

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL – PPGEF

DANIEL PEREIRA DA SILVA FILHO

**Fertilizantes e Condicionadores de Substrato para Produção de Mudanças
de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage**

LAGES
2025

DANIEL PEREIRA DA SILVA FILHO

**Fertilizantes e Condicionadores de Substrato para Produção de Mudas
de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Florestal pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski

Coorientador: Prof. Dr. Marcos André Piedade Gama

LAGES

2025

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Silva Filho, Daniel Pereira da
Fertilizantes e Condicionadores de Substrato para
Produção de Mudanças de *Eucalyptus benthamii* Maiden &
Cambage / Daniel Pereira da Silva Filho. – 2025.
92 p.

Orientador: Marcio Carlos Navroski
Coorientador: Marcos André Piedade Gama
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal,
Lages, 2025.

1. Eucalipto subtropical. 2. Fertilizante orgânico. 3.
Fertilizante de liberação controlada. 4. Hidrogel. 5. Biocarvão.
I. Carlos Navroski, Marcio. II. André Piedade Gama, Marcos.
III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal. IV. Título.

DANIEL PEREIRA DA SILVA FILHO

**Fertilizantes e Condicionadores de Substrato para Produção de Mudas
de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Florestal pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski

Coorientador: Prof. Dr. Marcos André Piedade Gama

BANCA EXAMINADORA

Doutor Marcio Carlos Navroski
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:

Doutora Suelen Carpenedo Aimi
Universidade Federal de Santa Maria

Doutor Luiz Paulo Rauber
Universidade do Estado de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família. Especialmente à minha avó, Francisca (em memória), à minha mãe, Nancy, às minhas tias, Ana e Raimunda, à minha irmã, Renata, e às minhas primas, Camila, Élide e Érica, por todo o amor, cuidado e dedicação a mim destinados desde o dia em que nasci. Também aos “sobrinhos”, Rafael e Bianca, por existirem e serem simplesmente encantadores.

Ao meu orientador, professor Navroski, por ser incrível não apenas como Engenheiro Florestal, mas também como ser humano — e, claro, por ter relevado o fato de eu não ter enviado um e-mail de apresentação em 2023. Ao meu coorientador, professor Marcos, que foi (e continua sendo) uma das pessoas que mais contribuíram para o profissional e para a pessoa que sou hoje.

À professora Mariane, por toda a orientação, atenção e conversas ao longo desse tempo. Ao Théo, por ser a criança mais sorridente do mundo — principalmente às sextas-feiras. À professora Dênora, que sempre me apoiou e me arrancou boas risadas, presencial ou remotamente.

À dona Fátima e ao seu Wolni, por serem duas das pessoas mais gentis e dedicadas que já conheci. Obrigado por serem tão incríveis, não apenas comigo, mas com todos ao redor.

À minha amiga Juliana (Karlajuju97), por ter embarcado comigo nessa jornada rumo ao mestrado. Não foi um caminho fácil, mas teria sido muito mais difícil sem ti ao meu lado.

À minha amiga Beatriz, que decidiu me adotar no ensino médio e seguiu cuidando de mim por todos esses anos. Obrigado a ti e à tua família por sempre me acolherem de norte a sul do país.

Aos meus amigos Clenio, Valéria, Gustavo, Drielly, Izabelle, Raiany, Samuel, Maria Julia, Adam, Gionei, Alexandra, Thalia, Bruno, Carolina, Ramon, Maickele e Byatriz — estudar, trabalhar ou simplesmente estar ao lado de vocês fez toda a diferença nesse período.

Aos meus amigos de Belém, anteriormente mencionados e (talvez) denominados “cornos”, que, mesmo à distância, sempre estiveram presentes. Também a todos aqueles que, ocasionalmente, não mencionei aqui, mas que, de alguma forma, contribuíram para este título e para esta vida.

Por fim, agradeço novamente a todos. Sinceramente, não sei se mereço tanto carinho e atenção, mas sou muito grato por tê-los. Espero ter sido (e seguir sendo) tão bom para vocês quanto vocês são para mim.

RESUMO

Considerando a relevância do *Eucalyptus benthamii* para o Sul do Brasil, bem como o potencial dos diversos fertilizantes e condicionadores de substrato, além da falta de informações sobre a utilização e a interação desses insumos na produção de mudas de espécies florestais, foram realizados três experimentos. O objetivo dos dois primeiros foi avaliar a produção de mudas dessa espécie, em função de um fertilizante orgânico (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g dm⁻³) e de dois condicionadores de substrato (0 e 3 g dm⁻³ de hidrogel/ 0 e 30% de biocarvão). Para isso, os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 × 2, sendo o primeiro fator as doses de fertilizante orgânico comercial e, o segundo fator, os níveis de hidrogel ou biocarvão, com quatro repetições e 25 plantas por repetição. O terceiro experimento teve como objetivo analisar a produção de mudas de *E. benthamii* em função do uso de um fertilizante de liberação controlada (0, 2 e 4 e 6 g dm⁻³) e de um composto orgânico fermentado (0, 10, 20, 30 e 40%). Esse experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 × 5, sendo o primeiro fator as doses do fertilizante e, o segundo fator, os níveis de composto orgânico fermentado com cinco repetições e 10 plantas por repetição. Ao final do período experimental, em todos os experimentos, foram analisadas características de qualidade, morfológicas das raízes e fisiológicas das mudas. O uso de condicionadores de substrato não é recomendado. Isoladamente, os fertilizantes orgânicos são incapazes de garantir um crescimento adequado das mudas de *Eucalyptus benthamii*, mas podem apresentar potencial quando utilizados em conjunto com fertilizantes minerais solúveis.

Palavras-chave: Eucalipto subtropical; Fertilizante orgânico; Fertilizante de liberação controlada; Hidrogel; Biocarvão.

ABSTRACT

Considering the importance of *Eucalyptus benthamii* for southern Brazil, as well as the potential of various fertilizers and substrate conditioners, along with the lack of information on the use and interaction of these inputs in the production of forest seedling species, three experiments were conducted. The objective of the first two experiments was to evaluate the production of seedlings of this species based on an organic fertilizer (0, 5, 10, 15, 20, and 25 g dm⁻³) and two substrate conditioners (0 and 3 g dm⁻³ of hydrogel / 0 and 30% biochar). For this, the experiments were set up in a completely randomized design, in a 6 × 2 factorial scheme, where the first factor was the doses of commercial organic fertilizer and the second factor was the levels of hydrogel or biochar, with four replicates and 25 plants per replicate. The third experiment aimed to analyze the production of *E. benthamii* seedlings based on the use of a controlled-release fertilizer (0, 2, 4, and 6 g dm⁻³) and a fermented organic compost (0, 10, 20, 30, and 40%). This experiment was conducted in a completely randomized design, in a 4 × 5 factorial scheme, where the first factor was the fertilizer doses and the second factor was the levels of fermented organic compost, with five replicates and 10 plants per replicate. At the end of the experimental period, in all experiments, quality traits, root morphology, and seedling physiology were analyzed. The use of substrate conditioners is not recommended. Individually, organic fertilizers are unable to ensure adequate growth of *Eucalyptus benthamii* seedlings but may show potential when used in combination with soluble mineral fertilizers.

Keywords: Subtropical eucalyptus; Organic fertilizer; Controlled-release fertilizer; Hydrogel; Biochar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. FERTILIZANTE ORGÂNICO COMERCIAL E CONDICIONADORES DE SUBSTRATO GARANTEM A QUALIDADE DAS MUDAS DE <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> MAIDEN & CANNING?	13
2.1. INTRODUÇÃO	13
2.2. MÉTODOS	14
2.3. RESULTADOS	17
2.4. DISCUSSÃO	30
2.5. CONCLUSÃO	34
3. FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA E COMPOSTO DO TIPO BOKASHI PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO	35
3.1. INTRODUÇÃO	35
3.2. MÉTODOS	36
3.3. RESULTADOS	38
3.4. DISCUSSÃO	47
3.5. CONCLUSÃO	49
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, as florestas plantadas são um setor promissor, com previsão de investimentos que ultrapassa R\$ 100 bilhões até 2028, segundo o relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2024). Atualmente, a área destinada a esse setor é de 10,6 milhões de hectares, com plantios em todas as regiões do País e que geram diversos produtos, como madeira serrada e carvão (IBÁ, 2024). E, nesse contexto, o principal gênero florestal é o *Eucalyptus* L'Hér.

Original da Oceania, o *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e inclui mais de 800 espécies atualmente (Nicolle, 2024). No Brasil, é difícil determinar precisamente o momento de introdução desse gênero, mas existem indícios de que esse fato ocorreu no Rio de Janeiro, com a finalidade decorativa. De qualquer maneira, a introdução econômica dos *Eucalyptus* no País se deve à Companhia Paulista das Estradas de Ferro e ao trabalho do silvicultor Edmundo Navarro de Andrade (Andrade, 1961).

Atualmente, as espécies de *Eucalyptus* são reconhecidas mundialmente pela produtividade e versatilidade (Tomé et al., 2021; Hutapea et al., 2024). No Brasil, a média de produtividade para esse gênero é de 33,7 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 7,2 anos de idade – podendo atingir 41,1 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo do estado (IBÁ, 2024). No entanto, o potencial de produtividade não é o único critério que deve ser considerado. No Sul do Brasil, por exemplo, é fundamental que a espécie utilizada apresente também resistência ao frio e às geadas, que são situações comuns durante o inverno.

Nesse sentido, o *Eucalyptus benthamii* se destaca como uma das espécies com resistência às condições climáticas dessa região (Oberschelp et al., 2022). A madeira do *E. benthamii* apresenta potencial para ser usada na produção de madeira serrada, painéis e energia (Benin et al., 2021; Tomio et al., 2021; Teixeira et al., 2025). Além disso, em relação à produção na Região, essa espécie pode apresentar um valor acima de 400 m³ ha⁻¹, um desempenho superior a outras espécies, como *E. dunnii* e *E. grandis*, dependendo do local (Resquin et al., 2018).

Nesse contexto, a produção de mudas de qualidade é fundamental, sendo necessário considerar diversos fatores, como a estratégia de propagação e adubação. Assim, apesar das espécies de *Eucalyptus* geralmente serem propagadas vegetativamente, com técnicas como estaquia e miniestaquia (Konzen et al., 2018),

espécies subtropicais, como o *E. benthamii*, apresentam baixo percentual de enraizamento (Griebeler et al., 2024) e, por isso, a propagação via sementes é amplamente utilizada.

Em relação à adubação, cabe destacar que, para mudas de *Eucalyptus*, são amplamente utilizados fertilizantes de liberação controlada. Esses fertilizantes são revestidos ou encapsulados com algum material, o que garante a liberação gradual dos nutrientes durante o tempo (Dovzhenk et al., 2024). Dessa forma, esses fertilizantes, além de reduzir custos de aplicação (afinal eliminam a necessidade de aplicação parcelada), reduzem riscos ambientais relacionados aos processos de perdas, como a lixiviação (Lawrencia et al., 2021). Apesar dessas vantagens, é importante destacar que os fertilizantes de liberação controlada, comumente, apresentam um custo maior que os fertilizantes solúveis (Jalpa et al., 2025) e, por essa razão, é extremamente importante adequar as doses aos diferentes contextos de produção.

Outra possibilidade para a adubação de mudas de espécies florestais são os fertilizantes orgânicos. Esses fertilizantes são provenientes da degradação de diversos materiais orgânicos na presença ou ausência de oxigênio (Lew et al., 2021; Barrena e Sanchez, 2022). De forma geral, os fertilizantes orgânicos têm demonstrado potencial para a produção de mudas de espécies florestais nativas e exóticas. Por exemplo, para a produção de mudas de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. e *Tectona grandis* L.f. e a adubação orgânica foi capaz de melhorar a qualidade das mudas (Guse et al., 2021 e Gashua et al., 2022). Apesar desse potencial, geralmente, os fertilizantes orgânicos, isoladamente, não são suficientes para suprir a demanda nutricional das mudas. Contudo, quando usados em conjunto com outros fertilizantes ou produtos, essa limitação é superada (Ekinci et al., 2019; Wan et al., 2021; Silva et al., 2022)

Nesse contexto, enquanto o foco dos fertilizantes é químico, relacionado aos nutrientes, os condicionadores de solo têm por objetivo principal melhorar as características físicas do substrato. Dessa forma, um dos principais condicionadores de substrato, atualmente, é o hidrogel. O hidrogel é um polímero hidrofílico, com a capacidade de reter muitas vezes o próprio peso em água (Ahmed, 2015). Quando adicionado ao substrato, esse polímero pode aumentar o armazenamento e a disponibilidade de água para as mudas, além de possibilitar uma redução de até 50% na quantidade aplicada de fertilizantes minerais (Navroski et al., 2016). Em relação

aos efeitos nas plantas, a aplicação desse polímero pode influenciar positivamente características físicas, como a biomassa, e fisiológicas, como as trocas gasosas (Felippe et al., 2016).

Outro condicionador de substrato com potencial para ser usado na produção de mudas é o biocarvão. Esse produto é resultado da decomposição térmica da biomassa (inclusive àquela proveniente de subprodutos florestais) em condições de oxigênio limitado (IBI, 2015; Meng et al. 2018). Quando adicionado ao substrato, o biocarvão pode influenciar positivamente as propriedades físicas, químicas e biológicas deste (Jaiswal et al. 2017; Gao et al. 2019; Razzaghi et al. 2020). Apesar disso, é importante ressaltar que as propriedades do biocarvão variam em função da matéria prima e processo de produção (Souza et al., 2023). Por isso, é fundamental a adequação do uso de diferentes biocarvões às diferentes espécies.

Diante disso, considerando a relevância do *Eucalyptus* no Brasil e, principalmente, a importância do *E. benthamii* na região Sul, além da necessidade de adequação do uso de fertilizantes e condicionares de substrato na produção de mudas de espécies florestais, no presente trabalho foram realizados três experimentos. O objetivo geral desses experimentos foi analisar características morfológicas, fisiológicas e de qualidade das mudas de *E. benthamii* em função do uso de diferentes fertilizantes e/ou condicionadores de substrato.

2. FERTILIZANTE ORGÂNICO COMERCIAL E CONDICIONADORES DE SUBSTRATO GARANTEM A QUALIDADE DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage?

2.1. INTRODUÇÃO

Recentemente, a área com florestas plantadas no Brasil atingiu 10,2 milhões de hectares. Desse total, aproximadamente, 76% correspondem a plantios do gênero *Eucalyptus*, distribuídos por todas as regiões do País (IBÁ, 2024). Em locais de clima tropical, destacam-se espécies e híbridos de alta produtividade, como *Eucalyptus grandis* W.Hill e *Eucalyptus urograndis*. Por outro lado, em áreas de clima subtropical, é essencial utilizar espécies que combinem alta produtividade com resistência ao frio e às geadas. Nesse cenário, uma das espécies de maior relevância é o *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage.

Nesse contexto, a produção de mudas é uma etapa importante para o sucesso dos plantios florestais, sendo influenciada por diversos fatores, como o substrato e a adubação. Afinal, geralmente, os substratos disponíveis no mercado, sozinhos, não atendem completamente às demandas nutricionais das plantas e, por esse motivo, o uso de fertilizantes é indispensável. No entanto, os fertilizantes mais comumente utilizados para a produção de mudas florestais apresentam críticas quanto a sustentabilidade do uso a longo prazo (Cordell & White 2015; Vejan et al. 2021).

Diante disso, os fertilizantes orgânicos surgem como alternativa aos fertilizantes inorgânicos. No solo, esses fertilizantes facilitam a formação de agregados, aumentam a capacidade de retenção de água e capacidade de troca de cátions (Bhanwaria et al. 2022), além de apresentarem um impacto positivo nas comunidades microbianas (Ikoyi et al. 2020). Quando incorporados ao substrato para a produção de mudas, esses fertilizantes também são capazes de melhorar características biométricas e bioquímicas das plantas (Santos et al. 2024).

Outro fator que pode influenciar no processo de produção de mudas é o uso de condicionadores – entre os quais, destaca-se o hidrogel. Esse produto é uma rede de polímeros com propriedades hidrofílicas (Ahmed, 2015) e, no setor florestal, é amplamente utilizado para o plantio das mudas em campo. Em viveiros, quando adicionado ao substrato, o hidrogel promove melhorias nas propriedades físicas e químicas, principalmente em relação ao armazenamento e disponibilização de água,

possibilitando a redução na quantidade de fertilizantes minerais (Navroski et al. 2016) e a melhoria nas características morfológicas e fisiológicas das mudas (Felippe et al. 2016).

Similarmente, o biocarvão é um material rico em carbono obtido a partir da conversão térmica da biomassa em condições de oxigênio limitado (IBI, 2015) e pode ser produzido a partir de subprodutos florestais (Meng et al. 2018). Quando acrescentado ao solo, esse produto pode contribuir para as características físicas, como a disponibilidade de água (Razzaghi et al. 2020), biológicas, como riqueza e diversidade e microrganismos (Jaiswal et al. 2017), e químicas, devido a disponibilização de nutrientes, como o fósforo (P) (Gao et al. 2019). Quando adicionado ao substrato para produção de mudas de espécies florestais, o biocarvão também pode influenciar positivamente desde o crescimento até a fisiologia das mudas (Meng et al. 2018; Li et al. 2023).

Apesar do potencial, para determinados fertilizantes orgânicos comerciais inexitem pesquisas avaliando o seu uso para produção de mudas de espécies florestais e, dessa forma, o efeito da associação desses fertilizantes com condicionadores de substrato também é desconhecido. Diante disso, o nosso objetivo foi avaliar o uso de um fertilizante orgânico comercial e condicionadores de substrato para a produção de mudas de *E. benthamii*. As nossas hipóteses foram: 1) O uso do fertilizante orgânico comercial garante o crescimento adequado de mudas de *E. benthamii*; 2) Existe um efeito positivo do uso dos condicionadores de substrato com doses de fertilizante orgânico entre 5 e 15 g dm⁻³.

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Local experimental

Conduzimos dois experimentos no viveiro florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina entre os meses de novembro de 2023 a maio de 2024. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é subtropical úmido (Cfb) (Alvares et al. 2013).

2.2.2. Os experimentos

Instalamos dois experimentos no delineamento inteiramente casualizado, utilizando um fertilizante orgânico comercial peletizado (produzido pela empresa Nutrir Biofertilizantes S/A a partir de cama de aves, maravalha de madeira e outros resíduos

da agroindústria), hidrogel (Hydroplan-EB®) e biocarvão (obtido da cinza da combustão de biomassa florestal em caldeira industrial) (Tabela 1). No experimento 1, semeamos *E. benthamii* (sementes provenientes de uma área de produção de sementes da empresa Klabin S/A) diretamente em tubetes de polipropileno 55 cm³ preenchidos com substrato comercial (Carolina Soil®). As plântulas excedentes foram removidas aos 30 dias. Os tratamentos consistiram na combinação entre diferentes doses (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g dm⁻³) de fertilizante orgânico comercial, produzido a partir de e diferentes níveis de hidrogel (0 e 3 g dm⁻³), totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições e 25 mudas por repetição. As doses do fertilizante orgânico comercial foram definidas arbitrariamente devido a inexistência de trabalhos anteriores com esse fertilizante enquanto os níveis de hidrogel foram definidos com base na literatura disponível (Navroski et al., 2015)

Tabela 1. Características do fertilizante orgânico comercial e biocarvão utilizados nos experimentos.

Produto	Carbono total	Nitrogênio	pH	Porosidade Total	Capacidade de retenção de água
	%		-	%	
Fertilizante Orgânico	15,0	0,5	7,0	-	-
Biocarvão	12,8	0,1	7,9	85,3	65,8

Fonte: **Lopes (2024)**.

No experimento 2, repicamos plântulas de *E. benthamii* para tubetes de polipropileno de 55 cm³ preenchidos com substrato comercial (Carolina Soil®). As plântulas repicadas permaneceram em um estufim com temperatura e umidade médias de 25,2 °C (± 6,3) e 96,9% (± 5,1), durante 30 dias. Os tratamentos foram a combinação entre as doses (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g dm⁻³) do mesmo fertilizante orgânico comercial e diferentes proporções de biocarvão (0 e 30% do volume do substrato), totalizando 12 tratamentos, com 4 repetições e 25 mudas por repetição. As proporções do biocarvão foram definidas com base em experiências anteriores (ainda não publicadas).

Os experimentos 1 e 2 foram conduzidos durante 150 e 140 dias, respectivamente. Nesse período, inicialmente, eles foram mantidos em casa de sombra (50% de sombreamento), com temperatura média de 20,6 °C (± 7,2). Aos 75

(experimento 1) e 60 dias (experimento 2), 12 mudas de cada parcela receberam adubação de cobertura com Cloreto de Potássio (60% de K_2O) e Fosfato Monoamônico (58% de P_2O_5 e 12% de N) a cada 15 dias (Cunha et al., 2022), totalizando cinco adubações para cada experimento. As plantas sem e com adubação de cobertura foram consideradas como subparcelas. Aos 135 e 120 dias, respectivamente, para os experimentos 1 e 2, as mudas foram transferidas para a área de rustificação a pleno sol, onde permaneceram até o fim do período experimental. Durante todo esse período, irrigamos e monitoramos a ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas.

2.2.3. Características avaliadas

Ao final do período experimental (150 e 140 dias, na ordem, para os experimentos 1 e 2), avaliamos características de qualidade, morfológicas da raiz e fisiológicas das mudas.

Em relação às características de qualidade, foram mensurados a altura (H - cm) e o diâmetro do coleto (DC - mm) de todas as mudas. Posteriormente, foram separadas a parte aérea e a raiz de duas mudas por subparcela. Esses componentes foram secos em estufa de circulação forçada a 65 °C durante 72 horas e, então pesados, para obtenção da matéria seca da parte aérea e da raiz – respectivamente, MSPA e MSR (g). A partir desses dados, foram calculados: a matéria seca total (MST - g), e as relações altura/diâmetro do coleto (H/DC) e matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSPA/MSR). Por fim, foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (Dickson, Leaf e Hosner, 1960).

Quanto às características morfológicas da raiz, a cada subparcela, a raiz de uma muda foi separada, lavada e armazenada em solução de água e álcool 70% (1:1). Posteriormente, esse material foi transferido para bandejas de acrílico e analisados com um escâner EPSON 1200XL, utilizando o programa WinRHIZO®, para a obtenção do diâmetro médio (mm), comprimento (cm), área de superfície (cm^2), volume (cm^3), número de pontas, bifurcações e cruzamentos das raízes.

Para as características fisiológicas, foi utilizado um Analisador de Gases Infravermelho – IRGA (modelo Li-6400xt). Dessa forma, foram realizadas as leituras, em uma planta por subparcela, da taxa de assimilação – A ($\mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$), condutância estomática – gs ($mol H_2O m^{-2} s^{-1}$), concentração intercelular de CO_2 – C_i ($\mu mol CO_2 mol^{-1}$), taxa de transpiração – E ($mmol H_2O m^{-2} s^{-1}$) e a relação entre a

concentração intercelular e atmosférica de CO_2 – C_i/C_a ($\mu\text{mol CO}_2$). Posteriormente, foi calculada a eficiência no uso da água – A/E ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a eficiência de carboxilação – A/C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$).

2.2.4. Análise estatística

Para avaliar o efeito da adubação de cobertura nas mudas, para cada característica, foram comparadas as médias dos pares de subparcelas. Para isso, primeiro, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk e, em seguida, foi realizado o teste-t pareado. O tamanho de efeito escolhido para essa análise foi o Δ de Glass. Esse tamanho de efeito e o devido intervalo de confiança foram calculados conforme sugerido por Espírito-Santo e Daniel (2015) e Berben, Sereika e Engberg (2012), nessa ordem.

Para a análise do efeito dos fatores (doses de fertilizante orgânico e níveis de hidrogel ou biocarvão) nas mudas com adubação de cobertura, os pressupostos da normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias foram verificados, respectivamente, com os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Quando pelo menos um desses pressupostos não foi atendido, os dados foram transformados por transformações comuns (x^2 , \sqrt{x} , $\log(x)$, $1/\sqrt{x}$ ou $1/x$). Atendidos os pressupostos, foi realizada a Análise de Variância (ANOVA de duas vias) e, quando observada interação ou efeito isolado de um ou mais fatores, foi realizado o teste de Scott-Knott (doses de fertilizante orgânico) e/ou teste t para amostras independentes (níveis de hidrogel ou de biocarvão). O tamanho de efeito escolhido para a ANOVA de duas vias foi o ômega quadrado parcial (Ω^2_p). Esse tamanho de efeito e o seu intervalo de confiança foram calculados conforme sugerido por Kroes e Finley (2023).

Para todos esses testes, análises e cálculos, o nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$) e todos esses procedimentos, além da criação dos gráficos, foram realizados no RStudio versão 4.3.2. – “Eye Holes” (RStudio Team, 2025).

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Experimento 1

2.3.1.1. Características de qualidade

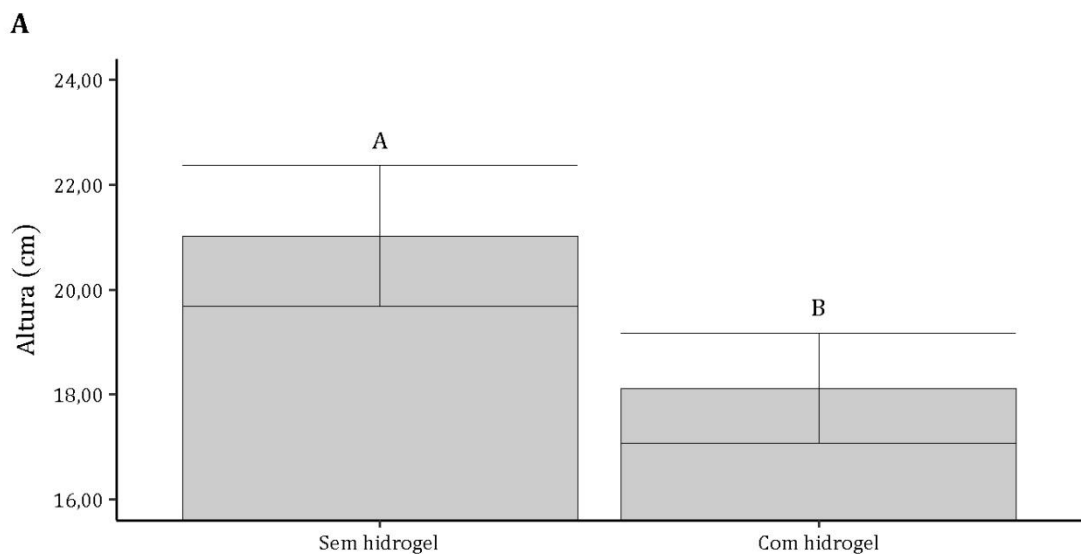
Em geral, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias sem e com adubação de cobertura para as variáveis de qualidade das mudas de *E. benthamii*.

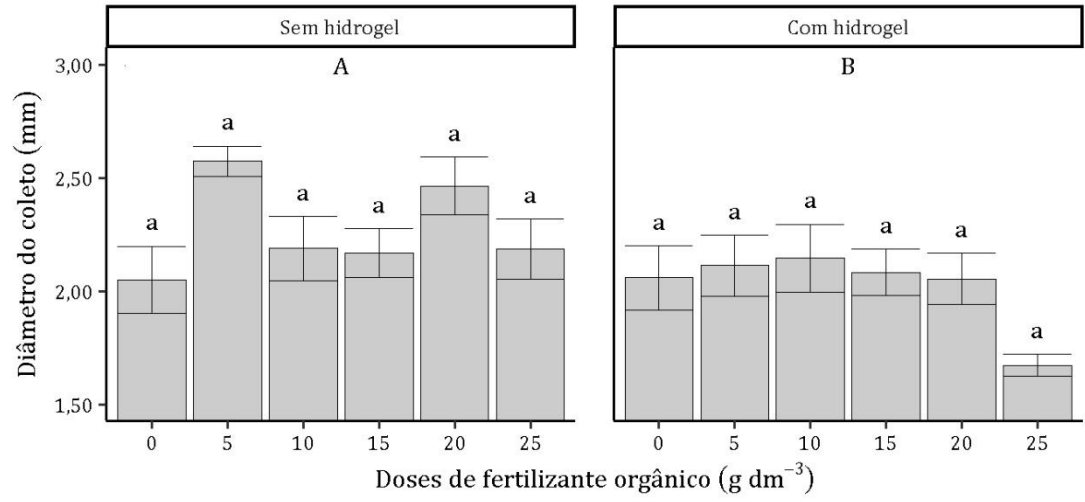
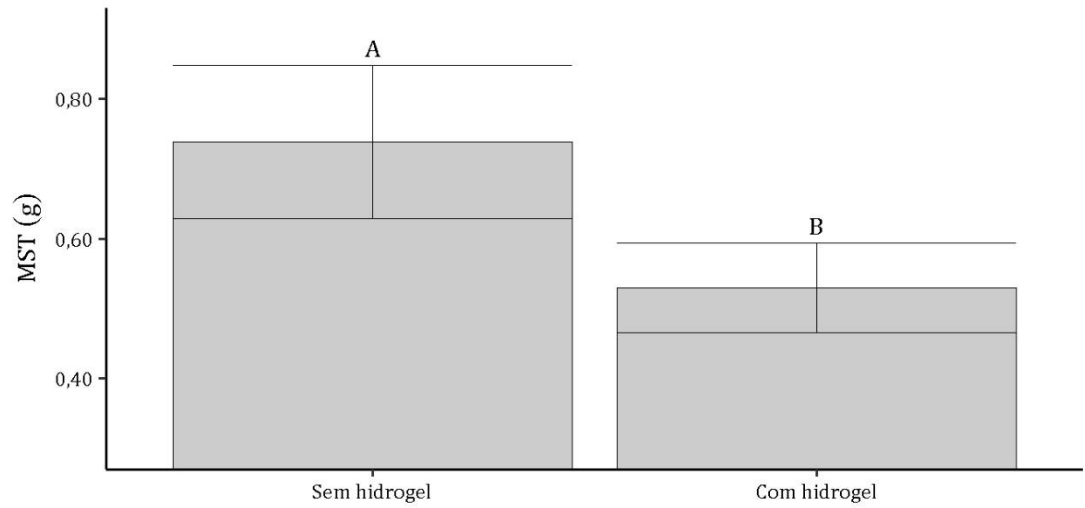
Em média, o valor do Δ de Glass para essas variáveis foi de 17,903 (Apêndice A) e o valor das principais características de qualidade (sem adubação de cobertura) foram: 5,48 cm, 1,06 mm, 0,10 g e 0,01, para altura, diâmetro do coleto, matéria seca total e Índice de Qualidade de Dickson, nessa ordem.

