



JOSÉ ALVIM PINTO JÚNIOR

**Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus*
erythropappus (DC.) MacLeish**

LAVRAS–MG

2016

JOSÉ ALVIM PINTO JÚNIOR

Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.)

MacLeish

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Lucas Amaral de Melo (DCF/UFLA)

LAVRAS – MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Pinto Júnior, José Alvim.

Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus*
(DC.) MacLeish / José Alvim Pinto Júnior. – Lavras : UFLA, 2016.
87 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)—Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador(a): Lucas Amaral de Melo.

Bibliografia.

1. Gel de plantio. 2. Polímero hidrorretentor. 3. Polímero
superabsorvente. 4. Irrigação. 5. Candeia. I. Universidade Federal
de Lavras. II. Título.

JOSÉ ALVIM PINTO JÚNIOR

Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.)

MacLeish

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de março de 2016.

Dr. Regis Pereira Venturin EPAMIG

Dr. Rubens José Guimarães UFLA

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo UFLA

Dr. Lucas Amaral de Melo

Orientador

LAVRAS – MG

2016

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Alvim (*in memoriam*) e Marta Coqueiro, pelo tempo dedicado, broncas recebidas e amor demonstrado. Mãe, obrigado por carregar meu mundo em seus ombros, mais do que ninguém é a principal responsável por essa realização.

Aos meus irmãos, Carolina e Rafael, por apoiarem meus sonhos e serem meus fãs. Assim como Cris e Duda. Além de mel, pelo amor gratuito e incondicional, responsável por alguns momentos de felicidade plena em minha vida.

Às minhas avós, pelo carinho, amor e saudade em forma de comida.

Aos meus familiares, que de uma forma ou de outra, foram importantes para essa conquista. Cada palavra, seja de incentivo, conforto ou graça me deram força para continuar. Em especial à minha família em Ouro Preto pelo carinho, atenção e apoio como meu segundo lar durante esses dois anos.

Ao professor Lucas Amaral, orientador, pela paciência, profissionalismo, disponibilidade e pelo apoio em todos os momentos durante o mestrado. E também pela amizade construída, as piadas contadas, as caronas e por que não, os “puxões de orelha”. Faltam palavras em agradecimento, mas sobra muita gratidão.

Ao professor Renato Grisi, por me receber e me apoiar durante esse tempo na UFLA. Obrigado pela amizade, histórias contadas, ensinamentos, conselhos e risadas.

Aos professores Anderson José, Regis Venturin e Rubens Guimarães pela colaboração como membros da banda de defesa da qualificação e desta dissertação.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À CITROLEO, na pessoa de Adriano e funcionários, pela colaboração em vários momentos da condução do experimento em campo.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Ciências Florestais e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade concedida para minha formação.

Ao laboratório de estudo da matéria orgânica do solo (LEMOS) do Departamento de Ciência do Solo e ao professor Carlos Alberto Silva pela disponibilidade e ajuda na realização dos testes.

Aos colegas de pós-graduação em Engenharia Florestal da UFLA, em especial do laboratório de Silvicultura, pelo companheirismo, risadas e ajuda durante o mestrado.

Aos colegas e amigos da UFLA que colaboraram na condução dos experimentos, Zé Pedro, Flávia, Lucas, Bugiu, Nieri, Palla, Gislean, Jean, Thiza, Thales, Julio e demais orientados do professor Lucas.

Aos integrantes do Núcleo de Estudos em Silvicultura – NES, pela amizade, artigos lidos e apresentados e pelo trabalho em equipe.

Aos amigos da Bahia, Minas, República Cemitério, República Perfil e aqueles pelo mundo que fizeram esses anos mais divertidos.

Aos amigos responsáveis pelas melhores histórias desses últimos dois anos, e que levarei para sempre comigo. Em especial, Cabral, Cirne, Natali, Nieri, Palla, Victor (primo) e Vic.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

RESUMO

Com a recorrente necessidade de novas informações sobre a produção agrícola e florestal, principalmente no que diz respeito à redução de custos e aumento da produtividade, atrelado ao uso e disponibilidade dos recursos naturais, têm surgido novas tecnologias que visam otimizar o consumo hídrico durante a implantação florestal. Dentre essas tecnologias destaca-se o uso de hidrogel, também conhecido como polímero hidrorretentor, que tem como característica a regulação da disponibilidade de água para as culturas e conseguinte redução da frequência de irrigações. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho verificar o potencial de uso do hidrogel no estabelecimento, seja em ambiente controlado ou campo, de mudas de *Eremanthus erythropappus*. Em ambos os experimentos foram usados três hidrogéis comerciais (G1, G2 e G3). O experimento na casa de vegetação do Viveiro Florestal da UFLA foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, entre os meses de abril e junho de 2015, no qual foram testados sua eficiência sem irrigação, ou com a utilização concomitante de irrigação com água pura ou com uma solução aquosa com gel para irrigação e avaliados a altura (H) e o diâmetro (DC) das mudas, a evapotranspiração diária (ET) e determinado, ao fim do experimento, o ponto de murcha permanente (PMP), a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a da raiz (MSR). Já o plantio em campo foi instalado no dia 29 de janeiro de 2015, na zona rural do município de Aiuruoca – MG, seguiu um delineamento em blocos casualizados, em um esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições, onde cada parcela foi composta por nove plantas e utilizou-se, além das diferentes marcas de hidrogel, cinco doses desses polímeros (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 kg/400 L de água) e avaliados a sobrevivências, a altura e o diâmetro das mudas. As avaliações ocorreram aos 15, 25, 40 e 55 dias (no caso da casa de vegetação) e aos 25, 50, 95, 140, 200 e 260 dias (no experimento de campo) após o plantio. A partir da análise dos dados, as mudas com o G1 e o G3 apresentaram, na casa de vegetação, maior média de altura, não sendo indicado o uso concomitantemente com a solução contendo o gel de irrigação. Foram também as mudas com os hidrogéis G1 e G3 que resistiram por um maior período de tempo ao PMP. No experimento em campo, as mudas com G1 garantiram, maior taxa de sobrevivência aos 50 e 260 dias após o plantio, além de uma maior média em H e DC das mudas. No período de déficit hídrico, houve um ganho em diâmetro das mudas com o aumento das doses usadas.

Palavras-chave: Gel de plantio. Polímero hidrorretentor. Polímero superabsorvente. Irrigação. Candeia.

ABSTRACT

Due the recurrent need of new information about agricultural and forest production, mainly in coasts downshifts and productivity increase, new technologies integrating natural resources are emerging, aiming to optimize the hydric consume during the plantation. Among a lot of technologies, hydrogel (known as a hydric polymer, holding the characteristic to regulate water availability in plantations and decreasing the irrigation frequencies) usage stands out. This study's aim was to verify the potential usage of hydrogel during the establishment of *Eremanthus erythropappus* seedling in field and menage experiments. Three hydrogel commercial brands were used (G1, G2 and G3), and the experiment was performed in a greenhouse in Forestry nursery of UFLA. A completely randomized design in factorial project 3 x 5 was performed between April and July 2015, with and without irrigation, or using pure water or water solution with gel to irrigation. High (H), diameter (DC), daily evapotranspiration (ET), the permanent wilting point, aerial (MSPA) and root (MSR) part of the plant dry content were determined at the end of the experiment. Field experiments were performed in Aiuruoca, Minas Gerais state, utilizing a experimental delineation with casual blocks in factorial project 3 x 5, with four repetitions, where each plot had nine plants. Three hydrogel brands were used, with five different doses of the polymer (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 kg/400 L water) and survival, high a seedling diameter were evaluated. Evaluations were performed in 15, 25, 40 and 55 days (in greenhouse) and 25, 50, 95, 140, 200 and 260 days (field experiment) after plantation. G1 and G3 seedlings in the greenhouse presented bigger diameter and high, and we do not indicated it's usage with irrigation gel. G1 and G3 also were the ones who endured the biggest period to PMP. In field experiment, G1 seedlings had the best survival rates in 50 and 260 days after plantation, and bigger H and DC. During the hydric deficit period, there was an increase in diameter in the seedlings due the augmentation of the doses used.

Keywords: Planting gel. Hidroretentor polymer. Superabsorbent polymer. Irrigation. Candeia.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Importância e uso do hidrogel	12
2.2 <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	18
3 CONSIDERAÇÃO FINAIS	20
REFERÊNCIAS.....	21

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1 INFLUÊNCIA DO HIDROGEL NO ESTABELECIMENTO

DE MUDAS DE *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish

SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS.....28

1 INTRODUÇÃO.....	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	31
2.2 Instalação e condução do experimento	32
2.3 Avaliações	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 Evapotranspiração diária (ET).....	37
3.2 Parâmetros morfológicos de crescimento das mudas	42
4 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	57

ARTIGO 2 USO DE DIFERENTES MARCAS E DOSES DE HIDROGEL

NO PLANTIO DE MUDAS DE *Eremanthus erythropappus*

(DC.) MacLeish.....62

1 INTRODUÇÃO.....	63
2 MATERIAL E MÉTODOS	65

2.1 Local e caracterização da área de estudo	65
2.2 Instalação do experimento	65
2.3 Avaliações do experimento.....	68
2.4 Análises estatísticas.....	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	70
3.1 Sobrevivência	70
3.2 Parâmetros morfológicos de crescimento das mudas	74
4 CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais estão ficando cada vez mais críticos em todo o mundo, e um dos temas mais levantados se refere à utilização dos recursos hídricos. A água, apesar de abranger cerca de 70% da superfície da terra, não é um recurso ilimitado, sendo aproveitado menos de 1% desse total, principalmente devido às questões de inviabilidades técnica e econômica (RODRIGUES, 2007).

Segundo Paz, Teodoro e Mendonça (2000), grande parte dos países têm conhecimento dos próprios problemas de disponibilidade e uso dos recursos naturais, porém encontram muitas dificuldades para a aplicação de tecnologias em grande escala.

A disponibilidade de água e nutrientes no solo é fator de grande importância para a elevação da produtividade e melhoria da qualidade de plantas e cultivares (AOUADA et al., 2008), sendo necessário o desenvolvimento de novos procedimentos para promover o aperfeiçoamento das condições do solo, buscando elevar a sobrevivência e desempenho das mudas após o plantio (NAVROSKI et al., 2014).

De acordo com Dranski et al. (2013a), o sucesso do estabelecimento das mudas no campo na área florestal está diretamente relacionado com a disponibilidade de água, sendo necessário em muitos momentos valer-se da prática de irrigação. Todavia, seja pela logística ou elevado custo financeiro, nem sempre é uma prática factível, aumentando a importância de alternativas, que corroborem para suprir a necessidade de água às plantas, garantindo o sucesso no estabelecimento e crescimento inicial.

A fase de implantação é muito importante para o desenvolvimento das mudas, atuando diretamente na produtividade e conseqüente economia para o produtor.

A absorção de água após o transplante das mudas é crucial para um estabelecimento bem-sucedido, e é dependente tanto da disponibilidade de água no local do plantio, quanto da capacidade de absorção de água do sistema radicular (LEVINSSON; SÆBØ; FRANSSON, 2014).

Diante disso, os hidrogéis, também conhecidos como polímeros hidrorretentores, surgem como uma alternativa que possibilita a retenção e liberação de água de maneira gradual para a planta, podendo elevar o efeito da irrigação e reduzir o risco de perda na implantação do povoamento florestal (BUZETTO; BIZON; SEIXAS, 2002).

Os hidrogéis são estruturas tridimensionais hidrofílicas que têm naturalmente a capacidade de inchar na presença de fluidos, retendo-os em grande quantidade (ISIKLAN, 2007). Surgiram em meados da década de 60, sendo muitos deles indicados para uso agrícola como condicionadores de solo, por melhorarem as propriedades físicas e químicas dos mesmos, podendo melhorar a disponibilidade de água no solo e reduzir a quantidade de irrigações, as perdas de nutrientes e os custos no desenvolvimento das culturas, além de melhorar a aeração e drenagem (SAAD; LOPES; SANTOS, 2009; TALHEIMER et al., 2010).

As pesquisas com hidrogel são relativamente recentes, porém tem despertado interesse de diversos setores agronômicos e florestais, necessitando ainda de estudos que comprovem sua efetiva utilização e metodologias específicas para as diferentes culturas.

Como grande parte das inovações tecnológicas, o hidrogel quando utilizado de forma incorreta pode prejudicar o crescimento das plantas, sendo necessário um maior número de estudos a fim de determinar a dose correta, formulação e forma de aplicação. Além disso, é necessário analisar em quais das fases do cultivo que sua utilização apresenta os melhores resultados e sua

relação com o manejo da cultura, para potencializar o retorno econômico (BUZETTO; BIZON; SEIXAS, 2002; VERVLOET FILHO, 2011).

Desta forma, de maneira geral, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de diferentes doses e marcas de hidrogéis no estabelecimento em campo de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, espécie conhecida como candeia, além do manejo hídrico dos mesmos em ambiente controlado.

No Capítulo 2, buscou-se avaliar o crescimento inicial de mudas de *E. erythropappus* em vasos, utilizando diferentes marcas de hidrogéis e manejo hídrico, em casa de vegetação.

Já no Capítulo 3, o objetivo foi avaliar a eficiência de diferentes marcas e doses de hidrogéis em mudas de *E. erythropappus* aos 20, 50, 95, 140, 200 e 260 dias após o plantio das mudas em campo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância e uso do hidrogel

As alterações climáticas ocupam papel relevante no ciclo hidrológico e na quantidade e qualidade da água, e podem promover mudanças na disponibilidade de água e na saúde da população humana. Para que a gestão desse recurso seja mais eficiente e potencialize seus usos múltiplos, é crucial uma integração entre o conhecimento científico alcançado, com a introdução de tecnologias adequadas e um bom gerenciamento (TUNDISI, 2006, 2008).

Segundo Duzi (2005) a quantidade de água disponível no solo é um fator essencial para a qualidade e crescimento eficiente das plantas, já que a água participa de diversas reações no solo e nas culturas. O autor afirma ainda que uma enorme quantidade de água, proveniente da chuva e das irrigações, é

perdida pela infiltração e evaporação, contribuindo também com a lixiviação e percolação dos nutrientes.

Ademais, a relação hídrica é bastante complexa, uma vez que a falta de água pode levar ao estresse hídrico e à redução na absorção dos nutrientes, já o excesso desse recurso, pode aumentar a lixiviação dos nutrientes, tornar o microclima propício para o surgimento de doenças, e aumentar os custos ocasionados pelo desperdício (LOPES et al., 2005). O estresse hídrico pode limitar o desenvolvimento de mudas transplantadas devido à falta de água e pela redução da taxa fotossintetizante, diminuindo a capacidade de regeneração das raízes, comprometendo a sobrevivência delas no campo (GROSSNICKLE, 2005).

Segundo Tatagiba, Pezzopane e Reis (2007), o declínio da quantidade de água no solo acaba por reduzir o potencial hídrico das folhas, promovendo o fechamento dos estômatos, afetando a entrada de CO₂, e conseqüentemente o acúmulo de fotoassimilados nas folhas, o que leva à redução do crescimento e de produtividade.

Sabendo da carência pelo recurso hídrico, é necessário que se encontre novas metodologias que permitam trabalhar com o solo de forma sustentável, buscando a redução dos custos, tanto na produção de mudas, quanto em seu desenvolvimento no campo (RAMOS; DIAS, 2007; BERNARDI et al., 2012).

O uso da água pelo gênero *Eucalyptus* tem sido um assunto controverso em diversas partes do mundo e, em função disso, muita energia tem sido gasta para adequar e compreender os efeitos de práticas silviculturais sobre as florestas plantadas para garantir a sustentabilidade do sítio (ALMEIDA et al., 2007).

