



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSOR BARROS ARAÚJO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

VANESSA MENDES DA SILVA

POLÍMERO HIDRORRETENTOR NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE
MORINGA E SABIÁ SOB DÉFICIT HÍDRICO

PICOS-PI
2025

VANESSA MENDES DA SILVA

POLÍMERO HIDRORRETENTOR NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE
MORINGA E SABIÁ SOB DÉFICIT HÍDRICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Professor Barros Araújo, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Hermes dos Santos Vitorino

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, que me sustentou e iluminou meu caminho, dando-me a perseverança para chegar até aqui. Aos meus pais, os pilares da minha vida. Esta vitória é fruto do suor e da dedicação de vocês. É a mínima retribuição por anos de renúncias e incentivo constante. Por tudo o que sou e por tudo o que ainda serei, dedico a vocês, com todo o meu coração.

Valeu a pena? Tudo vale a pena se a alma não é pequena. (Fernando Pessoa)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela infinita força, sabedoria e luz que guiaram cada etapa desta jornada. Foi Ele quem me sustentou nos momentos de incerteza e me concedeu a coragem para seguir em frente, tornando possível a realização de um sonho que tantas vezes pareceu distante.

Aos meus amados pais, por serem o meu alicerce de amor incondicional, fé inabalável e apoio constante. Mesmo quando o caminho se mostrou árduo, vocês sempre estiveram ali, acreditando em mim e me lembrando do valor de nunca desistir. Esta conquista é essencialmente nossa, pois sem a presença e o incentivo de vocês, nada disso seria possível.

Aos meus irmãos, Vaniela e Valentim, meu profundo amor e reconhecimento. Em especial à Vaniela, que foi a primeira a acreditar neste sonho e cujo incentivo inabalável me impulsionou desde o início. A presença de vocês sempre me deu a força necessária para seguir adiante.

Aos meus avós e primos, que enriquecem minhas melhores lembranças. A vocês, minha gratidão especial por todo o suporte e acolhimento que tornaram a logística desta jornada possível. Cada gesto de carinho e apoio foi um respiro e um lembrete do valor de ter uma família que torce de verdade.

Aos amigos construídos neste percurso, por compartilharem tantas experiências e aprendizados. Em especial, à Ellen e ao Marcus, que Deus colocou em meu caminho no momento exato. Vocês são mais do que amigos; são o incentivo diário, a parceria para a vida e a prova de que a jornada, quando compartilhada com almas generosas, se torna mais leve e significativa.

Aos meus Professores, pela paciência, dedicação e por cada ensinamento valioso transmitido. Cada lição faz parte do meu crescimento e será levada comigo como parte indelével da minha história profissional.

Por fim, a todos que, de alguma forma, tornaram-se parte desta trajetória: recebam meu sincero e eterno reconhecimento.

Sumário

RESUMO..... 5

ABSTRACT..... 6

RESUMEN 7

INTRODUÇÃO 8

MATERIAL E MÉTODOS..... 10

RESULTADOS E DISCUSSÃO 13

CONCLUSÃO 16

REFERÊNCIAS..... 17

Polímero hidrorretentor no crescimento inicial de mudas de moringa e sabiá sob déficit hídrico
Water-retaining polymer in the initial growth of Moringa and Sabiá seedlings under water deficit.
Polímero retenedor de agua en el crecimiento inicial de plántulas de Moringa y Sabiá bajo déficit hídrico

RESUMO

A escassez hídrica no semiárido brasileiro compromete o desenvolvimento vegetal, tornando necessárias estratégias que aumentem a disponibilidade de água no substrato. Os polímeros hidrorretentores têm sido utilizados com essa finalidade, pois podem armazenar e liberar água gradualmente para as plantas. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do polímero hidrorretentor no crescimento inicial de *Moringa oleifera* Lam. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá), espécies nativas de elevada rusticidade e potencial para restauração florestal na região. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×2 , com três doses de hidrogel (0,0; 6,0 e 12,0 g L⁻¹ de solo) e dois níveis de disponibilidade hídrica (50 e 100% da capacidade de campo), com quatro repetições. Avaliaram-se altura, diâmetro do caule, número de folhas e massas fresca e seca da parte aérea e radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas. A ausência de resposta pode estar associada à tolerância ao déficit hídrico das espécies e ao curto período de avaliação, que pode não ter sido suficiente para evidenciar os efeitos do polímero. Conclui-se que o hidrogel não promoveu incremento no crescimento inicial das mudas nas condições avaliadas.

Palavras-chave: Semiárido. Déficit hídrico. Hidrogel. Moringa. Sabiá.

ABSTRACT

Water scarcity in the Brazilian semi-arid region compromises plant development, making it necessary to develop strategies that increase water availability in the substrate. Hydroretaining polymers have been used for this purpose, as they can store and gradually release water to plants. Thus, the objective was to evaluate the effect of a hydroretaining polymer on the initial growth of *Moringa oleifera* Lam. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá), native species with high hardiness and potential for forest restoration in the region. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 3×2 factorial scheme, with three hydrogel doses (0.0, 6.0, and 12.0 g L⁻¹ of soil) and two levels of water availability (50 and 100% of field capacity), with four replications. Height, stem diameter, number of leaves, and fresh and dry mass of the aerial and root parts were evaluated. The data were subjected to analysis of variance, and the means were compared using Tukey's test at a 5% probability level. There were no significant differences between treatments for any of the variables analyzed. The lack of response may be associated with the species' tolerance to water deficit and the short evaluation period, which may not have been sufficient to demonstrate the effects of the polymer. It is concluded that the hydrogel did not promote an increase in the initial growth of the seedlings under the evaluated conditions.

Keywords: Semi-arid. Water stress. Hydrogel. Moringa. Sabiá.

RESUMEN

La escasez hídrica en la región semiárida brasileña compromete el desarrollo de las plantas, haciendo necesario desarrollar estrategias que aumenten la disponibilidad hídrica en el sustrato. Para este fin se han utilizado polímeros hidrorretenedores, ya que pueden almacenar y liberar gradualmente agua a las plantas. Así, el objetivo fue evaluar el efecto de un polímero hidrorretenedor en el crecimiento inicial de **Moringa oleifera** Lam. y **Mimosa caesalpiniiifolia** Benth. (sabiá), especies nativas con alta rusticidad y potencial para la restauración forestal en la región. El experimento se realizó en un diseño completamente aleatorizado, en un esquema factorial 3×2 , con tres dosis de hidrogel (0,0, 6,0 y 12,0 g L⁻¹ de suelo) y dos niveles de disponibilidad hídrica (50 y 100% de la capacidad de campo), con cuatro réplicas. Se evaluaron la altura, el diámetro del tallo, el número de hojas y la masa fresca y seca de las partes aérea y radical. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad del 5%. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna de las variables analizadas. La falta de respuesta podría estar asociada a la tolerancia de la especie al déficit hídrico y al corto período de evaluación, que podría no haber sido suficiente para demostrar los efectos del polímero. Se concluye que el hidrogel no promovió un aumento del crecimiento inicial de las plántulas en las condiciones evaluadas.