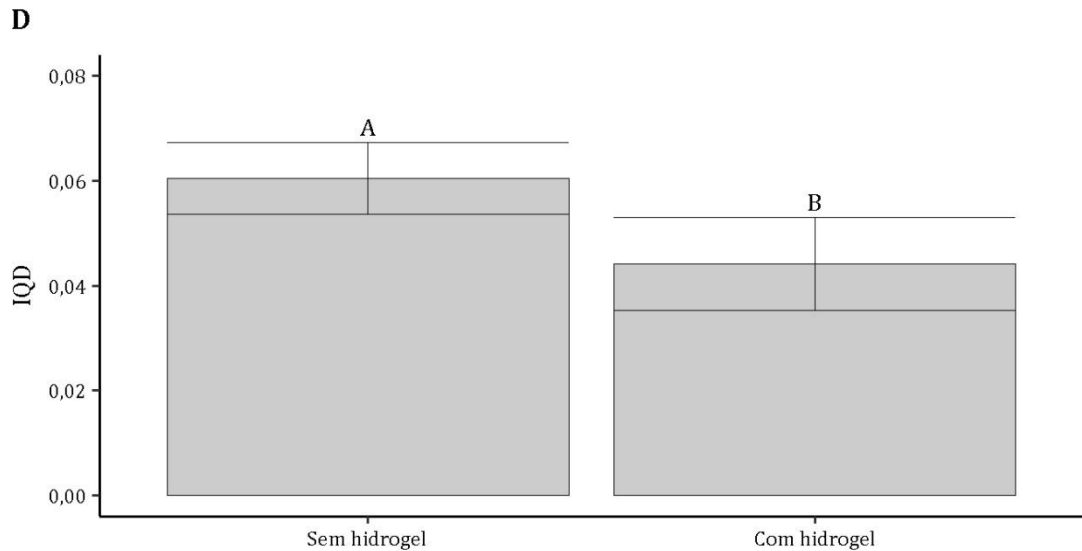
Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores para as características de qualidade das mudas de *E. benthamii* com adubação de cobertura. No entanto, houve efeito isolado dos fatores para diâmetro do coleto; efeito isolado das doses de fertilizante orgânico para a relação altura/diâmetro do coleto; e efeito isolado dos níveis de hidrogel para altura, matéria seca total, Índice de Qualidade de Dickson, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz. Em média, valor de Ω^2_p foi de 0,086, 0,188 e 0,024 para as doses de fertilizante orgânico, níveis de hidrogel e interação entre esses fatores, respectivamente (Apêndice B).

De forma geral, os valores das características de qualidade das mudas de *E. benthamii* foram melhores nos tratamentos sem hidrogel. Em relação às doses de fertilizante orgânico, o teste de comparação de médias não indicou diferenças entre as doses para diâmetro do coleto. Por outro lado, para a relação altura/diâmetro do coleto, os valores foram superiores a partir da dose de 20 g dm^{-3} (Figura 1 e Apêndice C). Nas melhores condições (com adubação de cobertura), o valor médio da altura, diâmetro do coleto, matéria seca total e Índice de Qualidade de Dickson foram de 21,02 cm, 2,27 mm, 0,74 g e 0,06, na mesma ordem.

Figura 1. Altura (A), diâmetro do coleto (B), matéria seca total (C) e Índice de Qualidade de Dickson (D) das mudas de *Eucalyptus benthamii* produzidas com doses de fertilizante orgânico, níveis de hidrogel e adubação de cobertura.



B**C**



MST: Matéria seca total; IQD: Índice de Qualidade de Dickson. Médias \pm erro padrão seguidas pela mesma letra minúscula (dose de fertilizante orgânico) e maiúscula (nível de hidrogel) não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Scott-Knott e teste-t ($\alpha = 0,05$).

2.3.1.2. Características morfológicas das raízes

De modo geral, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias sem e com adubação de cobertura para as variáveis de morfologia das mudas de *E. benthamii* (Apêndice D e Apêndice E). Em média, o valor do Δ de Glass para essas variáveis foi de 10,979 e o valor das principais características de morfologia das raízes (sem adubação de cobertura) foi de 0,58 mm, 111,21 cm, 19,58 cm² e 0,28 cm³ para diâmetro médio, comprimento, área de superfície, e volume das raízes, nessa ordem.

Houve interação entre os fatores ($p < 0,05$) para todas as variáveis morfológicas das raízes das mudas de *E. benthamii* com adubação de cobertura, exceto diâmetro médio. Em média, o valor de Ω^2_p foi de 0,123, 0,003 e 0,256 para as doses de fertilizante orgânico, níveis de hidrogel e interação entre esses fatores, respectivamente (Apêndice F).

De maneira geral, na dose de 0,0 g dm⁻³ de fertilizante orgânico, as plantas sem hidrogel apresentaram valores superiores para as variáveis morfológicas das raízes. Além disso, quando considerados os tratamentos sem hidrogel, o uso do fertilizante orgânico proporcionou uma redução nos valores dessas variáveis, mas que não diferiram dos tratamentos com hidrogel (Tabela 2). Em média, os valores de diâmetro

médio, comprimento, área de superfície, e volume das raízes nas melhores condições (com adubação de cobertura) foram de, na ordem, 0,66 mm, 412,37 cm, 91,03 cm² e 1,61 cm³.

2.3.1.3. Características fisiológicas

Em geral, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias com e sem adubação de cobertura para as variáveis fisiológicas das mudas de *E. benthamii*. Em média, o valor do Δ de Glass para taxa de assimilação, eficiência de carboxilação e eficiência no uso da água foi 9,036 e de -2,313 para as demais variáveis (Apêndice G). Em média, o valor das principais variáveis fisiológicas (sem adubação de cobertura) foi de 1,03 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0,33 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 4,71 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente para taxa de assimilação, condutância estomática e taxa de transpiração.

Além disso, também não houve interação ou efeito isolado dos fatores ($p > 0,05$) para as variáveis fisiológicas das mudas de *E. benthamii* com adubação de cobertura (Tabela 3). Em média, o valor de Ω^2p foi de -0,015, -0,017 e -0,043 para as doses de fertilizante orgânico, níveis de hidrogel e interação entre esses fatores, respectivamente (Apêndice H). Em média, o valor das principais variáveis fisiológicas (com adubação de cobertura) foi de 3,74 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0,23 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 3,27 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, na ordem, para taxa de assimilação, condutância estomática e taxa de transpiração.

Tabela 2. Características morfológicas das raízes de mudas de *Eucalyptus benthamii* com adubação de cobertura em função de doses de fertilizante orgânico e níveis de hidrogel aos 150 dias.

Variable	Hidrogel levels	Doses of organic fertilizer (g dm ⁻³)						Média
		0	5	10	15	20	25	
Diâmetro médio (mm)	Sem Hidrogel	0,70 ± 0,03 ns	0,65 ± 0,04	0,66 ± 0,04	0,62 ± 0,03	0,75 ± 0,04	0,69 ± 0,08	0,68 ± 0,04
	Com Hidrogel	0,64 ± 0,03	0,67 ± 0,02	0,60 ± 0,02	0,65 ± 0,01	0,67 ± 0,02	0,62 ± 0,05	0,64 ± 0,03
	Média	0,67 ± 0,03	0,66 ± 0,03	0,63 ± 0,03	0,64 ± 0,02	0,71 ± 0,03	0,66 ± 0,07	
Comprimento (cm)	Sem Hidrogel	412,37 ± 29,25 Aa	301,30 ± 23,83 Ab	235,81 ± 20,29 Ab	239,86 ± 20,52 Ab	261,74 ± 41,53 Ab	249,85 ± 32,86 Ab	283,49 ± 28,05
	Com Hidrogel	220,97 ± 15,89 Bb	354,46 ± 43,97 Aa	310,71 ± 59,32 Aa	230,34 ± 24,92 Ab	257,89 ± 26,68 Ab	300,18 ± 26,30 Aa	279,09 ± 32,85
	Média	316,67 ± 22,57	327,88 ± 33,90	273,26 ± 39,81	235,10 ± 22,72	259,81 ± 34,10	275,02 ± 29,58	
Área de superfície (cm ²)	Sem Hidrogel	91,03 ± 8,53 Aa	60,44 ± 1,51 Ab	48,53 ± 3,93 Ab	46,89 ± 4,67 Ab	62,05 ± 10,25 Ab	53,31 ± 6,13 Ab	60,37 ± 5,84
	Com Hidrogel	44,20 ± 3,97 Ba	74,40 ± 10,08 Aa	58,49 ± 10,72 Aa	47,08 ± 5,05 Aa	53,59 ± 4,85 Aa	59,14 ± 9,49 Aa	56,15 ± 7,36
	Média	67,62 ± 6,25	67,42 ± 5,79	53,51 ± 7,32	46,98 ± 4,86	57,82 ± 7,55	56,22 ± 7,81	
Volume (cm ³)	Sem Hidrogel	1,61 ± 0,20 Aa	0,98 ± 0,05 Ab	0,80 ± 0,09 Ab	0,74 ± 0,10 Ab	1,18 ± 0,23 Ab	0,95 ± 0,21 Ab	1,04 ± 0,15
	Com Hidrogel	0,71 ± 0,09 Ba	1,25 ± 0,19 Aa	0,88 ± 0,16 Aa	0,77 ± 0,08 Aa	0,89 ± 0,07 Aa	0,95 ± 0,22 Aa	0,91 ± 0,13
	Média	1,16 ± 0,15	1,11 ± 0,12	0,84 ± 0,12	0,75 ± 0,09	1,04 ± 0,15	0,95 ± 0,21	
Pontas	Sem Hidrogel	1037,75 ± 99,42 Aa	850,75 ± 98,84 Aa	609,25 ± 53,80 Bb	682,50 ± 41,52 Ab	634,00 ± 88,14 Ab	648,75 ± 131,38 Ab	743,83 ± 85,52
	Com Hidrogel	544,75 ± 49,32 Bb	1087,50 ± 114,59 Aa	928,50 ± 154,85 Aa	600,25 ± 75,77 Ab	705,50 ± 82,89 Ab	812,00 ± 20,03 Aa	779,75 ± 82,91
	Média	791,25 ± 74,37	969,12 ± 106,72	768,88 ± 104,33	641,38 ± 58,64	669,75 ± 85,51	730,38 ± 75,70	
Ramificações	Sem Hidrogel	1509,00 ± 146,35 Aa	819,75 ± 56,68 Ab	585,50 ± 70,54 Ab	572,75 ± 87,90 Ab	818,50 ± 188,97 Ab	620,50 ± 111,35 Ab	821,00 ± 110,30
	Com Hidrogel	537,75 ± 63,56 Ba	1089,50 ± 240,53 Aa	906,00 ± 201,29 Aa	599,50 ± 137,81 Aa	679,75 ± 125,77 Aa	909,75 ± 205,75 Aa	787,04 ± 162,45
	Média	1023,38 ± 104,95	954,62 ± 148,61	745,75 ± 135,92	586,12 ± 112,85	749,12 ± 157,37	765,12 ± 158,55	
Cruzamentos	Sem Hidrogel	666,00 ± 97,67 Aa	257,50 ± 29,84 Ab	178,00 ± 24,29 Ab	157,75 ± 26,77 Ab	286,50 ± 80,46 Ab	192,25 ± 51,09 Ab	289,67 ± 51,69
	Com Hidrogel	143,50 ± 21,96 Ba	370,50 ± 92,84 Aa	287,00 ± 71,10 Aa	159,50 ± 52,94 Aa	216,50 ± 56,03 Aa	328,25 ± 93,68 Aa	250,88 ± 64,76
	Média	404,75 ± 59,82	314,00 ± 61,34	232,50 ± 47,70	158,62 ± 39,85	251,50 ± 68,24	260,25 ± 72,39	

Médias ± erro padrão seguidas pela mesma letra maiúscula (níveis de Hidrogel) e minúscula (dose de fertilizante orgânico) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e teste t independente, respectivamente ($\alpha = 0,05$). ns: não significativo para efeito isolado ou interação entre os fatores.

Tabela 3. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus benthamii* com adubação de cobertura em função de doses de fertilizante orgânico e níveis de Hidrogel aos 150 dias.

Variable	Níveis de hidrogel	Doses de Fertilizante orgânico (g dm ⁻³)						Média
		0	5	10	15	20	25	
A	Sem Hidrogel	3,63 ± 0,95 ns	4,19 ± 0,41	2,68 ± 0,35	3,84 ± 0,92	3,70 ± 0,12	4,10 ± 0,85	3,69 ± 0,60
	Com Hidrogel	2,67 ± 1,05	3,20 ± 1,45	3,71 ± 0,94	3,81 ± 0,63	5,34 ± 0,53	4,11 ± 0,50	3,81 ± 0,85
	Média	3,15 ± 1,00	3,70 ± 0,93	3,19 ± 0,64	3,82 ± 0,77	4,52 ± 0,33	4,11 ± 0,67	
gs	Sem Hidrogel	0,21 ± 0,05 ns	0,15 ± 0,01	0,34 ± 0,12	0,23 ± 0,03	0,19 ± 0,08	0,18 ± 0,01	0,22 ± 0,05
	Com Hidrogel	0,21 ± 0,04	0,24 ± 0,06	0,32 ± 0,09	0,20 ± 0,03	0,30 ± 0,08	0,18 ± 0,06	0,24 ± 0,06
	Média	0,21 ± 0,05	0,19 ± 0,04	0,33 ± 0,11	0,22 ± 0,03	0,24 ± 0,08	0,18 ± 0,04	
E	Sem Hidrogel	3,22 ± 0,48 ns	2,67 ± 0,14	3,42 ± 0,52	3,52 ± 0,28	2,95 ± 0,70	3,13 ± 0,11	3,15 ± 0,37
	Com Hidrogel	3,33 ± 0,44	3,30 ± 0,22	3,87 ± 0,43	3,22 ± 0,35	3,78 ± 0,54	2,85 ± 0,53	3,39 ± 0,42
	Média	3,27 ± 0,46	2,98 ± 0,18	3,64 ± 0,47	3,37 ± 0,32	3,36 ± 0,62	2,99 ± 0,32	
Ci	Sem Hidrogel	243,28 ± 13,49 ns	224,07 ± 8,47	263,34 ± 4,00	248,75 ± 6,94	233,23 ± 11,79	237,18 ± 9,85	241,64 ± 9,09
	Com Hidrogel	256,69 ± 19,57	251,77 ± 18,55	250,18 ± 16,30	240,10 ± 11,48	237,14 ± 9,77	224,76 ± 14,46	243,44 ± 15,02
	Média	249,99 ± 16,53	237,92 ± 13,51	256,76 ± 10,15	244,43 ± 9,21	235,18 ± 10,78	230,97 ± 12,16	
Ci/Ca	Sem Hidrogel	0,86 ± 0,04 ns	0,80 ± 0,03	0,92 ± 0,02	0,88 ± 0,02	0,83 ± 0,04	0,84 ± 0,03	0,85 ± 0,03
	Com Hidrogel	0,88 ± 0,05	0,88 ± 0,05	0,89 ± 0,05	0,85 ± 0,04	0,85 ± 0,03	0,80 ± 0,05	0,86 ± 0,05
	Média	0,87 ± 0,05	0,84 ± 0,04	0,90 ± 0,03	0,87 ± 0,03	0,84 ± 0,04	0,82 ± 0,04	
A/Ci	Sem Hidrogel	0,02 ± 0,00 ns	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00
	Com Hidrogel	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00
	Média	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	
A/E	Sem Hidrogel	1,16 ± 0,31 ns	1,59 ± 0,21	0,79 ± 0,03	1,05 ± 0,20	1,37 ± 0,23	1,30 ± 0,25	1,21 ± 0,21
	Com Hidrogel	0,90 ± 0,41	0,99 ± 0,47	1,03 ± 0,38	1,26 ± 0,28	1,46 ± 0,18	1,60 ± 0,34	1,21 ± 0,34
	Média	1,03 ± 0,36	1,29 ± 0,34	0,91 ± 0,20	1,15 ± 0,24	1,41 ± 0,21	1,45 ± 0,29	

A: taxa de assimilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs: condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E: taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Ci: concentração intercelular de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); Ci/Ca: relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2$); A/E: eficiência no uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); A/Ci: eficiência de carboxilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$). ns: não significativo para efeito isolado ou interação entre os fatores ($\alpha = 0,05$).

2.3.2. Experimento 2

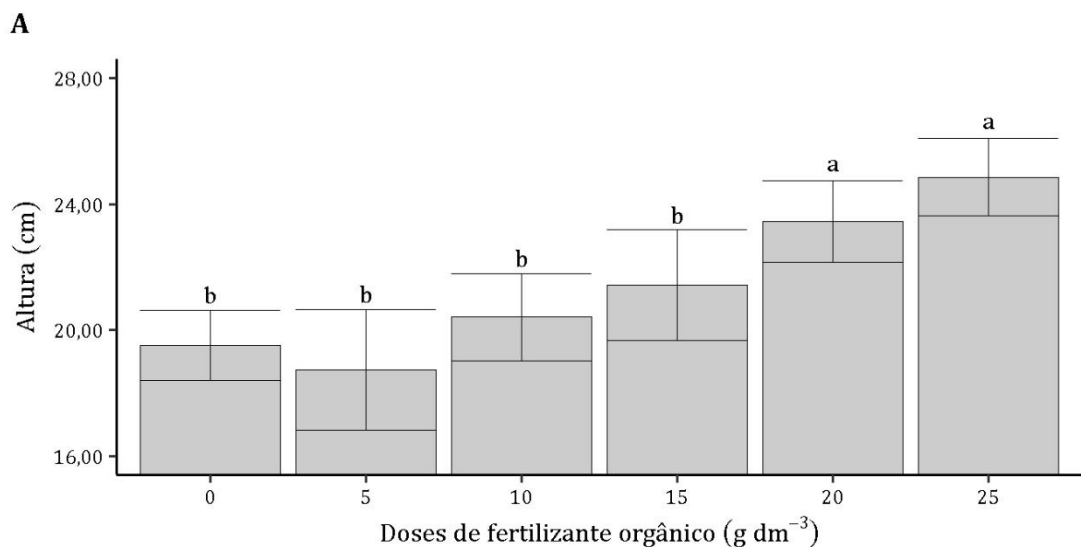
2.3.2.1. Características de qualidade

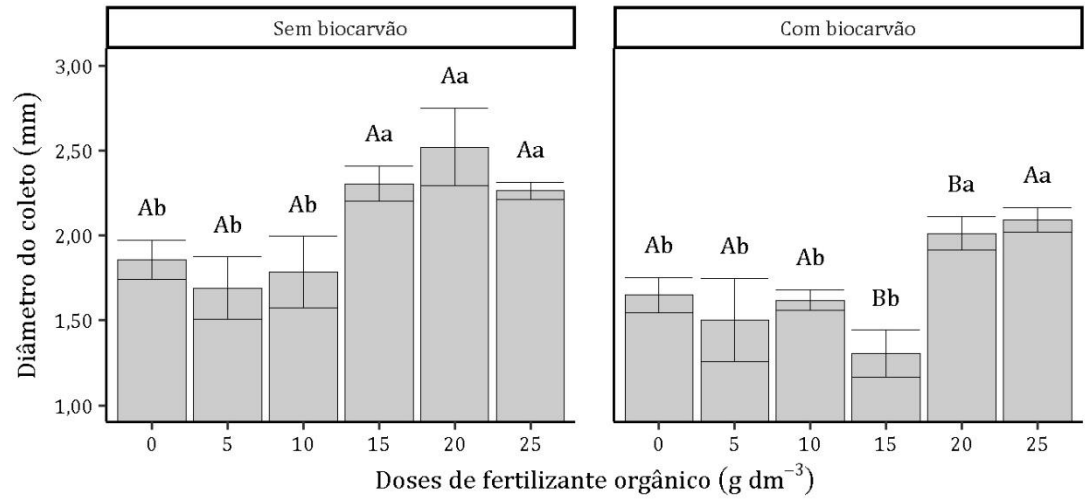
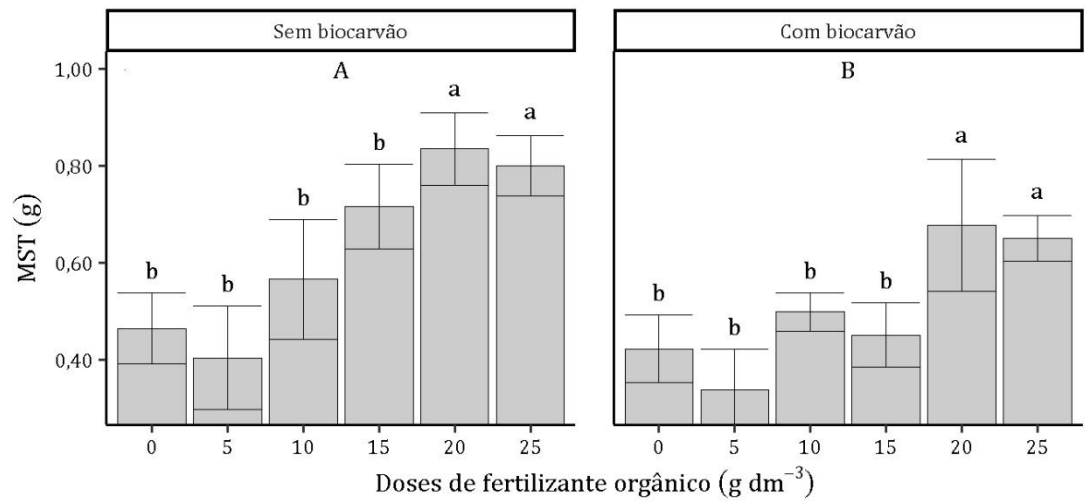
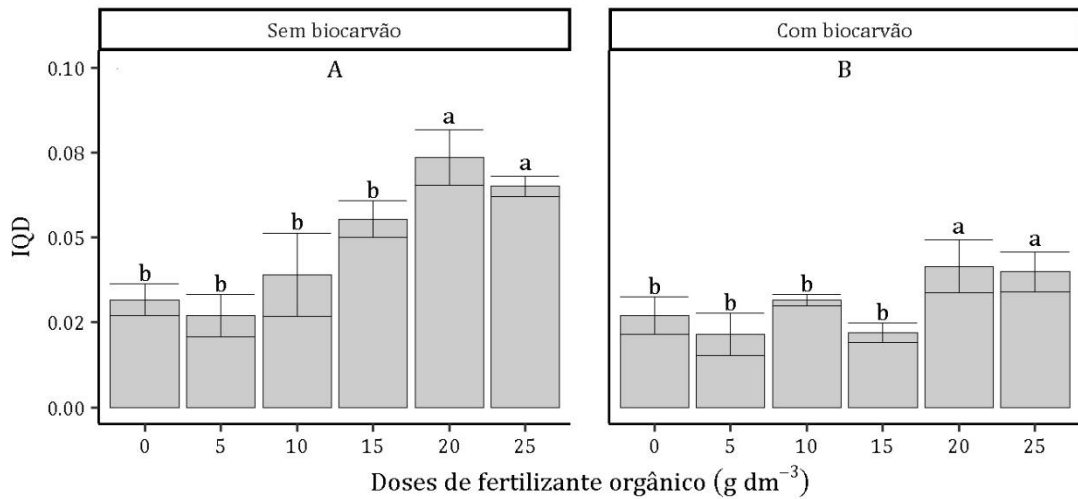
Em geral, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias sem e com adubação de cobertura para as variáveis de qualidade das mudas de *E. benthamii*. Em média, o valor do Δ de Glass para essas variáveis foi de 28,543 (Apêndice I). Em média, o valor das principais características de qualidade (sem adubação de cobertura) foi de 4,56 cm, 0,88 mm, 0,06 g e 0,01, na ordem, para altura, diâmetro do coleto, matéria seca total e Índice de Qualidade de Dickson.

Houve efeito isolado ($p < 0,05$) de pelo menos um fator para todas as variáveis de qualidade das mudas de *E. benthamii*, exceto para a relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz. Em média, o valor de Ω^2p foi de 0,272, 0,181 e 0,051 para as doses de fertilizante orgânico, níveis de biocarvão e interação entre esses fatores, respectivamente (Apêndice J).

De forma geral, os valores das características de qualidade das mudas de *E. benthamii* foram melhores nos tratamentos sem biocarvão. Em relação às doses de fertilizante orgânico, os valores também foram superiores a partir da dose de 20 g dm⁻³ (Figura 2 e Apêndice K). Nas melhores condições (com adubação de cobertura), o valor médio de altura, diâmetro, matéria seca total e Índice de Qualidade de Dickson foi de 23,46 cm, 2,31 mm, 0,84 g e 0,07, nessa ordem.

Figura 2 – Altura (A), diâmetro do coleto (B), matéria seca total (C) e Índice de Qualidade de Dickson (D) das mudas de *Eucalyptus benthamii* produzidas com doses de fertilizante orgânico, níveis de biocarvão e adubação de cobertura.



B**C****D**

MST: matéria seca total; IQD: Índice de Qualidade de Dickson. Médias \pm erro padrão seguidas pela mesma letra minúscula (dose de fertilizante orgânico) e maiúscula (nível de biocarvão) não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Scott-Knott e teste-t ($\alpha = 0,05$).

2.3.2.2. Características morfológicas das raízes

Frequentemente, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias sem e com adubação de cobertura para as variáveis morfológicas das raízes das mudas de *E. benthamii* (Apêndice L e Apêndice M). Em média, o valor do Δ de Glass para essas variáveis foi de 10,979 e o valor das principais características de morfologia das raízes (sem adubação de cobertura) foi de 0,58 mm, 111,21 cm, 19,58 cm² e 0,28 cm³ para diâmetro médio, comprimento, área de superfície e volume, nessa ordem.

De acordo com a ANOVA, houve interação ou efeito isolado das doses de fertilizante orgânico ($p < 0,05$) para todas as variáveis analisadas, com exceção do diâmetro médio. Em média, o valor de Ω^2p foi de 0,217, 0,005 e 0,164 para as doses de fertilizante orgânico, níveis de biocarvão e interação entre esses fatores, respectivamente (Apêndice N).

De maneira geral, na dose de 0,0 g dm⁻³ de fertilizante orgânico, as plantas com biocarvão apresentaram valores superiores para as variáveis morfológicas de raiz. Além disso, quando considerados esses tratamentos, com biocarvão, as doses de 0,0 e 10,0 g dm⁻³ não foram diferentes entre si, mas superiores às demais doses de fertilizante orgânico (Tabela 4). Em média, o valor das principais características de morfologia das raízes nas melhores condições (com adubação de cobertura) foi de 404,61 cm, 81,82 cm² e 1,32 cm³ para comprimento, área de superfície e volume, na mesma ordem. O diâmetro médio foi de 0,66 mm, em média.

2.3.2.3. Características fisiológicas

Em geral, houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias sem e com adubação de cobertura para as variáveis fisiológicas das mudas de *E. benthamii*. Em média, o valor do Δ de Glass foi de -7,377 para concentração intercelular de CO₂ e relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO₂, e de 90,646 para as demais variáveis (Apêndice O) e o valor das principais variáveis fisiológicas (sem

adubação de cobertura) foi de $-0,07 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,03 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,59 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente para taxa de assimilação, condutância estomática e taxa de transpiração.

