de todas as espécies do planeta (WHATELY; CAMPANILI, 2016). Além de elemento chave na existência de vida, a água é recurso fundamental no desenvolvimento socioeconômico de uma nação (WOLKMER; PIMMEL, 2013). O Brasil encontra-se em posição favorável quanto à disponibilidade de recurso hídrico, porém a visão de abundância foi a força motriz da prática do desperdício do recurso disponível, não recebendo a devida valorização e investimentos para otimizar sua utilização (SETTI, 2001). Diante de tal importância, no final do século XX, as questões voltadas à disponibilidade de recurso hídrico em quantidade e qualidade, tornaram-se pautas das grandes discussões do mundo, debatendo-se a respeito das estratégias para utilização sustentável (RIBEIRO; ROLIM, 2017).

A irrigação é a atividade que mais utiliza recurso hídrico no planeta. Segundo o Atlas Irrigação, o Brasil possui uma área de 8,2 milhões de hectares equipados para irrigação, sendo aproximadamente dois terços com água de mananciais e um terço fertirrigado com água de reuso e com estimativa de alcançar uma área irrigada de 12,4 milhões de hectares até 2040 (ANA, 2021). Bernardo (1997) relata que a implementação de diversos projetos de irrigação em algumas bacias hidrográficas, sem o dimensionamento antecipado do montante disponível, resultou na falta de água para regiões adjacentes. Para Olivio e Ishiki (2014) o atual cenário de escassez hídrica e esgotamento das reservas subterrâneas (aquíferos) são reflexos da falta de eficiência na irrigação, do acelerado crescimento populacional e da utilização dos recursos hídricos pelo setor industrial.

A irrigação é uma atividade do setor agrícola que tem por objetivo fornecer água às plantas, mantendo o teor de umidade do solo em condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais, ao passo que, para ser eficaz se faz necessário realizar o dimensionamento correto do projeto, executando um manejo eficiente (ARMINDO et al., 2013). Através da eficiência na utilização do recurso, torna-se possível fornecer somente a água demandada pela cultura em questão, resultando num menor volume de consumo dos mananciais hídricos (COELHO; COELHO FILHO; OLIVEIRA, 2005). A eficiência da irrigação conceituada por Lima (1999) como um manejo racional que considera as questões sociais, econômicas, técnicos e ecológicos, buscando manter baixos níveis de perdas por escoamento superficial, evaporação, deriva e drenagem profunda.

No setor florestal, mesmo com a utilização da irrigação em determinadas etapas do processo produtivo, as informações a respeito da quantidade demandada e qualidade do recurso hídricos são escassas. Por décadas, o manejo hídrico foi considerado essencial no processo de produção das mudas e indicado no plantio, entretanto, de modo geral é realizado de forma empírica (GRUBER, 2006).

O manejo hídrico é uma atividade fundamental dentro do viveiro, refletindo diretamente sob a qualidade das mudas, onde a quantidade fornecida influenciará no desenvolvimento dos vegetais (MORAIS, 2012). O sistema de irrigação mais utilizado nos viveiros florestais do Brasil é o de microaspersão, que não garante homogeneidade na disponibilidade de água para as mudas, além de possuir baixa eficiência, visto que as mudas são produzidas em tubetes e que apresentam espaços vazios entre os mesmos (AUGUSTO, 2007). Grande parte dos viveiristas tomam como parâmetro de irrigação a avaliação visual das mudas. Tal diagnose é feita analisando os aspectos de murcha dos vegetais, levando os

viveiristas a efetuarem uma irrigação com grande volume de água e por longo período, com receio de comprometer a produção (GOMES, 2013), porém com grande desperdício.

O conhecimento do manejo hídrico dentro de um viveiro é fundamental, devendo por tanto, ser objeto de estudos das instituições de ensino superior e empresas, no desenvolvimento de técnicas que melhorem a eficiência da irrigação, promovendo ganhos ambientais e econômicos.

2.2. Polímero Hidrorretentor

Com objetivo de aumentar a eficiência da irrigação, elevando os níveis de produtividade, reduzindo os custos e utilizando os recursos hídricos de forma racional, surgem os polímeros hidrorretentores, cuja finalidade é melhorar as condições físicas e químicas do substrato, regulando a disponibilidade hídrica para a cultura em questão, e promovendo melhor aproveitamento dos fertilizantes (MENDONÇA, 2013). Os polímeros hidrorretentores são materiais naturais ou artificiais, derivados de amido ou petróleo, que possuem a capacidade de absorver e armazenar água, possuindo aspecto quebradiço quando seco, e macio e elástico quando expandido (hidratado). Os polímeros e copolímeros sintéticos, poli(acrilamida) e poli(acrilamida-co-acrilato) são os mais utilizados (MORAES, 2001).