Conforme Talheimer et al. (2010), o período de transplante de mudas florestais é fundamental para um melhor estabelecimento do plantio, sendo necessário observar dentre outros fatores, o uso de espécies adaptadas à

localidade do plantio, mudas com procedência e sanidade conhecidas, além da implantação no período adequado e a realização de tratamentos culturais compatíveis, que permitam ao produtor assegurar o correto estabelecimento da floresta plantada e, conseqüentemente, gerar um incremento na sua produção e renda.

Além disso, Thomas (2008) destaca que a impossibilidade das mudas em manter uma hidratação adequada após o transplante para o campo, é um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da taxa de mortalidade das mesmas.

Diante do que foi exposto, o hidrogel, mostra-se uma alternativa, que tem como objetivo, elevar a capacidade de retenção de água no solo, permitindo, sem que as plantas apresentem sintomas de estresse hídrico, um maior tempo na reposição de água no solo. (AZEVEDO et al., 2002; CHEN et al., 2004; VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006).

A utilização do hidrogel pode inclusive, diminuir os efeitos de possíveis veranicos no período de implantação, proporcionando, o estabelecimento o desenvolvimento de culturas nas regiões mais secas, aumentando a produtividade e reduzindo os custos de produção; MENDONÇA et al., 2013).

Os veranicos, são períodos de interrupção da precipitação que ocorrem durante o período chuvoso, tendo grande impacto na economia (ASSAD et al., 1993); sendo fundamental a utilização de técnicas para evitar o déficit hídrico elevado, que por sua vez prejudica a produtividade, principalmente em períodos de maior sensibilidade ao déficit hídrico da cultura (CARVALHO et al., 2000; VIEIRA et al., 2002).

De acordo com Moraes, Botrel e Dias (2001) os hidrogéis, ou hidrorretentores, são produtos naturais ou sintéticos, reconhecidos por suas capacidades em absorver e armazenar água, sendo geralmente granulados e quebradiços quando secos, e macios e plásticos em contato com a água.

Uma vez no solo, os hidrogéis retêm a água, disponibilizando-a lentamente para o sistema radicular da planta durante um maior período de tempo, diminuindo em períodos de seca o processo de ressecamento das raízes, permitindo assim, o contínuo desenvolvimento e crescimento das plantas mesmo em condições de estresse hídrico. Durante o período de chuva, o hidrogel volta a se reidratar, devido sua característica de absorção, voltando a fornecer água para as plantas por um período de tempo (MORAES; BOTREL; DIAS, 2001).

Porém, Valdecantos (2006) faz algumas ressalvas acerca da utilização do hidrogel, afirmando que em condições de ausência de água, o uso do polímero não traz grandes benefícios para as plantas, podendo até em condições de elevado déficit hídrico trazer efeitos negativos para o plantio, uma vez que o hidrogel tem uma grande afinidade com a água em quantidades residuais, ficando assim o plantio dependente das condições locais e das características fisiológicas das espécies utilizadas.

Koupai, Eslamian e Kazemi (2008) acreditam que qualquer tentativa para melhorar a capacidade de retenção de água do solo pode auxiliar na criação de condições ideais para o crescimento das plantas, uma vez que plantas sob estresse hídrico reduzem a sua transpiração e fotossíntese, inclusive por meio do fechamento dos estômatos.

A forma como o hidrogel vai beneficiar a cultura depende da maneira que o polímero é aplicado, segundo Landis e Haase (2012), os mais comuns são os utilizados em viveiros, geralmente incorporando no substrato; tem-se também a imersão do sistema radicular em solução de hidrogel antes do plantio, a fim de proteger contra a dessecação; e ainda a incorporação do polímero no solo durante o plantio, com a finalidade de reduzir a taxa de mortalidade.

A aplicação do hidrogel é relativamente simples, porém deve-se observar a dose correta, uma vez que a aplicação numa superdose é bastante comum e pode elevar a capacidade de expansão do hidrogel, empurrando a

planta para cima, aumentando a taxa de mortalidade. O que poderia ser contornado com o plantio em covas laterais, porém, é um método dispendioso e demorado, sendo preferível a aplicação diretamente na cova, que dentre outros motivos, reduz significativamente o choque do transplante (SARVAŠ; PAVLENDÁ; TAKÁČOVÁ, 2007).

De acordo com Alves (2009), normalmente as doses de hidrogel utilizadas nos plantios florestais são indicadas pelos fabricantes, não variando de forma geral pelo clima, tipo de solo ou outro fator. Essa quantidade varia entre os fabricantes e formulação do hidrogel. Trabalho realizado por Mendonça et al. (2013), utilizando o copolímero de poliácrlato de potássio, que é um polímero formado por diferentes moléculas (monômeros) ligadas entre si, sob as orientações do fabricante, afirma que as doses aplicadas devem ser proporcionais ao volume contido do recipiente utilizado para o plantio.

Pensado inicialmente como alternativa de produção em regiões de clima mais seco, a utilização do hidrogel se expandiu para diferentes partes do mundo, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas para determinar as doses adequadas para diferentes tipos de solo (PREVEDELLO; LOYOLA, 2007; SARVAŠ; PAVLENDÁ; TAKÁČOVÁ, 2007).

Bastante difundido na cultura do eucalipto, o uso do hidrogel ocorreu, dentre outros motivos, pela necessidade de produção durante todo o ano, mesmo nas estações secas, diminuindo o uso de irrigação e também pelo aumento da sobrevivência no plantio (VERVLOET FILHO, 2011).

Em trabalho realizado por Gomes (2007), o hidrogel proporcionou um melhor desenvolvimento da planta no solo do tipo Espodossolo (arenoso) em comparação com o tipo Latossolo (argiloso). Isso pode ter ocorrido devido ao predomínio de macroporos no solo arenoso, permitindo que a expansão do hidrogel não prejudicasse as trocas gasosas no solo. Assim como observado por García et al. (2008) em diferentes solos florestais onde o uso de hidrogel no solo

de textura argilosa apresentou ganhos muito baixos em comparação com os outros tratamentos testados, sendo sua utilização insignificante.

Garcia, Padilha e Dias (2011) afirmam que polímeros hidrorretentores são utilizados com resultados satisfatórios em diversas regiões, principalmente, naquelas onde a cultura apresenta dificuldades durante a implantação devido ao clima mais seco e predominância de solos mais arenosos.

Bernardi et al. (2012) afirmam que a presença do hidrogel possibilitou um maior crescimento das mudas, visto que auxiliou na retenção e gradual liberação dos fertilizantes, tendo eventualmente, colaborado com a redução da lixiviação dos nutrientes adicionados nas adubações de cobertura realizadas.

Já o estudo feito por Sita et al. (2005) entende que os trabalhos mostrando a interação com os fertilizantes ainda são escassos e não conclusivos, e podem estar relacionados com a presença do Ca e Mg que provoca uma deterioração do hidrogel.

Ratificando o que foi dito acima, trabalho realizado por Saad, Lopes e Santos (2009) em dois diferentes solos (arenoso e argiloso) observaram uma maior concentração de Ca e Mg no solo de textura argilosa, em relação ao solo arenoso, o que pode ter prejudicado as propriedades do hidrogel e diminuído sua capacidade de retenção de água, fazendo com que os sintomas de estresse e a mortalidade fossem aumentados.

No Brasil, alguns polímeros hidrorretentores estão sendo empregados na produção de frutas, oleráceas, gramíneas e mudas de diferentes espécies, porém, o conhecimento científico de seu uso ainda é restrito, sendo fundamental o estudo e a quantificação em diferentes tipos de solos e da real contribuição da aplicação do hidrogel na disponibilidade de água para as plantas (OLIVEIRA et al., 2004). Muitos trabalhos têm sido conduzidos nos últimos anos avaliando a eficiência do hidrogel em diferentes culturas, como o pinhão-manso (DRANSKI et al., 2013a; 2013b), alface (MORAES; BOTREL; DIAS, 2001), cafeeiro

(VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006; PIEVE et al., 2013), brachiaria (DUZI, 2005) e eucalipto (BUZETTO; BIZON; SEIXAS, 2002; THOMAS, 2008; SAAD; LOPES; SANTOS, 2009; TALHEIMER et al., 2010; BERNARDI et al., 2012; NAVROSKI et al., 2014; VICENTE et al., 2015).

2.2 *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish

O setor florestal possui grande importância no Brasil, por apresentar de forma geral, boas condições edafoclimáticas para o seu desenvolvimento, contribuindo de forma considerável para a formação do Produto Interno Bruto (PIB), arrecadação de impostos, geração de empregos diretos e indiretos e a composição da exportação (GOMES, 2014).

Consideráveis avanços tecnológicos foram introduzidos na silvicultura brasileira, desde a seleção de árvores superiores, produção de mudas via estaquia, miniestaquia e microestaquia, até adoção de melhorias nas práticas silviculturais durante a implantação, acarretando no aumento das áreas plantadas, graças à disponibilidade de clones específicos para os mais diferentes sítios e objetivo comercial (XAVIER; DA SILVA, 2010).

Diversas espécies nativas são conhecidas como potenciais para plantio, porém sua utilização tem sido limitada em diversos fatores técnicos, destacando-se os relacionados ao manejo e métodos silviculturais adequados (CARVALHO, 1998).

A *Eremanthus erythropappus*, conhecida como candeia, é uma espécie nativa de múltiplos usos, sendo principalmente utilizada como mourão de cerca, pela sua durabilidade, e para a produção de óleo essencial, cujo principal componente, o alfabisabolol, que possui diversas propriedades como, antiflogísticas, antibacterianas, dermatológicas entre outras (SCOLFORO et al., 2002).

Com relação ao local onde se encontra a candeia, Scolforo, Oliveira e Davide (2012) classificam o clima como mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves, com temperatura média anual variando entre 18 °C e 20°C, dependendo da altitude do local considerado, sendo a média anual de precipitação pluviométrica entre 1.400 e 1.550 mm.

Em comparação com as espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, a candeia tem um crescimento relativamente lento, sendo os plantios feitos em sua maioria durante a última década. Devido o crescente interesse econômico pelos produtos obtidos a partir do corte, as espécies de candeia vêm sofrendo com o corte indiscriminado (MELO, 2012).

O desenvolvimento da candeia ocorre em sítios com baixa fertilidade, rasos e com predomínio de áreas de altitudes entre 900 e 1.800m (PÉREZ et al., 2004). Pode ser implantada em locais pouco recomendados para culturas agrícolas ou mesmo a implantação de alguma outra espécie florestal (LONGHI et al., 2009).

Diante disso, com o início dos trabalhos e maior conhecimento acerca da espécie, produtores do Sul de Minas Gerais vêm aproveitando áreas antes consideradas improdutivas, para a implantação de pequenos povoamentos de candeia, o que tem aumentado a demanda por mudas e informações dessa espécie (MELO; DAVIDE; TEIXEIRA, 2012).

De maneira geral, é de senso comum a importância da interação entre os atributos morfológicos e fisiológicos com as condições do local para um melhor desenvolvimento e sobrevivência das plantas no campo. Destaca-se a umidade pós-plantio como um dos fatores ambientais mais importante para a sobrevivência da planta, uma vez que em solos úmidos, ocorre o maior crescimento de raízes ativas, absorvendo maior quantidade de água (STAPE; GONÇALVES; GONÇALVES, 2001).

Os autores afirmam ainda que as características morfológicas, baseadas no empirismo, são bastante utilizadas, e que vem servindo de base para definição de qualidade, principalmente em campo.

São observados, numa muda de candeia de boa qualidade para o plantio, diversas características morfológicas, destacando-se a altura entre 25 e 35 cm e diâmetro do colo mínimo de 5mm. Na ausência de chuva no período entre o plantio e o pegamento definitivo das mudas, é necessário fazer irrigação, utilizando-se até três litros de água por cova, devendo irrigar novamente a cada dois dias, caso persista a estiagem (SCOLFORO; OLIVEIRA; DAVIDE, 2012).

Quanto à utilização de hidrogel, os autores afirmam que, devido à habilidade do polímero em armazenar e disponibilizar água para as plantas, é um produto promissor, porém ainda não se tem estudos do seu uso na candeia.

3 CONSIDERAÇÃO FINAIS

O uso do hidrogel tem sido amplamente difundido na agricultura, porém muitas dúvidas sobre sua utilização e real contribuição são levantadas, uma vez que o uso indiscriminado desse produto pode prejudicar o desenvolvimento da cultura e ainda ser dispendioso para o produtor rural.

Muitos são os estudos que destacam a eficiência de uso do hidrogel para o eucalipto e outras culturas agrônômicas, entretanto, são escassas as pesquisas envolvendo espécies nativas de interesse florestal, sendo imprescindível o estudo da relação dos diferentes hidrogéis disponíveis no mercado e os benefícios gerados para as espécies, como a *E. erythropappus*.

Com base nas informações obtidas, objetiva-se verificar se o uso do hidrogel contribui para a redução da mortalidade e o crescimento dessa espécie no período de pós-plantio, dando subsídios científicos à utilização do hidrogel nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. C. R. et al. Índice de área foliar de *Eucalyptus grandis* em resposta à adubação com potássio e sódio. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO. 1., 2007, Taubaté. **Anais...** Taubaté: IPABHi, 2007. p. 1-7.
- ALVES, M. E. B. **Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto.** 2009. 136 f. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- AOUADA, F. A. et al. Síntese de hidrogéis e cinética de liberação de amônio e potássio. **Rev. Bras. Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 8, p. 1643-1649, 2008.
- ASSAD, E. D. et al. Veranicos na região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 993-1003, set. 1993.
- AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.
- BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-74, jan./mar. 2012.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de hidrogel no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus* em pós-plantio.** Piracicaba: IPEF, 2002. 8p. (Circular Técnica, 195).

CARVALHO, D. F. et al. Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do rio Verde Grande, MG. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 172-176, 2000.

CARVALHO, P. E. Espécies nativas para fins produtivos. In: SEMINÁRIO SOBRE ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS. 1998. Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA CNPF, 1998. p. 103-125.

CHEN, S. et al. Hydrogel Modified Uptake of Salt Ions and Calcium in *Populus euphratica* under Saline Conditions, **Trees Struct. Funct.**, Berlin, v. 18, p. 175-183, 2004.

DRANSKI, J. A. L et al. Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-mansão em função da época de plantio e do uso de hidrogel. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 489-498, jul./set., 2013a.

DRANSKI, J. A. L et al. Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 537-542, 2013b.

DUZI, D.M. **Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em dois diferentes substratos.** 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

GARCÍA, A. D. et al. Influencia del tipo y dosis de hidrogel em las propiedades hidrofísicas de tres suelos forestales de distinta textura. **Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.**, Madri, v. 25, p. 137-143, 2008.

GARCIA, A. L. A.; PADILHA, L.; DIAS, A. S. Uso de polímero hidrorretentor no plantio de cafeeiros em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 7. 2011. Araxá, **Anais...** Araxá: UFV, 2011. Não paginado.

GOMES, E. C. **Avaliação de doses do polímero “hidratassolo” na produção de mudas de sabiá (*Minosa caesalpinifolia* Benth) sob diferentes frequências de irrigação, em dois solos do Cariri Cearense.** 2007. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007.

GOMES, F. P. **Crescimento da economia e demanda de recursos florestais no Brasil.** 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

GROSSNICKLE, S. C. Importance of root growth in overcoming planting stress. **New Forests**, Amsterdã, v. 30, n. 2-3, p. 273–294. 2005.

ISIKLAN, N. Controlled Release Study of Carbaryl Insecticide from Calcium Alginate and Nickel Alginate Hydrogel Beads. **J. Appl. Polym. Sci.**, New York, v. 105, n. 2, p. 718–725, 2007.