Não houve interação ou efeito isolado dos fatores ($p > 0,05$) para as variáveis fisiológicas das mudas de *E. benthamii* com adubação de cobertura, exceto para condutância estomática, que apresentou efeito isolado dos níveis de biocarvão (Tabela 5). Em média, o valor de Ω^2p foi de $0,009$, $0,043$ e $-0,026$ para as doses de fertilizante orgânico, níveis de biocarvão e interação entre esses fatores nessa ordem (Apêndice P), e o valor das principais variáveis fisiológicas (com adubação de cobertura) foi de $7,61 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $3,57 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente para taxa de assimilação e taxa de transpiração. Para condutância estomática, nas melhores condições, o valor médio foi de $0,46 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Tabela 4. Características morfológicas das raízes de mudas de *Eucalyptus benthamii* com adubação de cobertura em função de doses de fertilizante orgânico e níveis de biocarvão aos 140 dias.

Variable	Níveis de biocarvão	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)						Média
		0	5	10	15	20	25	
Diâmetro médio (mm)	Sem Biocarvão	0,60 ± 0,03 ns	0,67 ± 0,04	0,70 ± 0,05	0,68 ± 0,03	0,65 ± 0,03	0,66 ± 0,01	0,66 ± 0,03
	Com Biocarvão	0,65 ± 0,01	0,63 ± 0,01	0,65 ± 0,01	0,62 ± 0,04	0,68 ± 0,02	0,70 ± 0,09	0,65 ± 0,03
	Média	0,62 ± 0,02	0,65 ± 0,02	0,67 ± 0,03	0,65 ± 0,04	0,67 ± 0,02	0,68 ± 0,05	
Comprimento (cm)	Sem Biocarvão	220,09 ± 8,79 Ba	320,38 ± 47,26 Aa	304,49 ± 40,37 Ba	259,79 ± 9,34 Aa	247,18 ± 41,58 Aa	264,61 ± 19,87 Aa	269,42 ± 27,87
	Com Biocarvão	383,32 ± 29,30 Aa	271,52 ± 36,93 Ab	425,89 ± 62,23 Aa	240,03 ± 24,29 Ab	204,78 ± 60,43 Ab	266,45 ± 47,91 Ab	298,67 ± 43,51
	Média	301,71 ± 19,05	295,95 ± 42,10	365,19 ± 51,30	249,91 ± 16,82	225,98 ± 51,01	265,53 ± 33,89	
Área de superfície (cm ²)	Sem Biocarvão	41,78 ± 3,28 Ba	68,93 ± 12,72 Aa	65,98 ± 7,53 Aa	55,50 ± 4,16 Aa	49,96 ± 6,90 Aa	54,82 ± 3,61 Aa	56,16 ± 6,37
	Com Biocarvão	77,35 ± 4,37 Aa	53,31 ± 7,04 Ab	86,28 ± 11,58 Aa	45,98 ± 3,78 Ab	43,08 ± 11,71 Ab	55,13 ± 5,51 Ab	60,19 ± 7,33
	Média	59,57 ± 3,82	61,12 ± 9,88	76,13 ± 9,56	50,74 ± 3,97	46,52 ± 9,30	54,97 ± 4,56	
Volume (cm ³)	Sem Biocarvão	0,64 ± 0,08 Ba	1,19 ± 0,26 Aa	1,15 ± 0,15 Aa	0,95 ± 0,12 Aa	0,81 ± 0,09 Aa	0,90 ± 0,05 Aa	0,94 ± 0,13
	Com Biocarvão	1,24 ± 0,05 Aa	0,83 ± 0,11 Ab	1,39 ± 0,17 Aa	0,71 ± 0,07 Ab	0,72 ± 0,18 Ab	0,95 ± 0,11 Ab	0,97 ± 0,11
	Média	0,94 ± 0,06	1,01 ± 0,18	1,27 ± 0,16	0,83 ± 0,10	0,76 ± 0,14	0,93 ± 0,08	
Pontas	Sem Biocarvão	734,25 ± 41,50	1118,25 ± 149,31	1330,50 ± 214,51	621,50 ± 37,14	774,00 ± 128,99	723,50 ± 62,22	883,67 ± 105,61
	Com Biocarvão	1008,50 ± 66,71	898,75 ± 128,20	1469,25 ± 261,72	685,00 ± 81,68	703,50 ± 105,78	1093,50 ± 240,48	976,42 ± 147,43
	Média	871,38 ± 54,11 b	1008,50 ± 138,76 b	1399,88 ± 238,11 a	653,25 ± 59,41 b	738,75 ± 117,39 b	908,50 ± 151,35 b	
Ramificações	Sem Biocarvão	514,75 ± 14,13 Bb	1018,00 ± 213,33 Aa	837,75 ± 120,60 Ba	547,00 ± 41,76 Ab	562,25 ± 126,31 Ab	611,00 ± 64,44 Ab	681,79 ± 96,76
	Com Biocarvão	1271,25 ± 146,31 Aa	606,50 ± 127,29 Bb	1307,75 ± 203,63 Aa	514,50 ± 75,41 Ab	475,25 ± 188,96 Ab	616,00 ± 113,22 Ab	798,54 ± 142,47
	Média	893,00 ± 80,22	812,25 ± 170,31	1072,75 ± 162,11	530,75 ± 58,58	518,75 ± 157,63	613,50 ± 88,83	
Cruzamentos	Sem Biocarvão	146,00 ± 18,31 Bb	376,25 ± 93,49 Aa	257,25 ± 44,68 Ba	149,25 ± 11,91 Ab	163,75 ± 51,94 Ab	173,50 ± 18,79 Ab	211,00 ± 39,85
	Com Biocarvão	480,50 ± 50,90 Aa	198,00 ± 51,26 Bb	492,25 ± 90,14 Aa	152,25 ± 30,75 Ab	145,75 ± 81,33 Ab	203,00 ± 53,80 Ab	278,62 ± 59,70
	Média	313,25 ± 34,60	287,12 ± 72,38	374,75 ± 67,41	150,75 ± 21,33	154,75 ± 66,64	188,25 ± 36,29	

Médias ± erro padrão seguidas pela mesma letra maiúscula (níveis de Hidrogel) e minúscula (dose de fertilizante orgânico) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e teste t independente, respectivamente ($\alpha = 0,05$). ns: não significativo para interação ou efeito isolado dos fatores.

Tabela 5. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus benthamii* com adubação de cobertura em função de doses de fertilizante orgânico e níveis de biocarvão aos 140 dias.

Variable	Níveis de biocarvão	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)						Média
		0	5	10	15	20	25	
A	Sem Biocarvão	8,90 ± 0,98 ns	7,27 ± 1,13	9,71 ± 1,20	7,35 ± 0,61	8,59 ± 1,15	6,44 ± 0,77	8,04 ± 0,97
	Com Biocarvão	6,94 ± 0,18	5,48 ± 1,09	7,27 ± 1,05	6,92 ± 0,48	7,80 ± 0,19	8,59 ± 1,26	7,17 ± 0,71
	Média	7,92 ± 0,58	6,38 ± 1,11	8,49 ± 1,12	7,14 ± 0,54	8,20 ± 0,67	7,51 ± 1,02	
gs	Sem Biocarvão	0,50 ± 0,03	0,41 ± 0,07	0,60 ± 0,10	0,39 ± 0,05	0,56 ± 0,07	0,32 ± 0,04	0,46 ± 0,06 A
	Com Biocarvão	0,34 ± 0,03	0,27 ± 0,03	0,32 ± 0,04	0,30 ± 0,09	0,44 ± 0,03	0,42 ± 0,17	0,35 ± 0,06 B
	Média	0,42 ± 0,03	0,34 ± 0,05	0,46 ± 0,07	0,34 ± 0,07	0,50 ± 0,05	0,37 ± 0,10	
E	Sem Biocarvão	3,91 ± 0,26 ns	3,59 ± 0,49	3,99 ± 0,33	3,57 ± 0,08	3,96 ± 0,20	3,43 ± 0,21	3,74 ± 0,26
	Com Biocarvão	3,57 ± 0,17	3,08 ± 0,20	3,55 ± 0,16	3,01 ± 0,37	3,93 ± 0,09	3,29 ± 0,42	3,40 ± 0,24
	Média	3,74 ± 0,22	3,33 ± 0,34	3,77 ± 0,24	3,29 ± 0,23	3,94 ± 0,15	3,36 ± 0,32	
Ci	Sem Biocarvão	252,53 ± 6,83 ns	254,13 ± 3,85	254,95 ± 4,34	250,76 ± 6,88	258,12 ± 3,58	249,56 ± 7,56	253,34 ± 5,51
	Com Biocarvão	248,62 ± 3,29	254,65 ± 8,14	242,05 ± 14,65	236,56 ± 22,60	252,86 ± 3,14	239,28 ± 9,92	245,67 ± 10,29
	Média	250,58 ± 5,06	254,39 ± 5,99	248,50 ± 9,50	243,66 ± 14,74	255,49 ± 3,36	244,42 ± 8,74	
Ci/Ca	Sem Biocarvão	0,88 ± 0,02 ns	0,88 ± 0,01	0,89 ± 0,01	0,87 ± 0,02	0,90 ± 0,01	0,86 ± 0,02	0,88 ± 0,01
	Com Biocarvão	0,86 ± 0,01	0,87 ± 0,02	0,84 ± 0,04	0,81 ± 0,07	0,88 ± 0,01	0,83 ± 0,03	0,85 ± 0,03
	Média	0,87 ± 0,01	0,87 ± 0,02	0,86 ± 0,03	0,84 ± 0,05	0,89 ± 0,01	0,85 ± 0,02	
A/Ci	Sem Biocarvão	0,04 ± 0,00 ns	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00
	Com Biocarvão	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,00
	Média	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	
A/E	Sem Biocarvão	2,32 ± 0,39 ns	2,04 ± 0,14	2,45 ± 0,30	2,06 ± 0,18	2,14 ± 0,21	1,87 ± 0,14	2,15 ± 0,23
	Com Biocarvão	1,95 ± 0,05	1,76 ± 0,28	2,05 ± 0,29	2,38 ± 0,36	1,99 ± 0,08	2,59 ± 0,16	2,12 ± 0,20
	Média	2,13 ± 0,22	1,90 ± 0,21	2,25 ± 0,30	2,22 ± 0,27	2,07 ± 0,14	2,23 ± 0,15	

A: taxa de assimilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs: condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E: taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Ci: concentração intercelular de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); Ci/Ca: relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2$); A/E: eficiência no uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); A/Ci: eficiência de carboxilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$). ns: não significativo para efeito isolado ou interação entre os fatores ($\alpha = 0,05$). Médias \pm erro padrão seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste t independente ($\alpha = 0,05$).

2.4. DISCUSSÃO

A altura e o diâmetro do coleto são, provavelmente, as duas características mais utilizadas no contexto da produção de mudas de espécies florestais, pois são facilmente coletadas. Para o gênero *Eucalyptus*, a recomendação é que as mudas sejam expedidas ao campo com os valores mínimos de 20,00 cm e 2,00 mm (Araujo et al., 2018), respectivamente. A matéria seca, por sua vez, é um bom indicador da rustificação das mudas (Gomes et al., 2002) e, apesar de não existir um valor recomendado, maiores valores são desejados (Araujo et al., 2018). Além disso, para as relações matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz e altura/diâmetro do coleto, os valores entre 1,00 e 3,00 (Araujo et al., 2018) e, no máximo, 11,90 (Wendling et al., 2010) são indicados, respectivamente. Para o Índice de Qualidade de Dickson, quanto maior o valor, maior é a qualidade da muda e, para as de espécies florestais produzidas em tubetes pequenos, o valor mínimo de 0,20 pode ser considerado adequado (Hunt, 1990).

Dessa forma, nos dois experimentos, quando realizada a adubação de cobertura, as mudas atingiram, em sua maioria, os valores mínimos recomendados para plantio, com exceção do Índice de Qualidade de Dickson. Essa exceção possivelmente está relacionada com os valores de matéria seca, que estão presentes tanto no numerador quanto no denominador desse índice e que, portanto, apresentam um grande impacto no valor final. Na literatura, outros autores realizaram muito mais adubações suplementares, com período de rustificação de 30 dias, e encontraram valores de matéria seca e, conseqüentemente, do Índice de Qualidade de Dickson consideravelmente superiores aos do presente trabalho (Kratz et al., 2013a; Kratz et al., 2013b). No nosso trabalho, realizamos apenas cinco adubações de cobertura e as mudas permaneceram a pleno sol por até 20 dias. Portanto, as mudas de *E. benthamii* podem atingir uma qualidade superior àquela que nós observamos nos nossos experimentos, sendo beneficiadas por maiores quantidades de adubação e períodos de rustificação.

O número de pontas indica a quantidade de porções terminais da raiz enquanto o número de bifurcações é quantidade de ramificações laterais da raiz (Iannucci & Amato 2021). Por sua vez, os cruzamentos representam a quantidade de raízes distintas que se sobrepõem em uma projeção bidimensional (Luera et al., 2021).

Essas características, em conjunto com as demais, representam a capacidade das plantas de explorar além da zona de depleção, ou seja, a capacidade de captação de água e nutrientes e, conseqüentemente, uma maior possibilidade de crescimento vegetativo (Sousa et al., 2021).

Desse modo, maiores valores são desejáveis para todas essas características. Na literatura, existem relatos de valores para as principais variáveis de morfologia da raiz para mudas de *Eucalyptus*. Por exemplo, nos melhores tratamentos, valores superiores a 0,40 mm, 1.500,00 cm, 200,00 cm² e 2,00 cm³ para, respectivamente, diâmetro médio, comprimento, área de superfície e volume das raízes foram verificados para *E. dunni*, *E. saligna* e *E. urograndis* (Aguilar et al., 2024). Para *E. grandis* e *E. saligna*, foram observados valores próximos ou maiores que 1,00 mm, 2.000,00 cm, 200,00 cm² e 2,00 cm³, na ordem, para as mesmas variáveis (Kulmann et al., 2022). Apesar das condições parecidas de clima e idade das plantas, esses experimentos trabalharam com as mudas de diferentes materiais genéticos em recipientes com volumes de 6,0 e 8,0 L, respectivamente, durante o período final, o que muito provavelmente explica a superioridade em relação aos valores que observamos aqui.

As principais variáveis que caracterizam a fotossíntese em uma determinada condição ambiental são a taxa de assimilação e a taxa de transpiração, ambas mensuráveis diretamente por meio das trocas gasosas (Bursch et al., 2024). Essas duas variáveis são reguladas pela condutância estomática, que representa a taxa de perda de H₂O ou absorção de CO₂ pelas folhas. Esse processo está diretamente ligado ao mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos (Wong et al., 1979; Gadi et al., 2019).

Assim, maiores valores de taxa de assimilação são desejados, e esses valores podem ser acompanhados por maiores valores de condutância estomática e taxa de transpiração. Na literatura, nas melhores condições, frequentemente, foram observados valores superiores aos do presente artigo para mudas de 16 diferentes materiais genéticos dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, em média, 12,30 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, 0,33 mol H₂O m⁻² s⁻¹, 4,15 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ para taxa de assimilação, condutância estomática e taxa de transpiração, respectivamente (Silva et al., 2016). Provavelmente, essas diferenças ocorreram devido aos diferentes materiais genéticos e condições de cultivo, como a adubação, além da idade das mudas, que eram superiores às do presente trabalho.

Quanto à nossa primeira hipótese, que o fertilizante orgânico garantiria o crescimento adequado das mudas de *E. benthamii*, os nossos resultados não a confirmaram. Em geral, as mudas que produzimos apresentaram melhores características somente quando foi realizada a adubação de cobertura com fertilizantes minerais solúveis, efeito esse que pode ser considerado de enorme magnitude (Sawilowsky 2009), principalmente nas características de qualidade. Diante disso, apesar dos benefícios dos fertilizantes orgânicos serem amplamente relatados nas ciências agrárias (Liu et al., 2024), a liberação de nutrientes pode não corresponder à demanda da cultura, sendo limitada por diversos fatores, como a temperatura e umidade do substrato (Bergstrand et al., 2020; Cannavo et al., 2022). Além disso, a concentração de nutrientes nesses fertilizantes é geralmente menor do que nos fertilizantes minerais (Delgado et al., 2016). Dessa forma, em conjunto, esses fatores podem explicar os resultados que observamos nos nossos experimentos.

Em relação à nossa segunda hipótese, que existiria um efeito positivo do uso de condicionadores de substrato associado às doses mais baixas do fertilizante orgânico, a maioria dos nossos resultados não a confirmou. Afinal, considerando os dois experimentos, basicamente, não houve interação significativa entre esses fatores para as características de qualidade e fisiológicas das mudas. Inclusive, em ambos os experimentos, o valor de Ω^2p para a interação nas variáveis fisiológicas foi negativo, o que indica ausência de efeito (Kroes & Finley 2023). Além disso, apesar de ter existido essa interação para a maior parte das variáveis de morfologia da raiz, isso não foi suficientemente benéfico para as plantas ao ponto de justificar o uso desses fatores em conjunto. Contudo, os efeitos isolados das doses de fertilizante orgânico e dos níveis de condicionadores de substrato nas mudas com adubação de cobertura, em ambos os experimentos, nos trazem perspectivas importantes.

Primeiro, quanto ao uso do fertilizante orgânico, as doses a partir de 20 g dm^{-3} foram capazes de proporcionar efeitos significativos e com magnitudes medianas ($\Omega^2p > 0,059$) e grandes ($\Omega^2p > 0,138$) nas características de qualidade das mudas que receberam adubação de cobertura (Kirk, 1996). Isso indica o potencial desse fertilizante orgânico para ser usado em conjunto com fertilizantes minerais. Na literatura, diversos autores têm apontado o potencial da combinação entre esses tipos de fertilizante (Ekinici et al., 2019; Wan et al., 2021; Silva et al., 2022). Provavelmente, o efeito positivo da associação entre esses fertilizantes ocorre por diversos motivos relacionados a melhoria das características químicas e físicas do substrato. Por

exemplo, existem relatos do aumento da capacidade de troca de cátions e de retenção de água do meio com o uso de fertilizantes orgânicos (Mazumder et al., 2021; Kebede et al., 2023), ambas características inversamente relacionadas com a lixiviação de nutrientes, o que pode reduzir as perdas dos nutrientes disponibilizados pelos fertilizantes minerais e, conseqüentemente, aumentar a eficiência da utilização desses fertilizantes. Inclusive, alguns trabalhos avaliaram esse uso em conjunto em experimentos de campo com espécies agrícolas e constataram a possibilidade na redução da quantidade dos fertilizantes minerais utilizada (Cui et al., 2022; Zhang et al., 2024).

Segundo, em relação ao uso dos condicionadores no substrato, que apresentaram efeitos significativos e de grande magnitude ($\Omega^2p > 0,138$) nas características de qualidade das mudas (Kirk, 1996). Os benefícios da utilização do hidrogel (Navroski et al., 2016; Konzen et al., 2017) e do biocarvão (Köster et al., 2020; Moreno et al., 2021) têm sido relatados na literatura para mudas florestais. Apesar disso, no presente trabalho, o uso desses condicionadores afetou negativamente a qualidade das mudas. Os efeitos negativos do uso de hidrogel (Sahmat et al., 2022) ou biocarvão (Natalli et al., 2024) como condicionadores de substrato também têm sido reportados recentemente.

Considerando que a demanda hídrica das mudas está intimamente relacionada com as condições climáticas locais, como temperatura e umidade (Marouelli et al., 2011), é possível que a divergência nos resultados esteja relacionada com as diferentes características climáticas dos locais experimentais. Por exemplo, em Santa Maria, local onde foram realizados diversos trabalhos com hidrogel (Navroski et al., 2015a; Navroski et al., 2015b; Navroski et al., 2016), os valores médios anuais de temperatura (+3,3 °C) e umidade (-2,1%) são diferentes daqueles observados em Lages (INMET, 2025). Nesse caso, esses resultados ressaltam a importância do conhecimento dos parâmetros físicos ideais para a produção de mudas florestais e alertam que o uso de condicionadores de substrato deve estar atrelado a adequação das doses e regimes de irrigação nas diferentes condições climáticas.

Por fim, o nosso trabalho foi o primeiro a utilizar esse fertilizante orgânico comercial para a produção de mudas. Para trabalhos futuros, sugerimos que sejam utilizadas doses maiores desse fertilizante (por exemplo, até 50 g dm⁻³) com doses de fertilizante de liberação controlada. Além disso, também apresentamos valores de tamanho de efeito apropriados para os testes estatísticos que utilizamos, o que é

incomum na literatura sobre esse tema, quando não é utilizada correlação ou análise de regressão. Esperamos que isso sirva de incentivo para que outros pesquisadores das ciências agrárias prossigam para além do p-valor e que, conforme isso ocorra, seja possível estabelecer valores específicos para a interpretação de diferentes tamanhos de efeito no contexto da produção de mudas.

2.5. CONCLUSÃO

O fertilizante orgânico comercial é insuficiente para garantir a produção de mudas de qualidade, mas apresenta potencial com doses a partir de 20 g dm⁻³ quando associado a fertilizantes de cobertura;

A combinação desse fertilizante orgânico com hidrogel ou biocarvão não é recomendada, e o uso isolado desses condicionadores também não é indicado para a produção de mudas de *E. benthamii* nas condições desse experimento.

3. FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA E COMPOSTO DO TIPO BOKASHI PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*

3.1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* atingiu, aproximadamente, 10,2 milhões de hectares, o que corresponde a cerca de 76% dos plantios florestais brasileiros e que estão distribuídos por todas as regiões do Brasil (IBÁ, 2024). A ampla distribuição desse gênero no País ocorre, entre outros, devido aos diversos estudos sobre adaptabilidade e estabilidade dos genótipos em diferentes ambientes (Castro et al., 2016). Na região sul, os materiais genéticos devem apresentar, além de elevada produtividade, resistência ao frio e às geadas. E, nesse contexto, o *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage se destaca como a espécie de maior adaptação.

Para além dos programas de melhoramento, os processos silviculturais, como a adubação das mudas no viveiro, também são fundamentais para o sucesso dos plantios florestais. Para a produção de mudas de *Eucalyptus*, geralmente, são utilizados fertilizantes de liberação controlada. Esses fertilizantes são revestidos ou encapsulados com materiais orgânicos ou inorgânicos, o que garante a liberação dos nutrientes ao longo do tempo (Dovzhenk et al., 2024). Apesar dos diversos benefícios, o custo desse tipo de fertilizante requer que o seu uso seja adequado às diferentes espécies e sistemas de produção.

Outra possibilidade para a adubação de mudas florestais são os fertilizantes orgânicos. Estes são, frequentemente, provenientes da degradação de materiais orgânicos em condições aeróbias (compostagem), o que resulta em um composto (Barrena e Sanchez, 2022). No entanto, essa degradação também pode ser realizada em condições anaeróbias, por meio de uma técnica que resulta no composto do tipo bokashi (Lew et al., 2021).

Para a produção de mudas, o composto do tipo bokashi tem sido usado com sucesso. Por exemplo, para a produção de mudas de *Beta vulgaris* L., a adição desse composto ao substrato favoreceu o aumento da massa seca da parte aérea e da raiz das plantas (Kruker et al., 2023). Para *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg., a aplicação desse composto melhorou consideravelmente o crescimento e a acumulação de biomassa das mudas (Gashua et al., 2022). Apesar desses benefícios,

para a produção de mudas de espécies florestais comerciais, o uso do composto do tipo bokashi ainda é pouco explorado.

Por isso, considerando o potencial dos fertilizantes de liberação controlada e do composto do tipo bokashi, bem como a carência de informações sobre esses fatores para espécies florestais, o nosso objetivo foi analisar o crescimento de mudas de *E. benthamii* em função de diferentes doses de fertilizante de liberação controlada e níveis de composto do tipo bokashi. As nossas hipóteses foram as seguintes: 1) As características das mudas de *E. benthamii* serão beneficiadas pelo uso desses fatores com doses e níveis intermediários; 2) O uso do composto do tipo bokashi potencializará os efeitos do fertilizante de liberação controlada, sem prejuízo a qualidade das mudas.

3.2. MÉTODOS

Foi realizado um experimento em casa de sombra no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC), em Lages, SC. Conforme a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cfb, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C (Alvares et al., 2013).

Para isso, sementes de *E. benthamii* foram semeadas em tubetes de polipropileno de 55 cm³, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil® onde foram aplicados os tratamentos. Por sua vez, os tratamentos foram gerados a partir da combinação entre doses de fertilizante de liberação controlada (0, 2, 4 e 6 g dm⁻³) e volumes de biocomposto do tipo bokashi (0, 10, 20, 30 e 40% do volume do substrato), fornecido pela empresa Menuai Bioinsumos e Pesquisa (Tabela 6). O fertilizante de liberação controlada utilizado era da marca Osmocote® e apresentava formulação NPK 14-14-14 + micronutrientes, com tempo liberação de quatro meses. As doses desse fertilizante foram planejadas a partir do que, normalmente, é utilizado para produção de mudas de *Eucalyptus* em viveiros florestais comerciais, enquanto os volumes do biocomposto foram definidos arbitrariamente devido a inexistência de trabalhos anteriores.

Tabela 6 – Características químicas e físicas do biocomposto.

Carbono orgânico	N	P	K	Ca	Mg	S
%						
6,22	0,45	0,93	0,16	1,61	0,40	0,09

O delineamento foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial duplo, com cinco repetições e 10 plantas por repetição. Ao final do período experimental (100 dias), foram avaliadas características de qualidade, morfológicas das raízes e fisiológicas das plantas.

Para a avaliação das características de qualidade, foram mensurados: a altura (cm), o diâmetro do coleto (mm), a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz (g). A partir desses dados, foram calculados: a matéria seca total (g), a razão altura/diâmetro do coleto, a razão matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz e o Índice de Qualidade de Dickson (Dickson, Leaf e Hosner, 1960).

Em relação às características morfológicas das raízes das mudas, foram considerados: o diâmetro médio (mm), o comprimento (cm), a área de superfície (cm²) e o volume (cm³), além do número de pontas, bifurcações e cruzamentos. No mais, também foram registradas imagens dessas raízes e todos esses procedimentos foram realizados com o scanner EPSON 1200XL, com o programa WinRHIZO®.

Quanto às características fisiológicas das mudas, foram considerados: a taxa de assimilação ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), a condutância estomática ($g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), a taxa de transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), a concentração intercelular de CO₂ ($C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) e a relação entre a concentração intercelular e a concentração atmosférica de CO₂ ($C_i/C_a - \mu\text{mol CO}_2$). A partir desses dados, também foram calculadas a eficiência no uso da água ($A/E - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Todas essas medidas foram realizadas com um Analisador de Gases Infravermelho (IRGA Li-6400xt).

Para a análise dos dados, foram avaliados os pressupostos da normalidade de resíduos, homogeneidade de variâncias e independência de resíduos, respectivamente, pelos testes de Shapiro-Wilk, Bartlett e Durbin Watson. Quando não atendidos esses pressupostos, as variáveis dependentes foram transformadas por transformações comuns (x^2 , $x^{0,5}$, $\log(x)$, $x^{-0,5}$ ou x^{-1}). No entanto, para as variáveis de qualidade e fisiológicas, mesmo após essas transformações, os pressupostos não foram atendidos. Por isso, essas variáveis foram analisadas por meio do teste de Scheirer-Ray-Hare, seguido pelo teste de Dunn para a comparação das médias, quando necessário. As variáveis morfológicas das raízes das mudas foram analisadas com a Análise de Variância (ANOVA de duas vias) e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Para todos esses procedimentos, o nível

de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$). Além disso, todas essas análises, bem como a criação dos gráficos, foram realizadas no RStudio 4.4.3 – “Trophy”.