Palabras clave: Semiárido. Déficit hídrico. Hidrogel. Moringa. Sabiá.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial ao desenvolvimento das plantas, participando de processos fisiológicos fundamentais como respiração, hidratação dos tecidos e transporte de nutrientes (DUARTE et al., 2018).

No semiárido brasileiro, a escassez hídrica é agravada pela irregularidade das chuvas e pela elevada taxa de evapotranspiração, compromete diretamente as atividades metabólicas e o desenvolvimento vegetal, o que limita o crescimento e o estabelecimento das espécies vegetais (TROVÃO et al., 2007; ARAÚJO, 2021; SILVA et al., 2021). O déficit hídrico, intensificado pela alta radiação solar e pela elevada taxa de evaporação, compromete diretamente as atividades metabólicas e o desenvolvimento vegetal (TROVÃO et al., 2007; ARAÚJO, 2021; SILVA et al., 2021). Segundo Silva et al. (2009), sob essas condições, as plantas desenvolvem mecanismos morfológicos e fisiológicos de adaptação para tolerar a seca.

Entre as alternativas para mitigar os efeitos da deficiência hídrica, destaca-se o uso de polímeros hidroretentores, ou hidrogeis. Esses compostos têm a capacidade de reter grandes volumes de água, liberando-a gradualmente conforme a necessidade das plantas, o que melhora a disponibilidade hídrica no solo e reduz a frequência de irrigação (DRANSKI et al., 2013). O hidrogel também favorece o enraizamento e o crescimento das mudas, reduzindo o déficit hídrico e contribuindo para a manutenção da umidade do substrato (AZEVEDO et al., 2002; VICENTE et al., 2015). Ao potencializar o desenvolvimento radicular e a absorção de água, o hidrogel pode contribuir para maior sobrevivência e crescimento das mudas durante as fases iniciais de estabelecimento, que são críticas para o sucesso dos sistemas florestais e agroflorestais (HAASE, 2008).

Diversos estudos demonstram que os polímeros hidroretentores podem melhorar características morfológicas como altura, diâmetro e biomassa seca, além de aumentar a sobrevivência de mudas no campo (BERNARDI et al., 2012; NAVROSKI et al., 2016). No entanto, a eficiência do hidrogel varia conforme a espécie, a dose e o tipo de substrato, havendo casos em que os efeitos não são significativos (SOUZA, 2014). Assim, é essencial avaliar o desempenho de espécies nativas sob diferentes condições experimentais, especialmente em ambientes de maior limitação hídrica.

Entre as espécies de maior potencial para o semiárido brasileiro destacam-se *Moringa oleífera* Lam. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá), reconhecidas pela rusticidade e elevada capacidade de adaptação a ambientes com baixa disponibilidade hídrica. A moringa apresenta rápido crescimento e múltiplos usos na alimentação humana, produção de óleo e forragem (FERREIRA et al., 2008; SIGUEMOTO, 2013; KUMAR et al., 2010; PALIWAL et al., 2011; LUQMAN et al., 2012; PANDEY et al., 2011; MARTÍN et al., 2010; SILVA et al., 2010).

Enquanto a sabiá, espécie nativa do Nordeste brasileiro, possui elevado valor ecológico e econômico, sendo empregado na recuperação de áreas degradadas, proteção do solo e produção de biomassa (LORENZI; MATOS, 2002; COSTA et al., 2004; FERREIRA et al., 2007; LORENZI, 2008; SOUZA,

2017; GUEDES et al., 2013). Além disso, ambas as espécies podem compor sistemas agroflorestais (SAFs), que se destacam como estratégias sustentáveis de produção agrícola no semiárido, promovendo melhoria do solo, conservação da biodiversidade e retorno produtivo ao agricultor (MOSQUERA-LOSADA et al., 2009; BREMAN e KESSLER, 1997; ARAÚJO et al., 2001; SCHROTH et al., 2002; TORRES et al., 2014; MONROE et al., 2016), contribuindo para maior resiliência das plantas sob déficit hídrico.

Dessa forma, a associação entre o uso de polímeros hidroretentores e o cultivo de espécies nativas adaptadas ao semiárido apresenta-se como uma estratégia promissora para mitigar os efeitos do estresse hídrico. Parte-se do pressuposto de que o uso do polímero hidroretentor ameniza os impactos da escassez de água sobre o crescimento inicial das mudas, favorecendo o estabelecimento das espécies sob condições de déficit hídrico.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do polímero hidroretentor no crescimento inicial de espécies nativas do semiárido cultivadas em vasos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no povoado Angical dos Domingos, localizado no município de Picos, Piauí, no período de junho a julho de 2025. O clima da região é classificado como BSh, conforme Köppen, caracterizando-se como semiárido, com estação seca prolongada e precipitações concentradas em poucos meses do ano, variando entre 600 e 700 mm anuais (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi conduzido com duas espécies arbóreas de interesse para o semiárido, *Moringa oleifera* Lam. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá). O delineamento experimental adotado inteiramente casualizados (DIC), em esquema fatorial 3×2 , composto por três doses do polímero hidrorretentor (0,0; 6,0 e 12,0 g L⁻¹ de solo) e dois níveis de disponibilidade hídrica (50 e 100% da capacidade de campo), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais por espécie e 48 unidades experimentais no total.

As doses de 6,0 e 12,0 g L⁻¹ foram definidas com base em estudos que utilizaram proporções semelhantes de hidrogel e observaram efeitos positivos na retenção de água no substrato e no desenvolvimento das plantas (NAVROSKI et al., 2015; GRANDIZOLI et al., 2013).

Antes da implantação, foi coletada uma amostra de solo na camada de 0–20 cm na área experimental do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), *campus* Professor Barros Araújo, em Picos-PI. O material foi encaminhado ao laboratório para caracterização química e granulométrica, conforme metodologia descrita por Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1 Resultados de análise química do solo da área experimental da Universidade Estadual do Piauí, na camada de 0-20 cm

| pH | MO | P | K | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | CTC | V | m |
|------------------|------|--------------------|-----------------------|------|------|-----|------|-------------|------|-------|-----|
| H ₂ O | g/kg | mg/dm ³ | cmol/ dm ³ | | | | | -----%----- | | | |
| 7,2 | 12,0 | 14,6 | 0,33 | 4,49 | 1,38 | 0,0 | 0,41 | 6,20 | 6,61 | 93,82 | 0,0 |

Fonte: laboratório PlantSoil, 2024.