Os primeiros registros de aplicações do polímero hidrorretentor ocorreram em regiões de clima seco, como forma de prolongar a disponibilidade de água para as plantas, viabilizando a produção nestes locais. A utilização do polímero tornou-se conhecida mundialmente, principalmente no cultivo hortaliças e culturas anuais, demonstrando forte influência na melhor utilização da água (DE ALBUQUERQUE FILHO et al., 2009). Diversos trabalhos, voltados às espécies agrícolas e essências florestais de valor econômico, comprovam a eficácia da utilização do produto como condicionador do solo. Segundo Buzetto 2002 et al., a aplicação do polímero hidrorretentor durante o plantio possibilitou o aumento do tempo de retenção da água de irrigação, liberando-a de forma gradual e diminuindo a taxa de mortalidade das mudas. Empresas do setor florestal utilizam o hidrorretentor em escala operacional na implantação de povoamentos, reduzindo-se os custos de replantio em até 8% no primeiro ano, chegando ao final do ciclo de sete anos com economia de 3% (NAVROSKI et al., 2014).

A dose de aplicação do polímero deve ser analisada considerando fatores como, característica do solo, qualidade da água e tipo de cultura (DABHI et al., 2013). Atualmente nos viveiros, o hidrorretentor tem sido incorporado ao substrato na produção de mudas exóticas (FELIPPE et al., 2016; NAVROSKI et al., 2016; BERNARDI, 2012) e nativas (NEWS et al., 2015; CARDOSO, 2017; GOMES, 2006), como fator isolado, ou sob diferentes adubações, ou manejo hídricos distintos, apresentando resultados positivos quando relacionado ao crescimento e qualidade das mudas (AZEVEDO, 2018). A utilização do hidrorretentor como condicionador hídrico é uma prática que tem sido tema de inúmeras pesquisas, tendo como resultados o efeito minimizador do déficit hídrico nos vegetais e a produção de mudas de maior resistência e qualidade (CARDOSO, 2017).

2.3. *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Enterolobium contortisiliquum (Vell) Morong, é uma espécie vegetal nativa, pertencente a família Fabaceae, mais especificamente a sub família Mimosoideae. Não endêmica, é conhecida por possuir vagens negras e contorcidas e popularmente chamada de timbaúba, timbaúva, timburi, orelha-de-negro, tamboril e outros. Esta árvore quando adulta, apresenta copa ampla e frondosa, podendo atingir alturas que variam entre 20-30 m e tronco entre 80-160 cm de diâmetro. Quando encontrada na mata, apresenta fuste cilíndrico,

relativamente reto, com cerca de 10 a 12 m, apresentando-se curto em áreas descampadas (GADELHA, 2015; LORENZI, 2014; AMORIM, 2015).

No Brasil, a *E. contortisiliquum* tem ocorrência nos estados do Pará, Maranhão e Piauí, estendendo-se até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, podendo ser observado em florestas pluviais, semidecidual e decidual das bacias dos rios Paraná e Uruguai, e também na bacia do rio Jacuí e no litoral norte, em formações pioneiras e na floresta ombrófila densa, não sendo encontrada na floresta ombrófila mista. Trata-se de uma espécie pioneira, presente em clareiras, beira de matas e em formações de matas de restinga arenosa, preferindo solos arenosos ou argilosos, sem excesso hídrico (BRACK; GRINGS; REIS, 2011). Apresenta propriedades fitoterápicas, visto que, a partir da casca do caule se produz um chá anti-inflamatório, e dos seus frutos remédio contra escabioses (AGRA et al., 2007). Devido ao seu potencial madeireiro, como matéria prima de serrarias, na produção de móveis e até mesmo na construção civil, sua exploração intensiva tem contribuído para a redução das populações naturais (SANTOS, 2010; AQUINO et al., 2009).

Sendo uma espécie arbórea tropical de rápido crescimento, adaptada às condições ambientais do Brasil, e pouco exigente quanto às propriedades do solo, recomenda-se sua utilização desde projetos paisagísticos à reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas, incluindo as contaminadas por zinco ou cobre, devido sua tolerância a esses metais (SILVA et al., 2011; SILVA et al., 2018; SANTOS, 2010; OLIVEIRA et al., 2009).

Além de todas as características já citadas, é uma espécie que apresenta diversos estudos científicos sobre produção de mudas, inclusive sobre o contexto de irrigação, o que permite aprofundar discussões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido entre os meses de setembro e dezembro de 2021, em casa de vegetação do Viveiro Florestal “Luiz Fernando Oliveira Capelão” no Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica-RJ (latitude 22°45’S e longitude 43°41’W). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw com inverno seco e verão chuvoso com temperatura média anual 24,5° (CARVALHO et al., 2006).

A espécie utilizada no experimento foi *Enterlobium contortisiliquum contortisiliquum* (Vell.) Morong, popularmente conhecida como timbaúba, timbaúva, timburi, orelha-de-negro ou tamboril. As sementes foram obtidas a partir de matrizes localizadas dentro do campus da UFRRJ/Seropédica. O método utilizado para superar a dormência das sementes foi de choque térmico, devido a sua praticidade e baixo custo, com imersão das sementes em água quente por cinco minutos e em seguida, água gelada por mais três minutos (CRUZ-SILVA; ROSA, 2011).

As sementes foram colocadas na sementeira contendo areia lavada, e posteriormente cobertas com uma fina camada de areia peneirada. Após a emergência completa das plântulas, ocorrida em 8 dias, realizou-se o preparo do substrato e a repicagem para tubetes de 280 cm³, com oito estrias internas, utilizando como suporte 8 bandejas tipo caixa contendo 54 células, com aproveitamento de 12 células por bandeja, totalizando inicialmente 96 mudas, sendo levadas para casa de vegetação.