3.3. RESULTADOS

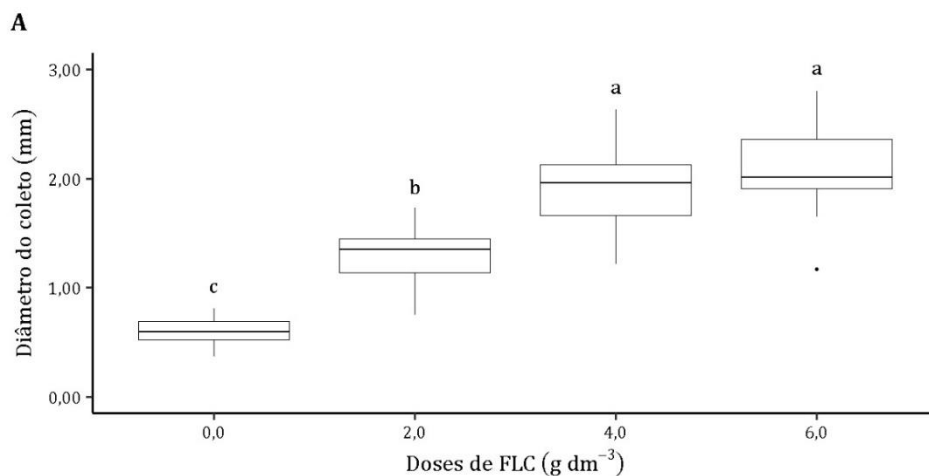
3.3.1. Variáveis de qualidade

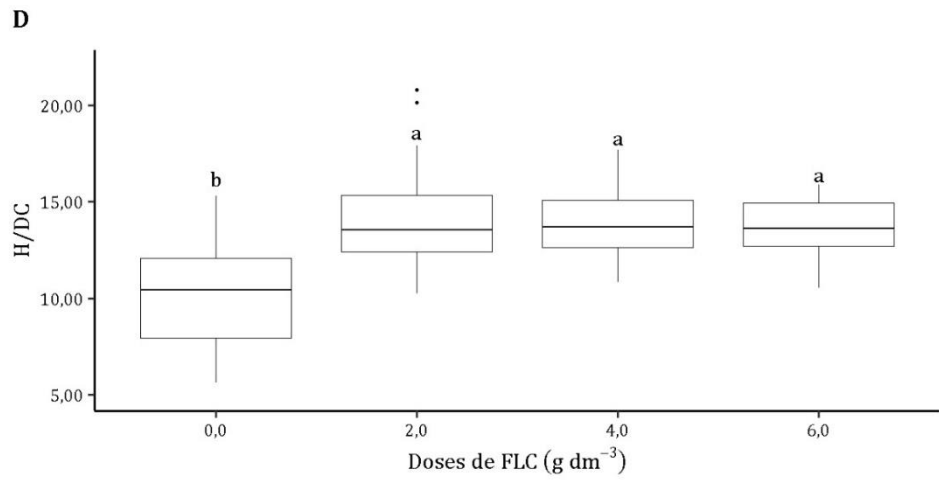
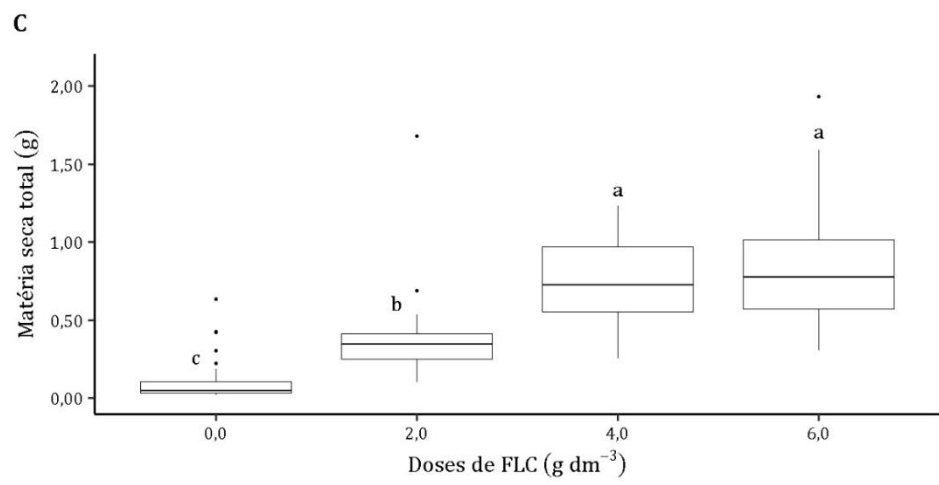
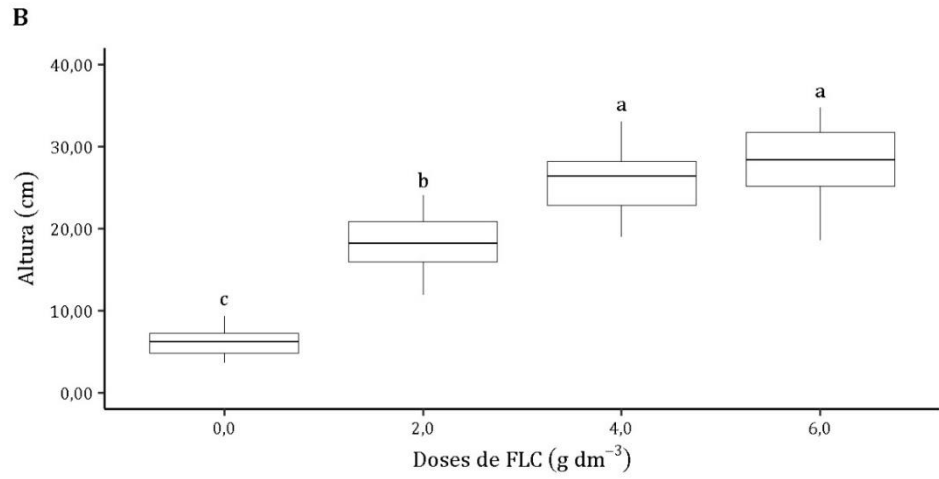
Não houve interação entre os fatores para as variáveis de qualidade das mudas (Figura 1) de *E. benthamii* ($p > 0,05$). No entanto, houve efeito isolado do fertilizante de liberação controlada para todas as variáveis analisadas.

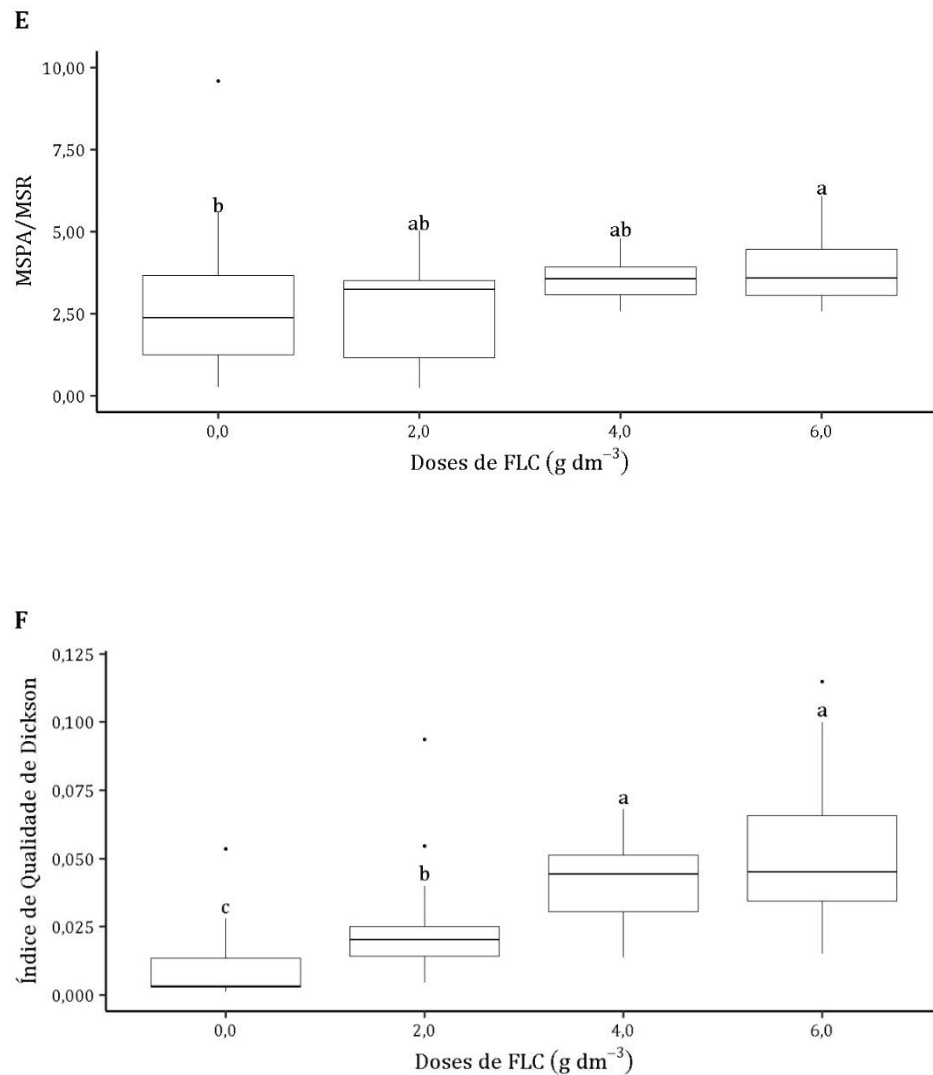
Para a maioria das variáveis as doses de 4,0 e 6,0 g dm⁻³ de fertilizante de liberação controlada não foram estatisticamente diferentes entre si, mas foram superiores à dose de 2,0 g dm⁻³, a qual, por sua vez, também foi superior à dose de 0,0 g dm⁻³. Nas melhores doses, o valor da mediana correspondeu a 2,01 mm, 27,55 cm, 0,74 g e 0,04 – respectivamente para diâmetro do coleto, altura, matéria seca total e Índice de Qualidade de Dickson.

No caso da relação altura/diâmetro do coleto, a dose de 0,0 g dm⁻³ foi inferior às demais doses, as quais não diferiram entre si. O valor mediano para essa variável foi de 13,61. Quanto à relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz, houve diferença apenas entre as doses de 0,0 e 6,0 g dm⁻³, sendo que essa última apresentou a maior mediana, 3,57.

Figura 1. Variáveis de qualidade das mudas de *Eucalyptus benthamii* em função de doses de fertilizante de liberação controlada e níveis de composto aos 100 dias.







Efeito isolado das doses do fertilizante de liberação controlada (FLC). Medianas seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Dunn ($\alpha = 0,05$).

3.3.2. Variáveis morfológicas das raízes

Para a maioria das variáveis morfológicas da raiz (Tabela 1), houve interação entre os fatores ($p < 0,05$), exceto para o número de bifurcações e número de cruzamentos, que apresentaram somente o efeito isolado das doses do fertilizante de liberação controlada.

Quando não foi utilizado o fertilizante de liberação controlada, a utilização dos níveis de 10% (para diâmetro médio) e de 30% (para as demais variáveis que apresentaram interação significativa) favoreceu o aumento nos valores das características morfológicas das raízes das mudas. No entanto, quando foi utilizado o

fertilizante de liberação controlada (a partir da dose de $2,0 \text{ g dm}^{-3}$), a utilização dos níveis do composto não influenciou ou até reduziram os valores dessas variáveis.

No nível de 0% de composto, a dose de $2,0 \text{ g dm}^{-3}$ apresentou valores superiores para a maioria das variáveis, ocasionalmente, não diferindo das doses de $2,0$ e $4,0 \text{ g dm}^{-3}$. Nesses casos, os valores médios foram de $229,23 \text{ cm}$, $43,99 \text{ cm}^2$, $0,80 \text{ cm}^3$ e $742,00$, respectivamente para comprimento, área de superfície, volume e número de pontas. Ainda no nível de 0% de composto, para diâmetro médio, as doses de $4,0$ e $6,0 \text{ g dm}^{-3}$ não diferiram entre si, e foram superiores às demais doses, apresentando a média de $0,83 \text{ mm}$. Tanto o número de bifurcações e cruzamentos apresentaram os maiores valores na dose de $2,0 \text{ g dm}^{-3}$ de fertilizante, atingindo $675,84$ e $237,32$, nessa ordem.

3.3.3. Variáveis fisiológicas

Em relação às variáveis fisiológicas (Tabela 2), houve apenas efeito isolado ($p < 0,05$) das doses de fertilizante de liberação controlada para a maioria das variáveis, exceto concentração intercelular de CO_2 e relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO_2 . Em todos os casos em que houve esse efeito isolado, as doses a partir de $2,0 \text{ g dm}^{-3}$ do fertilizante de liberação controlada não diferiram entre si, mas foram superiores à dose de $0,0 \text{ g dm}^{-3}$. A mediana dessas variáveis foi de $2,42 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,12 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $1,85 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $1,07 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para taxa de assimilação, condutância estomática, transpiração e eficiência no uso da água.

Tabela 1. Variáveis morfológicas das raízes das mudas de *Eucalyptus benthamii* em função de doses de fertilizante de liberação controlada e níveis de composto aos 100 dias.

Variável	Dose de FLC g dm ⁻³	Níveis de composto (bokashi)					Média
		0	10	20	30	40	
Diâmetro médio (mm)	0,0	0,42 ± 0,01 cB	0,50 ± 0,02 cA	0,44 ± 0,01 bAB	0,45 ± 0,01 bAB	0,44 ± 0,02 bAB	0,45 ± 0,01
	2,0	0,62 ± 0,04 bA	0,61 ± 0,02 bA	0,56 ± 0,02 aA	0,58 ± 0,02 aA	0,57 ± 0,02 aA	0,59 ± 0,02
	4,0	0,78 ± 0,02 aA	0,70 ± 0,06 abAB	0,63 ± 0,02 aB	0,62 ± 0,03 aB	0,64 ± 0,03 aB	0,67 ± 0,03
	6,0	0,88 ± 0,05 aA	0,77 ± 0,04 aAB	0,64 ± 0,03 aC	0,62 ± 0,01 aC	0,65 ± 0,02 aBC	0,71 ± 0,03
	Média	0,68 ± 0,03	0,64 ± 0,04	0,57 ± 0,02	0,57 ± 0,02	0,57 ± 0,02	
Comprimento (cm)	0,0	118,95 ± 15,44 bBC	82,84 ± 7,45 bC	176,92 ± 32,54 aAB	217,84 ± 25,53 aA	172,09 ± 24,11 bABC	153,73 ± 21,01
	2,0	229,23 ± 30,53 aA	256,29 ± 30,13 aA	207,15 ± 18,00 aA	230,57 ± 29,52 aA	289,43 ± 37,35 aA	242,53 ± 29,11
	4,0	183,07 ± 14,41 abA	176,29 ± 29,91 aA	170,52 ± 16,39 aA	152,60 ± 31,01 aA	180,34 ± 28,41 bA	172,57 ± 24,02
	6,0	142,16 ± 14,85 abA	197,08 ± 11,40 aA	199,18 ± 13,16 aA	144,14 ± 17,33 aA	196,17 ± 16,99 bA	175,74 ± 14,75
	Média	168,35 ± 18,81	178,12 ± 19,72	188,44 ± 20,02	186,29 ± 25,85	209,51 ± 26,72	
Área de superfície (cm ²)	0,0	15,70 ± 1,89 bAB	12,97 ± 1,12 bB	24,21 ± 4,12 bAB	31,01 ± 3,55 aA	24,04 ± 4,04 cAB	21,58 ± 2,94
	2,0	43,45 ± 3,76 aA	49,61 ± 6,91 aA	36,31 ± 2,50 abA	41,85 ± 5,10 aA	51,85 ± 6,56 aA	44,61 ± 4,97
	4,0	44,53 ± 2,71 aA	37,21 ± 4,28 aA	33,90 ± 3,18 abA	28,31 ± 4,73 aA	35,57 ± 4,93 bcA	35,90 ± 3,96

	6,0	39,40 ± 4,77 aAB	47,43 ± 2,67 aA	39,85 ± 3,17 aAB	28,13 ± 3,48 aB	40,04 ± 4,08 abAB	38,97 ± 3,63
	Média	35,77 ± 3,28	36,81 ± 3,74	33,56 ± 3,24	32,32 ± 4,21	37,87 ± 4,90	
Volume (cm ³)	0,0	0,17 ± 0,02 bB	0,16 ± 0,02 bB	0,26 ± 0,04 bAB	0,35 ± 0,04 bA	0,27 ± 0,05 bAB	0,24 ± 0,03
	2,0	0,66 ± 0,04 aA	0,77 ± 0,13 aA	0,51 ± 0,04 aA	0,61 ± 0,07 aA	0,74 ± 0,10 aA	0,66 ± 0,08
	4,0	0,87 ± 0,05 aA	0,64 ± 0,08 aAB	0,54 ± 0,06 aB	0,42 ± 0,06 abB	0,56 ± 0,08 aB	0,61 ± 0,06
	6,0	0,88 ± 0,14 aA	0,92 ± 0,09 aA	0,64 ± 0,07 aAB	0,44 ± 0,06 abB	0,65 ± 0,08 aAB	0,71 ± 0,09
	Média	0,64 ± 0,06	0,62 ± 0,08	0,49 ± 0,05	0,45 ± 0,06	0,56 ± 0,08	
Pontas	0,0	554,00 ± 63,77 abC	339,00 ± 41,52 bC	914,00 ± 185,02 aAB	1136,00 ± 131,59 aA	641,80 ± 123,64 bBC	716,96 ± 109,11
	2,0	742,00 ± 115,70 aA	886,60 ± 74,52 aA	738,80 ± 60,91 abA	826,20 ± 72,79 aA	1018,60 ± 91,14 aA	842,44 ± 83,01
	4,0	439,00 ± 32,13 abA	446,60 ± 51,11 bA	490,40 ± 84,91 bA	497,20 ± 118,36 bA	524,20 ± 62,81 bA	479,48 ± 69,86
	6,0	400,80 ± 57,33 bA	597,00 ± 65,61 abA	533,20 ± 40,44 bA	457,60 ± 51,23 bA	571,60 ± 76,84 bA	512,04 ± 58,29
	Média	533,95 ± 67,23	567,30 ± 58,19	669,10 ± 92,82	729,25 ± 93,49	689,05 ± 88,60	
Bifurcações	0,0	249,80 ± 29,02	162,60 ± 15,37	396,80 ± 90,74	504,80 ± 118,49	350,80 ± 94,72	332,96 ± 69,67 b
	2,0	650,60 ± 119,39	721,80 ± 160,75	536,20 ± 56,03	667,20 ± 120,84	803,40 ± 144,87	675,84 ± 120,37 a
	4,0	428,40 ± 59,61	371,80 ± 99,43	367,80 ± 55,84	293,80 ± 74,86	410,20 ± 95,03	374,40 ± 76,95 b
	6,0	277,60 ± 40,07	504,20 ± 47,30	432,40 ± 56,27	301,60 ± 67,43	409,00 ± 53,17	384,96 ± 52,85 b
	Média	401,60 ± 62,02	440,10 ± 80,71	433,30 ± 64,72	441,85 ± 95,41	493,35 ± 96,95	

Cruzamentos	0,0	80,60 ± 9,85	48,80 ± 9,44	119,00 ± 28,85	163,20 ± 36,19	128,00 ± 39,67	107,92 ± 24,80 b
	2,0	207,40 ± 47,48	259,20 ± 64,77	167,80 ± 19,27	252,40 ± 52,46	299,80 ± 70,45	237,32 ± 50,89 a
	4,0	106,00 ± 19,61	105,40 ± 40,82	101,60 ± 22,55	82,00 ± 24,70	119,40 ± 33,63	102,88 ± 28,26 b
	6,0	64,00 ± 9,80	122,00 ± 16,19	107,60 ± 14,33	90,20 ± 21,91	111,00 ± 17,34	98,96 ± 15,92 b
	Média	114,50 ± 21,69	133,85 ± 32,81	124,00 ± 21,25	146,95 ± 33,82	164,55 ± 40,27	

Médias ± erro padrão seguidas pela mesma letra minúscula (doses de fertilizante de liberação controlada - FLC) e maiúscula (níveis do composto) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância ($\alpha = 0,05$).

Tabela 2. Variáveis fisiológicas das mudas de *Eucalyptus benthamii* em função de doses de fertilizante de liberação controlada e níveis de composto aos 100 dias.

Variável	Dose de FLC g dm ⁻³	Níveis de bokashi					Mediana
		0	10	20	30	40	
A	0,0	0,04 (0,02–0,06)	0,24 (0,18–0,34)	0,40 (0,30–0,75)	1,32 (1,32–1,48)	0,82 (0,49–1,09)	0,40 (0,14–1,23) b
	2,0	2,83 (2,41–2,97)	2,65 (1,54–3,59)	1,95 (0,45–3,09)	1,73 (0,77–1,81)	3,05 (2,04–3,56)	2,41 (0,72–3,25) a
	4,0	4,20 (2,20–5,70)	0,87 (0,70–3,32)	1,23 (0,85–2,43)	3,46 (3,11–3,57)	5,24 (1,53–5,97)	2,77 (1,24–5,35) a
	6,0	1,45 (1,27–1,46)	3,61 (3,18–5,29)	1,52 (0,88–5,89)	4,44 (1,31–5,06)	1,03 (0,68–6,16)	1,69 (1,09–5,89) a
	Mediana	2,06 (0,89–3,58)	1,44 (0,39–3,53)	1,06 (0,43–2,59)	1,70 (1,32–3,72)	1,40 (0,77–4,90)	
Gs	0,0	0,02 (0,02–0,02)	0,03 (0,03–0,03)	0,03 (0,02–0,06)	0,09 (0,05–0,21)	0,05 (0,04–0,07)	0,03 (0,02–0,06) b

	2,0	0,10 (0,05–0,12)	0,34 (0,10–0,62)	0,08 (0,05–0,18)	0,06 (0,05–0,07)	0,12 (0,09–0,20)	0,10 (0,05–0,17) a
	4,0	0,11 (0,11–0,16)	0,07 (0,06–0,66)	0,10 (0,06–0,14)	0,30 (0,10–0,39)	0,21 (0,11–0,22)	0,11 (0,09–0,32) a
	6,0	0,12 (0,10–0,15)	0,20 (0,18–0,66)	0,12 (0,10–0,26)	0,22 (0,13–0,28)	0,13 (0,09–0,23)	0,15 (0,10–0,26) a
	Mediana	0,10 (0,05–0,12)	0,11 (0,04–0,47)	0,07 (0,05–0,15)	0,12 (0,06–0,28)	0,11 (0,06–0,22)	
<i>E</i>	0,0	0,28 (0,26–0,30)	0,45 (0,44–0,49)	0,48 (0,37–1,17)	1,75 (1,09–2,75)	1,00 (0,75–1,39)	0,49 (0,35–1,27) b
	2,0	1,80 (0,69–2,11)	3,07 (1,84–4,12)	1,55 (0,83–2,97)	0,99 (0,70–1,34)	2,46 (1,97–2,94)	1,80 (0,73–2,76) a
	4,0	2,09 (1,55–2,14)	1,06 (0,97–1,90)	1,37 (0,87–2,31)	3,83 (1,79–4,37)	3,30 (1,46–3,48)	1,94 (1,14–3,95) a
	6,0	1,72 (1,41–1,90)	2,37 (2,27–5,28)	1,69 (1,44–3,86)	3,32 (1,75–4,06)	1,75 (1,26–3,51)	1,90 (1,44–4,06) a
	Mediana	1,55 (0,68–2,10)	1,77 (0,66–3,50)	1,36 (0,78–2,47)	1,77 (1,09–3,64)	1,98 (1,05–3,44)	
<i>Ci</i>	0,0	261,46 (260,34–263,12) ns	248,55 (246,60–250,25)	242,99 (216,53–242,99)	202,74 (192,80–236,90)	233,13 (213,37–250,44)	246,60 (217,41–256,00)
	2,0	191,90 (190,85–194,55)	240,99 (220,02–251,80)	204,77 (202,14–248,18)	204,27 (192,98–229,04)	201,60 (187,53–225,94)	204,27 (192,09–242,53)
	4,0	201,41 (165,42–234,16)	248,01 (242,39–256,89)	239,10 (203,34–242,95)	212,02 (207,36–221,43)	227,19 (186,55–229,42)	228,30 (202,27–240,61)
	6,0	239,68 (239,57–244,99)	232,00 (231,62–232,74)	189,08 (188,58–243,94)	213,25 (189,96–256,86)	248,59 (208,03–251,20)	232,74 (189,96–248,59)

	Mediana	239,41 (191,37– 248,61)	241,47 (231,71– 250,72)	227,82 (200,90– 245,00)	209,69 (192,67– 237,56)	222,73 (190,52– 248,44)	
<i>Ci/Ca</i>	0,0	0,96 (0,95– 0,96) ns	0,91 (0,91– 0,92)	0,89 (0,89– 0,89)	0,84 (0,80– 0,96)	0,91 (0,88– 0,92)	0,91 (0,89– 0,95)
	2,0	0,81 (0,80– 0,82)	0,94 (0,90– 0,95)	0,86 (0,85– 0,91)	0,82 (0,80– 0,84)	0,85 (0,79– 0,91)	0,84 (0,80– 0,91)
	4,0	0,87 (0,70– 0,90)	0,91 (0,89– 0,94)	0,90 (0,88– 0,90)	0,89 (0,89– 0,90)	0,85 (0,80– 0,89)	0,89 (0,85– 0,90)
	6,0	0,89 (0,89– 0,91)	0,88 (0,87– 0,93)	0,83 (0,82– 0,90)	0,90 (0,81– 0,95)	0,92 (0,92– 0,93)	0,90 (0,83– 0,93)
	Mediana	0,89 (0,81– 0,92)	0,91 (0,89– 0,93)	0,89 (0,85– 0,91)	0,86 (0,80– 0,91)	0,90 (0,81– 0,93)	
<i>A/E</i>	0,0	0,15 (0,09– 0,19)	0,59 (0,56– 0,61)	0,81 (0,55– 0,83)	0,96 (0,37– 1,21)	0,64 (0,50– 0,75)	0,58 (0,27– 0,82) b
	2,0	1,34 (1,21– 1,40)	0,71 (0,49– 1,05)	1,04 (0,63– 1,05)	1,33 (1,29– 1,37)	0,98 (0,71– 1,22)	1,12 (0,81– 1,35) a
	4,0	1,66 (1,33– 1,97)	0,93 (0,79– 1,33)	0,97 (0,90– 1,05)	1,04 (0,93– 1,12)	1,34 (1,12– 1,59)	1,09 (0,96– 1,60) a
	6,0	1,01 (0,85– 1,03)	1,33 (1,09– 1,40)	1,53 (0,90– 1,76)	1,02 (0,41– 1,52)	0,66 (0,59– 1,62)	1,03 (0,66– 1,53) a
	Mediana	1,05 (0,71– 1,53)	0,90 (0,57– 1,27)	0,94 (0,61– 1,12)	1,08 (0,79– 1,37)	0,99 (0,61– 1,47)	

A: taxa de assimilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs: condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E: taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Ci: concentração intercelular de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); *Ci/Ca*: relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2$); *A/E*: eficiência no uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Efeito isolado das doses do fertilizante de liberação controlada (FLC): medianas seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Dunn ($\alpha = 0,05$). ns: não significativo para interação ou efeito isolado dos fatores.

3.4. DISCUSSÃO

Quanto à nossa primeira hipótese, que as características das mudas de *E. benthamii* seriam beneficiadas pelo uso desses fatores com doses e níveis intermediários, os nossos resultados a confirmaram parcialmente. Afinal, as características de qualidade e fisiológicas foram influenciadas apenas pelas doses do fertilizante de liberação controlada. Além disso, em geral, o efeito dos níveis do composto do tipo bokashi foram benéficos, mas exclusivamente para as características morfológicas das raízes das mudas, quando não foi utilizado fertilizante de liberação controlada.

Geralmente, mudas de *Eucalyptus* são consideradas aptas para expedição a campo quando atingem, no mínimo, 2,00 mm de diâmetro e 20,00 cm de altura (Araujo et al., 2018). Em relação a matéria seca, os maiores valores possíveis são desejados, afinal essa característica é um ótimo indicador da rustificação das mudas (Gomes et al., 2002). Para o Índice de Qualidade de Dickson, apesar de não existir uma recomendação mais recente, o valor de 0,20 é considerado adequado para mudas produzidas em tubetes pequenos (Hunt, 1990). Quanto às relações entre altura e diâmetro do coleto e entre matéria seca da parte aérea de matéria seca da raiz, valores por volta de 11,90 e entre 1 e 3 são desejados, respectivamente (Araujo et al., 2018; Wendling et al., 2010).

Dessa forma, as mudas produzidas no presente trabalho apresentaram valores de tendência central adequados para a maioria das variáveis de qualidade analisadas. No entanto, para o Índice de Qualidade de Dickson, que é, provavelmente, o principal indicador da qualidade das mudas, os valores ficaram aquém do sugerido e observado na literatura. Para mudas de *E. benthamii*, outros autores observaram valores desse índice entre 0,10 e 0,21, acompanhados por valores de matéria seca total acima de 0,38 g (Kratz et al., 2013). A diferença entre os nossos resultados e aqueles observados na literatura, provavelmente, ocorreu em função de diversos fatores, como a idade de avaliação das plantas. De qualquer maneira, considerando que o maior acúmulo de matéria seca reflete a superioridade das técnicas de manejo adotadas no viveiro (Araujo et al., 2018), nós acreditamos que os resultados do Índice de Qualidade de Dickson que observamos poderiam ter sido superiores caso o período de rustificação das mudas tivesse sido maior.

Em relação às características morfológicas das raízes das mudas, não existe recomendação de valores mínimos na literatura. Apesar disso, para *Eucalyptus grandis* W.Hill e *Eucalyptus saligna* Sm, em média os valores de diâmetro médio, comprimento, área de superfície e volume foram de, aproximadamente, 0,50 mm, 2000,00 cm, 330,00 cm² e 3,90 cm³ respectivamente (Kulmann et al., 2021). Para *E. saligna* e outras dois materiais de *Eucalyptus*, os valores médios foram cerca 1,60 mm, 2900,00 cm, 420,00 cm² e 4,60 cm³, na mesma ordem (Aguilar et al., 2024). As diferenças dos nossos resultados em relação ao observado na literatura podem ser explicadas por diversos motivos, entre os quais destacamos: os materiais genéticos, volume dos recipientes e períodos de avaliação.