Com base na caracterização do solo, procedeu-se à preparação do substrato, composto por 70% de solo e 30% de esterco ovino curtido. Essa proporção foi definida com base na literatura, que recomenda o uso de esterco ovino em níveis próximos a 30% (v/v), visando manter boa aeração, disponibilidade de nutrientes e condições adequadas ao crescimento radicular (FARIAS et al., 2021). Além disso, Dias et al. (2009) observaram que proporções superiores a essa podem resultar em redução no crescimento das mudas, o que reforça a escolha adotada no presente estudo.

A capacidade de vaso do substrato foi determinada conforme metodologia adaptada de Casaroli & Jong van Lier (2008). Inicialmente, os vasos contendo o substrato seco foram pesados para obtenção do peso seco (PS). Em seguida, o material foi saturado com água por 24 horas, permitindo o completo preenchimento dos poros do substrato. Após o início da drenagem natural, os vasos foram novamente pesados nos tempos de 0, 24, 36, 48, 60 e 72 horas, registrando-se a perda de água por drenagem ao longo do tempo.

A umidade gravimétrica em cada tempo (θ) foi determinada pela diferença entre o peso úmido (PU) e o peso seco (PS), conforme a Equação 1:

$$\theta = \frac{(PU - PS) \times 100}{PS}$$

(Equação 1)

A partir da estabilização da umidade ao longo das pesagens, foi identificado o teor correspondente à capacidade de vaso, que posteriormente foi utilizado como referência para o manejo hídrico nos tratamentos.

O substrato preparado foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 2,0 L, os quais foram levados ao local definitivo de condução do experimento, sob condições controladas de manejo e irrigação.

O polímero hidroretentor utilizado foi o hidrotérregal agrícola de uso comercial, incorporado ainda seco ao substrato e homogeneizado para garantir a distribuição uniforme no volume do material, conforme prática descrita por Mendes et al. (2022). As doses foram aplicadas conforme os tratamentos experimentais (0,0; 6,0 e 12,0 g L⁻¹ de solo). Após a incorporação, o substrato foi umedecido até atingir a capacidade de campo, permitindo a hidratação e expansão do hidrogel antes do plantio das mudas.

A semeadura foi realizada diretamente nos vasos, na densidade de cinco sementes por vaso, posicionadas a aproximadamente 0,5 cm de profundidade, conforme recomendação metodológica que indica que a profundidade pode influenciar diretamente a emergência das plântulas (ORZARI et al., 2013).

Após a emergência das plântulas e o estabelecimento inicial aos 15 dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, mantendo-se apenas uma plântula por vaso, selecionada com base no vigor e uniformidade, conforme metodologia empregada por Cavalcante et al. (2009).

Durante o período inicial de crescimento, as irrigações foram realizadas manualmente, de forma padronizada, aplicando-se diariamente o volume de água correspondente a 70% da capacidade de vaso previamente determinada, utilizando Becker graduado para assegurar a uniformidade entre as unidades experimentais.

Aos 30 dias após a semeadura, foi iniciado o período de déficit hídrico, com duração de oito dias, no qual os vasos foram mantidos sob dois regimes de irrigação: 50% e 100% da capacidade de campo. Essa condição teve o objetivo de simular diferentes intensidades de déficit hídrico, de forma controlada, permitindo avaliar o comportamento fisiológico e o crescimento das mudas sob limitação de água.

O monitoramento da umidade foi realizado visualmente e pelo controle da massa dos vasos, garantindo que os níveis hídricos se mantivessem dentro dos limites estabelecidos em cada tratamento.

Durante todo o período experimental, as plantas daninhas emergentes foram removidas manualmente, a fim de evitar competição por água, luz e nutrientes.

As variáveis morfológicas avaliadas compreenderam: altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). As medições de ALT, DC e NF foram realizadas aos 15, 22 e 42 dias após a emergência (DAE). A altura das plantas (ALT) foi determinada utilizando-se uma régua graduada em centímetros, tomando como referência a distância entre a base do caule, ao nível do substrato, e o ponto mais alto da parte aérea da planta. Durante as medições, as mudas foram mantidas em posição vertical, a fim de evitar curvaturas que pudessem comprometer a precisão dos resultados.

O diâmetro do caule (DC) foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital, posicionado entre 2 e 4 cm acima do nível do solo, conforme padronização experimental. O número de folhas por planta (NF) foi obtido por contagem direta das folhas completamente expandidas, desconsiderando aquelas em início de formação ou senescência.

Para a determinação das MFPA, MFR, MSPA e MSR, as plantas foram separadas em parte aérea e sistema radicular, sendo cada fração analisada individualmente. A MFPA e MFR foi pesada imediatamente após a coleta, por meio de balança analítica, no Laboratório de Biologia da UESPI. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Engenharia Agrônômica da UESPI, onde foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 48 horas, até atingirem peso constante. Após o processo de secagem, o material foi novamente pesado no Laboratório de Biologia, obtendo-se, assim, a MSPA e MSR.

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Quando identificadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a análise de variância, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com diferentes doses de polímero hidroretentor e regimes hídricos.

As diferentes doses e formas de aplicação do polímero hidroretentor não ocasionaram diferenças significativas no desenvolvimento morfológico das mudas de *Moringa oleifera* (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis morfológicas de *Moringa oleifera* Lam. submetidas a doses de polímero hidroretentor e regimes hídricos. Picos, PI, 2025.

| Fonte de variação | GL | ALT ₁ (cm) | ALT ₂ (cm) | ALT ₃ (cm) | DC ₁ (mm) | DC ₂ (mm) | DC ₃ (mm) | NF ₁ | NF ₂ | NF ₃ | MFPA (g) | MFR (g) | MSPA (g) | MSR (g) |
|--------------------|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------|---------|
| Hidrogel (H) | 2 | 1,802ns | 1,665ns | 1,214ns | 0,585ns | 0,176ns | 0,248ns | 1,516ns | 1,273ns | 0,364ns | 1,407ns | 1,432ns | 1,728ns | 1,925ns |
| Regime hídrico (R) | 1 | 0,056ns | 0,217ns | 0,187ns | 0,000ns | 0,630ns | 0,248ns | 0,121ns | 0,231ns | 0,201ns | 0,061ns | 0,073ns | 0,052ns | 0,067ns |
| H × R | 2 | 0,072ns | 0,342ns | 0,158ns | 1,756ns | 1,992ns | 0,145ns | 0,154ns | 0,222ns | 0,184ns | 0,133ns | 0,119ns | 0,097ns | 0,084ns |
| Resíduo | 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| CV (%) | — | 23,44 | 24,37 | 27,16 | 18,04 | 18,93 | 31,74 | 15,94 | 18,22 | 16,83 | 69,74 | 71,58 | 77,24 | 69,85 |

CV = coeficiente de variação; significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns = não significativo (teste F).