Para a repicagem das mudas foi utilizado o substrato comercial Mecplant® Florestal 3 que, de acordo com o fabricante, é produzido a partir da casca de pinus bioestabilizada, indicado na produção de mudas de Pinus e espécies nativas a partir de sementes, sendo bastante utilizado nos recipientes do tipo tubete (ABREU et al., 2017). O substrato utilizado recebeu fertilização de base e de cobertura. A fertilização de base realizada misturou 150 g de N, 300 g de P₂O₅, 100 g de K₂O e 150 g de FTE BR12 (3,9% S; 1,8% B; 0,85% Cu; 2,0%

Mn; 9,0% Zn) para cada m³ de substrato. A fertilização de cobertura foi realizada aplicando-se 10 ml por muda de uma solução nutritiva, composta por 200 g de N e 180 g de K₂O para 100 Litros de água, com auxílio de seringa graduada. A primeira fertilização de cobertura ocorreu 21 dias após a repicagem, repetindo-se a cada quinze dias para a fertilização nitrogenada, e a cada trinta dias para fertilização potássica.

Foram testadas três doses de polímero hidrorretentor (3, 6 e 9 kg m⁻³ de substrato), além de testemunha, em delineamento inteiramente casualizado, havendo seis repetições de quatro mudas por tratamento.

O polímero hidrorretentor utilizado pertence a marca Hydroplan[®] (Tabela 1), segundo a folha de informações técnicas do fabricante, trata-se de uma mistura de copolímero de acrilamida e acrilato de potássio, que quando não hidratado apresenta forma sólida, granulada de cor branca (pó branco), densidade de 0,8 g/cm³ e com absorção máxima em peso de água retida por peso do produto seco no solo, na faixa de 400 g de água para cada 1 grama do polímero.

Tabela 1 - Atributos físicos-químicos do polímero hidrorretentor utilizado

Atributo*	Hydroplan-EB/HyA [®]
Composição	Copolímero de Acrilamida (C ₃ H ₅ NO) e Acrilato de Potássio (K ₂ S ₂ O ₈)
Aspecto	Sólido granulado
Odor	Nenhum
pH	Não disponível
Ingrediente ativo	100%
Densidade	0,8 g/cm ³

* Informações obtidas junto ao fabricante.

Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento, utilizando um controlador automático simplificado de baixo custo. Este controlador é composto por um pressostato de máquina de lavar, um tubo plástico (mangueira de nível), uma vela de filtro e uma solenóide (MEDICI, 2010). Em uma muda de cada tratamento, foi inserida uma vela de filtro no substrato até a profundidade de exploração efetiva das raízes, na qual foi conectada a um pressostato por meio do tubo plástico, totalmente preenchido por água. A partir da evapotranspiração do sistema solo-planta, ocorre a diminuição da quantidade de água no substrato, gerando uma tensão na vela, que é transmitida para o pressostato através da coluna d'água presente no tubo. O pressostato é responsável por estabelecer contato com o circuito da irrigação, acionando a válvula solenóide, permitindo a passagem do fluxo de água para os tubos, irrigando de forma localizada cada muda do experimento.

Foram realizados ensaios para obtenção do Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) em cada tratamento, utilizando-se o método proposto por Mantovani et al. (2009). Esses coeficientes são responsáveis pela avaliação do sistema de irrigação antes da implantação do mesmo é importante, uma vez que, se acionado com baixa uniformidade de distribuição de água, alguns indivíduos irrigados pelo sistema receberão mais água, resultando em um crescimento desuniforme dentro da área irrigada (CAMPÊLO et al., 2014).

O CUC, desenvolvido por Christiansen (1942), adota o desvio médio absoluto como medida de dispersão (Equação 1). O CUD, proposto por Criddle et al. (1956), considera a razão entre a média do menor quartil e a lâmina média coletada (Equação 2). O valor de CUD expressa a perda de água por percolação profunda, quando a lâmina mínima aplicada corresponde à lâmina necessária.

Os Coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) mostraram-se satisfatórios, com valores acima de 95%

(Tabela 2). Tais parâmetros são considerados excelentes quanto à uniformidade, quando apresentam coeficientes acima de 90%, bom entre 80-90%, regular de 70% a 80%, ruim de 60% a 70%, e inaceitável abaixo de 60% (PAULINO et al., 2009).

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right\} \quad (1)$$

$$CUD = 100 \left(\frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

Em que:

X_i - Vazão de cada microtubo, em $L h^{-1}$;

\bar{X} - Vazão média dos gotejadores, em $L h^{-1}$;

n - Número de microtubos observados; e

$X_{25\%}$ - média de 25% do total de gotejadores, com as menores vazões, em $L h^{-1}$.

Tabela 2 - Valores de Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), e vazão para cada tratamento (dose).