Quanto às variáveis fisiológicas, na literatura, os valores relatados por outros pesquisadores para as principais variáveis em mudas de *Eucalyptus* variam. Por exemplo, os valores de taxa de assimilação, condutância estomática e transpiração foram de, aproximadamente, 11,50 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0,50 mol H₂O m⁻² s⁻¹ e 7,00 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ para mudas de *E. grandis* (Florentino et al., 2024). A superioridade desses resultados é explicada tanto pela idade dessas mudas (180 dias) quanto pelo volume do recipiente utilizado nesse trabalho (5 dm³). Em condições mais similares, os valores observados para mudas de *E. benthamii* foram cerca de 3,00 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0,03 mol H₂O m⁻² s⁻¹ e 1,00 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ (Andrade et al., 2023), ou seja, mais próximos ao que observamos no presente trabalho.

Quanto à nossa segunda hipótese, que o composto do tipo bokashi potencializaria os efeitos do fertilizante de liberação controlada, os nossos resultados não a confirmaram. Na verdade, frequentemente, não houve interação entre os fatores, e, quando houve, maiores níveis de composto, em geral, não apresentaram melhores resultados. Pelo contrário, em algumas situações, os valores foram até reduzidos com o aumento dos níveis desse composto.

Na literatura, a utilização do composto do tipo bokashi tem apresentado resultados positivos. Para mudas de *Tectona grandis* L., a adição desse composto no substrato apresentou resultados favoráveis, permitindo a formação de plantas de melhor qualidade (Guse et al., 2021). Quanto às mudas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, foi recomendado o uso de 5 g do composto fermentado (Santos et al., 2019). Em relação às mudas de *Alibertia edulis* (Rich.) A.Rich., o uso do composto do tipo bokashi também foi recomendado (Santos et al., 2020). Em todos esses trabalhos, o uso desse composto foi realizado e sugerido com

outras fontes orgânicas, e não com fertilizantes de liberação controlada, como no nosso trabalho.

Existem diversas possibilidades para explicar os resultados negativos que observamos nas raízes das mudas, ao utilizarmos o composto e o fertilizante de liberação controlada. Afinal, a adição do bokashi pode alterar as características químicas do substrato (Gashua et al., 2022). Essas mudanças podem ocasionar um desbalanço nutricional, o qual, em primeiro momento, poderia afetar as raízes das mudas (Machado et al., 2016). É possível também que o composto do tipo bokashi tenha aumentado a atividade microbiana (Hata et al., 2020) e, conseqüentemente, estimulado a degradação da membrana do fertilizante de liberação controlada, o que resultaria em um aumento na taxa de liberação dos nutrientes (Govil et al., 2024) e, conseqüentemente, nesse desbalanço nutricional.

Por fim, o nosso trabalho foi o primeiro a avaliar a combinação de doses de fertilizante de liberação controlada e níveis de composto do tipo bokashi para a produção de mudas de *E. benthamii*. É importante ressaltar que não avaliamos as características do substrato e, dessa forma, os mecanismos que levaram aos nossos resultados ainda permanecem desconhecidos. Por isso, recomendamos que, no futuro, o trabalho seja realizado novamente, com a inclusão de análises químicas e biológicas do substrato.

3.5. CONCLUSÃO

O uso de fertilizante de liberação controlada em conjunto com o composto do tipo Bokashi não é recomendado para a produção de mudas de *E. benthamii* nas condições do nosso experimento;

Sugerimos o uso da dose de 4 g dm⁻³ do fertilizante de liberação controlada para produção de mudas desta espécie.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, os fertilizantes orgânicos, isoladamente ou com condicionadores de substrato, são insuficientes para garantir o crescimento e qualidade das mudas de *E. benthamii*, sendo fundamental o uso de fertilizantes minerais. Nesse contexto, existe potencial no uso, em conjunto, de fertilizantes orgânicos e fertilizantes minerais solúveis.

Os artigos que compõem os capítulos desta dissertação estão em fase de preparação para a submissão em periódicos científicos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. N. **O Eucalipto**. 2 ed. São Paulo: s.n., 1961.

ANDRADE, R. S. DE et al. Light-emitting diodes (LEDs) in development and response to water stress in *Eucalyptus benthamii* seedlings (Myrtaceae). **Ciência Rural**, v. 53, n. 11, 2023.

AGUILAR, M. V. et al. Selecting Eucalyptus spp. Clones to Enable Higher Phosphorus Uptake Efficiency. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 43, n. 3, p. 854–870, 6 mar. 2024.

AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. **Journal of Advanced Research**, v. 6, n. 2, p. 105–121, mar. 2015.

ALVARES, C. A. et al., Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 1 dez. 2013.

ARAUJO, M. M. et al. Caracterização e análise de atributos morfológicos e fisiológicos indicadores da qualidade de mudas em viveiros florestais. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. **Produção de Sementes e Mudas: um enfoque à Silvicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2018. 448 p.

BARRENA, R.; SÁNCHEZ, A. **Home Composting: A Review of Scientific Advances**. The 1st International Electronic Conference on Processes: Processes System Innovation. **Anais...**Basel Switzerland: MDPI, 20 maio 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-4591/19/1/35>.

BENIN, C. C. et al. Energy properties of *Eucalyptus benthamii* wood based on tree age and region in Guarapuava, Paraná state, Brazil. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 83, n. 4, p. 264–268, 2 out. 2021.

BERBEN, L.; SEREIKA, S. M.; ENGBERG, S. Effect size estimation: Methods and examples. **International Journal of Nursing Studies**, v. 49, n. 8, p. 1039–1047, ago. 2012.

BERGSTRAND, K.-J.; LÖFKVIST, K.; ASP, H. Dynamics of nutrient availability in tomato production with organic fertilisers. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 36, n. 3, p. 200–212, 2 jul. 2020.

BHANWARIA, R.; SINGH, B.; MUSARELLA, C. M. Effect of Organic Manure and Moisture Regimes on Soil Physicochemical Properties, Microbial Biomass Cmic:Nmic:Pmic Turnover and Yield of Mustard Grains in Arid Climate. **Plants**, v. 11, n. 6, p. 722, 8 mar. 2022.

BUSCH, F. A. et al. A guide to photosynthetic gas exchange measurements: Fundamental principles, best practice and potential pitfalls. **Plant, Cell & Environment**, v. 47, n. 9, p. 3344–3364, 6 set. 2024.

CANNAVO, P. et al. Organic Fertilization of Growing Media: Response of N Mineralization to Temperature and Moisture. **Horticulturae**, v. 8, n. 2, p. 152, 10 fev. 2022.

CASTRO, C. A. DE O. et al. Brief history of Eucalyptus breeding in Brazil under perspective of biometric advances. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1585–1593, 16 jun. 2016.

CORDELL, D.; WHITE, S. Tracking phosphorus security: indicators of phosphorus vulnerability in the global food system. **Food Security**, v. 7, n. 2, p. 337–350, 31 abr. 2015.

CUI, X. et al. Replacing 30 % chemical fertilizer with organic fertilizer increases the fertilizer efficiency, yield and quality of cabbage in intensive open-field production. **Ciência Rural**, v. 52, n. 7, 2022.

CUNHA, F. L. et al. Palha de café carbonizada em substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* e *Anadenanthera macrocarpa*. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, p. 548–572, 24 jun. 2022.

DELGADO, A.; QUEMADA, M.; VILLALOBOS, F. J. Fertilizers. In: **Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 321–339.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10–13, 1 mar. 1960.

DOVZHENKO, A. P. et al. Recent progress in the development of encapsulated fertilizers for time-controlled release. **Heliyon**, v. 10, n. 15, p. e34895, 15 ago. 2024.

ESPÍRITO SANTO, H.; DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (2): Guia para reportar a força das relações. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, v. 3, n. 1, p. 53–64, 28 fev. 2017.

FELIPPE, D. et al. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **FLORESTA**, v. 46, n. 2, p. 215, 30 jun. 2016.

FLORENTINO, A. L. et al. Integrated Ca, Mg, Cu, and Zn supply upregulates leaf anatomy and metabolic adjustments in *Eucalyptus* seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 208, p. 108446, 1 mar. 2024.

GADI, V. K. et al. Relating stomatal conductance and surface area with evapotranspiration induced suction in a heterogeneous grass cover. **Journal of Hydrology**, v. 568, p. 867–876, 1 jan. 2019.

GAO, S.; DELUCA, T. H.; CLEVELAND, C. C. Biochar additions alter phosphorus and nitrogen availability in agricultural ecosystems: A meta-analysis. **Science of The Total Environment**, v. 654, p. 463–472, 1 mar. 2019.

GASHUA, A. G. et al. Potting media made with bokashi compost to improve the growth and biomass accumulation of rubber seedlings. **Journal of Rubber Research**, v. 25, n. 2, p. 127–139, 23 maio 2022.

GOMES, M. J. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655–664, 2002.

GOVIL, S. et al. Controlled-release fertiliser: Recent developments and perspectives. **Industrial Crops and Products**, v. 219, p. 119160, 1 nov. 2024.

GRIEBELER, A. M. et al. Acacia mearnsii pyroligneous acid as a promoter of rooting and quality of rooted cuttings of subtropical Eucalyptus. **Trees**, v. 38, n. 4, p. 1063–1077, 4 ago. 2024.

GUSE, L. G. et al. Produção de mudas de teca sob diferentes substratos orgânicos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e0910514611, 25 abr. 2021.

HATA, F. T. et al. Bokashi compost and biofertilizer increase lettuce agronomic variables in protected cultivation and indicates substrate microbiological changes. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 32, n. 9, p. 640, 8 nov. 2020.

HUNT, G. A. **Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings**. (R. Rose, S. J. Campbell, T. D. Landis, Eds.) Proceedings of Target Seedling Symposium. **Anais...**Roseburg: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 13 ago. 1990.

HUTAPEA, F. J. et al. Eucalyptus pellita substantially outperforms Acacia mangium in tropical savannah ecosystem of Australia, but strategies are needed to maintain soil nutrients. **Forest Ecology and Management**, v. 562, p. 121930, 15 jun. 2024.

IANNUCCI, A.; AMATO, M. Root morphology and shoot growth in seedlings of chia (*Salvia hispanica* L.). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 68, n. 8, p. 3205–3217, 2 dez. 2021.

IBI. **Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar That Is Used in Soil (aka IBI Biochar Standards)**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.biochar-international.org/characterizationstandard>>.

IKOYI, I. et al. Responses of soil microbiota and nematodes to application of organic and inorganic fertilizers in grassland columns. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, n. 5, p. 647–662, 11 jul. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio2024.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados históricos de clima - Estação: Lages/SC. Brasília: INMET, 2025. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

JALPA, L. et al. Economic Impact of Nitrogen Management Using Controlled-release Formulations for Tomato Production in North Florida. **HortTechnology**, v. 35, n. 3, p. 377–384, 1 jun. 2025.

JAISWAL, A. K. et al. Linking the Belowground Microbial Composition, Diversity and Activity to Soilborne Disease Suppression and Growth Promotion of Tomato Amended with Biochar. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 44382, 13 mar. 2017.

KEBEDE, T.; DIRIBA, D.; BOKI, A. The Effect of Organic Solid Waste Compost on Soil Properties, Growth, and Yield of Swiss Chard Crop (*Beta vulgaris* L.). **The Scientific World Journal**, v. 2023, p. 1–10, 23 out. 2023.

KIRK, R. E. Practical Significance: A Concept Whose Time Has Come. **Educational and Psychological Measurement**, v. 56, n. 5, p. 746–759, 1 out. 1996.

KONZEN, E. R. et al. The use of hydrogel combined with appropriate substrate and fertilizer improve quality and growth performance of *Mimosa scabrella* Benth. seedlings. **CERNE**, v. 23, n. 4, p. 473–482, 1 dez. 2017.

KONZEN et al. PRODUÇÃO DE MUDAS POR PROPAGAÇÃO VEGETATIVA. In: ARAUJO, M. M.; NAVRÓSKI, M. C.; SCHORN, L. A. **Produção de Sementes e Mudanças: um enfoque à Silvicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2018. 448 p.

KÖSTER, E. et al. Effect of biochar amendment on the properties of growing media and growth of containerized Norway spruce, Scots pine, and silver birch seedlings. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 51, n. 1, p. 31–40, jan. 2021.

KRATZ, D. et al., Utilização de Resíduos Urbanos e Agroflorestais para Produção de Mudanças de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella*. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 530–537, 2013a.

KRATZ, D. et al. Substratos renováveis na produção de mudanças de *Eucalyptus benthamii* renewable substrates in the seedling production of *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 607–621, 2013b.

KROES, A. D. A.; FINLEY, J. R. Demystifying omega squared: Practical guidance for effect size in common analysis of variance designs. **Psychological Methods**, 20 jul. 2023.

- KRUKER, G. et al. Quality of Bokashi-Type Biofertilizer Formulations and Its Application in the Production of Vegetables in an Ecological System. **Horticulturae**, v. 9, n. 12, p. 1314, 7 dez. 2023.
- KULMANN, M. S. et al. Morphological and physiological parameters influence the use efficiency of nitrogen and phosphorus by *Eucalyptus* seedlings. **New Forests**, v. 53, n. 3, p. 431–448, 17 maio 2022.
- L, M. et al., growth of zelkova serrata seedlings in a containerised production system treated with effective microorganisms and biochar. **Journal of tropical forest science**, v. 30, n. 1, p. 49–57, 23 jan. 2018.
- LAWRENCIA, D. et al. Controlled Release Fertilizers: A Review on Coating Materials and Mechanism of Release. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 238, 26 jan. 2021.
- LEW, P. S. et al. Optimization of Bokashi-Composting Process Using Effective Microorganisms-1 in Smart Composting Bin. **Sensors**, v. 21, n. 8, p. 2847, 18 abr. 2021.
- LIU, Y. et al. Multifaceted Ability of Organic Fertilizers to Improve Crop Productivity and Abiotic Stress Tolerance: Review and Perspectives. **Agronomy**, v. 14, n. 6, p. 1141, 27 maio 2024.
- LI, W. et al. Biochar Application: A Viable and Pyrolysis Temperature Dependent Option for Enhancing Leaf Secondary Metabolites of *Cyclocarya paliurus*. **Forests**, v. 14, n. 7, p. 1298, 24 jun. 2023.
- LOPES, B. C. **USO DE BIOCARVÃO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE MUDAS**. 2024. 86 p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2024.
- LUERA, P. et al. Effects of Scarification, Phytohormones, Soil Type, and Warming on the Germination and/or Seedling Performance of Three Tamaulipan Thornscrub Forest Species. **Plants**, v. 10, n. 8, p. 1489, 21 jul. 2021.
- MACHADO, D. L. M. et al. Deficiência Induzida de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em Mudanças de Lulo. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 76–81, 23 mar. 2016.
- MAROUELLI, W. A. et al. Manejo da água de irrigação. In: SOUZA, V. F. DE et al., (Eds.). **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2011.

MAZUMDER, P. et al. Enhancement of soil physico-chemical properties post compost application: Optimization using Response Surface Methodology comprehending Central Composite Design. **Journal of Environmental Management**, v. 289, p. 112461, 1 jul. 2021.

MORENO, G. R.; ELENA FERNÁNDEZ, M.; DARGHAN CONTRERAS, E. Balanced mixture of biochar and synthetic fertilizer increases seedling quality of *Acacia mangium*. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 6, p. 371–378, 1 set. 2021.

NATALLI, L. H. et al. Use of biochar as a component of substrates in horticulture and forestry: A review. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 48, 12 dez. 2024.

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

NAVROSKI, M. C. et al. REDUÇÃO DA ADUBAÇÃO E MELHORIA DAS CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO COM O USO DO HIDROGEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1155–1165, 2016.

RAZZAGHI, F.; OBOUR, P. B.; ARTHUR, E. Does biochar improve soil water retention? A systematic review and meta-analysis. **Geoderma**, v. 361, p. 114055, 1 mar. 2020.

RESQUIN, F. et al. Allometry, Growth and Survival of Three Eucalyptus Species (*Eucalyptus benthamii* Maiden and Cambage, *E. dunnii* Maiden and *E. grandis* Hill ex Maiden) in High-Density Plantations in Uruguay. **Forests**, v. 9, n. 12, p. 745, 29 nov. 2018.

REYES MORENO, G.; ELENA FERNÁNDEZ, M.; DARGHAN CONTRERAS, E. Balanced mixture of biochar and synthetic fertilizer increases seedling quality of *Acacia mangium*. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 6, p. 371–378, 1 set. 2021.

SAHMAT, S. S. et al. A Systematic Review of the Potential of a Dynamic Hydrogel as a Substrate for Sustainable Agriculture. **Horticulturae**, v. 8, n. 11, p. 1026, 2 nov. 2022.

SANTOS, C. C. et al. Bokashi em mudas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg: aspectos morfométricos e fotoquímicos. **Nativa**, v. 7, n. 3, p. 239–243, 30 abr. 2019.

SANTOS, C. C. et al. Organic residues and bokashi influence in the growth of *Alibertia edulis*. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 1, 2020.

SANTOS, J. B. et al. Sour passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) seedlings in response to sewage sludge-derived biochar and compost. **Organic Agriculture**, v. 14, n. 4, p. 467–479, 9 dez. 2024.

SAWILOWSKY, S. S. New Effect Size Rules of Thumb. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, v. 8, n. 2, p. 597–599, 1 nov. 2009.

SILVA, P. et al. Seedling Growth and Physiological Responses of Sixteen Eucalypt Taxa under Controlled Water Regime. **Forests**, v. 7, n. 6, p. 110, 24 maio 2016.

SOUSA, S. M. et al. Tropical Bacillus Strains Inoculation Enhances Maize Root Surface Area, Dry Weight, Nutrient Uptake and Grain Yield. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, n. 2, p. 867–877, 29 abr. 2021.

SOUZA, C. DE O.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. DE O. Biocarvão como condicionar de substratos para a produção de mudas de espécies florestais nativas. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 9, p. e2712943156, 7 set. 2023.

TEIXEIRA, M. Z. et al. Brazilian Potential of Eucalyptus benthamii Maiden & Cambage for Cross-Laminated Timber Panels: Structural Analysis and Comparison with Pinus spp. and European Standards. **Buildings**, v. 15, n. 15, p. 2606, 23 jul. 2025.

TOMÉ, M. et al. Opportunities and challenges of Eucalyptus plantations in Europe: The Iberian Peninsula experience. **European Journal of Forest Research**, v. 140, n. 3, p. 489–510, 12 jun. 2021.

TOMIO, G. F. et al. Rendimento e qualidade da madeira de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage de rotação longa no processo de desdobro. **Scientia Forestalis**, v. 49, n. 132, 1 dez. 2021.

VEJAN, P. et al. Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture. **Journal of Controlled Release**, v. 339, p. 321–334, 10 nov. 2021.

WONG, S. C.; COWAN, I. R.; FARQUHAR, G. D. Stomatal conductance correlates with photosynthetic capacity. **Nature**, v. 282, n. 5737, p. 424–426, nov. 1979.

ZHANG, J. et al. Organic fertilizer substituting 20% chemical N increases wheat productivity and soil fertility but reduces soil nitrate-N residue in drought-prone regions. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, 23 abr. 2024.

APÊNDICE A – TESTE T PAREADO E TAMANHO DE EFEITO PARA AS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DO EXPERIMENTO 1.

Variável	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)	Níveis de hidrogel (g dm ⁻³)	Tamanho da amostra	Médias (adubação de cobertura)		Shapiro-Wilk	Teste t pareado	Tamanho de efeito		
				Sem	Com			Valor de p		Glass's Δ
Altura (cm)	0	0	4	3,101	18,5196	0,8198	0,0034	23,4775	11,8904	35,0647
	5	0	4	6,7668	22,7288	0,6248	0,0002	28,7058	14,5719	42,8398
	10	0	4	7,9335	19,9345	0,9045	0,0049	8,893	4,3204	13,4657
	15	0	4	7,2133	20,0076	0,7707	0,0001	14,6539	7,341	21,9669
	20	0	4	6,9863	22,7576	0,7138	0,0008	41,8021	21,2722	62,332
	25	0	4	5,5176	22,1939	0,7119	0,0012	20,8745	10,5525	31,1965
	0	3	4	3,2067	17,5159	0,5257	0,0014	36,8637	18,7474	54,98
	5	3	4	4,4688	18,6922	0,6994	0,0009	45,0763	22,9455	67,2071
	10	3	4	5,5958	18,0359	0,3892	0,0014	19,8092	10,0042	29,6141
	15	3	4	4,8268	17,9955	0,2891	0,0019	20,7314	10,4789	30,9839
	20	3	4	5,7893	19,5625	0,2709	0,0001	22,4731	11,3744	33,5717
	25	3	4	4,4061	16,9382	0,2511	0,0034	56,2186	28,6367	83,8006
Diâmetro do coleto (mm)	0	0	4	0,8847	2,0499	0,5401	0,0064	8,4721	4,0955	12,8486
	5	0	4	1,3637	2,5752	0,4792	0,0007	15,4342	7,7455	23,123
	10	0	4	1,5161	2,1896	0,6296	0,0763	2,1052	0,3775	3,8328
	15	0	4	1,3614	2,1677	0,1898	0,0113	8,1179	3,9056	12,3302
	20	0	4	1,3292	2,4648	0,1812	0,0043	13,2098	6,5903	19,8293
	25	0	4	1,1716	2,1875	0,9399	0,0008	8,5931	4,1603	13,026
	0	3	4	0,7761	2,0598	0,9679	0,004	21,9362	11,0985	32,7739
	5	3	4	0,8654	2,1131	0,7276	0,0028	12,0022	5,96	18,0444
	10	3	4	0,974	2,1462	0,0132	0,0202	5,2131	2,3069	8,1193
	15	3	4	0,8509	2,0838	0,3515	0,0031	9,7253	4,7625	14,6882
	20	3	4	0,8097	2,0544	0,1986	0,0043	7,8989	3,7878	12,01
	25	3	4	0,788	1,6721	0,4181	0,0013	14,2339	7,1229	21,3448
Matéria seca total (g)	0	0	4	0,0621	0,5742	0,0275	0,0239	17,8581	8,9986	26,7177
	5	0	4	0,1934	0,94	0,4964	0,0007	8,2687	3,9866	12,5509
	10	0	4	0,1986	0,6054	0,5628	0,0264	5,0853	2,234	7,9366
	15	0	4	0,129	0,6425	0,1567	0,004	32,3582	16,4422	48,2741

	20	0	4	0,1499	0,8155	0,451	0,0017	47,1184	23,9888	70,2479
	25	0	4	0,0916	0,8519	0,1167	0,0111	32,7242	16,6295	48,8188
	0	3	4	0,036	0,5174	0,7347	0,0084	34,4279	17,5014	51,3544
	5	3	4	0,0781	0,5432	0,1428	0,0013	15,0862	7,5652	22,6072
	10	3	4	0,0833	0,6474	0,6208	0,0319	46,0478	23,4419	68,6538
	15	3	4	0,0606	0,5668	0,5251	0,009	16,4739	8,2836	24,6642
	20	3	4	0,06	0,5865	0,1606	0,0033	27,003	13,6991	40,3068
	25	3	4	0,0398	0,4427	0,0712	0	63,3906	32,2983	94,4829
Índice de Qualidade de Dickson	0	0	4	0,0129	0,0472	0,0858	0,0417	4,2362	1,7403	6,7321
	5	0	4	0,0313	0,0801	0,8075	0,004	2,6953	0,7808	4,6097
	10	0	4	0,0296	0,0522	0,9057	0,1307	1,6734	0,0631	3,2837
	15	0	4	0,0173	0,0517	0,2645	0,0074	12,221	6,0744	18,3675
	20	0	4	0,0217	0,0672	0,0874	0,0041	16,1065	8,0936	24,1195
	25	0	4	0,0145	0,0652	0,3197	0,0227	14,7507	7,3912	22,1102
	0	3	4	0,0066	0,0453	0,8038	0,009	15,1067	7,5758	22,6377
	5	3	4	0,0124	0,0465	0,7008	0,0054	5,9598	2,7273	9,1922
	10	3	4	0,0107	0,0631	0,4082	0,0615	16,2681	8,1771	24,359
	15	3	4	0,0087	0,0477	0,0994	0,0321	6,6785	3,1247	10,2324
	20	3	4	0,0063	0,0473	0,9239	0,0155	18,001	9,0723	26,9298
	25	3	4	0,0055	0,033	0,2711	0,0024	16,0184	8,048	23,9889
Matéria seca da parte aérea (g)	0	0	4	0,0346	0,4334	0,1422	0,0232	25,2413	12,7956	37,6869
	5	0	4	0,0988	0,692	0,1705	0,0056	35,6933	18,1488	53,2378
	10	0	4	0,1205	0,4336	0,6902	0,0267	6,0813	2,795	9,3677
	15	0	4	0,0865	0,4838	0,2679	0,0032	49,022	24,9613	73,0828
	20	0	4	0,0926	0,5989	0,6484	0,0012	50,4414	25,6863	75,1966
	25	0	4	0,0561	0,6415	0,1212	0,0111	40,6312	20,6737	60,5887
	0	3	4	0,0179	0,3855	0,6793	0,0095	35,283	17,9389	52,6271
	5	3	4	0,0374	0,398	0,8921	0,0021	28,3571	14,3932	42,321
	10	3	4	0,0569	0,3929	0,7916	0,0143	39,9521	20,3266	59,5777
	15	3	4	0,0324	0,4381	0,6663	0,0069	33,3267	16,9379	49,7154
	20	3	4	0,0421	0,4339	0,8921	0,002	26,9015	13,6471	40,1559
	25	3	4	0,0239	0,3401	0,6642	0	70,314	35,8323	104,7957
Matéria seca da raiz (g)	0	0	4	0,0275	0,1409	0,1865	0,0333	5,2268	2,3147	8,1389
	5	0	4	0,0946	0,248	0,8657	0,0264	1,9005	0,2307	3,5702

	10	0	4	0,0781	0,1718	0,0353	0,0344	3,203	1,1092	5,2969
	15	0	4	0,0425	0,1588	0,9316	0,0107	9,2241	4,4966	13,9516
	20	0	4	0,0572	0,2166	0,9506	0,0188	12,5899	6,2671	18,9127
	25	0	4	0,0355	0,2104	0,5803	0,013	18,3487	9,2516	27,4457
	0	3	4	0,0181	0,1319	0,7915	0,0055	9,412	4,5964	14,2276
	5	3	4	0,0407	0,1452	0,692	0,0334	3,372	1,2154	5,5286
	10	3	4	0,0264	0,2545	0,123	0,1436	55,4987	28,2691	82,7284
	15	3	4	0,0283	0,1286	0,2806	0,0289	4,3191	1,7893	6,8489
	20	3	4	0,0179	0,1526	0,8656	0,0389	23,0882	11,6904	34,486
	25	3	4	0,0159	0,1026	0,1794	0,0108	10,0018	4,9087	15,0948
Matéria seca da parte aérea/Matéria seca da raiz	0	0	4	1,6133	3,1096	0,7693	0,101	1,6684	0,0593	3,2775
	5	0	4	1,4548	2,8215	0,5615	0,0989	2,0954	0,3706	3,8203
	10	0	4	1,5227	2,5743	0,37	0,0764	4,0855	1,6507	6,5203
	15	0	4	2,2018	3,1232	0,3876	0,0231	1,1321	-0,3607	2,6249
	20	0	4	1,6849	2,8863	0,1665	0,1064	2,6429	0,7461	4,5397
	25	0	4	1,6053	3,0585	0,8722	0,0084	6,5229	3,0392	10,0067
	0	3	4	1,284	2,9242	0,0725	0,0168	2,2697	0,4927	4,0467
	5	3	4	1,234	2,856	0,7133	0,0805	2,6485	0,7498	4,5472
	10	3	4	2,1642	2,2704	0,0816	0,8382	0,6887	-0,7377	2,1152
	15	3	4	1,5523	3,5231	0,0534	0,0109	2,6486	0,7499	4,5474
	20	3	4	2,4148	3,2823	0,3045	0,4105	1,256	-0,2604	2,7724
	25	3	4	1,9396	3,4665	0,3698	0,1878	1,4088	-0,1395	2,9572
Altura/ Diâmetro do colete	0	0	4	3,4917	9,0196	0,8073	0,001	13,5195	6,7515	20,2875
	5	0	4	4,9575	8,8606	0,0532	0,004	26,912	13,6525	40,1715
	10	0	4	5,2801	9,1327	0,3912	0,0009	9,2087	4,4884	13,929
	15	0	4	5,2855	9,2921	0,0046	0,0016	13,298	6,6362	19,9598
	20	0	4	5,2591	9,2539	0,0977	0,0011	38,7466	19,7103	57,783
	25	0	4	4,7036	10,1464	0,4207	0,0021	11,7428	5,8243	17,6614
	0	3	4	4,1311	8,5033	0,9268	0	11,5736	5,7356	17,4116
	5	3	4	5,188	8,8578	0,9293	0,0002	12,9754	6,4682	19,4827
	10	3	4	6,0254	8,4317	0,4008	0,0971	1,3862	-0,1572	2,9296
	15	3	4	5,8721	8,66	0,5528	0,1304	1,557	-0,025	3,1391
	20	3	4	7,2792	9,5867	0,9482	0,0485	2,4455	0,6134	4,2777
	25	3	4	5,6294	10,106	0,6783	0,0112	6,7873	3,1843	10,3903

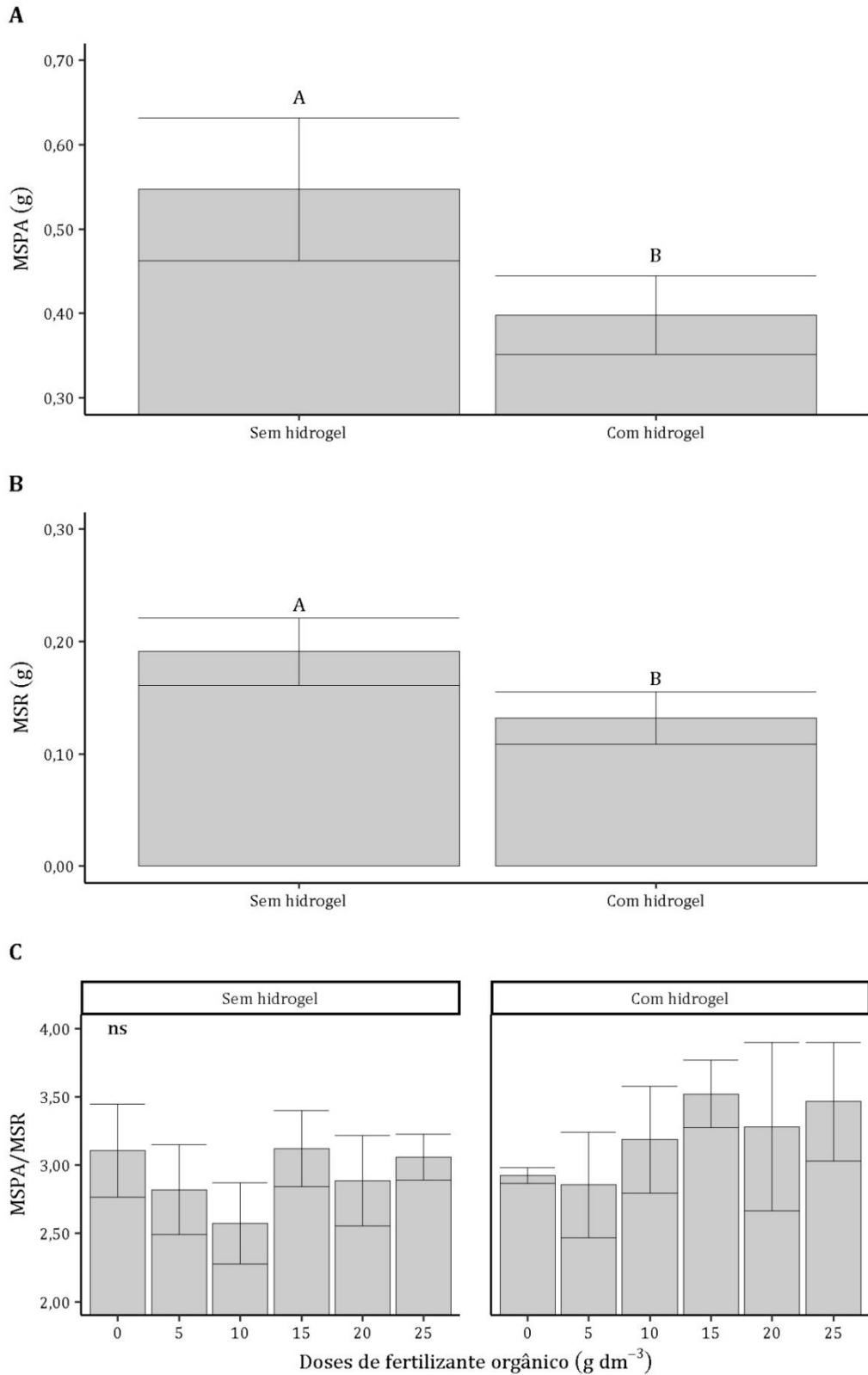
APÊNDICE B – TAMANHO DE EFEITO PARA AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE HIDROGEL AOS 150 DIAS.