A ausência de resposta significativa pode estar relacionada à alta tolerância da moringa ao déficit hídrico. Vasconcelos et al. (2019) observaram que mudas de *M. oleifera* submetidas a diferentes níveis de restrição hídrica (40 a 100% da capacidade de campo) mantiveram estabilidade em altura, diâmetro e número de folhas, mesmo sob déficit moderado, devido à capacidade de regulação estomática e à conservação hídrica nos tecidos. Esses mecanismos fisiológicos reduzem as trocas gasosas sem comprometer o crescimento inicial, garantindo manutenção da turgescência celular e equilíbrio hídrico.

De forma semelhante, Hajaji et al. (2024) relatam que *M. oleifera* mantém estabilidade fisiológica sob déficit hídrico progressivo, apresentando apenas pequenas variações na assimilação de CO₂ e na transpiração. Essa plasticidade adaptativa pode explicar o porquê o polímero hidroretentor não exerceu efeito sobre a espécie, uma vez que esta já possui mecanismos próprios de tolerância à seca.

Resultados semelhantes foram relatados por Sousa et al. (2013) em *Anadenanthera peregrina* e por Felipe et al. (2015) em eucalipto, espécies que também não apresentaram incremento em altura ou diâmetro com o uso de hidrogel.

A ausência de resposta significativa ao hidrogel neste estudo pode estar relacionada ao curto período de condução do experimento, uma vez que o desempenho do polímero depende do tempo de avaliação. Navroski et al. (2016) observaram efeitos mais expressivos do hidrogel sobre altura, diâmetro e massa seca de *Eucalyptus dunnii* aos 100 dias, enquanto Bernardi et al. (2012) verificaram incrementos morfológicos em *Corymbia citriodora* apenas aos 126 dias. Além disso, o hidrogel pode manter sua atuação por até 112 dias (Neves et al., 2021), período superior ao utilizado no presente trabalho.

Somado a isso, espécies rústicas e eficientes no uso de água, como *Moringa oleifera* e *Mimosa caesalpiniiifolia*, podem apresentar menor diferença entre tratamentos nas fases iniciais do crescimento, o que reforça que estudos com maior duração podem melhor evidenciar os efeitos do polímero sob déficit hídrico.

Para *Mimosa caesalpiniiifolia*, as análises estatísticas não indicaram diferenças significativas entre os tratamentos com diferentes doses e modos de aplicação do hidrogel (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis morfológicas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (Sabiá) submetidas a doses de polímero hidroretentor e regimes hídricos. Picos, PI, 2025.

| Fonte de variação | GL | ALT ₁ (cm) | ALT ₂ (cm) | ALT ₃ (cm) | DC ₁ (mm) | DC ₂ (mm) | DC ₃ (mm) | NF ₁ | NF ₂ | NF ₃ | MFPA (g) | MFR (g) | MSPA (g) | MSR (g) |
|--------------------|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Hidrogel (H) | 2 | 0,139ns | 0,391ns | 0,248ns | 0,585ns | 0,176ns | 0,457ns | 0,364ns | 0,276ns | 0,258ns | 0,512ns | 0,132ns | 0,054ns | 0,457ns |
| Regime hídrico (R) | 1 | 0,091ns | 0,187ns | 0,193ns | 0,000ns | 0,630ns | 0,248ns | 0,091ns | 0,147ns | 0,204ns | 0,154ns | 0,154ns | 0,011ns | 0,106ns |
| H × R | 2 | 1,965ns | 1,764ns | 0,158ns | 1,756ns | 1,992ns | 0,145ns | 0,364ns | 0,218ns | 0,267ns | 1,764ns | 0,731ns | 0,105ns | 0,457ns |
| Resíduo | 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| CV (%) | — | 20,53 | 22,14 | 24,89 | 18,04 | 18,93 | 31,74 | 22,26 | 19,67 | 21,52 | 72,44 | 79,72 | 79,63 | 58,76 |

CV = coeficiente de variação; significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns = não significativo (teste F).

Esses resultados corroboram com Antas et al. (2024), que avaliaram o uso de polímero hidroabsorvente em *M. caesalpiniiifolia* e observaram ausência do efeito do hidrogel nas variáveis morfológicas, embora tenha sido verificada tendência de melhor desempenho na dose de 2,0 g L⁻¹ quanto à altura e diâmetro do colo. Os autores destacam que o crescimento radicular foi mais acentuado sem o uso do polímero, sugerindo adaptação da espécie às condições de déficit hídrico.

De forma geral, a ausência de significância nas variáveis de crescimento aéreo e radicular está relacionada à capacidade de tolerância da espécie e ao equilíbrio hídrico do substrato, que possivelmente reduziu o contraste entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram relatados por Dranski et al. (2013), que observaram que doses elevadas de hidrogel alteram a porosidade e a oxigenação do solo, comprometendo o crescimento.

Para o número de folhas, não foram observadas diferenças significativas entre as doses de hidrogel avaliadas, o que está de acordo com o comportamento esperado sob déficit hídrico, em que as plantas tendem a reduzir a emissão foliar como estratégia para minimizar a perda de água por transpiração (Taiz; Zeiger, 2009). Esses resultados contrastam com Mews et al. (2015), que verificaram incremento no número de folhas em *Handroanthus ochraceus* quando submetido a doses moderadas do polímero (2 a 4 g L⁻¹) em condições sem estresse hídrico. No estudo desses autores, as plantas foram mantidas sem condições de estresse hídrico, com irrigação diária, o que pode ter favorecido maior produção foliar.

Quanto às massas fresca e seca da parte aérea e radicular, os resultados corroboram Carvalho et al. (2013) e Marques et al. (2013), que também não observaram diferenças significativas no crescimento inicial em espécies florestais. Entretanto, Por outro lado, Pinto et al. (2015) observaram efeitos positivos apenas após 30 dias de cultivo em substrato de fibra de coco, enquanto Nascimento Neto (2017) relatou incrementos em plantas jovens sob 60 dias de avaliação, utilizando substrato enriquecido com matéria orgânica, indicando que a resposta ao hidrogel depende fortemente da disponibilidade hídrica, do tipo de substrato e do tempo de avaliação.

Portanto, no presente estudo, o polímero hidroretentor não promoveu incrementos significativos nas variáveis morfológicas avaliadas (altura, diâmetro do caule, número de folhas e massas fresca e seca da parte aérea e raiz). Esse comportamento evidencia que, nas condições adotadas, o hidrogel não foi determinante para o crescimento inicial das mudas de moringa e sabiá. Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras considerem períodos mais longos de cultivo e maior amplitude de níveis hídricos, a fim de elucidar com maior precisão como a interação entre espécie, dose e condições ambientais pode influenciar a resposta das plantas ao uso do polímero.