KOUPAI, J. A.; ESLAMIAN, S. S.; KAZEMI, J. A. Enhancing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. **Ecohydrology & Hydrobiology**, Lodz, v. 8, n. 1, p. 67-75, 2008.

LANDIS, T. D.; HAASE, D. L. Applications of Hydrogels in the Nursery and During Outplanting. 2012. In: HAASE, D. L.; PINTO, J. R.; RILEY, L. E. (Org.). **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations.** Fort Collins: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Proceedings RMRS. p. 53-58, 2012.

LEVINSSON, A.; SÆBØ, A.; FRANSSON, A. Influence of nursery production system on water status in transplanted trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 178, p. 124-131, 2014.

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

LONGHI, P. R. et al. Estudo de caso do processo de extração do óleo essencial da madeira de candeia no sul de Minas Gerais. **FLORESTA**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 555-570, jul./set. 2009.

MELO, L. A. de; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F. Methodology for stock plants rescue and cuttings rooting of *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 631-638, 2012.

MELO, L. A. de. **Seleção e resgate de árvores superiores de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

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

MORAES, O; BOTREL, T. A.; DIAS, C. T. S. Efeito do uso de polímero hidroretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 12, único, 2001.

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

OLIVEIRA, R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 8, n. 1, Abr. 2004.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.

PÉREZ, J. F. M. et al. Sistema de manejo para a candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish, a opção do sistema de corte seletivo. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 257-273, jul./dez. 2004.

PIEVE, L. M. et al. Uso de polímero hidrorretentor na implantação de cafeeiros. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 314-323, jul./set. 2013.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

RAMOS, J. G. A.; DIAS, H. C. T. escoamento superficial de água de chuva no cultivo do eucalipto. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO. 1., 2007, Taubaté. **Anais...** Taubaté: IPABHi, 2007. p. 363-365.

RODRIGUES, S. B. S. **Análise do uso de água em unidades de produção de mudas de eucalipto**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2007.

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* em dois solos diferentes. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, jul./set. 2009.

SARVAŠ, M.; PAVLENDÁ, P.; TAKÁČOVÁ, E. Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations, **J. FOR. SCI.**, Praga, v. 53, n. 5, p. 204-209, 2007.

SCOLFORO, J. R. S. et al. **Manejo sustentável da candeia** *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*: relatório técnico científico. Lavras: UFLA, 2002. 350 p.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; DAVIDE, A. C. **Manejo Sustentável da candeia**: o caminhar de uma nova experiência em Minas Gerais. 1 ed. Lavras: UFLA, 2012. 329 p.

SITA, R. C. M. et al. Effect of polymers associated with N and K fertilizer sources on *Dendrothema grandiflorum* Growth and K, Ca and Mg relations. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 335-342, 2005.

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil: A historical overview and its increasing importance. **New Forests**, Amsterdam, v. 22, n. 1-2, p. 19-41, 2001.

TALHEIMER, R. et al. Mudanças de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* sob diferentes doses de polímero hidroretentor e períodos de déficit hídrico. In: SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA-CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ANIMAIS E FLORESTAIS, 10., 2010, Dois Vizinhos. **Anais... Dois Vizinhos**: UTFPR, 2010. Não paginado.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. Avaliação do crescimento e produção de clones de *Eucalyptus* submetidos a diferentes manejos de irrigação. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2007.

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

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, jun./ago. 2006.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7-16, jul. 2008.

VALDECANTOS, A. Correção do solo: Correção física - resíduos, hidrogel. In: VALLEJO, R. (Ed.). **Ferramentas e metodologias para o restauro de áreas ardidas**. Aveiro: EUFIRELAB, 2006. p. 33-35.

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

VERVLOET FILHO, R. H. **Utilização de hidroretentor em substrato semi-saturado na produção de mudas de eucalipto**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, 2011.

VICENTE, M. R. et al. Uso de gel hidroretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.9, n.º.5, p.344 - 349, 2015.

VIEIRA, G. H. S. et al. Produtividade e crescimento vegetativo do cafeeiro irrigado, na região de Viçosa-MG, primeiro ano de resultado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 2., 2002, Vitória. **Anais...** Vitória: Embrapa Café, 2002. p. 654-658.

XAVIER, A.; DA SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, San Pedro de Monte de Oca, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

**INFLUÊNCIA DO HIDROGEL NO ESTABELECIMENTO DE MUDAS
DE *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish SOB DIFERENTES
MANEJOS HÍDRICOS**

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o manejo hídrico e o uso de diferentes hidrogéis comerciais no crescimento inicial de mudas de *E. erythropappus* (candeia), conduzidas em vasos, foram testadas três diferentes marcas de hidrogéis (G1, G2 e G3) e um tratamento sem a utilização deste produto, sendo testado ainda a eficiência desses hidrogéis nas mudas sob estresse hídrico, ou tratamentos com a utilização concomitante de irrigação com água pura ou com solução aquosa com gel próprio para irrigação, até o 50º dia após o plantio. O experimento foi instalado entre abril e junho de 2015, na casa de vegetação do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, em delineamento inteiramente casualizado montado em um esquema fatorial 4x3, com cinco repetições e uma planta por parcela. Foram realizadas avaliações aos 15, 25, 40 e 55 dias, da altura e diâmetro das mudas, além de calculada a evapotranspiração diária e determinado, ao fim do experimento, o ponto de murcha permanente, a matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR). De acordo com os resultados, as mudas sob utilização dos géis G3 e o G1 apresentaram maior média de altura, já as mudas irrigadas com solução aquosa apresentaram os piores resultados em altura, assim como para o diâmetro, não sendo recomendado seu uso concomitantemente com o hidrogel de plantio. O G1 apresentou resultados satisfatórios de MSR e MSPA, e justamente com o G3 suportaram um maior período de dias em déficit hídrico, atingindo o ponto de murcha permanente quatro dias após as mudas com os tratamentos sem a presença do hidrogel ou com o hidrogel 2, podendo servir como um diferencial de utilização no campo.

Palavras-Chave: Gel hidrorretentor. Casa de vegetação. Candeia.

**HYDROGEL INFLUENCES IN *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish
ESTABLISHMENT IN DIFFERENT HYDRIC HANDLINGS**

ABSTRACT: This study's aim was to evaluate the hydric handling in three different hydrogel commercial brands during the initial growth of *E. erythropappus* (candeia) seedlings. To access this information, an experiment was conducted in plant vases, where G1, G2, G3 brands and one treatment

without hydrogel were tested. Seedlings were also tested to access the efficiency of the hydrogel in the seedling during hydric stress with pure water or water solution with irrigation gel, until the 50th day after plantation. The experiment was installed between April and July 2015 in a greenhouse at Forestry nursery of Federal University of Lavras. A completely randomized design in factorial project 4 x 3 was performed within five repetitions and one plant in each plot. Diameter and high measurements were taken in 15, 25, 40 and 55 days after plantation and at the end of the experiment the permanent wilting point, aerial (MSPA) and root (MSR) part of the plant dry content were determined. Seedlings under G3 and G1 gels were the highest ones, while water solution irrigated plants had the worst results in high and diameter, and their usage together is not recommend. G1 seedlings presented the best results in MSR and MSPA, and jointly with G3 seedling, endured the biggest hydric deficits. G1 and G3 seedlings reached the permanent wilting point four days after the seedlings without hydrogel and with G2. This can be a differential in their usage in the field.

Keywords: Hidroretentor gel. Greenhouse. Candeia.

1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola é dependente de vários fatores, tais como água, nutrientes e luz, sendo a água fator limitante para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (PAIVA et al., 2005). A maior parte dos processos fisiológicos que os vegetais realizam está ligada direta ou indiretamente ao recurso hídrico. A água é o principal constituinte das células vegetais, podendo chegar a 95% do peso total, participando dos processos físicos, químicos e biológicos essenciais para seu desenvolvimento (GARCIA et al., 2010).

Na vida das plantas, a água exerce importante papel, no qual um pequeno desequilíbrio no seu fluxo pode causar déficits hídricos e mau funcionamento em diversos processos celulares dos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Conforme Sant'Anna (2009), o estresse por déficit hídrico pode ser produzido, tanto pela perda de água na transpiração em relação à absorção que é feita pelas raízes, quanto pela deficiência de água no solo, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e por características da própria planta. Na prática, de acordo com Albuquerque Filho et al. (2009), a eficiência do uso da água é uma medida oportuna para avaliar o desempenho técnico de um polímero, visto que um aumento nessa eficiência é frequentemente uma indicação de que as perdas de água do conjunto solo-polímero estão sendo reduzidas.

Quando sujeitas ao déficit hídrico, as plantas manifestam diversas respostas morfofisiológicas, uma vez que não existe apenas uma variável indicativa de tolerância à seca, variando ainda de cultivar, clone, período de exposição, fatores edáficos, entre outros. Essas reações da planta resultam, de forma indireta, na conservação da água no solo (NASCIMENTO et al., 2011; SANTOS; CARLESSO, 1998).

Assim sendo, diferentes parâmetros têm sido estudados para avaliar a resposta das espécies vegetais ao estresse hídrico. Dentre eles, destaca-se as variáveis morfológicas, como por exemplo, a altura e o diâmetro das plantas, pela facilidade de medição e uso difundido, como importantes descritoras de florestas nativas ou implantadas em todo o mundo. Parâmetros fisiológicos, como a condutância estomática e a transpiração também podem ser usados (NOGUEIRA et al., 2001; SARZI; VILLAS BÔAS; SILVA, 2008; PEREIRA et al., 2010).

Além de afetar as relações hídricas nas plantas, o déficit hídrico é um fenômeno recorrente em diversas e grandes extensões de áreas cultivadas do território brasileiro, sendo um grande limitador da expansão agrícola (NOGUEIRA et al., 2001).

Considerando a atual preocupação mundial com a escassez dos recursos hídricos e o alto custo da irrigação em determinadas situações, a busca pelo aumento da eficiência no uso da água pelas culturas tem sido motivo de preocupação pela pesquisa, extensão e produtores rurais, uma vez que este componente da produção ocupa parcela considerável nos custos (ROZA, 2010).

A fim de reduzir os custos e aumentar a produtividade, têm surgido diversas pesquisas visando ganhos potenciais no processo de produção agrícola. Diante disso, destaca-se entre as tecnologias que visam o fornecimento de água para as culturas, o uso de condicionadores do solo, também conhecidos como hidrogel, que são definidos como redes poliméricas tridimensionais que podem reter quantidade significativa de água para dentro de sua estrutura e posterior liberação, que, tem sido amplamente utilizado na agricultura (FERREIRA et al. 2014; LIANG; LIU; WU, 2007).

Scolforo, Oliveira e Davide (2012) afirmam que o hidrogel é um produto promissor, porém são necessárias novas pesquisas a respeito de sua utilização em mudas da espécie *Eremanthus erythropappus*.

Portanto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o manejo hídrico e o uso de diferentes tipos de hidrogel no crescimento inicial de mudas de *E. erythropappus* (candeia), conduzidas em vasos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na casa de vegetação do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras – UFLA, entre abril e junho de 2015, com o plantio de mudas de candeia em vasos.

As condições microclimáticas dentro da casa de vegetação foram monitoradas e os dados armazenados durante o período experimental, por meio de um Termohigrógrafo datalogger com sensor combinado de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR, %).

2.2 Instalação e condução do experimento

Após as mudas estarem em um desenvolvimento adequado para o plantio a campo, com altura entre 25 a 40 cm e diâmetro do coleto com aproximadamente 5 mm, foi realizada a transferência para os vasos contendo solo puro. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa.

A fim de simular uma condição de campo, foram usados vasos de polietileno com 5 L de capacidade, utilizando 4 kg do solo seco, previamente peneirado em malha de 4 mm. No fundo dos vasos foi colocada uma tela com o intuito de evitar a perda de solo pelos orifícios de drenagem.

Com a intenção de verificar a resposta de diferentes tipos de hidrogéis de plantio quanto à capacidade de reter água no solo, foram testadas três tipos e um tratamento sem a utilização deste produto.

De acordo com informações obtidas com os fabricantes dos hidrogéis de plantio utilizados neste experimento, todos os produtos são à base de potássio, e considerados copolímeros superabsorventes de poliacrilato, considerado por Bezerra et al. (2007), juntamente com os hidrogéis à base de acrilamida, os mais comercializados no Brasil.

Como forma de melhor caracterizar os três hidrogéis, foram realizados testes de intumescimento em que os hidrogéis apresentaram um equilíbrio de absorção em 150, 175 e 350 vezes seu peso em água destilada, respectivamente para os hidrogéis de plantio G1, G3 e G2. Além disso, foram medidas a

condutividade elétrica (CE), o pH dos produtos e um teste de retenção de água (Tabela 1).

Para o teste de retenção de água dissolveu-se 1 g do hidrogel em 400 ml de água, que foi homogeneizado e hidratado por 30 minutos para atingir sua capacidade máxima de absorção de água. Posteriormente, os hidrogéis foram filtrados com um filtro capaz de reter partículas acima de 10 micras. A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada pela equação 1.

$$CRA (\%) = \left[\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right] \times 100 \quad (1)$$

Equação 1 Capacidade de retenção de água do hidrogel

Em que, m_1 é o peso do hidrogel hidratado retido no filtro usado para separar o composto e m_2 , a parte líquida que passou pelo filtro. Por fim foi obtida a percentagem de retenção de água para cada uma das marcas de hidrogéis utilizadas.

Tabela 1 Percentual de capacidade de retenção de água (CRA), condutividade elétrica (CE) e pH dos diferentes tipos de hidrogéis utilizados

Hidrogel	CRA (%)	CE (μS/cm)	pH
G1	75,5	1040	7,37
G2	78,9	641	3,37
G3	64,0	1020	7,50

A mistura do hidrogel de plantio ao solo dos vasos foi feita de forma homogênea, antes do preenchimento dos mesmos, na quantidade de 1 g de hidrogel seco por 4 kg de solo.

Após o preenchimento dos vasos, de acordo com os tratamentos utilizados (Tabela 2), o solo foi umedecido com 700 ml de água, valor referente

à metade de água necessária para atingir os 60% da capacidade de campo, a fim de facilitar a abertura das covas.

Tabela 2 Combinação entre a aplicação de hidrogel no plantio (Fator A) e a irrigação das mudas pós-plantio (Fator B), em vasos com 4 kg de solo seco para o plantio das mudas de *Eremanthus erythropappus*

Fator A	Fator B
Sem hidrogel (SG)	Sem irrigação
Sem hidrogel (SG)	Irrigação com água pura
Sem hidrogel (SG)	Irrigação com solução de gel
Hidrogel 1 (G1)	Sem irrigação
Hidrogel 1 (G1)	Irrigação com água pura
Hidrogel 1 (G1)	Irrigação com solução de gel
Hidrogel 2 (G2)	Sem irrigação
Hidrogel 2 (G2)	Irrigação com água pura
Hidrogel 2 (G2)	Irrigação com solução de gel
Hidrogel 3 (G3)	Sem irrigação
Hidrogel 3 (G3)	Irrigação com água pura
Hidrogel 3 (G3)	Irrigação com solução de gel

Depois de o solo ter sido umedecido, foi realizada a abertura de uma cova manual no centro de cada vaso por meio de um chuçõ feito a partir de um tubete, que apresentava o mesmo tamanho do torrão da muda, para a realização do plantio. Após o plantio das mudas de candeia, os vasos de todos os tratamentos foram hidratados com o restante de água necessário para atingir 60% da capacidade de campo (700 mL), a fim de promover o aumento da área de contato do sistema radicular com o solo.

Além dos diferentes tipos de hidrogéis de plantio, foi testada ainda a eficiência desses hidrogéis nas mudas sob estresse hídrico, ou ainda com a

utilização concomitante de irrigação com água pura ou com solução aquosa com gel próprio para irrigação, até o 50º dia após o plantio.