Dose	CUC	CUD	Vazão ($L h^{-1}$)
0 $kg m^{-3}$	97,3	96,2	0,71
3 $kg m^{-3}$	96,7	95,7	0,53
6 $kg m^{-3}$	96,4	95,2	0,70
9 $kg m^{-3}$	97,5	96,0	0,66

Para o monitoramento do instante e tempo (duração) de irrigação, foi instalado um sistema eletrônico de coleta e armazenamento de dados, composto por um Arduino Mega programado para efetuar leitura a cada segundo, cartão micro SD e divisores de tensão instalados em cada tratamento, de modo que quando o acionador promovia uma irrigação, era gerado um nível alto na porta analógica do controlador, indicando o início e o final da irrigação (Figura 1)



Figura 1 - Instalações do experimento dentro da casa de vegetação. (Fonte: Autor)

Para evitar a percolação, o acionador estava programado para permanecer ligado durante 20 segundos, desligando-se posteriormente por 2 minutos. Caso o sistema indicasse que ainda se fazia necessária a irrigação, a mesma era acionada outra vez por mais 20 segundos. Este esquema era repetido até que a tensão no interior do micro tubo se tornasse nulo. Com os valores de tempo de irrigação e a vazão, previamente calculada, obteve-se o volume de água aplicado a cada irrigação, caracterizando a necessidade hídrica das mudas.

Foram avaliados os parâmetros morfológicos de altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas. Para mensuração da parte aérea (H em cm) utilizou-se uma régua graduada, efetuada 12 dias após a repicagem, sendo feita uma nova mensuração a cada 7 dias. A medição do diâmetro do caule foi realizada 54 dias após a repicagem, utilizando paquímetro digital.

Os dados foram analisados pelos testes de normalidade de resíduos (Shapiro-Wilk), e homogeneidade de variância (Bartlett Test). Ao atender estes pressupostos, os mesmos foram submetidos à análise de variância e regressão. A análise de regressão foi realizada em duas etapas: (i) para verificar o efeito das doses (variável preditiva) na altura e no diâmetro do coleto; e (ii) para verificar o efeito do tempo na taxa de crescimento em altura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 56 dias após a repicagem, a análise de variância constatou que há efeito significativo para as doses de polímero hidrorretentor para os parâmetros altura da parte aérea ($F_c = 12,237$; $p > 0,01$) e diâmetro do colo ($F_c = 6,294$; $p > 0,01$) nas mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Os dados obtidos no presente estudo indicam que as doses de polímero hidrorretentor, incorporadas ao substrato comercial utilizado, possibilitaram diferentes respostas das mudas, em relação às variáveis observadas. Entretanto, não foi possível realizar ajuste de um modelo matemático para as doses crescentes de polímero hidrorretentor, para altura (Figura 2A) e diâmetro do colo (Figura 2B).

Os dados de altura e diâmetro do coleto foram considerados normais e com variância constante pelos testes de normalidade de resíduos (Shapiro-Wilk), e homogeneidade de variância (Bartlett Test).

Para fins de avaliação do resultado do experimento e comparação, os dados obtidos do tratamento 9 kg m^{-3} foram comprometidos. Este fato se deu pela constatação tardia da falha no sistema de acionamento da irrigação do tratamento em questão. Não foi possível detectar a falha previamente durante a condução da pesquisa, pois acreditava-se que o referido tratamento estivesse em ótimo nível de suprimento hídrico, e o menor crescimento das mudas, estaria relacionado possivelmente ao excesso de água no substrato. Tal falha foi observada, a partir do momento em que as mudas apresentaram sintomas de deficiência hídrica aos 54 dias. Vale ressaltar que, aos 54 dias de experimento, mesmo sem o acionamento da irrigação, e apenas com o acréscimo de 20 ml de solução por meio das fertilizações de cobertura, as mudas do tratamento com 9 kg m^{-3} encontravam-se vivas.

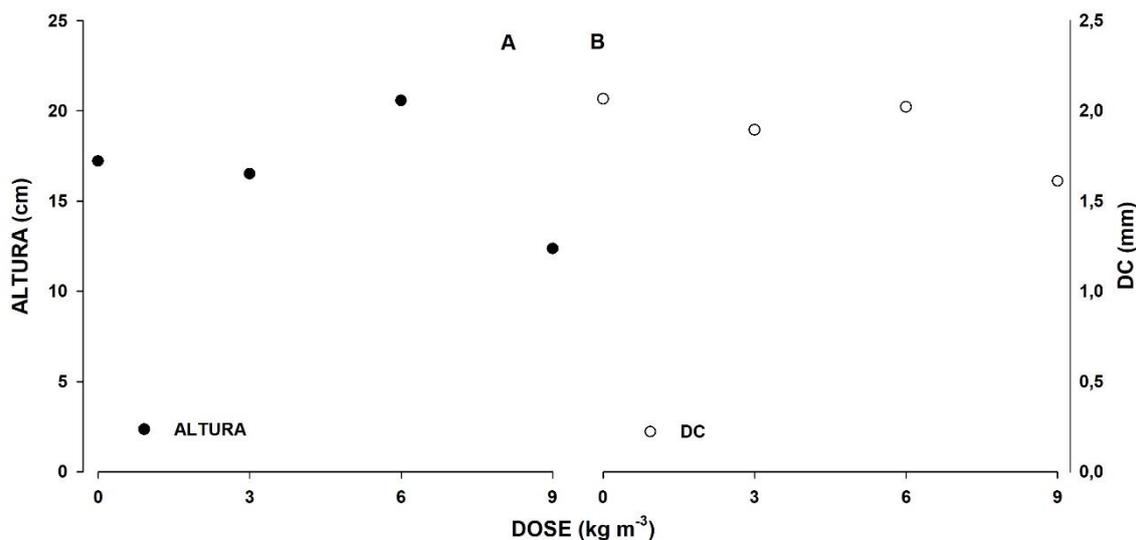


Figura 2 - Crescimento médio em altura (A) e em diâmetro do colo (DC) (B) de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* aos 54 dias após a repicagem em função das doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato.