CONCLUSÃO

O uso do polímero hidroretentor não promove melhorias no crescimento inicial de *Moringa oleifera* e *Mimosa caesalpinifolia* sob condições de déficit hídrico testadas.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; de MORAES, G. J. L.; SPAROVEK, G. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6):711–728, 2013. <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ANTAS, R. N.; MENDONÇA, L. F. M.; SILVA, J. N.; GUIMARÃES, A. G. C.; ARAÚJO, L. M.; FREIRE, A. L. O.; MEDEIROS, J. C. G.; LUCENA, J. V. P. Production of *Mimosa caesalpinhiifolia* Benth seedlings using a water-absorbing polymer and different water regimes. *Revista Caatinga*, 37(e12314), 2024. <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3712314rc>
- ARAÚJO, E. C. INFLUÊNCIA DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE (*VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP.) FEIJÃO-DE-CORDA. *Agrarian Academy*, 8(15):72-85, 2021. DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2021A6.
- ARAÚJO, GHERMAN GARCIA L., SEVERINO G. DE ALBUQUERQUE, AND CLÓVIS GUIMARÃES FILHO. "Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semi-árido do Nordeste." SIMPOSIO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUARIOS NA AMERICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. CD-ROM., 2000. https://www.researchgate.net/profile/Araujo-De-2/publication/267968106_OPcoes_NO_USO_DE_FORRAGEIRAS_ARBUSTIVO-ARBOREAS_NA_ALIMENTACAO_ANIMAL_NO_SEMI-ARIDO_DO_NORDESTE/links/560a7df408ae840a08d568ca/OPCOES-NO-USO-DE-FORRAGEIRAS-ARBUSTIVO-ARBOREAS-NA-ALIMENTACAO-ANIMAL-NO-SEMI-ARIDO-DO-NORDESTE.pdf
- AZEVEDO, T. L. de F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. *Revista do Programa de Ciências Agroambientais*, 1(1): 23–31, 2002.
- BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, 18(1):67–74, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000100009>
- BREMAN, H.; KESSLER, J. J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi-arid regions. *European Journal of Agronomy*, v. 7, p. 25–33, 1997. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(97\)00035-X](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(97)00035-X)
- CARVALHO, RAONI PEREIRA DE; CRUZ, MARIA DO CÉU MONTEIRO; MARTINS, LARISSA MADUREIRA. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, p. 518–526, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200022>
- CASAROLI, D., & JONG VAN LIER, Q. DE. (2008). Critérios para determinação da capacidade de vaso. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, 32(1), 59–66. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100007>
- CAVALCANTE, L. F., DA SILVA, G. F., GHEYI, H. R., DIAS, T. J., ALVES, J. D. C., & DA COSTA, A. D. P. (2009). Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(4), 414-420. <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119012569007.pdf>

COSTA, G. S., FRANCO, A. A., DAMASCENO, R. N., & FARIA, S. D. (2004). Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 919-927.

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000500014>

DIAS, R., MELO, B. D., RUFINO, M. D. A., SILVEIRA, D. L., MORAIS, T. P. D., & SANTANA, D. G. D. (2009). Fontes e proporção de material orgânico para a produção de mudas de café em tubetes. *Ciência e agrotecnologia*, 33, 758-764. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300014>

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

<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500011>

DUARTE, M. M., KRATZ, D., CARVALHO, R. L. L., & NOGUEIRA, A. C. (2018). Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de angico branco. *Advances in Forestry Science*, 5(3), 375-379.

FARIAS, O. R., NOBRE, R. G., DE OLIVEIRA, F. S., DE ANDRADE SILVA, L., & DE LIMA CRUZ, J. M. F. (2021). Produção e qualidade de porta-enxertos de cajueiro-anão-precoce sob diferentes doses de esterco ovino. *Acta Biológica Catarinense*, 8(1), 35-43. <https://doi.org/10.21726/abc.v8i1.820>

FELIPE, D.; NAVROSKI, M. C.; FRIGOTTO, T.; MENEGUZZI, A.; MAZZO, M. V. Influência do hidrogel e do manejo hídrico na massa seca de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden. III Congresso Brasileiro de Eucalipto, 2015.

<https://pdfs.semanticscholar.org/bfb0/b589c3eed8f81fd809992316359fe0abea6.pdf>

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

FERREIRA, PMP, FARIAS, DF, OLIVEIRA, JTDA, & CARVALHO, ADFU (2008). Moringa oleifera: compostos bioativos e potencial nutricional. *Revista de Nutrição*, 21, 431-437.

<https://doi.org/10.1590/S1415-52732008000400007>

FERREIRA, R. L. C., LIRA JUNIOR, M. D. A., ROCHA, M. S. D., SANTOS, M. V. F. D., LIRA, M. D. A., & BARRETO, L. P. (2007). Litter dry mass and nutrient deposition and accumulation in a sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) woodlot. *Revista Árvore*, 31, 7-12.

<https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100002>

FERREIRA, R. L. C., LIRA JUNIOR, M. D. A., ROCHA, M. S. D., SANTOS, M. V. F. D., LIRA, M. D. A., & BARRETO, L. P. (2007). Litter dry mass and nutrient deposition and accumulation in a sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) woodlot. *Revista Árvore*, 31, 7-12. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100002>

GRANDIZOLI, M. T., RIBEIRO, U. V., GEANINI, P. J., & FONSECA, S. C. (2013). Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. *Water Resources and*

Irrigation Management, 2.

<https://agris.fao.org/search/en/providers/122402/records/6473916268b4c299a3f9d019>

GUEDES, R. S., ALVES, E. U., VIANA, J. S., GONÇALVES, E. P., LIMA, C. R. D., & SANTOS, S. D. R. N. D. (2013). Germinação e vigor de sementes de Apeiba tibourbou submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. *Ciência Florestal*, 23(1), 45-53.. <https://doi.org/10.5902/198050988438>

HAASE, Diane L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes*, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/106970779/2008TPNHaaseSeedlingQualityMeasurements-libre.pdf?1698415617=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTPNHaase_Seedling_Quality_Measurements.pdf&Expires=1764726136&Signature=EGIn9EiQ-24YSxZgVrASKU4KdDQVpzJTWCAcyfVuSdbJBaK9aC6H2wCZCLmFrq1MyyYABcrI8mLzcfGJa1yInm3b0Cr~52RBligs7ygf58t~PqbWYpRN3AyzxlZIhEvpsRfGcALaQRRk3IAbkQy8df1O76lH7BrxrQFFafhLvn7OVfcpvsTg6qpQX-JBOYRapJCvLJswse0yKhu0hIVWtgFt7MEyAkuCiMiw2pmz0uKdanVbr2KA1imU~b4-cS3ARoXbkjpVJGbRfndMmAj7hvmZQfSU1Jr92xW6W54hOxHrtV9iBP-OMi0aO5zpI0qnQpdNVn~L61aPoHldeVz5Eg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

HAJAJI, A. N., HEIKAL, Y. M., HAMOUDA, R. A., ABASSI, M., & AMMARI, Y. (2024). Multivariate investigation of *Moringa oleifera* morpho-physiological and biochemical traits under various water regimes. *BMC Plant Biology*, 24(1), 505. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12870-024-05040-5>

KUMAR, P.; MISHRA, D.; GHOSH, G.; PANDA, C. Medicinal uses and pharmacological properties of *Moringa oleifera*. *International Journal of Phytomedicine*. v. 2, p. 210-216, 2010. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113156821>

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p. <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/591230>

Lorenzi, H.; MATOS, F. J. Plantas medicinais no Brasil – Nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa, Instituto Plantarum, p.346-347, 2002.