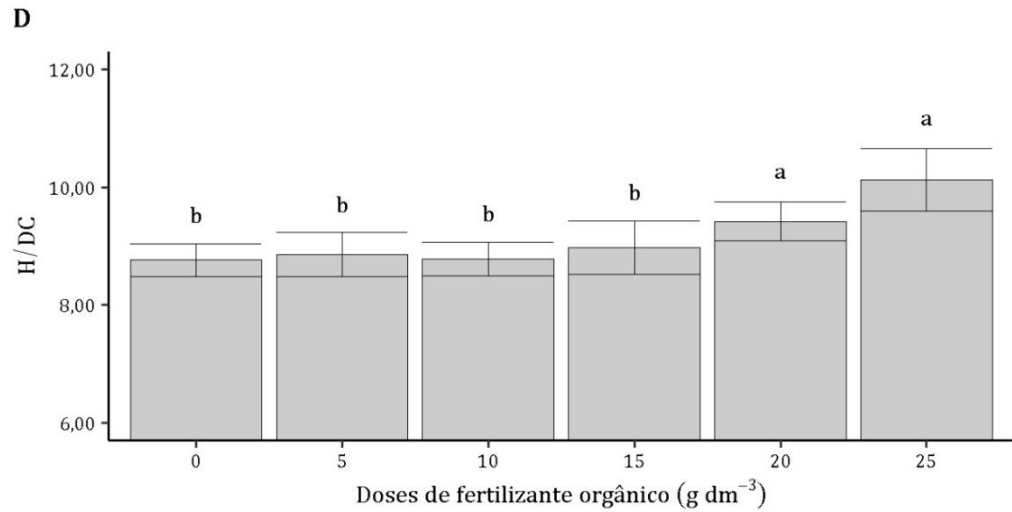
Variável	Efeito	df _E	QM _E	F	Ω^2_p	IC (95%)	
H	A	36	5,2094	2,1204	0,1045	NA	0,3284
	B	36	5,2094	19,3769	0,2769	0,0894	0,4745
	A*B	36	5,2094	0,9456	-0,0057	NA	0,1995
DC	A	36	0,0596	2,9031	0,1654	NA	0,3878
	B	36	0,0596	12,6756	0,1956	0,04	0,4006
	A*B	36	0,0596	1,8723	0,0833	NA	0,3063
MSPA	A	36	0,0078	1,5741	0,0572	NA	0,2768
	B	36	0,0078	16,6881	0,2471	0,0691	0,4475
	A*B	36	0,0078	1,7806	0,0758	NA	0,2976
MSR	A	36	0,1819	1,3583	0,036	NA	0,253
	B	36	0,1819	16,2371	0,2409	0,0658	0,4427
	A*B	36	0,1819	0,921	-0,0083	NA	0,1958
MST	A	36	0,01	1,8135	0,0783	NA	0,3008
	B	36	0,01	19,3718	0,2772	0,0894	0,4745
	A*B	36	0,01	1,773	0,0748	NA	0,2969
MSPA/ MSR	A	36	0,4882	0,6329	-0,0398	NA	0,1472
	B	36	0,4882	1,8979	0,0184	NA	0,1898
	A*B	36	0,4882	0,3547	-0,0721	NA	0,0817
H/DC	A	36	0,6183	3,6925	0,2191	0,0279	0,4361
	B	36	0,6183	1,3115	0,0065	NA	0,1681
	A*B	36	0,6183	0,5591	-0,0481	NA	0,1324
IQD	A	36	2e-04	1,5708	0,068	NA	0,2765
	B	36	2e-04	15,0033	0,2381	0,0567	0,4289
	A*B	36	2e-04	1,8986	0,0943	NA	0,3087

Variáveis: H (altura), DC (diâmetro do coleto), MSPA (matéria seca da parte aérea), MSR (matéria seca da raiz), MST (matéria seca total) e IQD (Índice de Qualidade de Dickson). Efeitos: A (dose de fertilizante orgânico), B (nível de hidrogel) e A*B

(interação entre os fatores). Ω^2_p : ômega quadrado parcial. IC (95%): intervalo de confiança do tamanho de efeito. NA: não aplicável.

APÊNDICE C – MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (A), MATÉRIA SECA DA RAIZ (B), RELAÇÃO MSPA/MSR (C) E RELAÇÃO H/DC (D) DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE HIDROGEL AOS 150 DIAS.





Médias \pm erro padrão seguidas pela mesma letra minúscula (dose de fertilizante orgânico) e maiúscula (nível de hidrogel) não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Scott-Knott e teste-t ($\alpha = 0,05$). ns: não significativo para interação ou efeito isolado dos fatores.

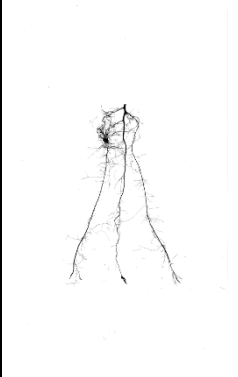
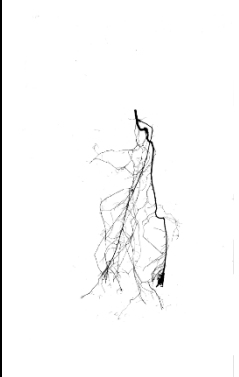
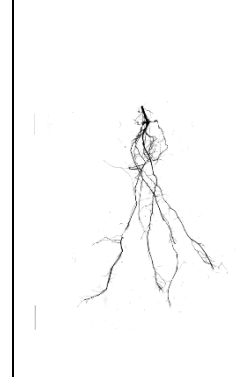
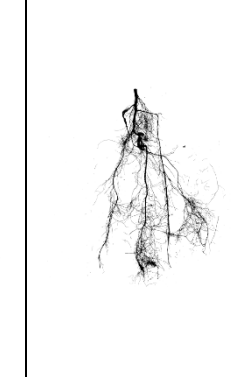
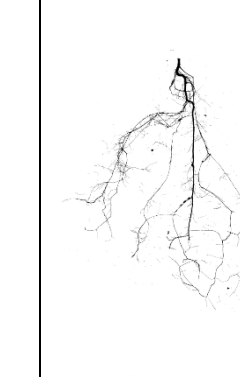
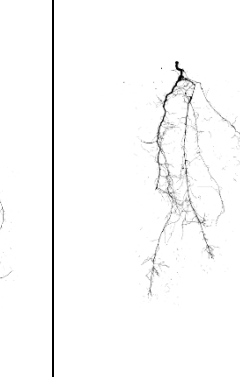
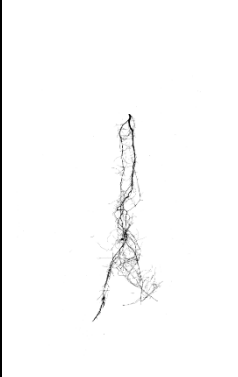


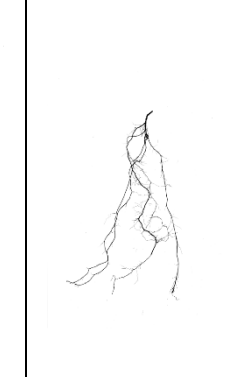
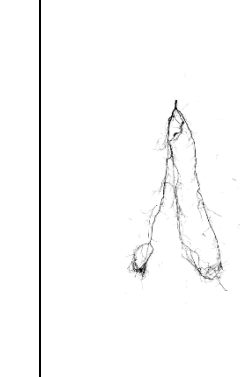
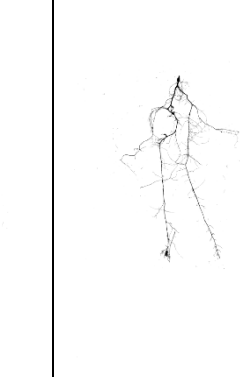
APÊNDICE D – TESTE T PAREADO PARA AS VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS DAS RAÍZES DAS MUDAS DO EXPERIMENTO 1.


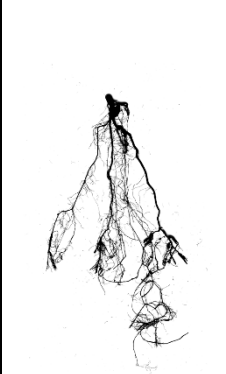
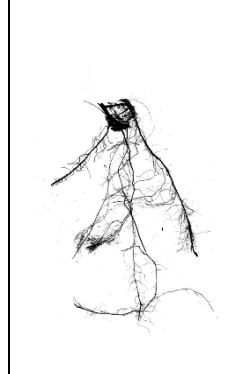
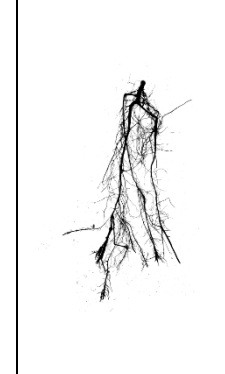
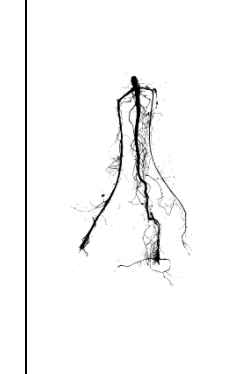


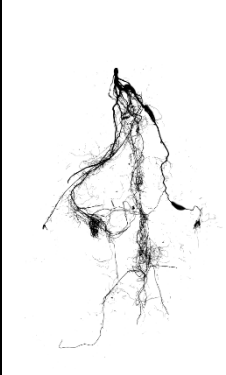
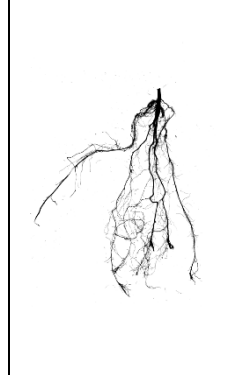
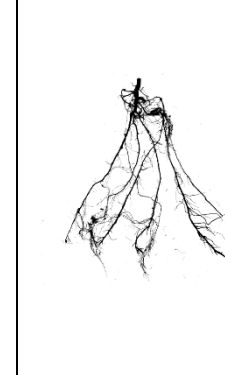
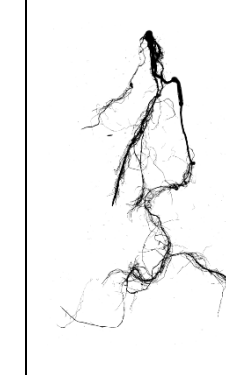
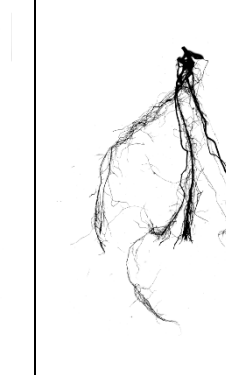
Variável	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)	Níveis de hidrogel (g dm ⁻³)	Tamanho da amostra	Médias (adubação de cobertura)		Shapiro-Wilk	Teste t pareado	Tamanho de efeito		
				Sem	Com			Valor de p		Glass's Δ
Diâmetro médio (mm)	0	0	4	0,6355	0,637	0,1946	0,9837	0,0201	-1,3658	1,4061
	5	0	4	0,6734	0,7016	0,1898	0,7054	0,3683	-1,0293	1,766
	10	0	4	0,5642	0,6669	0,5918	0,0438	1,8279	0,1777	3,478
	15	0	4	0,5123	0,648	0,1661	0,0353	6,1109	2,8114	9,4104
	20	0	4	0,5422	0,6043	0,7196	0,0924	1,237	-0,2757	2,7497
	25	0	4	0,5574	0,6602	0,1141	0,0486	6,5583	3,0586	10,058
	0	3	4	0,6096	0,6515	0,0892	0,4466	0,4899	-0,9167	1,8964
	5	3	4	0,585	0,6219	0,8487	0,5513	0,7859	-0,6525	2,2244
	10	3	4	0,5964	0,6651	0,1345	0,1466	1,5152	-0,0571	3,0874
	15	3	4	0,5215	0,7526	0,0401	0,0209	7,655	3,6562	11,6539
	20	3	4	0,6185	0,6168	0,484	0,9846	-0,0143	-1,4003	1,3716
	25	3	4	0,558	0,6944	0,7965	0,1958	3,7926	1,4743	6,1108
Comprimento (cm)	0	0	4	63,9972	412,3665	0,5276	0,0016	16,356	8,2226	24,4893
	5	0	4	153,7291	301,2976	0,2051	0,0086	8,0933	3,8924	12,2943
	10	0	4	111,4256	235,8132	0,5206	0,002	4,2633	1,7564	6,7703
	15	0	4	226,9936	239,863	0,3495	0,7253	0,2669	-1,1252	1,659
	20	0	4	173,9128	261,7376	0,5787	0,2214	0,9026	-0,5522	2,3574
	25	0	4	116,2354	249,8547	0,7195	0,0517	4,4711	1,8787	7,0635
	0	3	4	59,5327	220,9717	0,8478	0,0068	5,7785	2,626	8,9309
	5	3	4	123,1526	354,4628	0,8069	0,0123	28,2689	14,348	42,1898
	10	3	4	105,0412	310,7131	0,2266	0,0343	6,3936	2,9679	9,8193
	15	3	4	71,2214	230,3394	0,893	0,0099	5,8993	2,6936	9,105
	20	3	4	73,813	257,8867	0,6189	0,0094	9,1396	4,4517	13,8276
	25	3	4	55,446	300,1787	0,7147	0,0022	16,3529	8,221	24,4848
Área de superfície (cm ²)	0	0	4	13,1818	91,035	0,5429	0,0021	23,6539	11,9809	35,3269
	5	0	4	24,6618	60,435	0,7167	0,0002	16,0955	8,0879	24,1032
	10	0	4	19,4082	48,5271	0,8117	0,0033	6,3503	2,944	9,7567
	15	0	4	41,6163	46,8878	0,4836	0,4969	0,6182	-0,8004	2,0369

	20	0	4	27,9547	62,0518	0,9474	0,0297	2,385	0,5721	4,1979	
	25	0	4	20,1811	53,3083	0,8484	0,0197	8,143	3,9191	12,3669	
	0	3	4	11,4496	44,2015	0,6329	0,0042	7,0621	3,3344	10,7897	
	5	3	4	21,743	74,3958	0,4862	0,0161	42,2444	21,4983	62,9906	
	10	3	4	17,5319	58,4877	0,8054	0,0282	9,3409	4,5587	14,1232	
	15	3	4	13,2382	47,0798	0,3437	0,0085	8,4594	4,0888	12,8301	
	20	3	4	13,6867	53,5896	0,4177	0,0054	12,3527	6,1432	18,5621	
	25	3	4	10,3631	59,137	0,9905	0,0144	36,5533	18,5886	54,5179	
	0	0	4	0,2178	1,6105	0,6846	0,0051	34,8742	17,7297	52,0187	
	5	0	4	0,3152	0,976	0,9757	0,0006	29,0809	14,764	43,3977	
	10	0	4	0,2695	0,8022	0,6047	0,0091	9,3929	4,5862	14,1995	
	15	0	4	0,6102	0,7358	0,3133	0,4536	0,8908	-0,5623	2,3438	
	20	0	4	0,3585	1,1835	0,3397	0,0184	4,9759	2,1713	7,7804	
	25	0	4	0,2798	0,9455	0,0552	0,0514	15,1037	7,5742	22,6332	
Volume (cm ³)	0	3	4	0,1765	0,7095	0,7807	0,0058	8,8912	4,3194	13,463	
	5	3	4	0,3075	1,246	0,2261	0,0201	20,1762	10,1932	30,1592	
	10	3	4	0,2338	0,8792	0,9819	0,0261	14,4329	7,2263	21,6396	
	15	3	4	0,198	0,7662	0,0296	0,0086	12,084	6,0028	18,1653	
	20	3	4	0,2028	0,8882	0,4985	0,0037	15,5119	7,7858	23,2381	
	25	3	4	0,1578	0,9462	0,9019	0,0372	53,7025	27,3518	80,0531	
	0	0	4	180,75	1037,75	0,0618	0,0023	12,7252	6,3377	19,1127	
	5	0	4	491	850,75	0,8897	0,0195	5,555	2,5005	8,6095	
	10	0	4	296,75	609,25	0,6895	0,0082	2,5921	0,7122	4,472	
	15	0	4	634,75	682,5	0,7258	0,3232	0,3336	-1,0619	1,7292	
	20	0	4	603,25	634	0,773	0,8009	0,1031	-1,2838	1,4899	
Pontas	25	0	4	431	648,75	0,2348	0,3092	1,6441	0,041	3,2471	
	0	3	4	184,75	544,75	0,1255	0,0195	4,3847	1,828	6,9415	
	5	3	4	361,5	1087,5	0,5066	0,0122	7,4811	3,5621	11,4001	
	10	3	4	311,5	928,5	0,6268	0,0273	5,544	2,4943	8,5937	
	15	3	4	149,25	600,25	0,5095	0,0059	5,5312	2,4871	8,5754	
	20	3	4	203,5	705,5	0,3653	0,0066	10,3828	5,1098	15,6557	
	25	3	4	174,5	812	0,3879	0,0007	8,6357	4,183	13,0883	
	Ramificações	0	0	4	94,25	1509	0,7087	0,0022	25,0059	12,6749	37,3369
		5	0	4	274,5	819,75	0,8148	0,0012	8,9813	4,3674	13,5952

	10	0	4	193	585,5	0,0473	0,0023	3,2037	1,1096	5,2977
	15	0	4	721,5	572,75	0,4744	0,4877	-0,6205	-2,0394	0,7984
	20	0	4	316	818,5	0,2752	0,0889	1,5906	0,0005	3,1806
	25	0	4	228	620,5	0,7847	0,0474	4,5828	1,944	7,2216
	0	3	4	98	537,75	0,825	0,0146	5,6987	2,5813	8,8161
	5	3	4	265,75	1089,5	0,8676	0,0517	15,9372	8,0059	23,8684
	10	3	4	166	906	0,7309	0,0397	10,4091	5,1237	15,6945
	15	3	4	94,25	599,5	0,1007	0,0461	5,2633	2,3355	8,1912
	20	3	4	127,25	679,75	0,1035	0,0227	9,32	4,5475	14,0925
	25	3	4	56,75	909,75	0,9802	0,0262	31,6669	16,0883	47,2454
Cruzamentos	0	0	4	20,25	666	0,2128	0,007	57,7769	29,4323	86,1215
	5	0	4	75,25	257,5	0,7759	0,0051	6,547	3,0524	10,0416
	10	0	4	45,75	178	0,8247	0,0022	4,6046	1,9567	7,2525
	15	0	4	299	157,75	0,3022	0,2394	-0,9771	-2,4434	0,4892
	20	0	4	94,25	286,5	0,4616	0,1274	1,695	0,0793	3,3108
	25	0	4	64,25	192,25	0,8176	0,0978	4,221	1,7313	6,7107
	0	3	4	26	143,5	0,9071	0,0328	4,5508	1,9253	7,1762
	5	3	4	84,75	370,5	0,7721	0,0704	12,488	6,2139	18,7621
	10	3	4	31	287	0,7903	0,0453	12,4422	6,19	18,6945
	15	3	4	28,5	159,5	0,1659	0,1063	3,4518	1,2651	5,6384
	20	3	4	38	216,5	0,5429	0,0493	9,5595	4,6746	14,4443
	25	3	4	11,5	328,25	0,7707	0,0443	49,468	25,1891	73,747

APÊNDICE E – RAÍZES DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE HIDROGEL, SEM E COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, AOS 150 DIAS.

Adubação de cobertura	Níveis de hidrogel g dm ⁻³	Doses de fertilizante orgânico					
		0	5	10	15	20	25
Sem	0						
	3						

Com	0						
	3						

APÊNDICE F – TAMANHO DE EFEITO PARA AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS RAÍZES DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE HIDROGEL AOS 150 DIAS.

Variável	Efeito	df _E	QME	F	Ω^2_p	IC (95%)	
Comprimento	A	36	4263,3651	2,2971	0,119	NA	0,3431
	B	36	4263,3651	0,0544	-0,0201	NA	0,0779
	A*B	36	4263,3651	4,4651	0,2652	0,0583	0,4757
Área de superfície	A	36	208,7248	2,495	0,1347	NA	0,3586
	B	36	208,7248	1,0266	0,0006	NA	0,1561
	A*B	36	208,7248	4,7641	0,2817	0,0703	0,4894
Diâmetro médio	A	36	0,0063	0,9672	-0,0033	NA	0,2026
	B	36	0,0063	2,9781	0,0397	NA	0,2232
	A*B	36	0,0063	0,816	-0,0196	NA	0,1795
Volume	A	36	0,0959	2,0944	0,1023	NA	0,3262
	B	36	0,0959	2,3269	0,0269	NA	0,2039
	A*B	36	0,0959	3,6189	0,2142	0,025	0,432
Pontas	A	36	33952,2917	3,1981	0,1863	0,0092	0,407
	B	36	33952,2917	0,4559	-0,0115	NA	0,1258
	A*B	36	33952,2917	5,0872	0,2986	0,0832	0,5033
Bifurcações	A	36	88332,5208	2,2859	0,1181	NA	0,3422
	B	36	88332,5208	0,1567	-0,0179	NA	0,099
	A*B	36	88332,5208	5,5043	0,3194	0,0997	0,5201
Cruzamentos	A	36	16565,6736	3,3168	0,1944	0,0136	0,4143
	B	36	16565,6736	1,0901	0,0019	NA	0,1589
	A*B	36	16565,6736	7,5343	0,405	0,1765	0,587

Efeitos: A (dose de fertilizante orgânico), B (nível de hidrogel) e A*B (interação entre os fatores). Ω^2_p : ômega quadrado parcial. IC (95%): intervalo de confiança do tamanho de efeito. NA: não aplicável.

APÊNDICE G – TESTE T PAREADO E TAMANHO DE EFEITO PARA AS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DAS MUDAS DO EXPERIMENTO 1.

Variável	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)	Níveis de hidrogel (g dm ⁻³)	Tamanho da amostra	Médias (adubação de cobertura)		Shapiro-Wilk	Teste t pareado	Tamanho de efeito		
				Sem	Com			Valor de p		Glass's Δ
A	0	0	4	0,3029	3,6342	0,8247	0,0434	10,9356	5,4009	16,4704
	5	0	3	1,026	4,1925	0,5038	0,0134	9,8241	4,0398	15,6083
	10	0	4	1,2045	2,676	0,2877	0,1685	1,4719	-0,0905	3,0342
	15	0	4	1,4343	3,8411	0,8033	0,1169	3,3124	1,1781	5,4467
	20	0	3	1,8315	3,7045	0,1531	0,0423	3,4964	0,9519	6,041
	25	0	3	1,288	4,0266	0,2362	0,2278	3,9256	1,188	6,6632
	0	3	4	0,0738	2,6724	0,3798	0,111	10,872	5,3674	16,3766
	5	3	4	0,4777	3,2021	0,0498	0,1522	34,6769	17,6288	51,725
	10	3	3	0,6581	3,7132	0,941	0,0839	7,3995	2,9174	11,8817
	15	3	4	1,0081	3,8054	0,4948	0,0121	2,9666	0,9581	4,975
	20	3	4	1,5383	5,3389	0,5145	0,026	1,8697	0,2084	3,5311
	25	3	4	1,5211	4,1119	0,4683	0,0529	3,6872	1,4101	5,9643
gs	0	0	4	0,2101	0,209	0,5148	0,994	-0,006	-1,3919	1,38
	5	0	3	0,5711	0,1454	0,0677	0,1935	-1,0917	-2,8071	0,6237
	10	0	4	0,5641	0,3364	0,0829	0,3017	-0,6163	-2,0348	0,8021
	15	0	4	0,4173	0,2303	0,9555	0,1171	-1,401	-2,9477	0,1456
	20	0	3	0,2605	0,19	0,1614	0,0364	-0,4309	-2,0497	1,1879
	25	0	3	0,1522	0,1875	0,0183	0,45	0,6502	-0,9918	2,2923
	0	3	4	0,1595	0,2148	0,1893	0,5651	0,3517	-1,0449	1,7484
	5	3	4	0,2626	0,241	0,0805	0,8426	-0,0998	-1,4866	1,287
	10	3	3	0,3343	0,3183	0,3485	0,9452	-0,072	-1,6729	1,5288
	15	3	4	0,1623	0,2016	0,4282	0,6386	0,3262	-1,0689	1,7213
	20	3	4	0,5942	0,2974	0,1547	0,2096	-1,0829	-2,5669	0,4011
	25	3	4	0,382	0,1792	0,5905	0,1804	-1,0525	-2,5313	0,4262
E	0	0	4	3,6689	3,2154	0,5612	0,8076	-0,1689	-1,5573	1,2195
	5	0	3	7,0837	2,6692	0,3837	0,086	-1,6899	-3,5541	0,1743
	10	0	4	4,24	3,4153	0,9715	0,561	-0,487	-1,8934	0,9193

	15	0	4	6,563	3,5206	0,9297	0,0552	-1,8953	-3,5636	-0,227
	20	0	3	4,7472	2,946	0,1425	0,0349	-1,1466	-2,8734	0,5802
	25	0	3	3,1929	3,2201	0,006	0,9718	0,0262	-1,5742	1,6266
	0	3	4	3,1468	3,3278	0,5617	0,9024	0,0675	-1,3188	1,4538
	5	3	4	3,8446	3,2958	0,7921	0,5858	-0,2517	-1,6431	1,1397
	10	3	3	4,3645	3,8721	0,2585	0,59	-0,7566	-2,4132	0,9
	15	3	4	2,8287	3,2192	0,3831	0,718	0,2434	-1,1477	1,6344
	20	3	4	6,8964	3,7762	0,435	0,1626	-1,2437	-2,7577	0,2703
	25	3	4	5,9928	2,8508	0,6241	0,1064	-1,3185	-2,8476	0,2106
	0	0	4	273,65	243,2812	0,8872	0,1613	-2,7422	-4,6725	-0,8118
	5	0	3	275,7988	224,0719	0,7738	0,0183	-11,4695	-18,1534	-4,7856
	10	0	4	276,0384	263,3409	0,0315	0,1855	-0,7895	-2,2284	0,6494
	15	0	4	272,376	248,7484	0,0395	0,0713	-1,8727	-3,5348	-0,2105
	20	0	3	258,3227	233,23	0,1423	0,0665	-1,4424	-3,2388	0,354
	25	0	3	259,7239	240,5151	0,2302	0,366	-3,1979	-5,6135	-0,7824
Ci	0	3	4	274,2472	256,695	0,7453	0,5772	-0,9033	-2,3581	0,5516
	5	3	4	273,0898	251,765	0,9868	0,2102	-1,5117	-3,0832	0,0597
	10	3	3	278,6883	250,1801	0,4156	0,2704	-3,6963	-6,3298	-1,0629
	15	3	4	267,6751	240,1048	0,5846	0,1382	-1,7919	-3,4325	-0,1512
	20	3	4	278,2044	237,1381	0,734	0,0068	-5,2128	-8,1189	-2,3068
	25	3	4	270,263	224,7626	0,8994	0,0527	-5,4161	-8,4101	-2,4221
	0	0	4	0,9506	0,8578	0,9512	0,1551	-3,3143	-5,4493	-1,1793
	5	0	3	0,9644	0,7974	0,9406	0,0262	-19,0983	-30,022	-8,1745
	10	0	4	0,9571	0,9192	0,4432	0,2087	-1,0489	-2,527	0,4293
	15	0	4	0,9493	0,8817	0,0042	0,0381	-2,7584	-4,6943	-0,8225
	20	0	3	0,9157	0,8265	0,8998	0,0885	-2,209	-4,2396	-0,1784
	25	0	3	0,9201	0,8513	0,2688	0,2188	-8,0857	-12,9324	-3,2389
Ci/Ca	0	3	4	0,9551	0,8826	0,7519	0,3747	-1,2441	-2,7581	0,27
	5	3	4	0,947	0,8816	0,9306	0,1961	-2,0123	-3,7132	-0,3114
	10	3	3	0,9606	0,8872	0,1832	0,3501	-3,6856	-6,3143	-1,057
	15	3	4	0,936	0,8493	0,8398	0,1499	-2,1685	-3,9149	-0,4221
	20	3	4	0,9647	0,8526	0,3862	0,03	-6,932	-10,6006	-3,2635
	25	3	4	0,9432	0,7978	0,9383	0,0659	-6,6487	-10,189	-3,1083
	0	0	4	0,1152	1,1622	0,2172	0,0426	8,7511	4,2446	13,2575

A/E	5	0	3	0,1487	1,5868	0,691	0,0178	45,6697	19,7801	71,5593
	10	0	4	0,278	0,7916	0,8282	0,0044	2,7963	0,8474	4,7452
	15	0	4	0,2401	1,0512	0,5192	0,0313	4,5446	1,9217	7,1675
	20	0	3	0,4101	1,3678	0,6542	0,027	6,3182	2,4015	10,2349
	25	0	3	0,3867	1,2322	0,2581	0,1634	10,5834	4,3851	16,7817
	0	3	4	-0,0064	0,898	0,383	0,1727	3,4111	1,2398	5,5823
	5	3	4	0,1529	0,9934	0,3365	0,1568	10,4482	5,1443	15,7521
	10	3	3	0,1511	1,0326	0,4938	0,1478	8,8485	3,5924	14,1046
	15	3	4	0,2795	1,2562	0,5768	0,0368	3,1228	1,0583	5,1873
	20	3	4	0,2073	1,4611	0,4855	0,0018	5,8013	2,6388	8,9639
25	3	4	0,2782	1,6002	0,9738	0,0355	11,6644	5,7832	17,5455	
A/Ci	0	0	4	0,0011	0,0155	0,8901	0,0488	13,2144	6,5927	19,8361
	5	0	3	0,0037	0,0189	0,6351	0,0236	13,621	5,7498	21,4922
	10	0	4	0,0044	0,0101	0,3149	0,1363	1,613	0,0176	3,2085
	15	0	4	0,0054	0,0158	0,7719	0,117	3,5825	1,3459	5,8192
	20	0	3	0,0072	0,0159	0,5478	0,0328	3,4162	0,9068	5,9257
	25	0	3	0,005	0,0174	0,2655	0,2307	4,3526	1,4156	7,2896
	0	3	4	0,0003	0,0115	0,5816	0,1256	12,3956	6,1657	18,6256
	5	3	4	0,0018	0,014	0,194	0,1351	37,5101	19,078	55,9422
	10	3	3	0,0024	0,0155	0,7376	0,119	8,6256	3,4895	13,7617
	15	3	4	0,0039	0,0162	0,1493	0,0219	3,1911	1,1017	5,2805
	20	3	4	0,0057	0,0228	0,3023	0,0083	2,2244	0,4612	3,9876
	25	3	4	0,0056	0,0188	0,0887	0,0575	5,1531	2,2727	8,0335

**APÊNDICE H – TAMANHO DE EFEITO PARA AS CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, COM ADUBAÇÃO DE
COBERTURA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS
DE HIDROGEL AOS 150 DIAS.**

Variável	Efeito	df _E	QM _E	F	Ω^2_p	IC (95%)	
A	A	33	2,6408	0,7667	-0,0266	NA	0,1812
	B	33	2,6408	0,0563	-0,0214	NA	0,0834
	A*B	33	2,6408	0,7486	-0,0287	NA	0,178
gs	A	33	0,0143	1,1391	0,015	NA	0,2384
	B	33	0,0143	0,6747	-0,0074	NA	0,1468
	A*B	33	0,0143	0,4826	-0,061	NA	0,1226
Ci	A	33	634,5044	1,0865	0,0095	NA	0,2312
	B	33	634,5044	0,0565	-0,0214	NA	0,0834
	A*B	33	634,5044	0,7664	-0,0266	NA	0,1812
E	A	33	0,6862	0,6631	-0,0389	NA	0,162
	B	33	0,6862	0,9308	-0,0015	NA	0,1602
	A*B	33	0,6862	0,6095	-0,0454	NA	0,1512
Ci/Ca	A	33	0,0058	1,1152	0,0117	NA	0,2351
	B	33	0,0058	0,0404	-0,0219	NA	0,0767
	A*B	33	0,0058	0,7648	-0,0276	NA	0,1809
A/E	A	33	0,3412	0,987	-0,0015	NA	0,2168
	B	33	0,3412	0,0003	-0,0227	NA	0
	A*B	33	0,3412	0,6579	-0,0395	NA	0,161
A/Ci	A	33	0,0001	0,828	-0,0714	NA	0,1918
	B	33	0,0001	0,1245	-0,0227	NA	0,0998
	A*B	33	0,0001	0,6885	-0,0714	NA	0,1669

A (taxa fotossintética), gs (condutância estomática), Ci (concentração intercelular de CO₂), E (transpiração), Ci/Ca (relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO₂). Efeitos: A (dose de fertilizante orgânico), B (nível de hidrogel) e A*B (interação entre os fatores). Ω^2_p : ômega quadrado parcial. IC (95%): intervalo de confiança do tamanho de efeito. NA: não aplicável.

APÊNDICE I – TESTE T PAREADO E TAMANHO DE EFEITO PARA AS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DO EXPERIMENTO 2.

Variável	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)	Níveis de biocarvão (%)	Tamanho da amostra	Médias (adubação de cobertura)		Shapiro-Wilk	Teste t pareado	Tamanho de efeito		
				Sem	Com			Valor de p	Glass's Δ	Confidence interval (95%)
Altura (cm)	0	0	4	2,1532	19,7087	0,5524	0,0002	44,3001	22,5489	66,0514
	5	0	4	3,5	19,2838	0,0349	0,0092	19,474	9,8316	29,1164
	10	0	4	3,8639	21,7196	0,0981	0,0013	78,2442	39,8795	116,6088
	15	0	4	5,6159	23,0724	0,1611	0,0004	21,6504	10,9515	32,3492
	20	0	3	7,7813	22,0727	0,1953	0,031	17,5138	7,476	27,5515
	25	0	3	7,041	23,2385	0,9058	0,0039	33,5362	14,494	52,5785
	0	30	4	2,5218	19,334	0,5821	0,0007	30,9923	15,743	46,2417
	5	30	4	3,558	18,2228	0,7033	0,0056	24,5663	12,4493	36,6834
	10	30	4	3,85	19,1186	0,746	0,0007	60,6902	30,9197	90,4607
	15	30	4	2,6477	19,7803	0,539	0,0037	58,8075	29,9585	87,6565
	20	30	4	5,1066	24,3385	0,1548	0,0001	24,0434	12,1809	35,9059
	25	30	4	7,0519	26,7542	0,9832	0,0001	52,2722	26,6213	77,923
Diâmetro do coleto (mm)	0	0	4	0,7501	1,8581	0,5031	0,004	15,101	7,5728	22,6292
	5	0	4	0,7461	1,6918	0,4764	0,0573	3,4354	1,2549	5,6159
	10	0	4	0,8962	1,7853	0,6993	0,0311	15,7802	7,9247	23,6357
	15	0	4	1,0167	2,3066	0,8717	0,0005	10,6286	5,2393	16,0178
	20	0	3	1,3442	2,4634	0,3098	0,0429	13,7058	5,7876	21,624
	25	0	3	0,9763	2,2544	0,3825	0,001	36,8082	15,9206	57,6958
	0	30	4	0,6726	1,6494	0,9824	0,0034	4,734	2,0319	7,4362
	5	30	4	0,7936	1,5039	0,3285	0,0531	16,9245	8,5165	25,3325
	10	30	4	0,8121	1,6194	0,9984	0,0097	4,7036	2,0142	7,393
	15	30	4	0,7467	1,3043	0,4478	0,0582	2,7764	0,8343	4,7184
	20	30	4	0,8492	2,0136	0,2885	0,0006	16,4363	8,2641	24,6085
	25	30	4	0,8988	2,0946	0,2029	0,0002	8,5537	4,1392	12,9682
Matéria seca total	0	0	4	0,0249	0,4649	0,657	0,0091	59,4762	30,2999	88,6525
	5	0	4	0,0348	0,4042	0,6006	0,0419	93,1052	47,4626	138,7479

(g)	10	0	4	0,047	0,5661	0,7397	0,0241	76,6798	39,0812	114,2785
	15	0	4	0,0907	0,7161	0,9535	0,0048	47,8353	24,3551	71,3155
	20	0	3	0,1475	0,8124	0,4365	0,0056	26,8722	11,5838	42,1605
	25	0	3	0,1218	0,8307	0,1974	0,0133	14,432	6,111	22,753
	0	30	4	0,034	0,4227	0,7981	0,0092	19,5932	9,893	29,2934
	5	30	4	0,0414	0,3374	0,9758	0,0381	37,6744	19,162	56,1868
	10	30	4	0,049	0,4986	0,577	0,0016	148,5062	75,725	221,2875
	15	30	4	0,028	0,4513	0,2549	0,0063	29,0461	14,7462	43,346
	20	30	4	0,0564	0,677	0,2235	0,0193	75,4122	38,4342	112,3901
	25	30	4	0,0828	0,6506	0,1416	0,0019	36,8939	18,7629	55,025
Índice de Qualidade de Dickson	0	0	4	0,0061	0,0317	0,9568	0,0127	18,3132	9,2334	27,3931
	5	0	4	0,0061	0,0271	0,2114	0,0419	11,3376	5,6119	17,0633
	10	0	4	0,008	0,0391	0,4154	0,0799	31,8655	16,19	47,541
	15	0	4	0,0137	0,0555	0,3433	0,0033	14,9378	7,4882	22,3873
	20	0	3	0,0202	0,072	0,4822	0,0086	10,5042	4,3492	16,6592
	25	0	3	0,015	0,0665	0,9101	0,0129	6,4365	2,4586	10,4144
	0	30	4	0,0065	0,0271	0,0091	0,024	4,6433	1,9792	7,3074
	5	30	4	0,0076	0,0215	0,4041	0,0753	6,1664	2,8422	9,4906
	10	30	4	0,0082	0,0315	0,5449	0,0009	13,8838	6,941	20,8265
	15	30	4	0,005	0,022	0,6642	0,0048	7,4002	3,5183	11,2822
	20	30	4	0,0074	0,0415	0,8335	0,0232	16,9829	8,5467	25,4191
25	30	4	0,0088	0,0399	0,1202	0,0202	10,4934	5,1681	15,8186	
Matéria seca da parte aérea (g)	0	0	4	0,013	0,3596	0,7067	0,0063	84,9054	43,2787	126,5322
	5	0	4	0,018	0,3052	0,7124	0,034	76,3179	38,8964	113,7393
	10	0	4	0,0285	0,416	0,6235	0,0134	138,4517	70,5962	206,3072
	15	0	4	0,0486	0,5278	0,8636	0,0063	57,1052	29,0893	85,121
	20	0	3	0,0903	0,5704	0,8515	0,0082	36,9708	15,9915	57,9502
	25	0	3	0,0622	0,5647	0,8319	0,0118	49,0222	21,2392	76,8053
	0	30	4	0,0208	0,3291	0,9797	0,0038	26,9001	13,6464	40,1538
	5	30	4	0,0216	0,2608	0,9474	0,0335	97,1179	49,5099	144,7258
	10	30	4	0,0269	0,3978	0,5668	0,0024	97,7483	49,8316	145,665

	15	30	4	0,017	0,3776	0,3937	0,0069	48,119	24,5	71,738	
	20	30	4	0,0355	0,5365	0,1063	0,0158	113,4542	57,8443	169,064	
	25	30	4	0,0522	0,5059	0,7557	0,0002	55,662	28,3524	82,9715	
Matéria seca da raiz (g)	0	0	4	0,0119	0,1052	0,9714	0,0295	22,3876	11,3305	33,4448	
	5	0	4	0,0168	0,099	0,296	0,0766	24,7059	12,5209	36,8909	
	10	0	4	0,0185	0,1501	0,4058	0,0825	30,8817	15,6863	46,077	
	15	0	4	0,0421	0,1884	0,5522	0,0018	20,809	10,5188	31,0991	
	20	0	3	0,0572	0,2421	0,6865	0,0041	14,0535	5,9425	22,1644	
	25	0	3	0,0597	0,266	0,8225	0,0281	5,3081	1,905	8,7112	
	0	30	4	0,0133	0,0936	0,0322	0,0743	9,5109	4,6488	14,3729	
	5	30	4	0,0198	0,0766	0,5112	0,0682	10,4568	5,1488	15,7647	
	10	30	4	0,0221	0,1009	0,7808	0,0004	59,8869	30,5096	89,2643	
	15	30	4	0,011	0,0736	0,2142	0,0077	8,6158	4,1724	13,0592	
	20	30	4	0,0209	0,1405	0,5386	0,0421	21,9397	11,1003	32,7791	
	25	30	4	0,0305	0,1447	0,249	0,0598	12,2372	6,0829	18,3915	
	Matéria seca da parte aérea/Matéria seca da raiz	0	0	4	1,1874	3,8108	0,1153	0,0351	5,6225	2,5385	8,7065
		5	0	4	1,1266	3,2854	0,6316	0,0064	5,6059	2,5292	8,6826
10		0	4	1,5748	3,2833	0,3913	0,0226	8,1944	3,9467	12,4422	
15		0	4	1,1681	2,7779	0,9665	0,0028	7,4391	3,5394	11,3389	
20		0	3	1,6145	2,3581	0,9593	0,0664	2,8885	0,6011	5,1758	
25		0	3	1,2448	2,1192	0,0948	0,1169	1,8638	-0,0527	3,7803	
0		30	4	1,6148	4,168	0,2493	0,029	11,1485	5,5127	16,7843	
5		30	4	1,1308	3,4385	0,3163	0,0035	13,2326	6,6022	19,8631	
10		30	4	1,2229	3,9517	0,4852	0,007	12,2656	6,0977	18,4334	
15		30	4	1,7007	5,3426	0,5964	0,012	10,2135	5,0205	15,4065	
20		30	4	1,7739	4,0719	0,7132	0,0224	5,3796	2,4015	8,3578	
25		30	4	1,8461	3,9639	0,3969	0,1233	3,3846	1,2233	5,5459	
Altura/ Diâmetro do coleto	0	0	4	2,8812	10,783	0,6855	0,0024	14,6345	7,3309	21,9381	
	5	0	4	5,0331	11,417	0,7192	0,0241	4,1102	1,6654	6,555	
	10	0	4	4,3215	12,4527	0,8333	0,0052	24,859	12,5995	37,1185	
	15	0	4	5,6367	10,0563	0,3509	0,0063	3,415	1,2422	5,5877	

	20	0	3	5,7884	8,9842	0,1415	0,011	6,5866	2,5308	10,6424
	25	0	3	7,2301	10,3307	0,4242	0,0581	4,0631	1,262	6,8642
	0	30	4	3,9221	11,8033	0,8618	0,001	6,8625	3,2254	10,4995
	5	30	4	4,5016	12,9245	0,4791	0,0238	10,1378	4,9806	15,2951
	10	30	4	4,9753	11,8157	0,1253	0,002	4,5754	1,9397	7,2112
	15	30	4	3,8849	15,2153	0,0547	0,001	6,7305	3,1532	10,3078
	20	30	4	6,0297	12,1794	0,6392	0,0048	6,7571	3,1677	10,3464
	25	30	4	8,0052	12,8434	0,0074	0,0087	3,4216	1,2464	5,5969

APÊNDICE J – TAMANHO DE EFEITO PARA AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE BIOCARVÃO AOS 140 DIAS.

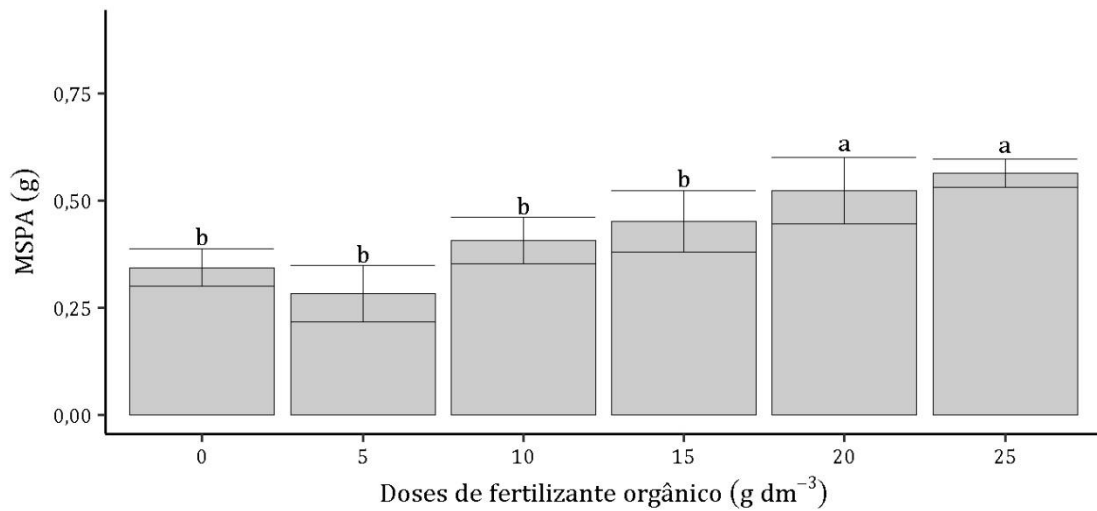
Variável	Efeito	df _E	QM _E	F	Ω^2_p	IC (95%)	
H	A	36	8,1527	5,4251	0,3155	0,0966	0,517
	B	36	8,1527	0,1267	-0,0185	NA	0,0946
	A*B	36	8,1527	1,763	0,0736	NA	0,2959
DC	A	36	0,0882	6,7678	0,3754	0,1484	0,5642
	B	36	0,0882	19,0325	0,2732	0,0868	0,4713
	A*B	36	0,0882	2,5386	0,1382	NA	0,3619
MSPA	A	36	0,0151	5,9907	0,3428	0,1187	0,5382
	B	36	0,0151	2,4504	0,0295	NA	0,2077
	A*B	36	0,0151	0,3041	-0,0781	NA	0,0654
MSR	A	36	0,0058	5,4866	0,32	0,099	0,5194
	B	36	0,0058	16,3464	0,2433	0,0666	0,4439
	A*B	36	0,0058	1,227	0,0238	NA	0,2373
MST	A	36	0,0294	6,3071	0,3561	0,1309	0,5492
	B	36	0,0294	6,3553	0,1004	0,0035	0,3012
	A*B	36	0,0294	0,4734	-0,058	NA	0,1132
MSPA/ MSR	A	36	0,0579	1,6411	0,0625	NA	0,2838
	B	36	0,0579	21,2208	0,2962	0,1034	0,4914
	A*B	36	0,0579	2,1056	0,1031	NA	0,3272
H/DC	A	36	0,0704	1,2558	0,026	NA	0,2409
	B	36	0,0704	16,6141	0,2455	0,0686	0,4468
	A*B	36	0,0704	2,2963	0,119	NA	0,343
IQD	A	36	0,0002	8,3296	0,3766	0,2043	0,6082
	B	36	0,0002	24,1413	0,2782	0,1255	0,5158
	A*B	36	0,0002	2,2929	0,0857	NA	0,3428

Variáveis: H (altura), DC (diâmetro do coleto), MSPA (matéria seca da parte aérea), MSR (matéria seca da raiz), MST (matéria seca total) e IQD (Índice de Qualidade de Dickson). Efeitos: A (dose de fertilizante orgânico), B (nível de biocarvão) e A*B

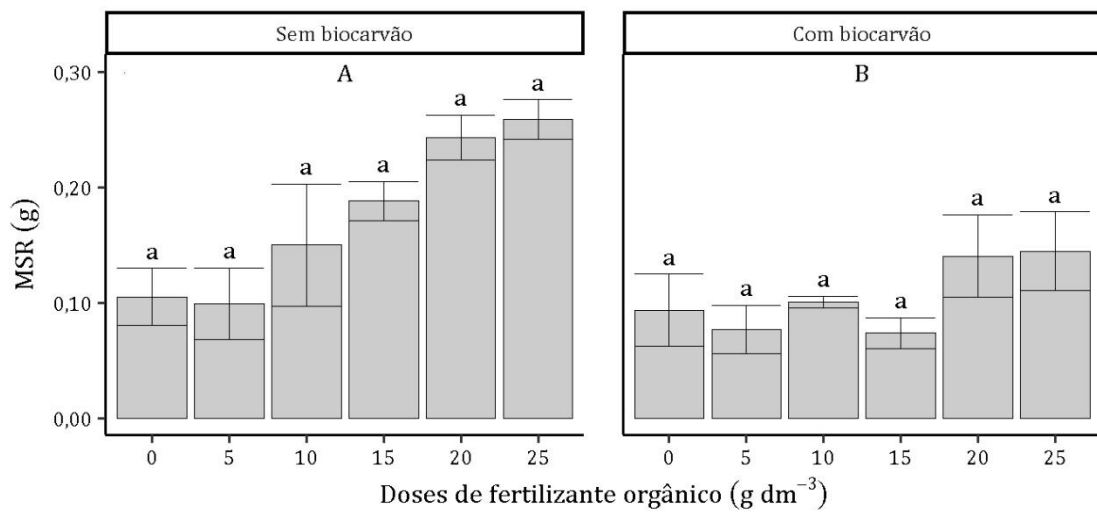
(interação entre os fatores). Ω^2_p : ômega quadrado parcial. IC (95%): intervalo de confiança do tamanho de efeito. NA: não aplicável.

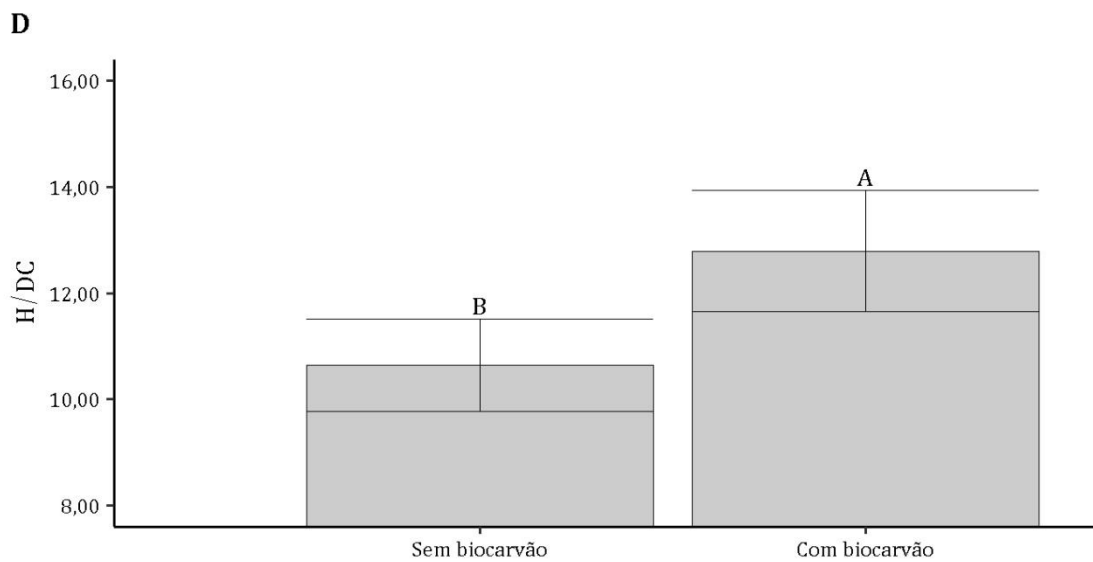
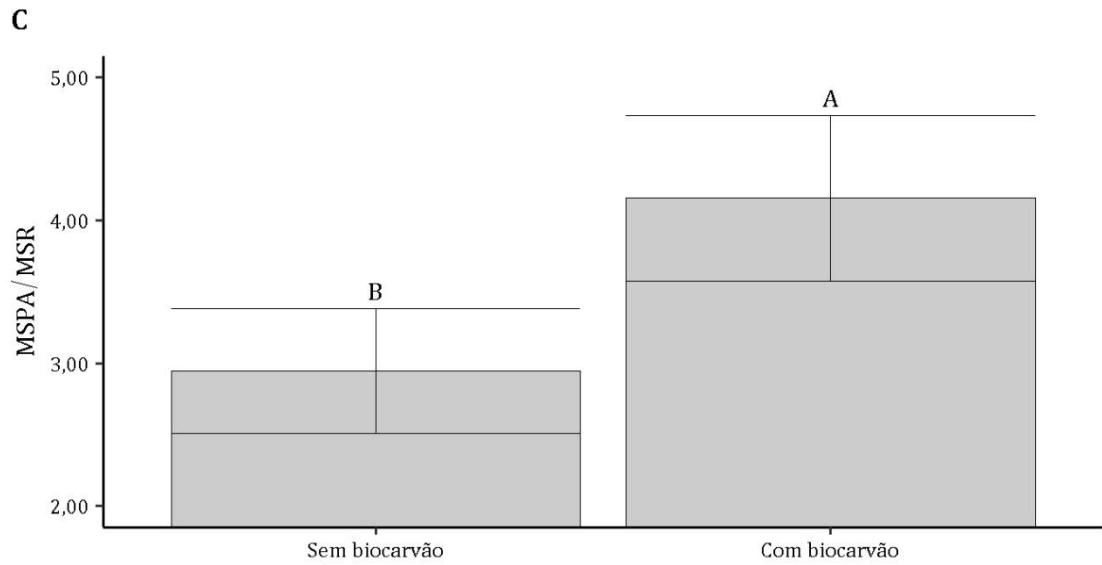
APÊNDICE K – MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (A), MATÉRIA SECA DA RAIZ (B), RELAÇÃO MSPA/MSR E H/DC DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE BIOCARVÃO AOS 140 DIAS.

A



B





Médias \pm erro padrão seguidas pela mesma letra minúscula (dose de fertilizante orgânico) e maiúscula (nível de hidrogel) não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Scott-Knott e teste-t ($\alpha = 0,05$). ns: não significativo para interação ou efeito isolado dos fatores.

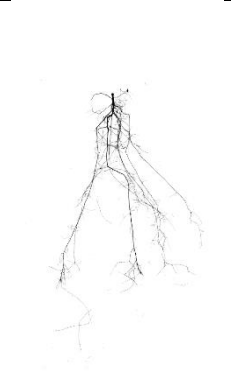
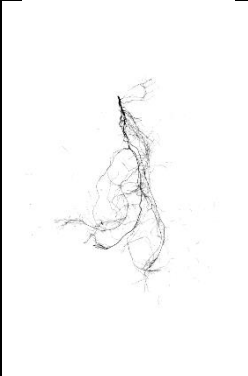
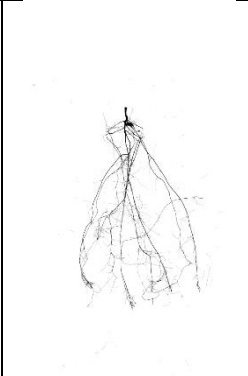
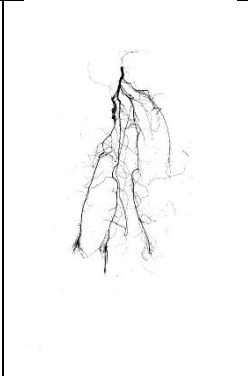
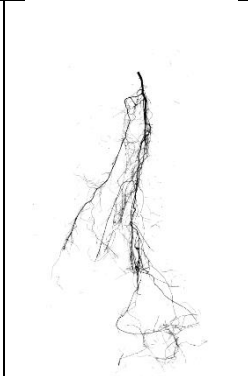
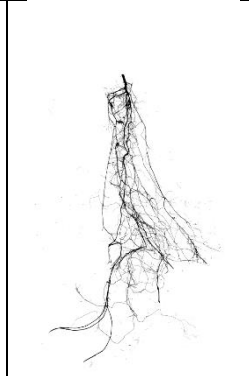

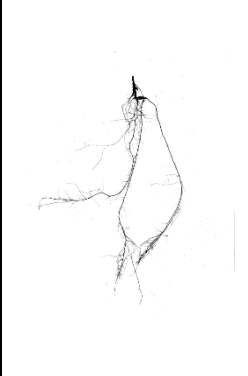
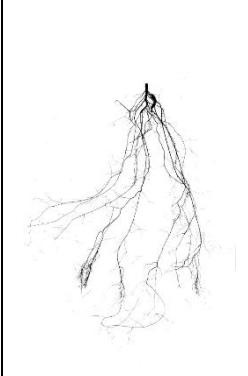
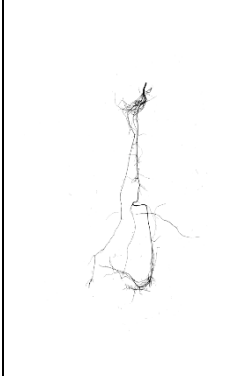
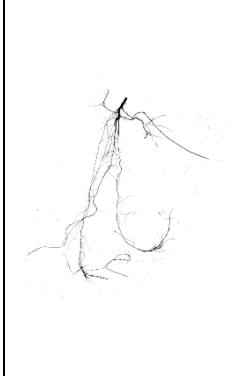

APÊNDICE L – TESTE T PAREADO E TAMANHO DE EFEITO PARA AS VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS DAS RAÍZES DO EXPERIMENTO 2.

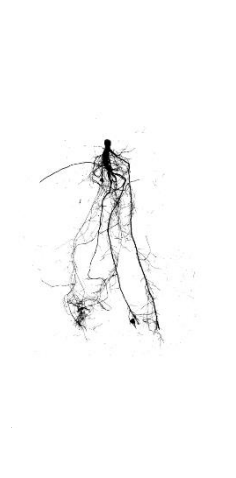

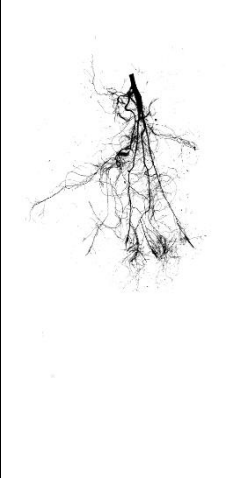
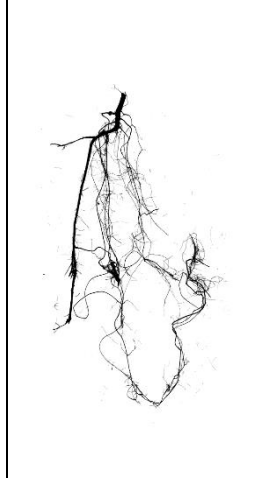
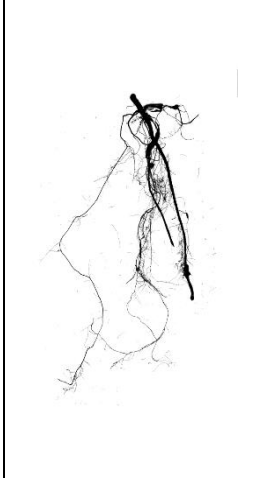
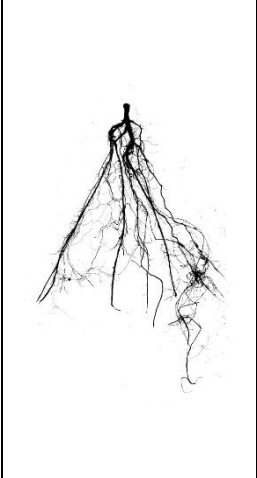
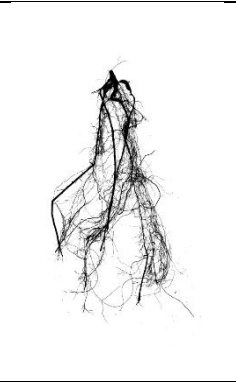
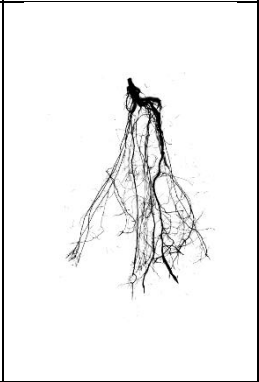
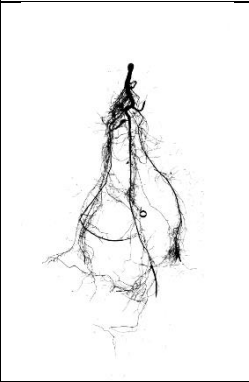
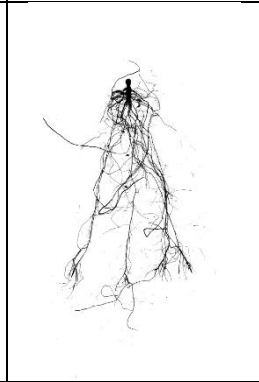
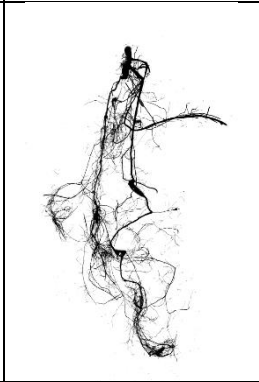
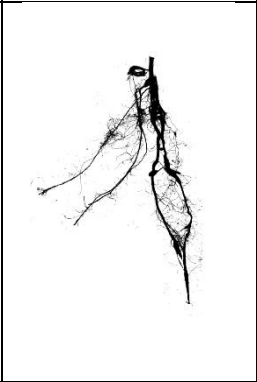
Variável	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)	Níveis de biocarvão (%)	Tamanho da amostra	Médias (adubação de cobertura)		Shapiro-Wilk	Teste t pareado	Tamanho de efeito		
				Sem	Com	Valor de p		Glass's Δ	Confidence interval (95%)	
Diâmetro médio (mm)	0	0	4	0,6734	0,7016	0,1898	0,7054	0,3683	-1,0293	1,766
	5	0	4	0,5123	0,648	0,1661	0,0353	6,1109	2,8114	9,4104
	10	0	4	0,5574	0,6602	0,1141	0,0486	6,5583	3,0586	10,058
	15	0	4	0,585	0,6219	0,8487	0,5513	0,7859	-0,6525	2,2244
	20	0	4	0,5215	0,7526	0,0401	0,0209	7,655	3,6562	11,6539
	25	0	4	0,558	0,6944	0,7965	0,1958	3,7926	1,4743	6,1108
	0	30	4	0,6355	0,637	0,1946	0,9837	0,0201	-1,3658	1,4061
	5	30	4	0,5642	0,6669	0,5918	0,0438	1,8279	0,1777	3,478
	10	30	4	0,5422	0,6043	0,7196	0,0924	1,237	-0,2757	2,7497
	15	30	4	0,6096	0,6515	0,0892	0,4466	0,4899	-0,9167	1,8964
	20	30	4	0,5964	0,6651	0,1345	0,1466	1,5152	-0,0571	3,0874
	25	30	4	0,6185	0,6168	0,484	0,9846	-0,0143	-1,4003	1,3716
Comprimento (cm)	0	0	4	63,9972	412,3665	0,5276	0,0016	16,356	8,2226	24,4893
	5	0	4	153,7291	301,2976	0,2051	0,0086	8,0933	3,8924	12,2943
	10	0	4	111,4256	235,8132	0,5206	0,002	4,2633	1,7564	6,7703
	15	0	4	226,9936	239,863	0,3495	0,7253	0,2669	-1,1252	1,659
	20	0	4	173,9128	261,7376	0,5787	0,2214	0,9026	-0,5522	2,3574
	25	0	4	116,2354	249,8547	0,7195	0,0517	4,4711	1,8787	7,0635
	0	30	4	59,5327	220,9717	0,8478	0,0068	5,7785	2,626	8,9309
	5	30	4	123,1526	354,4628	0,8069	0,0123	28,2689	14,348	42,1898
	10	30	4	105,0412	310,7131	0,2266	0,0343	6,3936	2,9679	9,8193
	15	30	4	71,2214	230,3394	0,893	0,0099	5,8993	2,6936	9,105
	20	30	4	73,813	257,8867	0,6189	0,0094	9,1396	4,4517	13,8276
	25	30	4	55,446	300,1787	0,7147	0,0022	16,3529	8,221	24,4848
Área de superfície (cm ²)	0	0	4	13,1818	91,035	0,5429	0,0021	23,6539	11,9809	35,3269
	5	0	4	24,6618	60,435	0,7167	0,0002	16,0955	8,0879	24,1032
	10	0	4	19,4082	48,5271	0,8117	0,0033	6,3503	2,944	9,7567

	15	0	4	41,6163	46,8878	0,4836	0,4969	0,6182	-0,8004	2,0369
	20	0	4	27,9547	62,0518	0,9474	0,0297	2,385	0,5721	4,1979
	25	0	4	20,1811	53,3083	0,8484	0,0197	8,143	3,9191	12,3669
	0	30	4	11,4496	44,2015	0,6329	0,0042	7,0621	3,3344	10,7897
	5	30	4	21,743	74,3958	0,4862	0,0161	42,2444	21,4983	62,9906
	10	30	4	17,5319	58,4877	0,8054	0,0282	9,3409	4,5587	14,1232
	15	30	4	13,2382	47,0798	0,3437	0,0085	8,4594	4,0888	12,8301
	20	30	4	13,6867	53,5896	0,4177	0,0054	12,3527	6,1432	18,5621
	25	30	4	10,3631	59,137	0,9905	0,0144	36,5533	18,5886	54,5179
	0	0	4	0,2178	1,6105	0,6846	0,0051	34,8742	17,7297	52,0187
	5	0	4	0,3152	0,976	0,9757	0,0006	29,0809	14,764	43,3977
	10	0	4	0,2695	0,8022	0,6047	0,0091	9,3929	4,5862	14,1995
	15	0	4	0,6102	0,7358	0,3133	0,4536	0,8908	-0,5623	2,3438
	20	0	4	0,3585	1,1835	0,3397	0,0184	4,9759	2,1713	7,7804
	25	0	4	0,2798	0,9455	0,0552	0,0514	15,1037	7,5742	22,6332
	0	30	4	0,1765	0,7095	0,7807	0,0058	8,8912	4,3194	13,463
	5	30	4	0,3075	1,246	0,2261	0,0201	20,1762	10,1932	30,1592
	10	30	4	0,2338	0,8792	0,9819	0,0261	14,4329	7,2263	21,6396
	15	30	4	0,198	0,7662	0,0296	0,0086	12,084	6,0028	18,1653
	20	30	4	0,2028	0,8882	0,4985	0,0037	15,5119	7,7858	23,2381
	25	30	4	0,1578	0,9462	0,9019	0,0372	53,7025	27,3518	80,0531
	0	0	4	180,75	1037,75	0,0618	0,0023	12,7252	6,3377	19,1127
	5	0	4	491	850,75	0,8897	0,0195	5,555	2,5005	8,6095
	10	0	4	296,75	609,25	0,6895	0,0082	2,5921	0,7122	4,472
	15	0	4	634,75	682,5	0,7258	0,3232	0,3336	-1,0619	1,7292
	20	0	4	603,25	634	0,773	0,8009	0,1031	-1,2838	1,4899
	25	0	4	431	648,75	0,2348	0,3092	1,6441	0,041	3,2471
	0	30	4	184,75	544,75	0,1255	0,0195	4,3847	1,828	6,9415
	5	30	4	361,5	1087,5	0,5066	0,0122	7,4811	3,5621	11,4001
	10	30	4	311,5	928,5	0,6268	0,0273	5,544	2,4943	8,5937
	15	30	4	149,25	600,25	0,5095	0,0059	5,5312	2,4871	8,5754
	20	30	4	203,5	705,5	0,3653	0,0066	10,3828	5,1098	15,6557
	25	30	4	174,5	812	0,3879	0,0007	8,6357	4,183	13,0883
Bifurcações	0	0	4	94,25	1509	0,7087	0,0022	25,0059	12,6749	37,3369

	5	0	4	274,5	819,75	0,8148	0,0012	8,9813	4,3674	13,5952
	10	0	4	193	585,5	0,0473	0,0023	3,2037	1,1096	5,2977
	15	0	4	721,5	572,75	0,4744	0,4877	-0,6205	-2,0394	0,7984
	20	0	4	316	818,5	0,2752	0,0889	1,5906	0,0005	3,1806
	25	0	4	228	620,5	0,7847	0,0474	4,5828	1,944	7,2216
	0	30	4	98	537,75	0,825	0,0146	5,6987	2,5813	8,8161
	5	30	4	265,75	1089,5	0,8676	0,0517	15,9372	8,0059	23,8684
	10	30	4	166	906	0,7309	0,0397	10,4091	5,1237	15,6945
	15	30	4	94,25	599,5	0,1007	0,0461	5,2633	2,3355	8,1912
	20	30	4	127,25	679,75	0,1035	0,0227	9,32	4,5475	14,0925
	25	30	4	56,75	909,75	0,9802	0,0262	31,6669	16,0883	47,2454
Cruzamentos	0	0	4	20,25	666	0,2128	0,007	57,7769	29,4323	86,1215
	5	0	4	75,25	257,5	0,7759	0,0051	6,547	3,0524	10,0416
	10	0	4	45,75	178	0,8247	0,0022	4,6046	1,9567	7,2525
	15	0	4	299	157,75	0,3022	0,2394	-0,9771	-2,4434	0,4892
	20	0	4	94,25	286,5	0,4616	0,1274	1,695	0,0793	3,3108
	25	0	4	64,25	192,25	0,8176	0,0978	4,221	1,7313	6,7107
	0	30	4	26	143,5	0,9071	0,0328	4,5508	1,9253	7,1762
	5	30	4	84,75	370,5	0,7721	0,0704	12,488	6,2139	18,7621
	10	30	4	31	287	0,7903	0,0453	12,4422	6,19	18,6945
	15	30	4	28,5	159,5	0,1659	0,1063	3,4518	1,2651	5,6384
	20	30	4	38	216,5	0,5429	0,0493	9,5595	4,6746	14,4443
	25	30	4	11,5	328,25	0,7707	0,0443	49,468	25,1891	73,747

APÊNDICE M – RAÍZES DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE BIOCARVÃO, SEM E COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, AOS 140 DIAS.

Adubação de cobertura	Níveis de biocarvão %	Doses de fertilizante orgânico					
		0	5	10	15	20	25
		g dm ⁻³					
Sem	0						
	30						

Com	0						
	30						

APÊNDICE N – TAMANHO DE EFEITO PARA AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS RAÍZES DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE BIOCÁRVÃO AOS 140 DIAS.

Variável	Efeito	dfE	QME	F	Ω^2_p	IC (95%)	
Comprimento	A	36	6261,1527	3,0455	0,1757	0,0036	0,3972
	B	36	6261,1527	1,6387	0,0131	NA	0,1807
	A*B	36	6261,1527	2,6084	0,1435	NA	0,367
Área de superfície	A	36	230,6083	3,7083	0,22	0,0285	0,437
	B	36	230,6083	0,8445	-0,0033	NA	0,1476
	A*B	36	230,6083	3,4032	0,2002	0,0168	0,4195
Diâmetro médio	A	36	0,0261	0,6388	-0,039	NA	0,1484
	B	36	0,0261	0,1839	-0,0173	NA	0,1025
	A*B	36	0,0261	0,8972	-0,0107	NA	0,1922
Volume	A	36	0,0718	3,4923	0,2062	0,0202	0,4247
	B	36	0,0718	0,2007	-0,0169	NA	0,1045
	A*B	36	0,0718	3,4099	0,2008	0,0171	0,4199
Pontas	A	36	0,092	5,6363	0,3256	0,1049	0,5252
	B	36	0,092	0,8827	-0,0025	NA	0,1494
	A*B	36	0,092	1,0636	0,0065	NA	0,2161
Bifurcações	A	36	23,888	5,2657	0,3076	0,0903	0,5106
	B	36	23,888	1,1295	0,0027	NA	0,1606
	A*B	36	23,888	4,3447	0,2584	0,0535	0,4699
Cruzamentos	A	36	12687,9236	5,4876	0,3185	0,099	0,5194
	B	36	12687,9236	4,3252	0,0648	NA	0,2578
	A*B	36	12687,9236	5,4431	0,3164	0,0973	0,5177

Efeitos: A (dose de fertilizante orgânico), B (nível de biocarvão) e A*B (interação entre os fatores). Ω^2_p : ômega quadrado parcial. IC (95%): intervalo de confiança do tamanho de efeito. NA: não aplicável.

APÊNDICE O – TESTE T PAREADO E TAMANHO DE EFEITO PARA AS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DO EXPERIMENTO 2.

Variável	Doses de fertilizante orgânico (g dm ⁻³)	Níveis de biocarvão (%)	Tamanho da amostra	Médias (adubação de cobertura)		Shapiro-Wilk	Teste t pareado	Tamanho de efeito		
				Sem	Com			Valor de p		Glass's Δ
A	0	0	3	-0,2015	8,8965	0,7317	0,0112	89,0804	38,653	139,5079
	5	0	4	-0,0454	7,2722	0,8706	0,0069	105,8562	53,9681	157,7442
	10	0	4	-0,092	9,7058	0,288	0,0041	107,4854	54,7993	160,1715
	15	0	4	-0,0447	7,3523	0,0089	0,0014	68,4588	34,8854	102,0322
	20	0	3	-0,0138	8,2686	0,1592	0,0331	129,4873	56,2055	202,7691
	25	0	2	0,0047	6,3828	NA	0,0099	78,4497	24,0515	132,8479
	0	30	3	-0,14	6,9435	0,3025	0,0008	107,073	46,4696	167,6763
	5	30	3	-0,0657	5,4829	0,4597	0,0366	332,3196	144,2853	520,3539
	10	30	3	-0,0015	7,7219	0,8898	0,0304	66,2802	28,7445	103,816
	15	30	3	-0,1318	6,9247	0,6795	0,0046	143,7699	62,4087	225,1311
	20	30	4	-0,0237	7,8041	0,157	0	67,6482	34,4716	100,8249
	25	30	4	-0,1043	8,5926	0,0929	0,0072	45,6441	23,2356	68,0526
gs	0	0	3	0,0141	0,5032	0,2012	0,0049	895,4368	388,7932	1402,08
	5	0	4	0,0263	0,4078	0,1016	0,0129	58,1417	29,6186	86,6648
	10	0	4	0,0274	0,6004	0,8959	0,0102	98,8177	50,3772	147,2582
	15	0	4	0,0256	0,3864	0,1123	0,0062	39,7805	20,2389	59,3222
	20	0	3	0,0385	0,553	0,7134	0,0394	31,2256	13,4857	48,9654
	25	0	2	0,0398	0,2963	NA	0,142	358,9026	110,1881	607,6171
	0	30	3	0,0124	0,3423	0,375	0,0102	84,7285	36,7621	132,6948
	5	30	3	0,017	0,274	0,9259	0,0086	31,477	13,5955	49,3585
	10	30	3	0,023	0,3267	0,078	0,0299	64,113	27,8024	100,4236
	15	30	3	0,0187	0,3021	0,1186	0,0815	27,145	11,7031	42,5869
	20	30	4	0,0258	0,4447	0,37	0,0006	50,1698	25,5476	74,792
	25	30	4	0,0431	0,4231	0,1724	0,1	26,0937	13,2329	38,9545
E	0	0	3	0,3281	3,9084	0,8201	0,0046	131,6698	57,1534	206,1862
	5	0	4	0,6037	3,5893	0,0907	0,0062	19,1472	9,6633	28,6311

	10	0	4	0,6305	3,9868	0,1707	0,0018	26,8735	13,6328	40,1143
	15	0	4	0,5902	3,5746	0,7167	0,0002	13,7698	6,8817	20,6578
	20	0	3	0,8294	3,9101	0,2601	0,0184	9,6107	3,9423	15,2791
	25	0	2	0,8905	3,3607	NA	0,0502	182,7146	56,0847	309,3445
	0	30	3	0,2997	3,5713	0,4396	0,005	32,4214	14,0076	50,8351
	5	30	3	0,4076	3,0759	0,4267	0,0027	13,8761	5,8635	21,8887
	10	30	3	0,5395	3,6949	0,6358	0,0021	29,381	12,6803	46,0818
	15	30	3	0,413	3,0101	0,9115	0,0201	13,3264	5,6183	21,0345
	20	30	4	0,6021	3,9269	0,6498	0	17,0145	8,563	25,466
	25	30	4	0,9325	3,2923	0,4423	0,0073	9,3529	4,565	14,1409
	0	0	3	313,1925	252,531	0,8762	0,0176	-4,7153	-7,8263	-1,6042
	5	0	4	293,6563	254,1281	0,3316	0,0014	-7,0455	-10,7657	-3,3254
	10	0	4	296,5785	254,9512	0,3176	0,0004	-5,3292	-8,2856	-2,3729
	15	0	4	294,4344	250,757	0,5279	0,008	-5,128	-7,9976	-2,2584
	20	0	3	290,7793	259,7796	0,7168	0,0221	-10,9138	-17,2929	-4,5348
	25	0	2	290,263	247,0273	NA	0,1435	-13,1576	-22,4836	-3,8316
	0	30	3	309,6885	248,6231	0,1975	0,028	-4,4074	-7,3705	-1,4444
	5	30	3	296,328	254,6536	0,7231	0,0463	-17,3646	-27,3191	-7,4102
	10	30	3	290,1566	236,5208	0,2499	0,156	-6,156	-9,9892	-2,3229
	15	30	3	303,8305	236,5634	0,2843	0,0817	-9,2092	-14,6601	-3,7584
	20	30	4	292,4494	252,8621	0,6744	0,0006	-4,2896	-6,8072	-1,7719
	25	30	4	293,703	239,2786	0,8633	0,0063	-8,131	-12,3494	-3,9127
	0	0	3	1,0403	0,881	0,7453	0,0333	-3,6995	-6,3343	-1,0646
	5	0	4	0,9763	0,8779	0,1734	0,0092	-5,4889	-8,5146	-2,4633
	10	0	4	0,9822	0,8895	0,9699	0,002	-4,3642	-6,9125	-1,8159
	15	0	4	0,9779	0,8697	0,2394	0,0095	-3,7977	-6,118	-1,4774
	20	0	3	0,9687	0,9004	0,6245	0,0199	-8,0171	-12,8273	-3,207
	25	0	2	0,9639	0,8552	NA	0,183	-9,1597	-15,8028	-2,5166
	0	30	3	1,029	0,8633	0,1958	0,0315	-3,7374	-6,3893	-1,0855
	5	30	3	0,984	0,8706	0,503	0,0351	-20,0787	-31,5515	-8,6059
	10	30	3	0,9637	0,8269	0,252	0,2051	-5,0012	-8,2521	-1,7503
	15	30	3	1,0078	0,8125	0,2625	0,0954	-7,7116	-12,3591	-3,0641

	20	30	4	0,9716	0,8819	0,4333	0,003	-2,9648	-4,9726	-0,957	
	25	30	4	0,9745	0,8343	0,733	0,0089	-7,1812	-10,9632	-3,3993	
A/E	0	0	3	-0,6322	2,3189	0,615	0,0234	8,5208	3,441	13,6006	
	5	0	4	-0,1038	2,0355	0,3206	0,0006	14,4888	7,2553	21,7223	
	10	0	4	-0,1577	2,4532	0,9499	0,0057	15,0407	7,5416	22,5398	
	15	0	4	-0,1183	2,0621	0,1223	0,0028	9,3369	4,5565	14,1172	
	20	0	3	-0,0246	2,077	0,2703	0,0156	24,8505	10,6992	39,0018	
	25	0	2	0,0046	1,8944	NA	0,0481	20,7157	6,2273	35,2041	
	0	30	3	-0,5373	1,9489	0,4223	0,0047	6,6264	2,5499	10,7029	
	5	30	3	-0,1727	1,7572	0,9975	0,0232	40,7881	17,6546	63,9215	
	10	30	3	-0,0101	2,1077	0,9502	0,0518	9,6973	3,9819	15,4127	
	15	30	3	-0,3508	2,3845	0,8461	0,0091	14,7789	6,2652	23,2927	
	20	30	4	-0,0628	1,9914	0,6442	0,0003	8,6321	4,1811	13,0832	
	25	30	4	-0,0883	2,5856	0,3857	0,0007	16,3472	8,2181	24,4763	
	A/Ci	0	0	3	-0,0006	0,0355	0,771	0,0174	118,6166	51,4838	185,7493
		5	0	4	-0,0002	0,0288	0,8174	0,009	124,6428	63,5521	185,7335
10		0	4	-0,0003	0,0381	0,2811	0,0046	127,6928	65,108	190,2776	
15		0	4	-0,0001	0,0295	0,0548	0,0022	83,3935	42,5072	124,2798	
20		0	3	0	0,032	0,0931	0,0371	145,3086	63,0769	227,5402	
25		0	2	0	0,026	NA	0,0059	92,559	28,389	156,7291	
0		30	3	-0,0004	0,0279	0,9692	0,0011	149,2532	64,7901	233,7163	
5		30	3	-0,0002	0,0218	0,607	0,0458	386,5846	167,8479	605,3213	
10		30	3	0	0,034	0,7426	0,0605	86,0164	37,3217	134,711	
15		30	3	-0,0004	0,0298	0,869	0,0123	191,3856	83,0872	299,6841	
20		30	4	-0,0001	0,0309	0,0879	0,0001	78,9882	40,2592	117,7172	
5		30	4	-0,0003	0,0361	0,0641	0,0072	57,7295	29,4081	86,0509	

APÊNDICE P – TAMANHO DE EFEITO PARA AS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, COM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE ORGÂNICO E NÍVEIS DE BIOCARVÃO AOS 140 DIAS.

Variável	Efeito	df _E	QME	F	Ω^2_p	IC (95%)	
A	A	31	3,3484	1,2802	0,0316	NA	0,2661
	B	31	3,3484	2,3985	0,0315	NA	0,2251
	A*B	31	3,3484	1,4453	0,0492	NA	0,2864
gs	A	31	0,0133	1,6215	0,067	NA	0,3063
	B	31	0,0133	6,2495	0,1085	0,0031	0,3238
	A*B	31	0,0133	0,9712	-0,0037	NA	0,2227
Ci	A	31	65847184,4	0,571	-0,0525	NA	0,149
	B	31	65847184,4	1,9745	0,0222	NA	0,2104
	A*B	31	65847184,4	0,1667	-0,1073	NA	0,0042
E	A	31	0,2951	1,9	0,0947	NA	0,3348
	B	31	0,2951	4,0257	0,0657	NA	0,2725
	A*B	31	0,2951	0,284	-0,0908	NA	0,0652
Ci/Ca	A	31	0,0026	0,8854	-0,0136	NA	0,209
	B	31	0,0026	3,4886	0,0541	NA	0,2581
	A*B	31	0,0026	0,2733	-0,0929	NA	0,0608
A/E	A	31	0,1917	0,6786	-0,0388	NA	0,1717
	B	31	0,1917	0,0388	-0,0229	NA	0,0792
	A*B	31	0,1917	1,8296	0,088	NA	0,3279
A/Ci	A	31	0,0001	0,9622	-0,0238	NA	0,2213
	B	31	0,0001	0,7297	0	NA	0,1557
	A*B	31	0,0001	1,0758	-0,0238	NA	0,2384

A (taxa fotossintética), gs (condutância estomática), Ci (concentração intercelular de CO₂), E (transpiração), Ci/Ca (relação entre a concentração intercelular e atmosférica de CO₂). Efeitos: A (dose de fertilizante orgânico), B (nível de biocarvão) e A*B (interação entre os fatores). Ω^2_p : ômega quadrado parcial. IC (95%): intervalo de confiança do tamanho de efeito. NA: não aplicável.