A partir da análise dos parâmetros morfológicos, a dose 9 kg m⁻³ (12,4 cm) apresentou mudas com crescimento em altura inferior as demais, já as mudas das doses 0 e 3 kg m⁻³ (17,2 e 16,5 cm) foram semelhantes, porém inferiores às mudas da dose 6 kg m⁻³ (20,6 cm). Para diâmetro do colo, apenas a dose 9 kg m⁻³ (1,61 mm) apresentou mudas inferiores, sendo as mudas das doses 0, 3 e 6 kg m⁻³ (2,06; 1,89 e 2,02 mm) consideradas iguais.

Trabalhos como de Bernardi et al (2012), confirmaram o efeito positivo do hidrorretentor sobre as características de crescimento (altura e diâmetro), das mudas de *Corymbia citriodora*, aos 126 dias após a semeadura. De forma semelhante, News (2015) em seu experimento, testou doses de 0, 1, 2, 3 e 4 kg m⁻³ de polímero hidrorretentor misturados ao substrato na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.), e aos 160 dias obteve resultado satisfatório na utilização do polímero, obtendo maior crescimento em altura com as doses entre 2 e 4 kg m⁻³.

Navroski (2013), em seus estudos, concluiu que as dosagens de 2 e 4 kg m⁻³ do polímero hidrorretentor apresentaram o melhor crescimento das mudas de *Eucalyptus dunnii*, e no uso da maior dose de hidrorretentor (6 kg m⁻³), as mudas apresentaram menor altura em comparação a ausência do hidrorretentor.

Diferente dos resultados encontrado por News (2015) e Navroski (2013), a maior média em altura das mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, no presente trabalho, ocorreram no tratamento com 6 kg m⁻³ de hidrorretentor (20,6 cm), no qual apresentou médias de 16,5% e 19,9% a mais no crescimento em altura, que os tratamentos 0 e 3 kg m⁻³. Segundo Bernardi et al., (2012), o crescimento vegetal é favorecido na presença do polímero hidrorretentor, o qual exerce forte influência na retenção do fertilizante, liberando gradualmente, reduzindo a fertilização rotineira em 20%, podendo chegar a 40%. Testando doses do polímero na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*, Navroski (2013) concluiu que é possível obter a redução de 25 – 50% de fertilização, em média, sem prejudicar o desenvolvimento e a qualidade das mudas. Dabhi et al. (2013) relatam que a utilização do polímero hidrorretentor vem reduzindo a fertilização pela metade em regiões áridas e semi-áridas do norte da China. Contudo, Azevedo (2018) em seu trabalho, testou diferentes níveis de adubação e doses de polímero hidrorretentor na produção de mudas das espécies *Enterolobium contortisiliquum* e *Handroanthus heptaphyllus* onde o uso do hidrorretentor não permitiu a redução da fertilização, mas potencializou seu uso, com efeito aditivo, produzindo mudas com maior crescimento e conteúdo nutricional.

Vale ressaltar que a comparação do presente trabalho com outros autores, que utilizaram diferentes espécies, substratos, recipientes e manejo hídrico, reafirma a hipótese de Dabhi et al., (2013), na qual as doses do polímero hidrorretentor deve ser analisada, segundo fatores como característica do substrato, do tipo de cultura e da qualidade da água.

Como visto anteriormente a dose de 9 kg m⁻³ de polímero hidrorretentor proporcionou a produção de mudas com crescimento em altura inferior aos demais tratamentos, tal fato pode ser atribuído pela falha do sistema de irrigação deste tratamento.

De modo geral, ao longo dos 54 dias pós repicagem as mudas apresentaram crescimento linear em altura da parte aérea (Figura 3).