LUQMAN, S.; SUCHITA, S.; RITESH, K.; ANIL, K. M.; DEBABRATA, C. Experimental Assessment of *Moringa oleifera* leaf and fruit for Its antistress, antioxidant, and scavenging potential using in vitro and in vivo assays. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. v. 2012, p. 1-12, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/519084>

MARQUES, PATRICIA ANGÉLICA ALVES; CRIPA, MARCOS ANTÔNIO DE MELO; MARTINEZ, EDUARDO HENRIQUE. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. *Ciência Rural*, v. 43, p. 1-7, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000129>

MARTÍN, C.; MOURE, A.; MARTÍN, G.; CARRILLO, E.; DOMÍNGUEZ, H.; PARAJÓ, J. C. Fractional characterisation of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. *Biomass and Bioenergy*. v. 34, n. 4, p. 533-538, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.12.019>

- MENDES, M. K. S., DE MEDEIROS MENDONÇA, L. F., RIBEIRO, I. R., DE MORAIS, G. V., SILVA, V. F., & CUNHA, M. D. C. L. (2022). Hidrogel em substrato na produção de mudas de angico sob diferentes regimes hídricos. *AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO*, 18(1), 22-28. <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/1321/pdf>
- MEWS, C. L., LUDUVICO DE SOUSA, J. R., AZEVEDO, G. T. D. O. S., & SOUZA, A. M. (2015). Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. *Floresta e Ambiente*, 22(1), 107-116. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.080814>
- MONROE, P. H. M., GAMA-RODRIGUES, E. F., GAMA-RODRIGUES, A. C., & MARQUES, J. R. B. (2016). Soil carbon stocks and origin under different cacao agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221, 99-108. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.022>
- MOSQUERA-LOSADA, M. R., MCADAM, J. H., ROMERO-FRANCO, R., SANTIAGO-FREIJANES, J. J., & RIGUEIRO-RODRÓGUEZ, A. (2009). Definitions and components of agroforestry practices in Europe. In *Agroforestry in Europe: current status and future prospects* (pp. 3-19). Dordrecht: Springer Netherlands. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8272-6_1
- NASCIMENTO NETO, E. C. Morfofisiologia de mamoeiro sob frequência de irrigação com água salina, em substrato com hidrogel. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB: UFPB/CCA, 2017. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/4335>
- NAVROSKI, M. C., NICOLETTI, M. F., LOVATEL, Q. C., DE OLIVEIRA PEREIRA, M., TONETT, E. L., MAZZO, M. V., ... & FELIPPE, D. (2016). Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Agrarian*, 9(31), 26-33. <https://ojs.ufgd.edu.br/agrarian/article/view/3160/3634>
- NAVROSKI, M. C., ARAUJO, M. M., FIOR, C. S., CUNHA, F. D. S., BERGHETTI, Á. L. P., & PEREIRA, M. D. O. (2015). Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Scientia Forestalis. Piracicaba. Vol. 43, n. 106 (jun. 2015), p. 467-476*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/125368/records/676441286784547a43e31f70>
- NEVES, O. S. C.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. Retenção de água em substratos com hidrogel: influência das características do material e nível de adubação. *Ciência Florestal*, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 1751–1767, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509843240>
- ORZARI, I., MONQUERO, P. A., REIS, F. C., SABBAG, R. S., & HIRATA, A. C. S. (2013). Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. *Planta daninha*, 31, 53-61. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100006>
- PALIWAL, R.; SHARMA, V.; PRACHETA, P.; SHARMA, S.; YADAV, S.; SHARMA S. H. Antinephrotoxic effect of administration of *Moringa oleifera* Lam in amelioration of DMBA induced renal carcinogenesis in swiss albino mice. *Biology and Medicine Journal*. v. 3, n. 2, p. 27-35, 2011. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113298962>
- PANDEY, A.; PRADHEEP, K.; GUPTA, R.; NAYAR, E.; BHANDARI, D. 'Drumstick tree' (*Moringa oleifera* Lam.): a multipurpose potential species in India. *Genetic Resources and Crop Evolution*. v. 58, n. 3, p. 453–460, 2011. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-010-9629-6>
- PINTO, L. E.; SANTANA, MARCIO ROGÉRIO; GODINHO, A. M. Utilização do hidrogel na produção de mudas de pimenta Jalapeño. In: *Colloquium Agrariae*. 2015. p. 66-72.

https://web.archive.org/web/20180610111025id_/http://www.unoeste.br/site/enepe/2015/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/UTILIZA%C3%87%C3%83O%20DO%20HIDROGEL%20NA%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20MUDAS%20DE%20PIMENTA%20JALAPE%C3%91O.pdf

SCHROTH, GÖTZ; D'ANGELO SAMMYA AGRA; TEIXEIRA, WENCESLAU GERALDES; HAAG, DANIEL; LIEBEREI, REINHARD. Conversão de floresta secundária em agroflorestas e monoculturas na Amazônia: consequências para a biomassa, serapilheira e estoques de carbono do solo após 7 anos. *Ecologia e manejo florestal*, v. 163, n. 1-3, p. 131-150, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00537-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00537-0)

SIGUEMOTO, ÉRICA SAYURI. Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsomina crassifolia*) e moringa (*Moringa Oleifera*). 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.6.2013.tde-25092013-083726>

SILVA, EC, NOGUEIRA, RJ, VALE, FH, ARAÚJO, FPD, & PIMENTA, MA (2009). Alterações estomáticas induzidas por seca intermitente em quatro genótipos de umbu. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 21, 33-42. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202009000100005>

SILVA, J. P. V.; SERRA, T. M.; GOSSMAN, M.; WOLF, C. R.; MENEGHETTI, M. R.; MENEGHETTI, S. M. P. Moringa oleifera oil: Studies of characterization and biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*. v. 34, n. 10, p. 1527-1530, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.04.002>