Conforme orientações do fabricante, foi colocado 1 g de gel próprio para irrigação para cada 20 litros de água, dissolvido por 30 minutos e misturado antes de sua utilização, a fim de evitar a sua deposição no fundo do recipiente.

Neste experimento adotou-se a irrigação até 60% da capacidade de campo, calculada com base na curva de retenção de umidade do solo utilizada, sendo caracterizada por Baldo et al. (2009), como sem estresse hídrico.

As mudas mantidas a 60% da capacidade de campo foram irrigadas de três em três dias e a quantificação da água a ser aplicada foi feita a partir da pesagem dos vasos, sendo colocados em seu peso inicial (4 kg de solo + água para saturar o solo a 60% da capacidade de campo). Sua aplicação foi feita utilizando uma proveta graduada, sendo avaliado até o 50º dia de experimento, momento em que se interrompeu a irrigação e foi observado o ponto de murcha permanente das mudas dos tratamentos com algum tipo de irrigação.

Os tratamentos que receberam apenas a irrigação inicial a fim de atingir os 60% da capacidade de campo, foram avaliados até o 30º dia de experimento, devido à constatação do estado visual de murcha permanente, permanecendo nos vasos até a avaliação de matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca da raiz (MSR), ao fim do período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo montado em um esquema fatorial 4 (tipos de hidrogel) x 3 (formas de irrigação), em cinco repetições com uma planta por parcela.

2.3 Avaliações

A cada três dias foi realizada a irrigação. No entanto, a quantificação da Evapotranspiração diária (ET) foi realizada apenas aos 15, 25, 40 e 55 dias.

Como os tratamentos sem irrigação foram avaliados até o 30º dia de experimento, a ET foi quantificada apenas aos 15 e 25 dias.

Para se determinar a ET aos 15, 25, 40 e 55 dias, tomou-se como referência a metodologia utilizada por Kobayashi (1996), sendo calculada pela diferença entre o peso da avaliação anterior, dividindo-se a perda de peso acumulada da última medição por três, e o peso atual do vaso, em razão da área do vaso em metros quadrados, conforme a equação 2.

$$ET_i = \frac{P_{i-1} - P_i}{A \times 1000} \quad (2)$$

Equação 2 Evapotranspiração diária em vasos

Em que, ET_i é a chamada evapotranspiração diária (mm); P_{i-1} o peso do vaso no dia anterior; P_i (g), o peso do vaso no dia (g); e A como sendo a área do vaso (m²).

Os parâmetros morfológicos mensurados foram: a altura da parte aérea (H), mensurada a partir do nível do solo até a inserção da última folha com o auxílio de uma régua graduada; o diâmetro do coleto (DC) das mudas, que foi medido ao nível do solo com o auxílio de um paquímetro digital. Assim como na evapotranspiração, as plantas foram avaliadas para os tratamentos sem irrigação aos 15 e 25 dias, e para os demais aos 15, 25, 40 e 55 dias após o plantio nos vasos para os tratamentos com algum tipo de irrigação.

Além disso, ao fim do período experimental, foi coletada a parte aérea das mudas, seccionando-a do torrão por meio de uma tesoura, e o sistema radicular, coletado com o auxílio de peneiras com malhas de 3 a 7 mm em água corrente, evitando a desestruturação e perda das raízes. Todo o material foi colocado em sacos de papel identificados e seco em estufa (65°C durante 72 horas) e posteriormente pesados para determinar, respectivamente, a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca da raiz (MSR).

Depois da realização do plantio e submissão aos tratamentos, até o 64º dia, foram realizadas avaliações da sintomatologia do estresse hídrico nas plantas, acompanhando de forma visual, a evolução dos tratamentos quanto ao ponto de murcha permanente, por meio de registros fotográficos.

O ponto de murcha permanente foi avaliado em dois momentos distintos, sendo o primeiro para os tratamentos sem irrigação, até o 30º dia, e o segundo, com a interrupção da irrigação no restante dos tratamentos a partir do 50º dia até constatado a morte das mudas no 64º dia.

Os dados dos parâmetros morfológicos mensurados em cada avaliação foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas, quando necessárias, pelo teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Evapotranspiração diária (ET)

Na figura 1 estão apresentados os valores médios diários da temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação durante o período experimental.

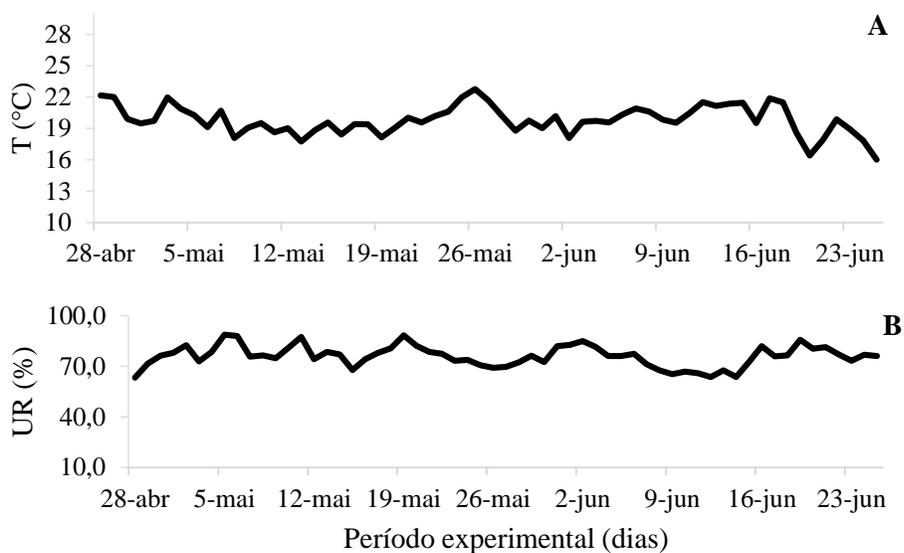


Figura 1 A - Valores médios da temperatura (T) e; B - umidade relativa do ar (UR) no interior da casa de vegetação durante o período experimental

O valor médio da temperatura variou em torno de 19,81 °C, apresentando uma máxima de 22,78 °C e mínima de 16,02 °C (Figura 1A). O valor médio de umidade relativa do ar encontrado foi de 76,0% com valores extremos, máximo de 88,7% e mínimo de 63,2% (Figura 1B). De acordo com Scolforo et al. (2002) a região de ocorrência natural da candeia apresenta a temperatura do mês mais quente variando de 22 a 30 °C, sendo a temperatura média anual entre 18 e 20 °C, o que coloca o experimento dentro de uma faixa aceitável de temperatura para condições normais de ocorrência da espécie.

Analisando os valores obtidos para a variável Evapotranspiração diária (Tabela 3), pode-se verificar que não houve interação significativa entre os tipos de irrigação usados no experimento e os diferentes hidrogéis, dentro das condições analisadas, aos 15 e 25 dias. No entanto, houve efeito significativo da forma como a irrigação foi realizada.

Tabela 3 Resumo da análise de variância para a variável evapotranspiração (mm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 15 e 25 dias após o plantio

FV ¹	GL ²	15 dias	25 dias
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	0,0287 ^{ns}	0,0196 ^{ns}
IRRIGAÇÃO (IR)	2	1,1561 [*]	10,4231 [*]
G*IR	6	0,0811 ^{ns}	0,0167 ^{ns}
Erro	48	0,0438	0,0250
CV ⁴ (%)	-	9,66	17,82
Média geral	-	2,17	0,89

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; ^{*}Significativo ao nível de 5% de significância.

Foi possível notar que a avaliação feita 15 dias após o plantio obteve uma média geral de evapotranspiração diária maior que o encontrado na avaliação feita 25 dias após o plantio. Essa condição pode ser justificada ao se observar uma queda na temperatura média de 0,71 °C na avaliação realizada aos 25 dias quando comparada com a temperatura média no período da avaliação feita 15 dias após o plantio.

Outro fator que pode ter colaborado com essa diferença de evapotranspiração diária é a redução média da umidade relativa do ar, apresentando, inclusive, na avaliação feita aos 15 dias após o plantio a menor média diária durante todo o período experimental, com 63,2%.

A falta de resultados significativos na interação pode ter ocorrido pela frequência de irrigação maior, não permitindo que o hidrogel atingisse seu potencial máximo em paridade com aqueles sem a presença do mesmo. Condição essa comprovada por Navroski et al. (2014), em que as irrigações com maior frequência, no caso, de três em três dias, não apresentaram ganhos potenciais nos tratamentos utilizando o polímero.

Já para o trabalho com café realizado por Garcia, Padilha e Dias (2011), houve uma maior evapotranspiração nos tratamentos, sejam irrigados ou não, na presença de hidrogel, nos 30 dias iniciais. Após esse período, os autores relatam que as perdas de peso de água das mudas de café não diferiram significativamente entre os tratamentos com ou sem o hidrogel.

Neste experimento, aos 15 e 25 dias, verificou-se uma tendência distinta para os tipos de irrigação utilizados, em que os tratamentos sem irrigação apresentaram uma menor média da taxa de evapotranspiração, que é justificada pela baixa disponibilidade de água ao longo do período experimental para esses tratamentos, pelo Teste Tukey 5% (Figura 2).

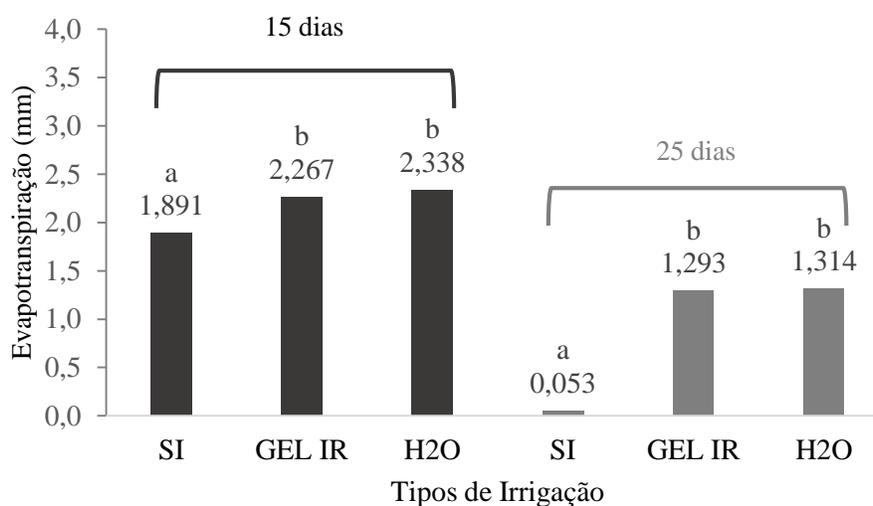


Figura 2 Evapotranspiração diária aos 15 e 25 dias em mudas de *E. erythropappus*, em função do tipo de irrigação adotado. SI – Sem Irrigação; GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água

Resultado semelhante foi encontrado por Silva (2003), afirmando que a menor perda de água pelas plantas, na presença do déficit hídrico é uma forma de defesa das plantas contra a desidratação, por meio do fechamento dos estômatos.

Já o gel próprio para irrigação não apresentou resultados superiores ao ser comparado com a utilização apenas de água na irrigação. Para algumas variáveis avaliadas, a sua presença foi inclusive prejudicial, conforme será discutido posteriormente.

Considerando apenas os tratamentos que foram irrigados, seja por água pura ou pelo gel próprio para irrigação, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados aos 40 e 55 dias após o plantio (Tabela 4).

Tabela 4 Resumo da análise de variância para a variável evapotranspiração diária (mm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 40 e 55 dias após o plantio, considerando apenas os tratamentos sob algum tipo de irrigação

FV ¹	GL ²	40 dias	55 dias
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	0,2096 ^{ns}	0,0698 ^{ns}
IRRIGAÇÃO (IR)	1	0,2235 ^{ns}	0,1613 ^{ns}
G*IR	3	0,3192 ^{ns}	0,1741 ^{ns}
Erro	32	0,1718	0,1207
CV ⁴ (%)	-	19,34	15,05
Média geral	-	2,14	2,31

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Esses resultados se assemelham ao estudo conduzido por Marques et al. (2013) com diferentes doses de hidrogel na cultura cafeeira, sustentando a questão que a umidade do solo sempre se manteve próxima da capacidade de campo.

Alves (2009), trabalhando com eucalipto e diferentes doses de hidrogel, observou que, quanto maior a concentração de polímero utilizada, maior foi a retenção de água, estando esta água menos disponível à atmosfera, o que reduziria a ET. Diante disso, é necessário realizar outros experimentos utilizando diferentes doses dos hidrogéis em condições similares a este trabalho, a fim de verificar a retenção de água em diferentes concentrações.

3.2 Parâmetros morfológicos de crescimento das mudas

De posse dos valores obtidos com a mensuração da altura das mudas de candeia, foi constatado que não houve interação significativa entre os tipos de irrigação e hidrogéis avaliados. No entanto, houve efeito significativo da forma como a irrigação foi realizada (Tabela 5).

Tabela 5 Resumo da análise de variância para a variável altura (cm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 15 e 25 dias após o plantio, sob influência de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

FV ¹	GL ²	15 dias	25 dias
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	17,4802 ^{ns}	14,6873 ^{ns}
IRRIGAÇÃO (IR)	2	44,7247*	67,9162*
G*IR	6	7,1769 ^{ns}	4,8628 ^{ns}
Erro	48	11,8133	11,7598
CV ⁴ (%)	-	10,80	10,39
Média geral	-	31,82	33,00

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Trabalhando com metodologia semelhante, Duzi (2005) encontrou resultados diferentes para *Brachiaria decumbens*, sendo observado um

crescimento inicial maior nas mudas com a incorporação do hidrogel hidratado em comparação com os tratamentos que não receberam a adição do mesmo.

Já ao analisar o efeito principal da irrigação nas mudas, pode-se constatar que a restrição hídrica afetou diretamente o crescimento das plantas aos 15 e 25 dias (Tabela 6), sendo que as mudas dos tratamentos sem irrigação apresentaram a menor média de crescimento em altura, uma vez que, segundo Taiz & Zeiger (2004), quanto menor a disponibilidade de água, maior será o efeito negativo no coeficiente de divisão celular e expansão das células, impedindo o crescimento vegetativo das plantas.

Tabela 6 Valores médios (cm) obtidos para a variável altura (H) de mudas de *E. erythropappus*, aos 15 e 25 dias após o plantio, sob diferentes tipos de irrigação

Irrigação	15 dias	25 dias
	Médias	Médias
SI	30,44 a	31,11 a
GEL IR	31,62 ab	33,12 b
H ₂ O	33,41 b	34,79 b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. SI – Sem Irrigação; GEL IR – Gel próprio para irrigação; H₂O – Irrigação com água.

Essa menor média de crescimento em altura nas mudas em tratamentos que não foram irrigados foi encontrada também por Butrinowski et al. (2013) com *Eucalyptus grandis*, em que a deficiência hídrica afetou diretamente o crescimento em altura e em diâmetro, reduzindo a expansão celular e a formação da parede celular, além de, indiretamente, ter influenciando a redução na produção de reguladores de crescimento.

Nas demais avaliações realizadas aos 40 e 55 dias após a implantação do experimento foi possível notar, considerando apenas os tratamentos irrigados,

que houve efeito significativo, tanto para o tipo de hidrogel, quanto pela irrigação utilizada no desenvolvimento em altura das mudas (Tabela 7).

Tabela 7 Resumo da análise de variância para a variável altura (cm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 40 e 55 dias após o plantio, sob influência de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

FV ¹	GL ²	40 dias	55 dias
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	35,7630*	40,4190*
IRRIGAÇÃO (IR)	1	72,3610*	67,0810*
G*IR	3	6,2230 ^{ns}	3,1937 ^{ns}
Erro	32	11,4941	11,9213
CV ⁴ (%)	-	9,32	8,83
Média geral	-	36,37	39,10

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Realizando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as diferentes marcas de hidrogel, foi observado que o hidrogel 3 proporcionou o maior ganho em altura, em ambas avaliações, principalmente quando comparado ao hidrogel 2, conforme verifica-se na Tabela 8.

Tabela 8 Valores médios (cm) para a altura (H) de mudas de *E. erythropappus*, aos 40 e 55 dias após o plantio, sob influência de diferentes marcas de hidrogel

Hidrogel	40 dias	55 dias
	Médias	Médias
G2	34,26 a	37,17 a
SG	35,61 ab	37,82 ab
G1	36,89 b	39,78 ab
G3	38,70 b	41,61 b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não foi observada influência da capacidade de retenção de água pelos hidrogéis no ganho em altura das mudas neste experimento, visto que o hidrogel 3, com menor capacidade de retenção, apresentou os maiores valores para a variável.

O hidrogel 2 apresentou a melhor capacidade de retenção de água, e essa característica pode ter influenciado negativamente e contribuído para os resultados apresentados, visto que neste experimento, foi mantida a capacidade de campo à 60% durante todo o experimento, o que pode ter ocasionado um excesso hídrico, levando a condição de hipóxia.

Analogamente, Navroski et al. (2014) testando a influência do hidrogel e diferentes frequências de irrigação, constataram que a presença do polímero hidrorretentor foi positiva em altura, quando avaliada em um intervalo maior entre as irrigações.

Relação similar foi observada por Azevedo (2000) em mudas de café, em que, apesar da redução da altura com o aumento no intervalo de irrigação, a presença do hidrogel compensou esse efeito, garantindo as maiores alturas à medida que se aumenta os níveis do hidrogel utilizado.

A partir da interpretação da Tabela 7 com o resumo da análise de variância das avaliações realizadas aos 40 e 55 dias, nota-se uma diferença significativa também para o fator tipo de irrigação utilizado (Tabela 9), em que, os valores para as mudas irrigadas com a solução aquosa de gel próprio para irrigação foram significativamente menores nas avaliações aos 40 e 55 dias, em comparação aos tratamentos utilizando apenas água.

Tabela 9 Valores médios (cm) para a altura (H) de mudas de *E. erythropappus*, aos 40 e 55 dias após o plantio, sob diferentes tipos de irrigação

Irrigação	40 dias	55 dias
	Médias	Médias
GEL IR	35,02 a	37,80 a
H2O	37,71 b	40,39 b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na coluna, não difere entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água.

A partir dos valores da análise de variância encontrados para o diâmetro do coleto (DC) das mudas (Tabela 10), para as medições realizadas aos 15 e 25 dias após a instalação do experimento, é possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos testados na primeira avaliação feita após 15 dias. Já aos 25 dias, foi observada uma interação significativa entre as marcas de hidrogéis e tipos de irrigações utilizadas (Tabela 11).

Tabela 10 Resumo da análise de variância para o diâmetro do coleto (mm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 15 e 25 dias após plantio, sob influência de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

FV ¹	GL ²	15 dias	25 dias
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	0,2551 ^{ns}	0,6093 ^{ns}
IRRIGAÇÃO (IR)	2	0,4032 ^{ns}	0,8086 ^{ns}
G*IR	6	1,1124 ^{ns}	1,9749*
Erro	48	0,5825	0,6435
CV (%) ⁴	-	14,21	14,42
Média geral	-	5,37	5,56

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Tabela 11 Valores médios (mm) para o diâmetro do coleto (DC) de mudas de *E. erythropappus*, aos 25 dias após o plantio, em função do uso de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

IRRIGAÇÃO	HIDROGEL			
	G1	G2	G3	SG
GEL IR	6,11ABa	5,54ABa	4,78Aa	6,30B b
H2O	5,89A a	5,67A a	6,10A b	5,01Aa
SI	5,38A a	4,69A a	5,83Aab	5,42Aab

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água; SI – Sem Irrigação.

A partir dos resultados encontrados, é observado um ganho em diâmetro nas mudas utilizando a solução de gel próprio para irrigação quando não utilizaram hidrogel de plantio em relação a irrigação com água pura na mesma condição.

Considerando apenas o hidrogel 3, é constatado que o mesmo apresenta uma relação inversa com o gel próprio para irrigação, em que as mudas que receberam este tipo de irrigação apresentaram os menores diâmetros.

Ainda sobre o hidrogel de plantio 3, foi possível observar o efeito significativo do hidrogel nos diferentes tipos de irrigação, apresentando as mudas irrigadas com água pura as maiores médias de diâmetro. Assim como trabalho realizado por Bernardi et al. (2012) no crescimento de mudas de *Corymbia citriodora*, via microaspersão, houve efeito positivo para altura da parte aérea e diâmetro de colo com o uso do hidrogel.

Para os demais tratamentos, as mudas com diferentes marcas de hidrogéis não foram influenciadas pela irrigação utilizando água pura ou naqueles em déficit hídrico.

Considerando apenas os tratamentos irrigados, o resumo da análise de variância (Tabela 12) mostra um efeito significativo da interação entre os fatores avaliados, aos 40 e 55 dias após o plantio.

Tabela 12 Resumo da análise de variância para o diâmetro do coleto (mm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 40 e 55 dias após o plantio, sob influência de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

FV ¹	GL ²	40 dias	55 dias
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	0,8080 ^{ns}	0,5853 ^{ns}
IRRIGAÇÃO (IR)	1	0,0040 ^{ns}	0,3572 ^{ns}
G*IR	3	3,1243*	1,7733*
Erro	32	0,6786	0,5892
CV (%) ⁴	-	13,68	11,88
Média geral	-	6,02	6,46

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Ao realizar o desdobramento da interação marcas de hidrogéis e tipos de irrigação para a variável diâmetro do coleto (DC) de mudas de *E. erythropappus* aos 40 dias de instalação, foram encontrados os valores médios pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 13).

Tabela 13 Valores médios (mm) para o diâmetro do coleto (DC) de mudas de *E. erythropappus*, aos 40 dias após o plantio, considerando apenas os tratamentos irrigados e marcas de hidrogel

IRRIGAÇÃO	HIDROGEL			
	G1	G2	G3	SG
GEL IR	6,46ABa	5,85ABa	5,15Aa	6,60B b
H2O	6,40A a	6,14A a	6,42A b	5,17Aa

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água.

O uso da solução aquosa contendo o gel próprio para irrigação nos vasos das mudas utilizando o hidrogel de plantio 3 foi o que apresentou menor média para a variável diâmetro do coleto em comparação com os tratamentos sem uso do hidrogel.

Assim como na avaliação anterior, é observada uma relação negativa no uso da solução aquosa contendo gel para irrigação e a utilização do hidrogel para plantio, principalmente o hidrogel 3. Isso pode indicar uma restrição na utilização da solução aquosa de gel para irrigação, quando utilizado hidrogel próprio para plantio. Neste trabalho, seu uso com hidrogel de plantio afetou não apenas o diâmetro, mas também a altura das mudas, observado aos 40 e 55 dias após o plantio.

Navroski et al. (2015) afirmam que o incremento em altura e diâmetro das mudas é obtido com a utilização do hidrogel e de lâminas de irrigação adequadas. Neste trabalho, a utilização da solução aquosa do gel para irrigação, que visualmente aparenta ter maior viscosidade ao ser comparado com a água pura, pode ter prejudicado a retenção de água pelo hidrogel, mascarando e até mesmo prejudicando seu efeito nas plantas.

Após quase dois meses de plantio, na avaliação realizada aos 55 dias de instalação, foi observada uma interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 12). Mais uma vez, foi possível identificar, o efeito positivo médio da utilização da solução aquosa contendo gel próprio para irrigação na ausência do hidrogel de plantio (Tabela 14).

Tabela 14 Valores médios (mm) obtidos para o diâmetro do coleto (DC) de mudas de *E. erythropappus*, aos 55 dias após o plantio, considerando apenas os tratamentos irrigados e marcas de hidrogel

IRRIGAÇÃO	HIDROGEL			
	G1	G2	G3	SG
GEL IR	6,95Aa	6,23Aa	6,06Aa	6,98Aa
H2O	6,70Aa	6,45Aa	6,67Aa	5,65A b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água.

Ao final do período experimental, foram mensuradas a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca da raiz (MSR). Em ambas variáveis foi observada uma interação significativa entre as diferentes marcas de hidrogéis e tipos de irrigações utilizadas (Tabela 15).

Tabela 15 Resumo da análise de variância para as variáveis MSPA (g) e MSR (g) de mudas de *E. erythropappus*, ao fim de 65 dias de plantio, em função de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

FV ¹	GL ²	MSPA	MSR
		QM ³	QM
HIDROGEL (G)	3	14,0207*	6,6267*
IRRIGAÇÃO (IR)	2	24,5665*	122,1123*
G*IR	6	2,8565*	2,0445*
Erro	48	0,0930	0,0615
CV ⁴ (%)		5,81	5,64
Média geral		5,25	4,40

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Pela Tabela 16, pode-se confirmar o esperado em relação aos tratamentos sem irrigação para a variável MSPA, em que são observados valores inferiores quando comparados com os demais tratamentos irrigados. Porém, analisando as marcas de hidrogéis utilizadas, obteve-se o maior valor para

aqueles tratamentos utilizando os hidrogéis 1 e 3, ao comparar com os demais tratamentos.

Tabela 16 Valores médios (g) obtidos para a variável MSPA de mudas de *E. erythropappus*, ao fim de 65 dias de plantio, em função de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

IRRIGAÇÃO	HIDROGEL			
	G1	G2	G3	SG
GEL IR	7,77B c	4,78A b	5,17A b	4,67A b
H2O	6,62C b	4,92A b	7,48D c	5,54B c
SI	4,79Ba	3,31Aa	4,44Ba	3,49Aa

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água; SI – Sem Irrigação.

Pode-se verificar também que a capacidade de retenção de água dos hidrogéis pouco tiveram relação com o aumento da parte aérea das mudas, uma vez as mudas com o hidrogel de maior capacidade de retenção de água obtiveram a menor média de MSPA, juntamente com os tratamentos sem utilização do hidrogel.

Resultados semelhantes foram encontrados por Marques, Cripa e Martinez (2013), em que mudas de café do tratamento sem hidrogel e sem irrigação apresentaram os menores valores de parte aérea, em comparação com as mudas dos demais tratamentos utilizando o produto.

Assim como as mudas dos tratamentos sem irrigação, aquelas irrigadas com água pura, na presença do hidrogel de plantio 2 e sem o uso do hidrogel de plantio atingiram os menores valores médios nessa variável, quando comparados com as mudas utilizando os hidrogéis 1 e 3.

As mudas dos tratamentos irrigados com a solução aquosa de gel próprio para irrigação apresentaram as maiores médias utilizando o hidrogel 1, o que

contraria os resultados encontrados na variável DC, em que o uso concomitante do hidrogel de plantio com a solução aquosa de gel para irrigação aos 25 e 40 dias de avaliação, foi prejudicial.

Alguns dos resultados encontrados neste trabalho são ratificados por trabalho de Souza (2014), em que, com o uso do polímero, independente da textura do solo ou nível de irrigação, foi verificado efeito significativo em diversas características, entre elas a MSPA.

O uso do hidrogel 1 mostrou-se satisfatório tanto em relação à variável MSPA, quanto para a MSR, tendo, no segundo caso, os maiores valores médios de biomassa para as mudas dos tratamentos irrigados com água pura. As mudas dos tratamentos com hidrogel 3 e sem hidrogel não apresentaram diferença significativa nos tratamentos com algum tipo de irrigação (Tabela 17).

Tabela 17 Valores médios (g) obtidos para a variável MSR de mudas de *E. erythropappus* ao fim de 65 dias de plantio, em função de diferentes tipos de irrigação e hidrogéis

IRRIGAÇÃO	HIDROGEL			
	G1	G2	G3	SG
GEL IR	6,15Cb	5,27Bb	5,52Bb	4,77Ab
H2O	7,46Cc	7,13Cc	5,39Bb	4,78Ab
SI	2,05Ba	1,33Aa	1,50Aa	1,43Aa

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). SI – Sem Irrigação; GEL IR – Gel próprio para irrigação; H2O – Irrigação com água.

Os tratamentos irrigados com a solução aquosa com gel próprio para irrigação apresentaram, assim como na variável MSPA, maior média de biomassa nas mudas com o hidrogel de plantio 1, apresentando as mudas sem utilização de hidrogel, os menores valores médios.

Para os tratamentos sem irrigação, é observado que o hidrogel de plantio 1 garantiu uma maior quantidade de raízes nas mudas de *E. erythropappus* em comparação aos demais tratamentos, o que mostra mais uma vez seu potencial de utilização.

Essa boa adaptação da variável MSR utilizando o hidrogel é também vista em trabalho realizado por Navroski et al. (2014) com eucalipto, em que os autores relatam um ganho de biomassa e uma maior presença de raízes nos tratamentos utilizando hidrogel. Já Souza (2014), em relação à matéria seca da raiz, não observou diferenças significativas no ganho de biomassa utilizando o hidrogel.

Deve-se ressaltar que o experimento foi realizado em vasos sob condições controladas, em que os tratamentos com irrigação mantiveram-se úmidos, servindo apenas como indicador do real comportamento do uso do hidrogel e diferentes manejos de irrigação em condições de campo.

3.3 Ponto de Murcha Permanente (PMP)

A partir das análises visuais realizadas durante o experimento, ilustradas por meio de registros fotográficos, foi observado ao final dos 25 dias de plantio que as plantas dos tratamentos sem irrigação estavam em estresse hídrico considerável (Figura 3). Aos 29 dias após a instalação do experimento, com folhas totalmente secas, todos os tratamentos atingiram o ponto de murcha permanente (Figura 4).



Figura 3 Avaliação da sintomatologia do estresse hídrico em plantas de *E. erythropappus* na ausência e presença de diferentes marcas de hidrogel, após 25 dias de plantio sem irrigação



Figura 4 Avaliação da sintomatologia do estresse hídrico em plantas de *E. erythropappus* na ausência e presença de diferentes marcas de hidrogel, após 29 dias de plantio sem irrigação

Dando respaldo aos resultados encontrados, Navroski et al. (2014) afirma que a irrigação, quando realizada apenas no momento do plantio, acarreta uma mortalidade muito mais precoce das mudas, visto que as mudas necessitam

de água em quantidade satisfatória para seu desenvolvimento, garantidas com as irrigações pós-plantio.

Apesar de apresentar valores médios significativamente superior de MSPA e MSR, as mudas com os hidrogéis 1 e 3 não apresentaram diferenças visuais de PMP, em relação aos demais tratamentos, nas avaliações sem irrigação.

Para os tratamentos que receberam algum tipo de irrigação, a análise de PMP só foi possível após a interrupção das irrigações, aos 50 dias após o plantio. Os primeiros sintomas de murcha surgiram sete dias após a interrupção da irrigação para as mudas dos tratamentos sem utilização de hidrogel e para o hidrogel 2, independentemente do tipo de irrigação usada, entrando em ponto de murcha permanente aos dez dias sem irrigação (Figura 5).



Figura 5 Avaliação da sintomatologia do estresse hídrico em mudas de *E. erythropappus* utilizando o hidrogel 2 (G2) e em mudas sem o uso do hidrogel (SG), aos sete (A) e dez dias (B) após a interrupção das irrigações

Já as mudas dos tratamentos que receberam o hidrogel 1 e hidrogel 3 apresentaram os primeiros sintomas de murcha no décimo dia após a interrupção das regas, atingindo seus respectivos pontos de murcha permanente, no décimo quarto dia sem irrigação (Figura 6), não havendo diferença entre os tipos de irrigação utilizados anteriormente.