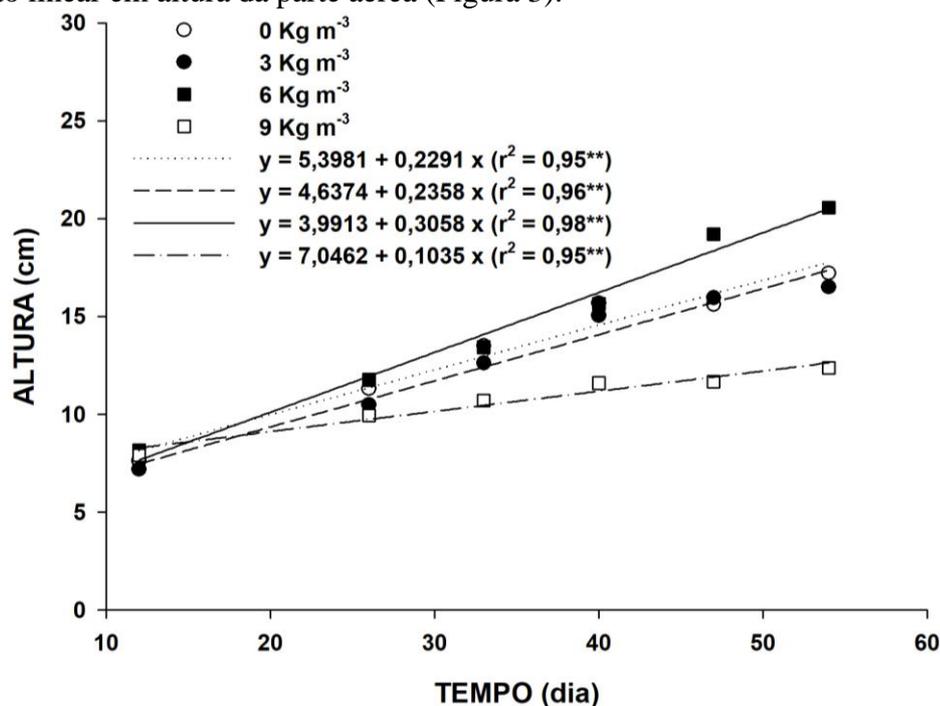


Figura 3 - Crescimento médio entre 12 e 54 dias após a repicagem em altura de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* em função das doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato.

Observa-se que até aproximadamente 25 dias após a repicagem, os dados médios dos diferentes tratamentos estavam próximos, o que indica que até essa data as mudas do tratamento com 9 kg m⁻³ ainda tinham condições hídricas semelhantes, porém a partir dessa data, teve um crescimento com taxa inferior aos demais tratamentos. A maior inclinação da equação linear do tratamento com 6 kg m⁻³ conforme já discutido anteriormente se deve possivelmente pelo efeito positivo na retenção de nutrientes.

Em relação ao incremento médio em altura, no intervalo de 40-47 dias, o tratamento 6 kg m⁻³ obteve média maior aos demais tratamentos (Tabela 3), o que pode ser efeito da fertilização de cobertura que foi realizada aos 45 dias potencializada pela maior dose comparada as doses 0 e 3 kg m⁻³.

Tabela 3 - Incremento médio nos intervalos, e por dia, das medições em altura de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, em função das doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato.

Intervalo	Dose de polímero hidrorretentor (kg m ⁻³)			
	0	3	6	9
Dia*	cm muda ⁻¹			
12-26	3,13	3,30	3,61	2,03
26-33	1,76	2,14	1,67	0,75
33-40	1,77	2,43	2,23	0,90
40-47	1,38	0,91	3,55	0,08
47-54	1,61	0,55	1,36	0,69
Soma	9,64	9,32	12,41	4,44
	cm dia ⁻¹ muda ⁻¹			
14	0,22	0,24	0,26	0,14
7	0,25	0,31	0,24	0,11
7	0,25	0,35	0,32	0,13
7	0,20	0,13	0,51	0,01
7	0,23	0,08	0,19	0,10
Média	0,23	0,22	0,30	0,10

* dia – dia após a repicagem

O incremento médio nos intervalos do tratamento com 6 kg m⁻³ (0,30 cm dia⁻¹) foi maior do que nos demais tratamentos, 0 (0,23 cm dia⁻¹), 3 (0,22 cm dia⁻¹) e 9 kg m⁻³ (0,10 cm dia⁻¹). Como o sistema de irrigação está ajustado para que as mudas recebam a irrigação sempre que haja necessidade hídrica, a diferença de crescimento maior no tratamento com 6 kg m⁻³ só pode ser efeito na retenção de nutrientes, pois nas doses 0 kg m⁻³ (sem polímero) e 3 kg m⁻³ o crescimento é semelhante (Tabela 4), demonstrando igualdade de condições de fornecimento de água e de nutrientes.

O vigente trabalho, quando comparado ao de Almeida (2021), cujo experimento também avaliou doses crescentes de polímero hidrorretentor, na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, aos 60 dias, obteve resultado semelhante no que se diz respeito a dosagem que proporcionou maior incremento em altura, sendo esta 6 kg m⁻³. Essa confirmação ressalta que para a mesma espécie, substrato e recipiente, tal dosagem proporciona ganhos significativos em altura.

O sistema de controle de irrigação adotado nesse estudo, permite que o fluxo de água seja liberado somente por meio da ativação do acionador (pressostato), evitando-se que ocorra déficit ou excesso hídrico no substrato, proporcionando maior precisão no manejo hídrico dos tratamentos e conseqüentemente na avaliação dos parâmetros desejados.

A partir do sistema de irrigação adotado e dos dados obtidos, constatou-se a redução do consumo de água pela espécie *Enterolobium contortisiliquum* em 38% no tratamento com 6 kg m⁻³, e 20% para o tratamento com 3 kg m⁻³, quando comparado ao tratamento sem adição de polímero, 0 kg m⁻³ (Tabela 4). Desta forma, durante os 54 dias de experimento, o tratamento com 6 kg m⁻³ consumiu apenas 133 ml na produção de 24 mudas de *Enterolobium contortisiliquum* em tubetes de 280 cm³. Este resultado corrobora com o trabalho de Navroski (2015), no qual através da utilização do polímero foi possível reduzir a lâmina de irrigação, de mudas de *Eucalyptus dunnii*, aumentando a qualidade das mudas.

Tabela 4 - Tempo e volume total de irrigação, volume de fertilização de cobertura, consumo de água total, e consumo total por muda, e porcentagem de redução do consumo em comparação a dose 0 kg m⁻³.

	Dose polímero hidrorretentor (kg m ⁻³)			
	0	3	6	9
Tempo irrigação (hora)	0,27	0,28	0,16	0,0
Irrigação total (L)	0,19	0,15	0,11	0,0
Fertilização cobertura (L)	0,02	0,02	0,02	0,02
Consumo Total (L)	0,21	0,17	0,13	0,02
Consumo Total (ml)	213,2	170,0	133,0	20,0
Consumo ml muda ⁻¹	8,88	7,08	5,54	0,83
Redução (%)	0%	20%	38%	91%

De forma semelhante aos resultados obtidos por Almeida (2021), a dose de 6 kg m⁻³, permitiu maior economia na irrigação, porém em menor porcentagem, sendo de 38% para o presente trabalho e de 51,6% para a referida autora. Possivelmente, tal diferença pode estar atrelada ao período que os experimentos foram realizados, refletindo nas variações climáticas do ambiente.

A redução do volume irrigado, sem prejudicar o desenvolvimento das mudas, atende aos preceitos de eficiência na utilização do recurso hídrico descrito por Coelho et al., (2005), no qual está baseada em fornecer somente a água demandada pela cultura, reduzindo os níveis de desperdício. A irrigação, quando eficiente, possibilita a não ocorrência de déficit ou excesso hídrico, minimizando as taxas de mortalidade e surgimento de doenças (NAVROSKI, 2013). Ademais, a redução do volume irrigado, possibilita minimizar os gastos de energia com bombeamento desnecessário de água, proporcionando ganhos econômicos (FARIAS et al., 2002).

5. CONCLUSÃO

As mudas de *Enterolobium contortisiliquum* do tratamento com 6 kg m⁻³ apresentaram crescimento maior quando comparado aos demais tratamentos.

Em relação a capacidade do polímero hidrorretentor em armazenar água e liberá-la de forma gradual, foi obtida redução de 38% e 20% do consumo de irrigação para a espécie *Enterolobium contortisiliquum*, no tratamento com 6 e 3 kg m⁻³, respectivamente, quando comparado ao tratamento 0 kg m⁻³.

Por meio da falha do acionador de irrigação do tratamento com 9 kg m⁻³, foi possível observar a capacidade do polímero hidrorretentor, em promover o retardamento de todos os sintomas de déficit hídrico.

6. REFEERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.H.M.D.; LELES, P.S.D.S.; MELO, L.A.D., OLIVEIRA, R.R.D.; FERREIRA, D.H.A.A. (2017). Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. *Ciência Florestal*, v. 27, p. 1179-1190. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada** / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. - 2. ed. - Brasília: ANA, 2021. 130p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil** / Agência Nacional de Águas - 2. ed. - Brasília: ANA, 2019. 75p.

ALMEIDA, C.M. **Polímeros hidrorretentores na produção e no plantio de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Paubrasilia echinata* Lam.** 2021. 46f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.

AQUINO, A.F.M.A.G. DE; RIBEIRO, M.C.C.; MEDEIROS PAULA, Y.C.; BENEDITO, C.P. Dormancy overcoming in (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 69 - 75, 9 Feb. 2009.

ARMINDO, R.A. et al. Perfil radial, uniformidade e simulação de espaçamentos de aspersores que compõem sistemas de irrigação por aspersão convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 6, n. 2, 2013.

AUGUSTO, D.C.C. et al. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, v. 31, p. 745-751, 2007.

AZEVEDO, G.T.O.S. **Qualidade de mudas de espécies florestais com hidrogel incorporado ao substrato.** 2018. 70p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

BERNARDI, M.R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Revista Cerne**, v. 18, p. 67-74, 2012.

BERNARDO, S. **Impacto ambiental da irrigação no Brasil. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura.** Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV, v. 34, 1997.

BOGARIM, E.P.A. **Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas, visando aplicação em áreas degradadas.** 2014. 48p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2014.

BRACK, P.; GRINGS, M.; REIS, A. Grupos de Uso e as Espécies Prioritárias: espécies madeiras. In: CORADIN, L. et al. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: plantas para o futuro - Região Sul.** Brasília: MMA, 2011. cap. 5, p. 457-460.

BUZETTO, F.A.; BIZON, J.M.C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 195, p. 1-5, 2002. Disponível em: < <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/> Acesso em: 01 de nov. de 2021.

CARDOSO, R.R. **Efeito da incorporação de hidrogel em substratos na produção de mudas de jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril* Lee & Lang) e jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.)** 2017. 29p. Trabalho de conclusão de curso (Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília), Brasília, 2017.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; OLIVEIRA, S.L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.

COSTA, T.P.; DA MOTA PERIN, A.C. A gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista do Curso de Direito**, v. 1, n. 1, p. 344-380, 2009.

- CRUZ-SILVA, C.T.A.; ROSA, A.P.M. Tratamentos para superação da dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Varia Scientia Agrárias**, v.2, n.2, p. 79–90, 2011.
- DA SILVA, A.D.Pereira et al. Tratamentos para superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, Vell., Morong. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 31, 2014.
- DABHI, R.; BHATT, N.; PANDIT, B. Superabsorbent polymers an innovative water saving technique for optimizing crop yield. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 2, n. 10, p. 5333-5340, 2013.
- DE ALBUQUERQUE FILHO, J.A.C. et al. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 671-679, 2009.
- DE CARVALHO, D. et al. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. **Rev. Bras. Agrometeorologia**, v. 14, n. 2, p. 1-9, 2006.
- DE FÁTIMA AGRA, M. et al. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 323-330, 2007.
- OLIVO, A.M.; ISHIKI, H.M. Brasil frente à escassez de água. **Colloquium Humanarum**, v. 11, n. 3, p. 41-48, 2014.
- ERTHAL, E.S.; BERTICILLI, R. Sustentabilidade: Agricultura irrigada e seus impactos ambientais. **Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 64-74, 2018.
- FARIA, R.A. de et al. Economia de água e energia em projetos de irrigação suplementar no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 189-194, 2002.
- FELIPPE, D. et al. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215-225, 2016.
- FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- GADELHA, I.C.N.; Câmara, A.C.L.; SILVA, I.P.; BATISTA, J.S.; MELO, M.M.; BLANCO, B.S. Toxic effect of the pericarp of the *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong fruits on chicks. **International Journal of Applied Research in Veterinary**, 2015, 13-135.
- GOMES, E.C. **Avaliação de doses de polímero "hidratassolo" na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) sob diferentes frequências de irrigação, em dois solos do Cariri cearense**. 2006. 47 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.
- GOMES, M.A.F. A água nossa de cada dia. **Revista Panorama Rural**. Ano XI, n. 122, p. 44-48, 2012.
- GOMES, D.R. **Resposta de mudas clonais de eucalipto cultivadas com hidrorretentor em diferentes níveis de disponibilidade hídrica**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro. 2013.

GRINGS, M.; BRACK, P. Espécies Madeireiras. *In*: CORADIN, L. et al. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: plantas para o futuro - Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. cap. 5, p. 401-530.

GRUBER, Y.B.G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LIMA, J.E.F.W.; FERREIRA, R.S.A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. CD-ROM, 1999.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.

MARENGO, J.A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22, p.83-96, 2008.

MATOS, J.M.M.M. et al. Estudo das técnicas de superação da dormência das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. **Heringeriana**, v. 4, n. 1, p. 60-64, 2010.

MEDICI, L.O. et al. Acionador automático para irrigar plantas. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 6, p. 727-730, 2010.

MENDONÇA, T.G. et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

MEWS, C.L. et al. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 107-116, 2015.

MORAES, O. **Efeito do uso de polímero hidroretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2001. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MORAIS, W.W.C. et al. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p. 23-23, 2012.

MORIM, M.P. ***Enterolobium* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB83154>>. Acesso em 25 de maio de 2014.

MORIM, M.P. ***Enterolobium* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB83154>>. Acesso em: 01 de Nov. de 2021.

NAVROSKI, M.C. et al. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

NAVROSKI, M.C. et al. **Hidrogel como condicionador de substrato para produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2013. 224 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

NAVROSKI, M.C. et al. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108-113, 2014.

- NAVROSKI, M.C. et al. Redução da adubação e melhoria das características do substrato com o uso do hidrogel na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1155-1165, 2016.
- OLIVEIRA, P.L. et al. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, p. 361-374, 2009.
- RIBEIRO JUNIOR, W. et al. **Irrigação**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.
- RIBEIRO, L.G.G.; ROLIM, N.D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce enquanto direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 7, n. 1, 2017.
- RIBEIRO, Maria Clarete Cardoso et al. Superação de dormência em sementes de orelha-de-negro: *Enterolobium contortisiliquum*, Vell., Morang. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 13, 2009.
- RODRIGUES, S.B.S. **Análise do uso de água em unidades de produção de mudas de eucalipto**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Construções rurais e ambiência; Energia na agricultura; Mecanização agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- ROZA, F.A. Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2010.
- SETTI, A.A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, v. 328, 2001.
- SILVA, R.B.G. **Manejo hídrico sobre o desenvolvimento e a qualidade de mudas florestais nativas em ambientes protegidos**. 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013.
- SILVA, R.F. et al. Comportamento de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong cultivadas em solo contaminado com cobre. **Ciência Florestal**, v. 21, p. 103-110, 2011.
- SILVA, R.F. et al. Crescimento e tolerância de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. cultivadas em solo contaminado com zinco. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 979-986, 2018.
- SOUSA, G.T. et al. Incorporação de polímero hidrorretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, 2013.
- THEBALDI, M.S. et al. Eficiência de sistemas de irrigação em mudas de espécies florestais nativas produzidas em tubetes. **Ciência Florestal**, v.26, p. 401-410, 2016.
- VERIATO, M.K.L. et al. Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 17-22, 2015.
- WHATELY, M.; CAMPANILI, M. **O século da escassez: uma nova cultura de cuidado com a Água: Impasses e Desafios**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2016. 23p.
- WOLKMER, M.F.S.; PIMMEL, N.F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência**, Florianópolis, v. 34, n. 67, p. 165-198, 2013.