SILVA, T. R. G., DA COSTA, M. L. A., FARIAS, L. R. A., DOS SANTOS, M. A., DE LIMA ROCHA, J. J., & SILVA, J. V. (2021). Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. *Research, Society and Development*, 10(4), e19710413817-e19710413817. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13817>

SOUSA, G. T. de O.; AZEVEDO, G. B.; SOUSA, J. R. L.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. Incorporação de polímero hidrorretor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 16, p. 1270–1278, 2013. https://www.researchgate.net/profile/Gileno-Azevedo-2/publication/283273518_INCORPORACAO_DE_POLIMERO_HIDRORETENTOR_NO_SUBSTRATO_DE_PRODUCAO_DE_MUDAS_DE_Anadenanthera_peregrina_L_SPEG/links/563007d808ae76226de005fd/INCORPORACAO-DE-POLIMERO-HIDRORETENTOR-NO-SUBSTRATO-DE-PRODUCAO-DE-MUDAS-DE-Anadenanthera-peregrina-L-SPEG.pdf

SOUZA, E.C. Germinação e vigor desementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.sob estresse hídrico e salino. 2017. 63p.Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal Rural do Semiárido, 2017. <https://bibliotecasemiarios.ufv.br/jspui/handle/123456789/2612>

SOUZA, J. R. L. Respostas de mudas de leguminosas arbóreas em viveiro à incorporação de polímeros hidrorretentores e à adubação nitrogenada de cobertura. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, 2014. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/17018>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 738–770.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.; Manual de Métodos de Análise de Solo. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017, 574p. https://www.researchgate.net/profile/Wenceslau-Teixeira/publication/267038200_Manual_de_Metodos_de_Analise_de_Solo_2a_Edicao/links/5442ea7c0cf2e6f0c0f9390d/Manual-de-Metodos-de-Analise-de-Solo-2a-Edicao.pdf

TORRES, C. M. M. E., JACOVINE, L. A. G., DE OLIVEIRA NETO, S. N., BRIANEZI, D., & ALVES, E. B. B. M. (2014). Sistemas Agroflorestais no Brasil: Uma abordagem sobre a estocagem de carbono. *Pesquisa florestal brasileira*, 34(79), 235-244.DOI: <https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.79.633>.

TROVÃO, D. M. D., FERNANDES, P. D., ANDRADE, L. A. D., & DANTAS NETO, J. (2007). Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11, 307-311.<https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300010>

VASCONCELOS, MC, COSTA, JC, SOUSA, JPS, SANTANA, FV, SOARES, TFSN, OLIVEIRA JÚNIOR, LF GD, & SILVA-MANN, R. (2019). Respostas biométricas e fisiológicas à restrição hídrica em mudas de Moringa oleifera. *Floresta e Ambiente*, 26, e20150165.<https://doi.org/10.1590/2179-8087.016515>

VICENTE, M. R., MENDES, A. A., DA SILVA, N. F., DE OLIVEIRA, F. R., MOTTA, M., & LIMA, V. O. B. (2015). Uso de gel hidrorretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, 9(5), 344-349.DOI: 10.7127/rbai.v9n500332

ANEXO

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA VERDE DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ISSN 1981-8203).

Diretrizes para Autores

ROTEIRO PARA A ELABORAÇÃO DO ARTIGO

Composição sequencial do artigo

a) Título: no máximo com 18 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula; entretanto, quando o título tiver um subtítulo, ou seja, com dois pontos (:), a primeira letra da primeira palavra do subtítulo (ao lado direito dos dois pontos) deve ser maiúscula.

b) Nome(s) do(s) autor(es):

- Deverá(ao) ser separado(s) por ponto e vírgulas (;), escrito sem abreviações, nos quais somente a primeira letra deve ser maiúscula e o último nome sendo permitido o máximo 6 autores. Na versão submetida a avaliação não deve ser identificado os autores.

- Colocar referência de nota no final do último sobrenome de cada autor para fornecer, logo abaixo, endereço institucional e E-mail:

- Em relação ao que consta na sequência de autores informada na Submissão à Revista, não serão permitidas alterações posteriores nessa sequência e nem inclusão ou exclusão de autores.

c) Resumo: no máximo com 250 palavras. Para os artigos escritos em Inglês, título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português e espanhol, vindo em ambos os casos primeiro no idioma principal.

d) Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título, separadas por pontos e com a primeira letra da primeira palavra maiúscula e o restante minúscula.

e) Título em inglês: terá a mesma normatização do título em Português ou em Espanhol, sendo itálico.

f) Abstract: no máximo com 250 palavras, devendo ser tradução fiel do Resumo.

g) Key words: terá a mesma normatização das palavras-chave.

h) Resumen: no máximo com 250 palavras, devendo ser tradução fiel do Resumo.

i) Palabras Clave: terá a mesma normatização das palavras-chave.

j) Introdução: destacar a relevância da pesquisa, inclusive através de revisão de literatura, em no máximo 2 páginas. Não devem existir, na Introdução, equações, tabelas, figuras nem texto

teórico básico sobre determinado assunto, mas, sim, sobre resultados de pesquisa. Deve constar elementos necessários que justifique a importância trabalho e no último parágrafo apresentar o(s) objetivo(s) da pesquisa.

k) Material e Métodos: deve conter informações imprescindíveis que possibilitem a repetição da pesquisa, por outros pesquisadores.

l) Resultados e Discussão: os resultados obtidos devem ser discutidos e interpretados à luz da literatura.

m) Conclusões: devem ser escritas de forma direta, sucinta e afirmativa, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se apenas nos resultados apresentados.

n) Agradecimentos (opcional)

o) Referências: O artigo submetido deve ter obrigatoriamente 75% de referências de periódicos nos últimos dez anos. Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais. Não serão aceita referências de anais de congressos. As referências de trabalhos de conclusão de curso (monografias, dissertação e teses) devem ser evitadas.

Edição do texto

a) Processador: Word for Windows

b) Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverão existir no texto palavras em negrito nem em itálico, exceto para o título em inglês, itens e subitens, que deverão ser em negrito, e os nomes científicos de espécies vegetais e animais, que deverão ser em itálico. Em equações, tabelas e figuras não deverão existir negrito. Evitar parágrafos muito longos.

c) Espaçamento: com espaço entre linhas de 1,5,

d) Parágrafo: 0,75 cm.

e) Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2 cm e esquerda e direita de 1,5 cm, no máximo de 20 páginas com números de linhas para artigos e 10 páginas numeradas para nota científica.

f) Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito, alinhados à esquerda.

g) As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão.

h) Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos).