Figura 6 Avaliação da sintomatologia do estresse hídrico em mudas de *E. erythropappus* utilizando o hidrogel 1 (G1) e o hidrogel 3 (G3), aos 10 (A) e 14 dias (B) após a interrupção das irrigações

Esse resultado torna-se importante, visto que os 28,6% a mais ganhos em dias sem irrigação com a presença dos hidrogéis 1 e 3, sob o ponto de vista prático, conforme ressaltado por Saad, Lopes e Santos (2009), possibilitam o retardamento de uma nova irrigação, e consequentemente, ganhos econômicos, na possibilidade de aguardar por chuvas nesse período.

4 CONCLUSÕES

As mudas apresentaram respostas diferentes aos tipos de hidrogel utilizados, no qual, a utilização do hidrogel 1 promoveu maior acúmulo de matéria seca de raiz, o que pode contribuir com o estabelecimento das mudas no campo, visto que é uma variável importante no complexo sistema solo, água e planta.

Já as mudas irrigadas com a solução aquosa contendo o gel próprio para irrigação apresentaram, em altura e diâmetro, uma resposta negativa na presença do hidrogel, não sendo recomendada sua utilização concomitantemente com o hidrogel para plantio.

As mudas com o hidrogel 1 e aquelas com o hidrogel 3 conseguiram suportar o déficit hídrico por um maior período de dias até atingir o ponto de murcha permanente, em comparação àquelas sem a presença do hidrogel e com o hidrogel 2, podendo sua utilização ser um diferencial em condições de campo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C. et al. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 671-679, 2009.

ALVES, M. E. B. **Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto.** 2009. 136 f. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

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

BALDO, R. et al. Comportamento do algodoeiro cultivar delta opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1804 -1812, 2009

BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-74, jan./mar. 2012.

BEZERRA, M. N. et al. Novos hidrogéis compostos de copolímero acrilamida-acrilato e minerais para aplicação na agricultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30. 2007. Águas de Lindóia - SP. **Anais...Águas de Lindóia: SBQ, 2007. p. 1-2.**

BUTRINOWSKI, R. T. et al. Disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em ambiente protegido. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.2, n.3, p. 84-93, 2013.

DUZI, D. M. **Efeito da adição do polímero hidroretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de *Brachiaria decumbens* CV. Basilisk, em dois diferentes substratos.** 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

FERREIRA, E. A. et al. Eficiência do hidrogel e respostas fisiológicas de mudas de cultivares apirênicas de citros sob déficit hídrico. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 158-165, abr./jun. 2014.

GARCIA, A. L. A.; PADILHA, L.; DIAS, A. S. Uso de polímero hidroretentor no plantio de cafeeiros em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 7. 2011. Araxá, **Anais...** Araxá: UFV, 2011. Não paginado.

GARCIA, G. O. et al. Qualidade da Água para Produção de Mudas de Espécies Florestais. In: _____. **Tópicos Em Ciências Florestais.** 1ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2010, v. 1, p. 107-128.

KOBAYASHI, M.K. **Determinação do índice de estresse hídrico da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio de termometria a infravermelho e do fator de disponibilidade de água no solo em lisímetro de pesagem.** 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

LIANG, R.; LIU, W.; WU, L. Controlled release NPK compound fertilizer with the function of water retention. **Reactive and Functional Polymers**, Amsterdam, v. 67, n. 9, p. 769-779, 2007.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. de M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 1-7, jan. 2013

MARQUES, H. M. C. et al. Desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2994-3002, 2013.

NASCIMENTO, S. P. et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 853-860, 2011.

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

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**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 467-476, jun. 2015.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, Campinas, v.13, n. 1, p.75-87, 2001.

PAIVA, A. S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 161-169, jan./abr. 2005.

PEREIRA, M. R. R. et al. E. Análise de crescimento em clones de Eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 98-110, janeiro-março, 2010.

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.

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* em dois solos diferentes. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, jul./set. 2009.

SANT'ANNA, H. L. S. de. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva.** 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SARZI, I.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, M. R. da. Desenvolvimento de mudas de *Tabeluia chrysotricha* em função de substratos e de soluções de fertirrigação. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 153-162, abr./jun. 2008

SCOLFORO, J. R. S. et al. **Manejo sustentável da candeia *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*: relatório técnico científico.** Lavras: UFLA, 2002. 350 p.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; DAVIDE, A. C. **Manejo Sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência em Minas Gerais.** 1 ed. Lavras: UFLA, 2012. 329 p.

SILVA, M. R. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus sp. W. (Hill ex. Maiden)*.** 2003. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

SOUZA, A. J. J. **Polímero hidro retentor no crescimento inicial de cafeeiros irrigados.** 2014. 106 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2014.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Trad. Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., 2004. 719p.

**USO DE DIFERENTES MARCAS E DOSES DE HIDROGEL NO
PLANTIO DE MUDAS DE *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish**

RESUMO: Com o intuito de avaliar a eficiência de diferentes tipos e doses de hidrogéis no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* no campo, implantou-se um experimento no dia 29 de janeiro de 2015 na zona rural do município de Aiuruoca, região sul de Minas, com três diferentes marcas de hidrogel (G1, G2 e G3), em cinco diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 kg de hidrogel, diluídos em 400 litros de água) em um delineamento do tipo blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições, onde cada parcela foi composta por nove plantas. Foram realizadas medições com 25, 95, 140, 200 e 260 dias de implantação e mensurados a taxa de sobrevivência, a altura e o diâmetro do coleto das mudas. De acordo com os resultados os tratamentos com o G1 garantiram, os maiores percentuais de sobrevivência aos 50 e 260 dias após o plantio, apresentando também uma maior média em altura e diâmetro. A dose de 2,0 quilos do hidrogel 1, diluída em 400 litros de água mostrou-se prejudicial para o crescimento em diâmetro das plantas. No período de maior déficit hídrico, aos 95 e 140 dias após o plantio, observou-se um ganho médio em diâmetro das mudas, independente da marca utilizada, com o aumento das doses.

Palavras-Chave: Gel hidrorretentor. Implantação. Candeia.

**DIFFERENT HYDROGEL BRANDS AND DOSES USAGES IN PLANTING
SEEDLINGS *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish**

ABSTRACT: To access the efficiency in different types and doses of hydrogel in the plantation of *Eremanthus erythropappus* seedlings, an experiment was conducted in the field. This study was performed in Aiuruoca municipality, South Minas Gerais State, using three different hydrogel brands (G1, G2 e G3) in five concentrations (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; and 2,0 kg hydrogel, solved in 400L of water). The experimental delineation used was casual blocks in factorial project 3 x 5, with four repetitions and nine plants in each plot. Survival rates, high and diameter measurements were taken within 25, 95, 140, 200 and 260 days of implant. G1 treatment showed the best survival rates 50 and 260 days after plantation, and also highest diameter and high. The 2kg hydrogel dose, solved in 400L of water was the less efficient to plant growth in diameter when compared

to 1,5kg dose. During the highest water deficit (95 and 140 days after plantation), there was significant increase in the medium gain in diameter of all seedlings, no matter whichever hydrogel brand used.

Keywords: Hidroretentor gel. Implantation. Candeia.

1 INTRODUÇÃO

A cobertura florestal brasileira está estimada em 463 milhões de hectares. Desses, 98% é constituído por florestas nativas. O restante é representado pelas florestas de produção, com predomínio das espécies de eucalipto e pinus, que apesar de ser uma fatia menor, apresenta eficiente participação produtiva no setor (ANDRADE et al., 2014).

Segundo Paiva et al. (2011), o elevado consumo de produtos de origem florestal tem aumentado a pressão sobre as florestas nativas, que estão sendo desmatadas sem critérios técnicos, colocando em risco a sobrevivência de diversas espécies com potencial econômico. Diante disso, os autores afirmam que a implantação de florestas é uma alternativa viável, para reduzir a pressão exercida sobre as florestas naturais.

A candeia, *Eremanthus erythropappus*, é uma espécie nativa da flora brasileira com grande ocorrência no estado de Minas Gerais. É fornecedora de diferentes produtos, como madeira para mourões e óleo essencial, além de apresentar bom desenvolvimento em solos pouco férteis e de grande altitude, servindo como uma alternativa de renda para os produtores rurais (SILVA et al., 2014).

De acordo com Rizzini (1981), a candeia apresenta vantagem em relação a cultivos agrícolas e até mesmo com outras espécies florestais em certos ambientes, devido a sua capacidade de se desenvolver em áreas consideradas

mais difíceis para implantação, como por exemplo, sítios de baixa fertilidade, solos rasos e com predomínio de campos de altitude.

À vista disso, Silva et al. (2014) apontam que, aproveitando suas especificidades e devido à necessidade em se reduzir a exploração de candeais nativos, os plantios dessa espécie surgem como uma interessante opção de cultivo florestal.

No entanto, o sucesso da implantação florestal depende de diversos fatores, edafoclimáticos e silviculturais, devendo-se ressaltar, de acordo com Jung (2013), que as plantas jovens são mais suscetíveis ao meio, e dessa maneira, a eficiência no uso da água pode ser entendida como um oportuno mecanismo evolutivo pelo qual a planta adquire maior elasticidade para enfrentar possíveis déficits hídricos.

Assim sendo, o hidrogel, polímero tridimensional hidrofílico, torna-se uma alternativa tecnológica importante, capaz de ser expandido na presença de água, disponibilizando-a de forma gradual para as culturas, minimizando os custos de produção com o replantio (MENDONÇA et al., 2013; LIANG; LIU; WU, 2007).

A preocupação atual com a racionalização dos recursos hídricos nas diferentes etapas da produção florestal tem aumentado o uso do hidrogel em diversas culturas, como, por exemplo, em plantios de eucalipto e de café, culturas em que já foi constatada uma melhoria significativa dos parâmetros de crescimento e aumento dos intervalos de irrigação (BOGARIM, 2014).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de diferentes marcas e doses de hidrogéis utilizados na implantação florestal de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e caracterização da área de estudo

O experimento foi instalado na Fazenda Guapiara, na zona rural do município de Aiuruoca, região integrante do Parque Estadual da Serra do Papagaio, no sul de Minas Gerais.

Na região de implantação do experimento, o clima, conforme classificação de Koppen é mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude com verões suaves. A precipitação média anual é de 1.400 mm, com concentração de chuva nos meses de dezembro a fevereiro, e as menores precipitações entre junho e agosto (ALVARES et al., 2013; MORI, 2008).

2.2 Instalação do experimento

O experimento foi instalado em 29 de janeiro de 2015, utilizando mudas de *Eremanthus erythropappus* com altura média de 28 cm e 3,4 mm de diâmetro, produzidas no Viveiro Florestal da Empresa CITRÓLEO Ind. Com. Óleos Essenciais Ltda., em tubetes de 110 cm³.

Antes do plantio foi feito o controle de formigas cortadeiras em toda a área e demarcado o espaçamento, num arranjo de 2,5 x 2,0 m. Após a demarcação dos locais das covas, foi feito um coroamento manual utilizando enxada, num raio de 50 cm e abertas covas com dimensões de 35 x 35 x 35 cm. Aos 15 dias antes do plantio, foram adicionados, ao substrato da cova, 200 g de calcário e 100 g de NPK 06:30:06.

Foram avaliadas três diferentes marcas de hidrogel, em cinco diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 kg de hidrogel, diluídos em 400 litros de água) (Tabela 18).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições, onde cada parcela foi composta por nove plantas.

Tabela 18 Tratamentos propostos para avaliação do efeito da aplicação de marcas de hidrogel e doses, para a implantação em campo de um povoamento de *E. erythropappus*

Hidrogel	Dose (kg de hidrogel /400 litros de água)
G1	0,0 kg
G1	0,5 kg
G1	1,0 kg
G1	1,5 kg
G1	2,0 kg
G2	0,0 kg
G2	0,5 kg
G2	1,0 kg
G2	1,5 kg
G2	2,0 kg
G3	0,0 kg
G3	0,5 kg
G3	1,0 kg
G3	1,5 kg
G3	2,0 kg

De acordo com informações obtidas com os fabricantes dos hidrogéis utilizados neste experimento, todos os produtos são à base de potássio, e considerados copolímeros superabsorventes de poliacrilato, considerado por Bezerra et al. (2007), juntamente com os hidrogéis à base de acrilamida, os mais comercializados no Brasil.

Como forma de melhor caracterizar os três hidrogéis, foram realizados testes de intumescimento em que os hidrogéis apresentaram um equilíbrio de absorção em 150, 175 e 350 vezes seu peso em água destilada, respectivamente para os hidrogéis de plantio G1, G3 e G2. Além disso, foram medidas a

condutividade elétrica (CE), o pH dos produtos e um teste de retenção de água (Tabela 19).

Para o teste de retenção de água dissolveu-se 1 g do hidrogel em 400 ml de água, que foi homogeneizado e hidratado por 30 minutos para atingir sua capacidade máxima de absorção de água. Posteriormente, os hidrogéis foram filtrados com um filtro capaz de reter partículas acima de 10 micras. A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada pela equação 3.

$$CRA (\%) = \left[\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right] \times 100 \quad (3)$$

Equação 3 Capacidade de retenção de água do hidrogel

Em que, m_1 é o peso do hidrogel hidratado retido no filtro usado para separar o composto e m_2 , a parte líquida que passou pelo filtro. Por fim foi obtida a percentagem de retenção de água para cada uma das marcas de hidrogéis utilizadas.

Tabela 19 Percentual de capacidade de retenção de água (CRA), condutividade elétrica (CE) e pH dos diferentes tipos de hidrogéis utilizados

Hidrogel	CRA (%)	CE (μS/cm)	pH
G1	75,5	1040	7,37
G2	78,9	641	3,37
G3	64,0	1020	7,50

Os hidrogéis foram hidratados por 30 minutos antes do plantio a fim de atingirem a capacidade máxima de absorção. De acordo com Buzetto, Bizon e Seixas (2002), o volume de solução contendo o hidrogel varia entre 400 e 800 ml por cova e deve ser alocado dentro da cova. Para este trabalho, foi utilizada a quantidade de 500 ml de solução com hidrogel por cova. Para os

tratamentos com 0,0 kg de hidrogel diluídos em 400 litros de água, foram aplicados 500 ml de água pura.

Após o plantio, as mudas de todos os tratamentos foram irrigadas com 500 ml de água pura, utilizando um regador, sobre a base da muda, com o intuito de garantir homogeneidade no desenvolvimento das mudas e promover o aumento da área de contato do sistema radicular com o solo, reduzindo a formação de bolsões de ar.

Diariamente, durante todo o período experimental, foi monitorada a precipitação, principal característica ambiental que poderia interferir no pegamento e desenvolvimento das mudas (Figura 1).

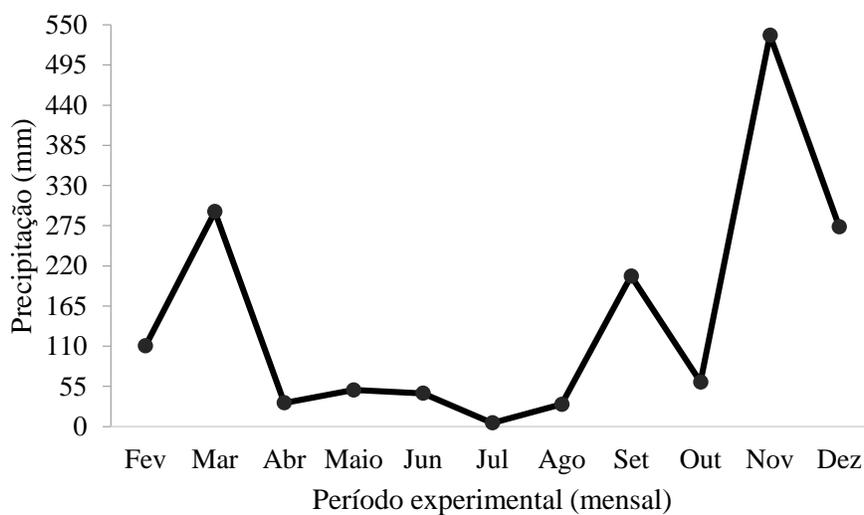


Figura 8 Precipitação total mensal (mm), durante o período experimental na fazenda Guapiara, zona rural de Aiuruoca, sul de Minas Gerais no ano de 2015

2.3 Avaliações do experimento

A primeira avaliação foi feita aos 25 dias após a implantação. As demais avaliações foram realizadas aos 50, 95, 140, 200 e 260 dias após a implantação, respectivamente nos meses de março, abril, julho, setembro e novembro de 2015.

Nessas avaliações, foram mensurados a taxa de sobrevivência das plantas, a altura das plantas (H) e o diâmetro do coleto (DC). Não houve replantio na área do experimento com o intuito de verificar a percentagem de sobrevivência de mudas, em função dos tipos e doses de hidrogel usados.

A porcentagem de sobrevivência das mudas foi obtida pela contagem das plantas vivas em cada parcela aos 25, 50 e 260 dias após o plantio. Os valores encontrados foram divididos pela quantidade total inicial de indivíduos implantados na área e multiplicados por 100. A fim de conferir normalidade aos dados, os resultados foram transformados por $\arcsen(\sqrt{x \text{ dividido por } 100})$.

A altura das mudas foi mensurada com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, tomando-se o comprimento da base do coleto da planta até a altura de inserção da última folha. O diâmetro do coleto foi avaliado com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm.

2.4 Análises estatísticas

Os dados de percentagem de sobrevivência e os parâmetros morfológicos mensurados, em cada avaliação, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), a 5% de significância ($P < 0,05$). Nos casos em que os tratamentos apresentam diferença significativa para as características avaliadas em função dos hidrogéis e ou das concentrações testadas, foram realizadas, respectivamente, os testes de médias (Tukey a 5% de significância) ou as análises de regressão e escolhido o modelo que melhor se enquadrava pelo programa computacional estatístico Sisvar versão 5.4 (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Sobrevivência

Ao analisar a sobrevivência das mudas aos 25, 50 e 260 dias após o plantio, verificou-se que não houve interação significativa em nenhuma avaliação, porém, ao analisar os efeitos principais é observada uma resposta significativa para as diferentes marcas de hidrogel nas avaliações feitas aos 50 e 260 dias após o plantio (Tabela 20).

Tabela 20 Resumo da análise de variância do percentual de sobrevivência de mudas de *E. erythropappus*, plantadas com diferentes marcas e doses de hidrogel, avaliadas aos 25, 50 e 260 dias após o plantio

FV ¹	GL ²	25 dias	50 dias	260 dias
		QM ³	QM	QM
HIDROGEL (G)	2	0,000004 ^{ns}	0,000047 [*]	0,000072 [*]
DOSES (D)	4	0,000001 ^{ns}	0,000017 ^{ns}	0,000011 ^{ns}
G*D	8	0,000004 ^{ns}	0,000022 ^{ns}	0,000020 ^{ns}
Bloco	3	0,000002	0,000007	0,000038
Erro	42	0,000002	0,000011	0,000022
CV ⁴ (%)	-	1,56	3,44	4,90
Média geral (%)	-	99,1	98,1	96,0

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; ^{*}Significativo ao nível de 5% de significância.

Após 25 dias de plantio é possível observar um déficit hídrico inicial de 12 dias, seguido por uma precipitação de apenas 6,3 mm no 13º dia (Figura 9).

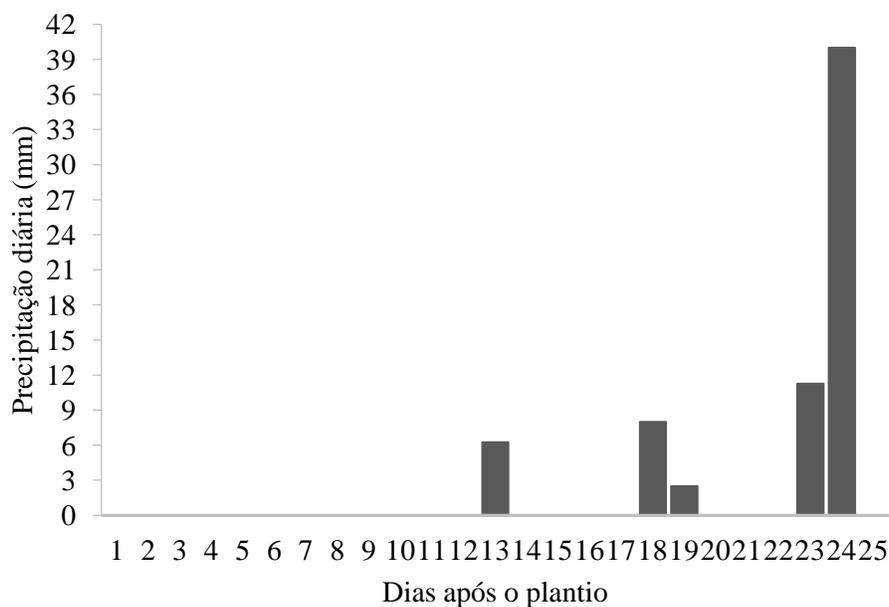


Figura 9 Precipitação diária (mm) nos primeiros 25 dias após o plantio

Mesmo com esse período de déficit hídrico inicial (Figura 9), a precipitação ocorrida em seguida mostrou ser suficiente para a manutenção da sobrevivência das mudas em campo, apresentando uma taxa de sobrevivência média alta com 99,1% entre todos os tratamentos testados após 25 dias de implantação. Considerando as diferentes marcas de hidrogel, de forma isoladas, foi observado uma taxa de sobrevivência de 100% para o hidrogel 1, enquanto para os hidrogéis de plantio 2 e 3, a taxa de sobrevivência foi de 98,3 e 98,9%, respectivamente.

Aplicando-se o teste de Tukey à 5% de significância para as diferentes marcas de hidrogel de plantio pode-se observar, nas avaliações realizadas aos 50 e 260 dias, que a taxa de sobrevivência para as mudas com o hidrogel 1 foi significativamente superior, quando comparada à daquelas com a presença do hidrogel de plantio 2 (Tabela 21).

Tabela 21 Porcentagem média de sobrevivência para mudas de *E. erythropappus*, aos 50 e 260 dias após o plantio, sob diferentes marcas de hidrogel de plantio

Tratamentos	50 dias	260 dias
	Médias	Médias
G2	96,7a	94,4a
G3	97,8ab	95,0ab
G1	100,0 b	98,3 b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Ainda que tenha ocorrido uma maior quantidade e melhor distribuição da precipitação nas semanas finais que antecederam à avaliação realizada 50 dias após a implantação (Figura 10), as mudas utilizando o hidrogel 1 conseguiram destacar-se quando comparadas com as mudas do hidrogel de plantio 2, demonstrando ser uma melhor alternativa para redução da mortalidade pós-plantio no período inicial da implantação florestal.

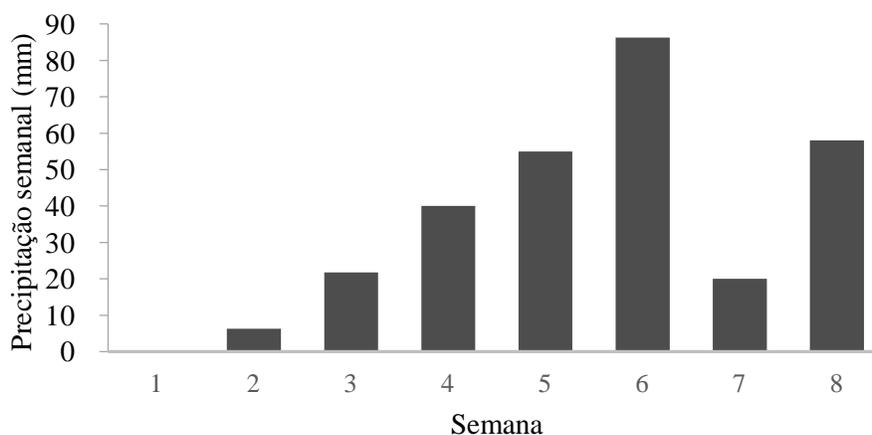


Figura 10 Precipitação semanal (mm), durante as primeiras oito semanas após o plantio das mudas de *E. erythropappus*

Conforme observado no resumo da análise de variância (Tabela 20), mostrando o percentual de sobrevivência de mudas de *E. erythropappus*, foi verificado, assim como aos 50 dias, um resultado significativo para as diferentes marcas de hidrogéis utilizadas ao final de 260 dias de experimento, apresentando uma taxa de sobrevivência média das mudas de todos os tratamentos de 96,0%.

É possível observar com esses resultados que o uso do hidrogel garantiu um alto percentual de sobrevivência, e que, as mudas utilizando o hidrogel 1 mantiveram uma taxa de sobrevivência superior, ao final do experimento, em relação às mudas usando o hidrogel 2.

Resultado similar foi encontrado por Saad, Lopes e Santos (2009), em que o uso de hidrogel não resultou em aumento da sobrevivência pós-plantio em mudas de híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, tanto em solo argiloso, quanto em solo arenoso. No entanto, os autores verificaram que o hidrogel possibilitou um aumento no intervalo de tempo entre as irrigações, o que pode gerar impactos na economia para o produtor.

Já, trabalhando com *Tectona grandis*, Tsukamoto Filho et al. (2010), verificaram que apesar de não terem encontrado diferenças significativas entre as marcas de hidrogel e intervalos de irrigação testados, o uso do hidrogel garantiu maior sobrevivência para as mudas. Assim em trabalhos realizados por Ribeiro et al. (2010) e Talheimer et al. (2010) situações em que o uso do hidrogel não apresentou ganhos significativos de crescimento, mas reduziu a taxa de mortalidade, mostrando seu potencial de utilização.

Ademais, a alta precipitação no período foi fundamental para garantir uma percentagem de sobrevivência elevada para todos os tratamentos, independente do uso ou não do hidrogel nas mudas.

Resultado semelhante foi encontrado por Souza et al. (2006) trabalhando com *Eucalyptus urophylla*, *Cedrela odorata*, *Schinus terebinthifolius* e *Acacia*

holosericea, levadas a campo com diferentes adubações e uso do hidrogel, em que as mudas utilizando o hidrogel não apresentaram desempenho superior que as demais sem o produto, ocorrido provavelmente em função do plantio na época chuvosa, que garantiu acesso à água de forma semelhante para todos os tratamentos.

Por fim, ainda que a dose não tenha influenciado na sobrevivência das mudas, possivelmente devido às características próprias de adaptação da espécie às condições edafoclimáticas estabelecidas, a alta taxa de sobrevivência encontrada neste trabalho, principalmente nas mudas com hidrogel 1, aliadas a uma boa precipitação nas oito semanas iniciais, mostram que o uso do hidrogel se faz uma alternativa interessante para reduzir o replantio de mudas no período de pós-plantio.

3.2 Parâmetros morfológicos de crescimento das mudas

Com base nos dados, pode-se verificar que não houve interação significativa para a variável altura (H) entre as marcas de hidrogéis utilizados e suas diferentes concentrações em nenhuma das avaliações realizadas após o plantio. Levando em conta apenas o efeito principal, aos 50 dias de avaliação, observa-se um efeito significativo para o fator marcas de hidrogel utilizado (Tabela 22).

Em condições de elevada precipitação, conforme observado neste trabalho, com cerca de 110 mm em fevereiro e 294 mm em março, e apresentando nos meses finais de avaliação, setembro, outubro e novembro, um montante de 802 mm, o hidrogel de plantio não contribuiu significativamente com o ganho em altura para mudas de *E. erythropappus*.

Tabela 22 Resumo da análise de variância para a variável Altura (cm) de mudas de *E. erythropappus*, aos 25, 50, 95, 140, 200 e 260 dias após o plantio, em função de diferentes marcas e concentrações de hidrogel aplicado no momento do plantio

FV ¹	GL ²	25 dias	50 dias	95 dias	140 dias	200 dias	260 dias
		QM ³	QM	QM	QM	QM	QM
HIDROGEL (G)	2	5,3152 ^{ns}	47,0844 [*]	64,0184 ^{ns}	58,5240 ^{ns}	96,4795 ^{ns}	229,7710 ^{ns}
DOSES (D)	4	3,3485 ^{ns}	18,6505 ^{ns}	45,4312 ^{ns}	65,2944 ^{ns}	49,1038 ^{ns}	78,5879 ^{ns}
G*D	8	5,1435 ^{ns}	15,4186 ^{ns}	33,9182 ^{ns}	44,2235 ^{ns}	44,2624 ^{ns}	115,1896 ^{ns}
Bloco	3	14,7810	24,4742	78,2636	41,9592	34,3094	14,9681
Erro	42	3,0908	8,9874	23,3380	36,3959	61,1908	88,9345
CV ⁴ (%)	-	6,50	7,83	8,53	8,45	9,37	9,60
Média geral	-	27,04	38,27	56,66	71,38	83,52	98,19

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coefficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; ^{*}Significativo ao nível de 5% de significância

De acordo com Pieve (2012), trabalhando com café, passada a fase inicial de implantação das mudas no campo que é considerada crítica, o hidrogel não mais proporciona ganhos em relação ao crescimento das plantas. Informação essa reforçada por Bogarim (2014), que verificou que, quanto menor a disponibilidade de água, maior a importância do hidrogel no sistema, uma vez que nessas condições sua atividade é mais notável.

Os resultados das diferentes marcas de hidrogel aos 50 dias após o plantio evidenciam que as mudas com o hidrogel de plantio 1 apresentaram as maiores médias em altura, mostrando que seu uso, mesmo em condições de boa precipitação, pode gerar benefícios (Tabela 23).

Tabela 23 Valores médios (cm) obtidos para a variável altura (H) de mudas de *E. erythropappus*, aos 50 dias após o plantio, sob diferentes marcas de hidrogel

Tratamentos	Médias
G2	37,32a
G3	37,44a
G1	40,04 b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No Capítulo 2 deste trabalho, realizado com vasos em ambiente controlado, foram observados resultados semelhantes, em que as mudas utilizando os hidrogéis de plantio 1 e 3, garantiram a maior média em altura aos 40 e 55 dias de avaliação, quando comparadas com as mudas usando o hidrogel de plantio 2, que, assim como neste experimento, apresentaram as menores médias dessa variável.

Trabalhando com mudas de *E. erythropappus* e com as mesmas marcas dos hidrogéis 1 e 2 deste trabalho, além de diferentes formas de aplicação, Borges (2016) observou um valor médio superior para altura e diâmetro das

mudas de 9,29 e 11,67%, respectivamente, quando tratadas com o hidrogel de plantio 1, em relação aos resultados alcançados com o hidrogel 2. O autor sugeriu ainda a importância da escolha do hidrogel que ofereça uma melhor resposta de crescimento inicial, reduzindo os gastos silviculturais.

Em relação ao diâmetro do coleto, constatou-se uma interação significativa entre as marcas de hidrogéis utilizadas e as diferentes doses (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/400 L H₂O) aos 25 e 50 dias após o plantio. Nas demais avaliações não foi necessário realizar o desdobramento visto que não houve interação entre os fatores, sendo analisados os fatores de maneira independente. Foram observadas diferenças significativas em relação às doses dos hidrogéis nas avaliações realizadas aos 95 e 140 dias após o plantio (Tabela 24).

Tabela 24 Resumo da análise de variância para a variável diâmetro (mm) de mudas de *E. erythropappus* aos 25, 50, 95, 140, 200 e 260 dias após o plantio, em função de diferentes marcas e concentrações de hidrogel aplicado no momento do plantio

FV ¹	GL ²	25 dias	50 dias	95 dias	140 dias	200 dias	260 dias
		QM ³	QM	QM	QM	QM	QM
HIDROGEL (G)	2	0,5837*	1,0464*	0,5787 ^{ns}	1,5709 ^{ns}	0,1371 ^{ns}	2,0236 ^{ns}
DOSES (D)	4	0,1348 ^{ns}	0,4925*	0,7270*	1,2669*	0,0125 ^{ns}	2,6672 ^{ns}
G*D	8	0,2073*	0,3244*	0,3260 ^{ns}	0,4921 ^{ns}	0,5762 ^{ns}	0,7472 ^{ns}
Bloco	3	0,0728	1,1119	0,2805	0,8199	0,9260	1,6806
Erro	42	0,0883	0,1564	0,2074	0,4868	1,0241	1,2951
CV ⁴ (%)	-	8,23	6,88	6,65	8,70	10,64	11,09
Média geral	-	3,61	5,75	6,85	8,02	9,51	10,26

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

Quando realizado o desdobramento das doses nas diferentes marcas de hidrogel, é constatado que apenas as doses dentro do hidrogel 1 alcançaram resultados significativos na avaliação feita aos 25 dias. As demais marcas de hidrogel não apresentaram diferença significativa (Tabela 25).

Tabela 25 Resumo da análise do desdobramento das diferentes doses dentro das marcas de hidrogel, em mudas de *E. erythropappus* na avaliação realizada aos 25 dias após o plantio

FV¹	GL²	QM³
Dose: Hidrogel 1	4	0,3287*
Dose: Hidrogel 2	4	0,1779 ^{ns}
Dose: Hidrogel 3	4	0,0426 ^{ns}
Erro	42	0,088

¹Fonte de variação; ²Grau de liberdade; ³Quadrado médio; ^{ns}Não significativo ao nível de 5% de significância; *Significativo ao nível de 5% de significância.

A partir da análise da taxa de crescimento das mudas de candeia aos 25 dias, utilizando diferentes concentrações dos três hidrogéis testados (Figura 11), nota-se para o hidrogel 1 (G1) uma tendência quadrática do diâmetro do coleto, tendo seu máximo de crescimento em diâmetro com 4,04 mm na concentração de 1,3 quilos do gel diluídos em 400 litros de água.

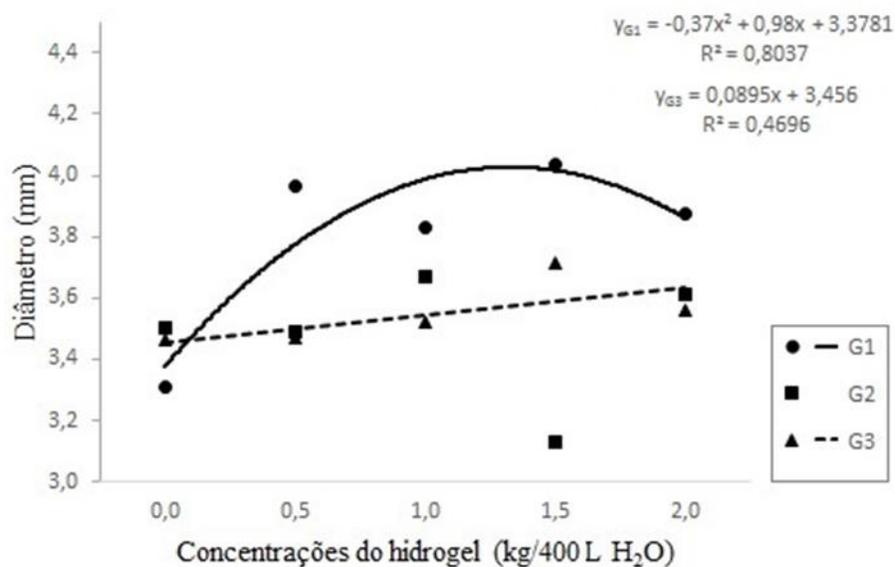


Figura 11 Diâmetro do coleto de mudas de *E. erythropappus*, aos 25 dias após o plantio, em função de concentrações de três diferentes hidrogéis de plantio

A dose acima disso reduziu o ganho em crescimento da planta, o que pode estar relacionado com a diminuição da aeração das raízes, que em decorrência da elevada precipitação no período, aumenta o acúmulo de água no sistema devido à maior quantidade de hidrogel utilizada.

Trabalhando com *Eucalyptus dunnii*, Navroski et al. (2015) também observaram esse comportamento nas mudas com as maiores doses de hidrogel, em que o excesso de água e nutrientes armazenados no substrato acarretou um menor diâmetro e altura.

Para as mudas utilizando o hidrogel 2 não foi possível encontrar uma equação de regressão que explicasse o comportamento biológico do seu crescimento em diâmetro aos 25 dias após o plantio. Já as mudas com o hidrogel 3 foi observado um comportamento linear, estando em desenvolvimento

satisfatório com o aumento da dose utilizada, porém com uma pequena taxa de acréscimo.

Assim como na avaliação realizada aos 25 dias, aos 50 dias de implantação foi constatada uma interação significativa entre os tratamentos (Tabela 24), apresentando diferenças significativas entre os hidrogéis estudados para as doses de 0,5 e 1,5 quilos de hidrogel diluídas em 400 litros de água. Para as demais doses não foram encontradas diferenças significativas entre os hidrogéis (Tabela 26).

Tabela 26 Valores médios (mm) de diâmetro do coleto (DC) das mudas de *E. erythropappus*, aos 50 dias após o plantio, em função do hidrogel testado para cada uma das doses utilizadas

HIDROGEL	DOSES (kg/400 L de H ₂ O)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
G1	5,56a	6,23 b	5,83a	6,21 b	6,12a
G2	5,48a	5,60ab	5,39a	5,36a	5,88a
G3	5,32a	5,25a	5,79a	6,22 b	5,82a

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a dose de 0,5 quilos diluída em 400 litros de água, as mudas com o hidrogel 1 apresentaram maior média de diâmetro que aquelas com hidrogel 3.

Com o aumento da dose para 1,5 quilos diluída em 400 litros de água, foram verificados os maiores diâmetros das mudas com os hidrogéis 1 e 3, quando comparadas às mudas com o hidrogel 2. Assim como na variável altura, o hidrogel 2 foi o de menor eficiência para o diâmetro do coleto na dose de 1,5 kg, mostrando não ser adequado sua utilização nessas condições para a espécie.

Diferente do Capítulo 2, em que não foram observadas diferenças significativas nos tratamentos irrigados com água pura, este experimento mostra

o efeito positivo do hidrogel, principalmente nos estágios iniciais de implantação no campo, o que pode estar ligado com o uso de solo mais arenoso.

Com relação ao diâmetro do coleto, é observada a mesma tendência quadrática ocorrida na avaliação feita aos 25 dias para o hidrogel 1, tendo neste caso, um ponto máximo de diâmetro com 6,15 mm na dose de 1,5 kg (Figura 12).

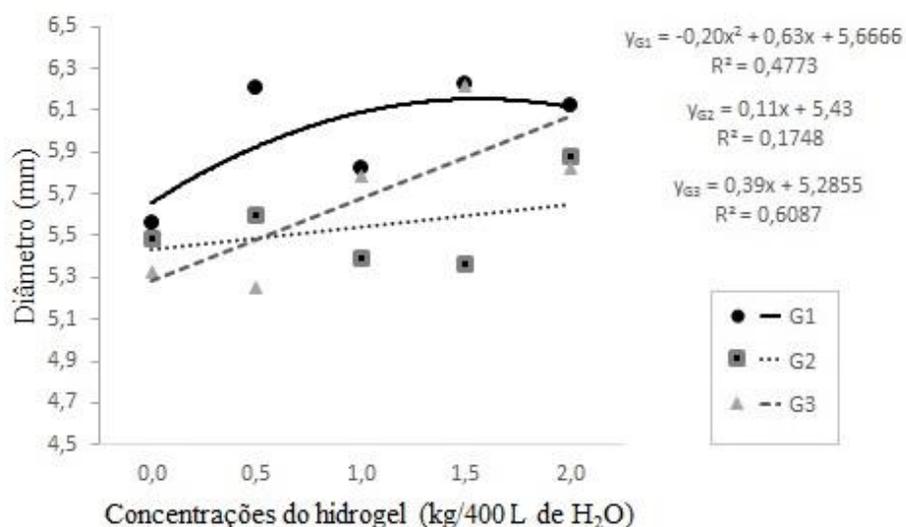


Figura 12 Diâmetro do coleto de mudas de *E. erythropappus*, aos 50 dias após o plantio, em função de concentrações de três diferentes hidrogéis de plantio

As mudas com os hidrogéis 2 e 3 apresentaram um comportamento linear, ainda que com algumas variações no hidrogel 2, estando em desenvolvimento satisfatório com o aumento da dose utilizada.

Já aos 95 e 140 dias de avaliação, foram observadas diferenças significativas no crescimento em diâmetro, apenas em função das doses de hidrogel (Figura 13).

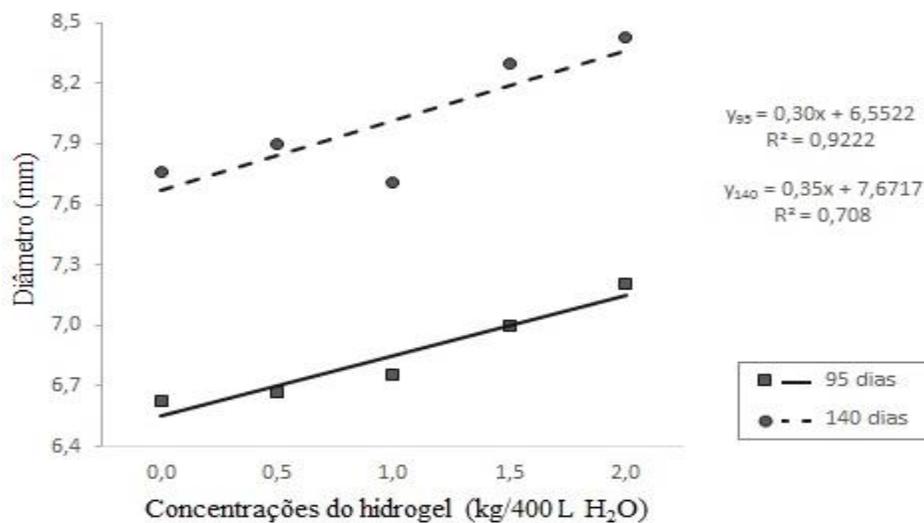


Figura 13 Diâmetro do coleto de mudas de *E. erythropappus*, A - aos 90; e B - aos 140 dias após o plantio, em função das diferentes dosagens de hidrogel utilizadas

O comportamento do diâmetro nos períodos acima avaliados foi considerado linear, e mostra que o aumento da dose utilizada, nesse período de maior déficit hídrico, com uma precipitação total de 133 mm em quatro meses, possibilitou um aumento de diâmetro das mudas nos tratamentos testados.

A partir da avaliação feita aos 200 dias após o plantio, período em que a precipitação ultrapassa a quantidade de 200 mm por mês e chega aos 535 mm no mês de novembro, as marcas de hidrogéis e as diferentes doses não interferiram no crescimento em diâmetro, visto que a água estava mais disponível para as mudas em todos os tratamentos.

Castro et al. (2014) avaliando diferentes doses e intervalos de rega em cafeeiros, constataram um crescimento em diâmetro com o aumento da dose, porém não foi encontrada diferença significativa nos diferentes intervalos de irrigação testados. Por outro lado, Zonta et al. (2009) verificaram que o uso do hidrogel não proporcionou um bom desenvolvimento das mudas de café em intervalos maiores de irrigação, independente da dosagem utilizada.

4 CONCLUSÕES

A alta precipitação ocorrida impediu que o hidrogel demonstrasse benefícios significativos em relação as doses utilizadas na sobrevivência das mudas, entretanto, a utilização do hidrogel 1 mostrou-se mais interessante, uma vez que apresentou os maiores percentuais de sobrevivência aos 50 e 260 dias após o plantio ao ser comparado com os demais.

As mudas plantadas com o hidrogel 1 apresentaram os melhores resultados em altura e diâmetro do coleto nas avaliações iniciais.

O uso do hidrogel proporcionou melhor desenvolvimento das mudas no período de déficit hídrico, apresentando no diâmetro uma resposta positiva com o aumento da dose.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, A. L. C. et al. (Org.) **Panorama Econômico do Setor Florestal**. Boletim informativo. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, v. 1, n. 1, mar. 2014.

BEZERRA, M. N. et al. Novos hidrogéis compósitos de copolímero acrilamida-acrilato e minerais para aplicação na agricultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30. 2007. Águas de Lindóia - SP. **Anais...Águas de Lindóia: SBQ, 2007. p. 1-2.**

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

BORGES, V. C. **Diferentes forma de aplicação de hidrogel na implantação de *Eremanthus eruthropappus*.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de hidrogel no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus* em pós-plantio.** Piracicaba: IPEF, 2002. 8p. (Circular Técnica, 195).

CASTRO, A. M. C. et al. Crescimento inicial de cafeeiro com uso de polímero hidrorretentor e diferentes intervalos de rega. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 465 - 471 out./dez. 2014

FERREIRA, D.F. **Programa computacional Sisvar.** UFLA, versão 5.4, 2010.

JUNG, L. H. **Irrigação no desenvolvimento inicial de dois híbridos de eucalipto.** 2013. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2013.

LIANG, R.; LIU, W.; WU, L. Controlled release NPK compound fertilizer with the function of water retention. **Reactive and Functional Polymers**, Amsterdam, v. 67, n. 9, p. 769-779, 2007.

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

MORI, C. L. S. de O. **Análise das características da madeira e do óleo essencial de Candeia – *Eremanthus erythropappus* (DC) Macleish, da Região de Aiuruoca, MG.** 2008. 104 f. Tese (Doutorado em Recursos florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. de O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 315 - 328, abr. / jun. 2015.

PAIVA, H. N. et al. **Cultivo de eucalipto: implantação e manejo.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011. 354p.

PIEVE, L. M. **Uso de polímero hidrorretentor na implantação de lavouras cafeeiras.** 2012. 70 f. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RIBEIRO, R. R. et al. Resistência ao déficit hídrico em mudas de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp. In: SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA-CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ANIMAIS E FLORESTAIS, 10., 2010. Dois Vizinhos, **Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR, 2010. Não paginado.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira.** 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 1981. 296 p.

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* em dois solos diferentes. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, jul./set. 2009.

SILVA, C. S. J. et al. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 113-122, jan./mar. 2014

SOUZA, C.A. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

TALHEIMER, R. et al. Mudanças de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunni* sob diferentes doses de polímero hidroretentor e períodos de déficit hídrico. In: SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA-CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ANIMAIS E FLORESTAIS, 10., 2010, Dois Vizinhos. **Anais... Dois Vizinhos: UTFPR**, 2010. Não paginado.

TSUKAMOTO FILHO, A. et al. Implicação de hidrogéis no crescimento inicial e sobrevivência no campo de mudas de teca (*Tectona grandis* L.f.) em diferentes intervalos de irrigação. In: **62 REUNIÃO ANUAL DA SBPC**, 2010, Natal. Ciências do mar: herança para o futuro, 2010. Não paginado.

ZONTA, J. H. et al. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **IDESIA**, Arica, v. 27, n. 3, p. 29-34, 2009.