- As tabelas e figuras com texto em fonte Times New Roman, tamanho 8-10, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas a primeira vez. Exemplos de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma única tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura em uma figura agrupada deve ser maiúscula (exemplo:

A), posicionada ao lado esquerdo superior da figura. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto, da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Inclua o título da tabela, bem como as notas na parte inferior dentro da própria Tabela, não no corpo do texto.
- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, podendo ser coloridas, mas sempre possuindo marcadores de legenda diversos. A legenda deve ficar abaixo da figura. Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Gráficos, diagramas (curvas em geral) devem vir em imagem vetorial. Quando se tratar de figuras bitmap (mapa de bit), a resolução mínima deve ser de 300 bpi. Os autores deverão primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista, boa compreensão sobre elas. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis.

Exemplos de citações no texto

As citações devem conter o sobrenome do autor, que podem vir no início ou no final. Se colocadas no início do texto, o sobrenome aparece, apenas com a primeira letra em maiúsculo.

Ex.: Segundo Chaves (2015), os baixos índices de precipitação [...]

Quando citado no final da citação, o sobrenome do autor aparece com todas as letras em maiúsculo e entre parênteses.

Ex.: Os baixos índices de precipitação (CHAVES, 2015)

Citação direta (É a transcrição textual de parte da obra do autor consultado).

a) Até três linhas

As citações de até três linhas devem ser incorporadas ao parágrafo, entre aspas duplas.

Ex.: De acordo com Alves (2015 p. 170) “as regiões semiáridas têm, como característica principal, as chuvas irregulares, variando espacialmente e de um ano para outro, variando consideravelmente, até mesmo dentro de alguns quilômetros de distância e em escalas de tempo diferentes, tornando as colheitas das culturas imprevisíveis”.

b) Com mais de três linhas

As citações com mais de três linhas devem figurar abaixo do texto, com recuo de 4 cm da margem esquerda, com letra tamanho 10, espaço simples, sem itálico, sem aspas, estilo “bloco”.

Ex.:

Os baixos índices de precipitação e a irregularidade do seu regime na região Nordeste, aliados ao contexto hidrogeológico, notadamente no semiárido brasileiro, contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica na região. A região semiárida, além dos baixos índices pluviométricos (inferiores a 900 mm), caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas durante todo ano, baixas amplitudes térmicas em termos de médias mensais (entre 2 °C e 3 °C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração (CHAVES, 2015, p. 161).

Citação Indireta (Texto criado pelo autor do artigo com base no texto do autor consultado (transcrição livre)).

Citação com mais de três autores, indica-se apenas o primeiro autor, seguido da expressão et al.

Ex.: A escassez de água potável é uma realidade em diversas regiões do mundo e no Brasil e, em muitos casos, resultante da utilização predatória dos recursos hídricos e da intensificação das atividades de caráter poluidor (CRISPIM et al., 2015).

SISTEMA DE CHAMADA

Quando ocorrer a similaridade de sobrenomes de autores, acrescentam-se as iniciais de seus prenomes; se mesmo assim existir coincidência, colocam-se os prenomes por extenso.

Ex.: (ALMEIDA, R., 2015) (ALMEIDA, P., 2015) (ALMEIDA, RICARDO, 2015) (ALMEIDA, RUI, 2015)

As citações de diversos documentos do mesmo autor, publicados num mesmo ano, são distinguidas pelo acréscimo de letras minúsculas, em ordem alfabética, após a data e sem espacejamento, conforme a lista de referências.

Ex.: Segundo Crispim (2014a), o processo de ocupação do Brasil caracterizou-se pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais.

A vegetação ciliar desempenha função considerável na ecologia e hidrologia de uma bacia hidrográfica (CRISPIM, 2014b).

As citações indiretas de diversos documentos de vários autores, mencionados simultaneamente, devem ser separadas por ponto e vírgula, em ordem alfabética.

Vários pesquisadores enfatizam que a pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, seu uso indireto (ALMEIDA, 2013; CRISPIM, 2014; SILVA, 2015).

a) Quando a citação possuir apenas um autor: Folegatti (2013) ou (FOLEGATTI, 2013).

b) Quando a citação possuir dois autores: Frizzone e Saad (2013) ou (FRIZZONE; SAAD, 2013).

c) Quando a citação possuir mais de dois autores: Botrel et al. (2013) ou (BOTREL et al., 2013).

Quando a autoria do trabalho for uma instituição/empresa, a citação deverá ser de sua sigla em letras maiúsculas. Exemplo: EMBRAPA (2013).

Referências

As bibliografias citadas no texto deverão ser dispostas na lista em ordem alfabética pelo último sobrenome do primeiro autor e em ordem cronológica crescente, e conter os nomes de todos os autores. Citações de bibliografias no prelo ou de comunicação pessoal não são aceitas na elaboração dos artigos.

A seguir, são apresentados exemplos de formatação:

a) Livros

NÃÃS, I. de A. Princípios de conforto térmico na produção animal. 1ed. São Paulo: Ícone Editora Ltda, 2010, 183p.

b) Capítulo de livros

ALMEIDA, F. de A. C.; MATOS, V. P.; CASTRO, J. R. de; DUTRA, A. S. Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: Hara, T.; ALMEIDA, F. de A. C.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. (eds.). Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. Campina Grande: Editora, 2015, p.133-188.

c) Revistas

PEREIRA, G. M.; SOARES, A. A.; ALVES, A. R.; RAMOS, M. M.; MARTINEZ, M. A. Modelo computacional para simulação das perdas de água por evaporação na irrigação por aspersão. Engenharia Agrícola, 16(3):11-26, 2015. 10.18378/rebes.v7i2.4810.

d) Dissertações e teses

DANTAS NETO, J. Modelos de decisão para otimização do padrão de cultivo em áreas irrigadas, baseados nas funções de resposta da cultura à água. Dissertação, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015, 125p.

e) Informações do Estado

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância Sanitária. Portaria nº 216, de 15 de setembro de 2004. Aprova o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 2004.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 2, de 9 de fevereiro de 2017. Diário Oficial da União, 2017. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/>> Acessado em: 10 Mai 2019.

Outras informações sobre normatização de artigos

a) Na descrição dos parâmetros e variáveis de uma equação deverá haver um traço separando o símbolo de sua descrição. A numeração de uma equação deverá estar entre parêntesis e alinhada à direita: exemplo: (1). As equações deverão ser citadas no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eqs. 3 e 4.

b) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada palavra.

c) Nos exemplos seguintes de citações no texto de valores numéricos, o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade:

10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; l/s = L s⁻¹; 27°C = 27 °C; 0,14 m³/min/m = 0,14 m³ min⁻¹ m⁻¹; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2–61,5 (deve ser junto).

A % é a única unidade que deve estar junto ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, que possuem a mesma unidade, colocar a unidade somente no último valor (Exemplos: 20 m e 40 m = 20 e 40 m; 56,1%, 82,5% e 90,2% = 56,1, 82,5 e 90,2%).

d) Quando for pertinente, deixar os valores numéricos no texto, tabelas e figuras com no máximo três casas decimais.

f) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes p