

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**RESÍDUOS ORGÂNICOS E MICROALGA *Chlorella* spp. NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell.**

MAURÍCIO LACERDA DE OLIVEIRA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022**

**RESÍDUOS ORGÂNICOS E MICROALGA *Chlorella* spp. NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell.**

Maurício Lacerda de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Cleberton Correia Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48r	<p>Oliveira, Mauricio Lacerda de. Resíduos orgânicos e microalga <i>Chlorella</i> spp. de mudas <i>Cedrela fissilis</i> Vell. / Mauricio Lacerda de Oliveira. – Dourados, MS: UFGD, 2022.</p> <p>Orientador: Prof. Cleberton Correia Santos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Cedro. 2. Fotossíntese. 3. Esterco ovino. 4. Biofertilizante. I. Título.</p>
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**RESÍDUOS ORGÂNICOS E MICROALGA *Chlorella* spp. NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell.**

Por

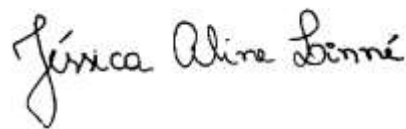
Maurício Lacerda de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

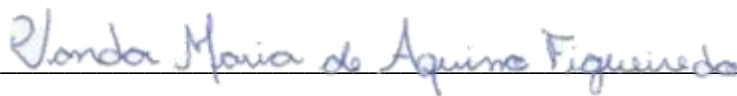
Aprovado em: 08 de setembro de 2022.



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Orientador – UFGD/FCA



Me. Jéssica Aline Linné
Membro da banca – UFGD/FCA



Me. Vanda Maria de Aquino Figueiredo
Membro da banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por permitir e me dar forças para chegar até aqui.

Aos meus pais Maria José Lacerda e Delvair Silva de Oliveira, por todo apoio, mesmo que de longe.

Ao meu orientador e professor Cleberton Correia Santos pela orientação, paciência e ensinamentos repassados.

À minha namorada Ketully Bidiaki, pelo companheirismo e horas de muito trabalho.

Aos meus amigos Jessica Linné, Vanda Maria, Otávio Henrique, Milena Diniz, Thainá Casavechia e Juliana Milene, pelas colaborações nas análises e orientações.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar a graduação em Agronomia.

A todos os meus outros amigos, de fora da universidade, que de alguma forma me apoiaram durante o processo.

Enfim, a todos e todas que me apoiaram direto e indiretamente para realização deste trabalho.

OLIVEIRA, M. L. **Resíduos orgânicos e microalga *Chlorella* spp. na produção de mudas de *Cedrela fissilis* Vell.** 2022. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

RESUMO

Cedrela fissilis Vell. é uma espécie arbórea com interesse silvicultural e medicinal, vulnerável a extinção devido a sua exploração intensiva em áreas nativas. Portanto, é necessária atenção durante a produção de mudas dessa espécie almejando seu cultivo *ex situ*, e neste caso o substrato é um fator determinante no crescimento e vigor das mudas. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes substratos à base de resíduos orgânicos, associados ou não a aplicação da microalga *Chlorella* spp. em mudas de *C. fissilis*. O experimento foi desenvolvido sob telado agrícola tipo viveiro com cobertura superior e lateral de tela de nylon com coloração preta 30% de sombreamento. A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno de coloração preta com volume de 290 cm³ previamente preenchidos com substratos constituídos de três materiais, todos combinados, ou não, com a aplicação de microalga *Chlorella* spp., formulando seis tratamentos: S1) Latossolo Vermelho Distroférico – LVD (SANTOS et al., 2018) de textura argilosa, S2) LVD + *C. spp.*, S3) LVD + esterco ovino (3:1, v/v) – LVDEO, S4) LVDEO + *C. spp.*, S5) LVD + esterco bovino (3:1, v/v) – LVDEB e S6) LVDEB + *C. spp.* O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições, sendo que cada unidade experimental foi constituída de seis tubetes com uma semente em cada. As mudas de *C. fissilis* são responsivas ao uso de resíduos orgânicos, especialmente esterco bovino, pois contribuiu no aumento da percentagem de emergência, crescimento em altura, índice de clorofila e da taxa fotossintética e eficiência de carboxilação da Rubisco. Conclui-se que a adição de resíduos orgânicos na formulação de substratos contribui na melhoria dos atributos químicos e na formação de mudas de *C. fissilis*. Mudas produzidas em substrato com Latossolo Vermelho Distroférico com esterco ovino e bovino apresentam melhor crescimento e trocas gasosas, e o uso de microalga *C. spp.* pouco contribuiu na produção de mudas de *C. fissilis*.

Palavras-chave: Cedro. Fotossíntese. Esterco Ovino. Esterco Bovino. Biofertilizante.

OLIVEIRA, M. L. **Organic residues and microalgae *Chlorella* spp. in the production *Cedrela fissilis* Vell. seedlings.** 2022. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

ABSTRACT

Cedrela fissilis Vell. is a tree species with silvicultural and medicinal interest, vulnerable to extinction due to its intensive exploitation in native areas. Therefore, attention is needed during the production of seedlings of this species aiming at its ex-situ cultivation, and in this case the substrate is a determining factor in the growth and vigor of the seedlings. In view of the above, the aim of this study was to evaluate the effect of different substrates based on organic residues, associated or not with the application of the microalgae *Chlorella* spp. in *C. fissilis* seedlings. The experiment was carried out under a nursery-type agricultural screen with top and side cover of black nylon screen with 30% shading. Sowing was carried out in black polyethylene tubes with a volume of 290 cm³ previously filled with substrates made of three materials, all combined, or not, with the application of microalgae *Chlorella* spp., formulating six treatments: S1) Distroferric Red Latosol – DRL (SANTOS et al., 2018) clayey texture, S2) DRL + *C. spp.*, S3) DRL + sheep manure (3:1, v/v) – DRLSM, S4) DRLSM + *C. spp.*, S5) DRL + cattle manure (3:1, v/v) – DRLCM and S6) DRLCM + *C. spp.* The experimental design used was randomized blocks, with six replications, and each experimental unit consisted of six tubes with one seed in each. *C. fissilis* seedlings are responsive to the use of organic residues, especially bovine manure, as it contributed to increase the percentage of emergence, height growth, chlorophyll index, and the photosynthetic rate and carboxylation efficiency of Rubisco. It is concluded that the addition of organic residues in the formulation of substrates contributes to the improvement of chemical attributes and the formation of seedlings of *C. fissilis*. Seedlings produced in a substrate with Dystroferric Red Latosol with sheep and cattle manure show greater growth and gas exchange, and the use of microalgae *C. spp.* contributed little to the production of *C. fissilis* seedlings.

Palavras-chave: ‘Cedar’. Photosynthesis. Sheep manure. Cattle manure. Biofertilizer.

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução	1
2 Material e Métodos	2
3 Resultados e discussão	6
4 Conclusões	12
5 Referências bibliográficas	13

1 INTRODUÇÃO

Cedrela fissilis Vell., conhecida popularmente como Cedro, pertencente à família Meliaceae, é uma espécie arbórea, classificada como secundária inicial quanto ao grupo ecológico de sucessão (LORENZI, 2000). A espécie apresenta interesse medicinal e principalmente silvicultural devido aos aspectos de sua madeira e potencial de inserção em sistemas integrados de produção ou agroflorestas (CARMINATE et al., 2014; MOTTA et al., 2014; BORGES et al., 2019). Além disso, suas mudas podem ser inseridas em áreas de recuperação de ambientes degradados e recomposição de reservas legais (SIQUEIRA et al., 2019) por rapidamente se estabelecer no ambiente e formar sombra para outras espécies, tal como as clímax.

Nesse sentido, considerando o possível risco de extinção devido a vulnerabilidade da *C. fissilis* em ambientais naturais, a produção de mudas se torna uma estratégia de conservação e manutenção de bancos de germoplasma. Dentre os fatores que podem influenciar a qualidade (vigor) de mudas pode-se citar a escolha do substrato para a propagação em viveiro (SANTOS et al., 2020a). Diversos materiais podem ser utilizados para formulação de substratos alternativos, dentre eles o esterco ovino e bovino, resíduos orgânicos de origem animal que são amplamente disponíveis, variando de acordo com as regiões produtoras.

A adição de resíduos orgânicos ao solo contribui na melhoria dos atributos químicos, físicos e microbiológicos (SANTOS et al., 2020b; 2021; GOELZER et al., 2021), especialmente aqueles com características de baixa fertilidade natural, tal como os Latossolos encontrados em grande parte da região tropical no Cerrado (SANTOS et al., 2019; SILVERIO et al., 2020), contribuindo no metabolismo foliar e nutrição das plantas.

O uso de bioestimulantes/biofertilizantes à base de microalga na agricultura tem-se difundido e intensificado nos últimos anos. A microalga *Chlorella* spp. pode contribuir no metabolismo fotossintético e nutrição das plantas, atuando na promoção da tolerância a múltiplos estresses e na robustez das plantas (PUGLISI et al., 2020; KUSVURAN, 2021; CORONADO-REYES et al., 2022). Entretanto, não tem muitos estudos de microalgas na produção de mudas, especialmente de *C. fissilis*.

Hipotetizamos que o uso de resíduos orgânicos associados a aplicação de microalga contribui nos atributos químicos do substrato, e na emergência, na fisiologia e crescimento das mudas de *C. fissilis*. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes substratos à base de resíduos orgânicos, associados ou não a aplicação da microalga *C. spp.* em mudas de *C. fissilis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de frutos e beneficiamento de sementes

Os frutos de *C. fissilis* foram coletados ainda fechados de plantas reprodutoras localizadas em área próxima à fragmento florestal, no município de Glória de Dourados – MS (22°22'39,8"S 54°16'06,9"O), os quais foram armazenados em temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$) até sua abertura natural. As sementes foram selecionadas e sanitizadas em hipoclorito de sódio 2% por 5 minutos, e colocadas em peneira sob água corrente.

2.2 Substratos com resíduos orgânicos e uso de microalga

O experimento foi desenvolvido sob telado agrícola tipo viveiro com cobertura superior e lateral de tela de nylon com coloração preta 30% de sombreamento, na Faculdade de Ciências Agrárias – FCA (22° 11' S e 54° 56' W, altitude de 446 m), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados–MS, Brasil. A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno de coloração preta com volume de 290 cm³ previamente preenchidos com substratos constituídos de três materiais (Figura 1), todos sem e com aplicação de microalga *Chlorella* spp., formulando seis substratos: S1) Latossolo Vermelho Distroférico – LVD (SANTOS et al., 2018) de textura argilosa, S2) LVD + *C. spp.*, S3) LVD + esterco ovino (3:1, v/v) – LVDEO, S4) LVDEO + *C. spp.*, S5) LVD + esterco bovino (3:1, v/v) – LVDEB e S6) LVDEB + *C. spp.* O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições, sendo que cada unidade experimental foi constituída de seis tubetes com uma semente em cada. Foi coletada uma amostra composta de cada substrato antes de iniciar a aplicação da *C. spp.* para caracterização inicial dos atributos químicos (Tabela 1).



FIGURA 1. Materiais utilizados na formulação dos substratos para produção de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. Fonte: arquivo pessoal (2022).

TABELA 1. Atributos químicos dos substratos na implantação do experimento sem aplicação de *C. spp.* para produção de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. UFGD, Dourados – MS, 2022

Substratos	pH CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al
	(mg/dm ³)			(cmol _c dm ³)			
LVD	4,47	0,04	0,03	0,76	0,45	0,60	3,23
LVDEO	5,56	16,32	2,27	2,39	2,53	0,00	2,20
LVDEB	6,22	20,10	3,97	3,43	3,17	0,00	1,69
Substratos	SB	CTC	V%	Cu	Mn	Fe	Zn
	(cmol _c dm ³)			(mg dm ³)			
LVD	1,24	4,47	27,80	4,86	10,74	71,34	0,19
LVDEO	7,19	9,39	76,57	2,75	26,69	39,65	3,23
LVDEB	10,57	12,26	86,23	1,46	42,23	34,56	3,68

O esterco ovino foi proveniente da criação de ovinos na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias – FAECA/UFGD (22° 13' 52" S e 54° 59' 10" W). O esterco bovino foi adquirido em propriedade rural (21°11'29.0"S 54°53'34.1"W) no município de Sidrolândia, MS. Os resíduos foram curtidos por 75 dias, e para a formulação dos substratos, foi feito o peneiramento desses materiais e do solo visando facilitar a homogeneidade das misturas.

Quinzenalmente, a partir dos 15 dias, até os 60 dias após a semeadura, realizou-se a aplicação ou não da microalga *Chlorella spp.* na dose de 10 mL L⁻¹, o qual foi diluído em água destilada e apresentou condutividade elétrica de 0,08 µS cm⁻¹. Utilizando seringa hipodérmica realizou-se a adição de 4,0 mL de solução sobre a superfície do substrato de cada tubete, enquanto que nas parcelas sem microalga adicionou-se a mesma quantidade da solução com água. A microalga utilizada *C. spp.* apresentou as seguintes especificações conforme fabricante: 20 milhões de células de CEPA vivas da microalga por mL de produto, pH = 6,3, densidade = 1,1 g L⁻¹ células, carbono orgânico, N, P, K, Ca, S e Mg (resultados expressos em %) = 29,3; 0,2; 0,9; 0,1; 0,1; 0,1 e 0,1, e Zn, Bo, Fe, Cu e Mn (resultados expressos em mg kg⁻¹) = 10,19; 0,001; 113,7; 11,13 e 4,57, respectivamente.

A irrigação foi realizada diariamente visando manter o molhamento das mudas com dois turnos de rega e o arranquio de plantas espontâneas foi feito manualmente quando necessário.

2.3 Características avaliadas

Emergência: foi calculada considerando o número de plântulas que emergiram.

Crescimento: foi medida a altura das mudas (distância do coleto até a gema apical), utilizando-se régua graduada em cm; o diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital inserido a 1,0 cm acima do nível do substrato, e contabilizado o número de folhas.

Índice de clorofila: Realizado utilizando clorofilômetro portátil SPAD 502 (*Soil Plant Analyzer Development*), sendo as medições realizadas em folhas totalmente expandidas localizadas no terço médio.

Trocas gasosas: Realizadas com medidor de fotossíntese portátil LCIPro-SD (IRGA – *Infra Red Gas Analyzer*) (Modelo ADC BioScientific Ltd.) em folhas totalmente expandidas no terço médio das mudas. Foram determinadas: a taxa de assimilação de CO₂ (fotossíntese) (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$), concentração intercelular de CO₂ (C_i ; $\text{mmol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s ; $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^2 \text{ s}^{-1}$). Posteriormente, foram calculadas as eficiências no uso da água ($EUA = A/E$; $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i ; $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$). A Limitação estomática (L_s) foi calculada de acordo com Song et al. (2020) por meio da seguinte equação:

$$L_s = 1 - \left(\frac{C_i}{C_a}\right)$$

Em que:

C_a : concentração de CO₂ atmosférico e C_i : concentração intercelular de CO₂, registrados no IRGA, Modelo ADC BioScientific Ltd.

As avaliações foram realizadas no período entre as 8 e 11h da manhã, com valores médios de radiação fotossinteticamente ativa de 1.191,60 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^2 \text{ s}^{-1}$, concentração de CO₂ atmosférico de 428,13 ppm e temperatura foliar de 40,0 °C.

2.4 Análises estatísticas

Os dados de indicadores de emergência foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativos pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott para

os tratamentos com resíduos orgânicos e microalga *C. spp.* ($p \leq 0,05$). As análises foram feitas utilizando o *software* SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência, altura, número de folhas e índice de clorofila foi influenciado pelos substratos avaliados (Figura 2). Os maiores valores de emergência (80,5 e 90,0%) ocorreram ao utilizar o LVDEO + *C. spp.* e LVDEB, respectivamente, enquanto que nos demais substratos os valores foram menores e não diferiram estatisticamente entre eles (Figura 2A).

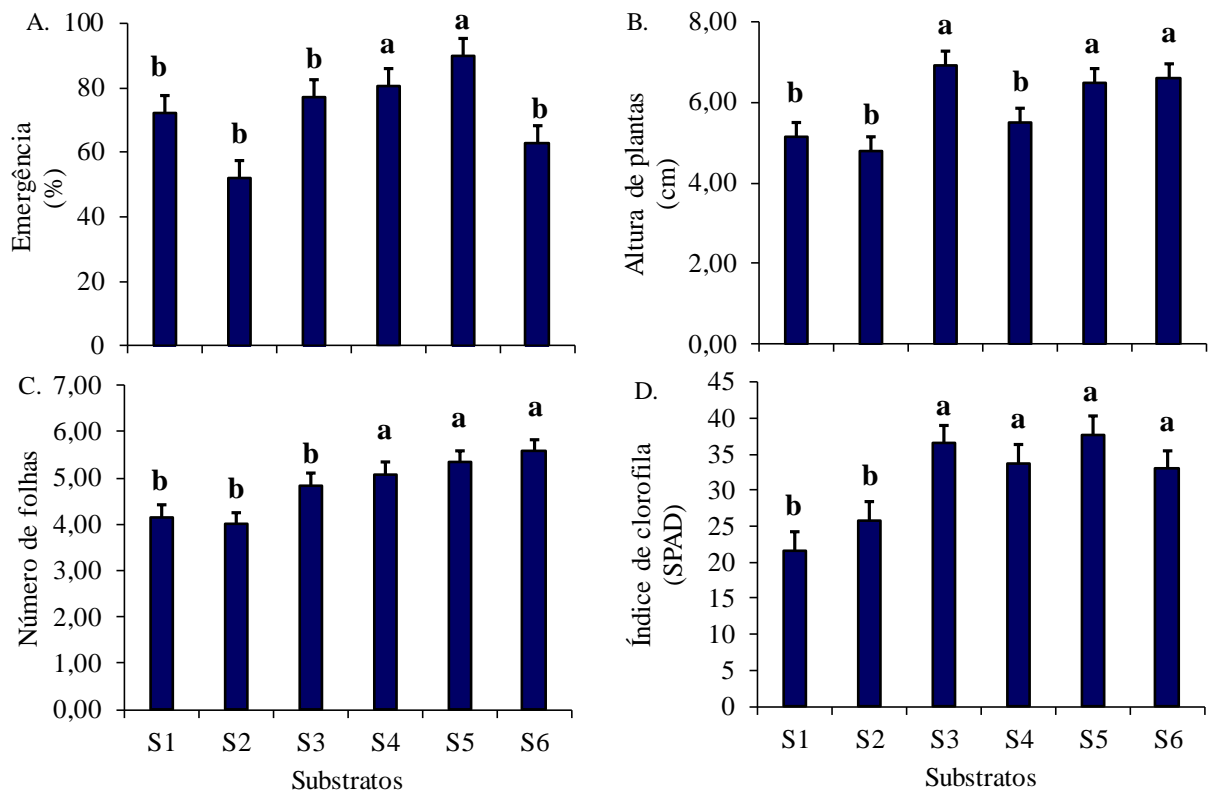


FIGURA 2. Emergência (A), altura (B), número de folhas (C) e índice de clorofila (D) em mudas de *Cedrela fissilis* Vell. produzidas em diferentes substratos com resíduos orgânicos e microalga *C. spp.* UFGD, Dourados – MS, 2022. S1) LVD, S2) LVD + *C. spp.*, S3) LVDEO, S4) LVDEO + *C. spp.*, S5) LVDEB e S6) LVDEB + *C. spp.* Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Os menores valores nos dois primeiros substratos contendo apenas LVD, deve-se ao fato de que continham alto teor de Al ($0,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e esse contato direto com a semente reduz seu potencial fisiológico e de germinação por aumentar a permeabilidade da membrana e efluxo de solutos (MOTA et al., 2020; SILVERIO et al., 2021), e conseqüentemente dificuldade a emergência das plântulas nessas condições. Além disso, outro aspecto importante que deve ser considerando para boa emergência das plântulas é a característica física do substrato. Em nosso estudo, o LVD utilizado é de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018), o que prejudica a emergência, enquanto que ao fazer a adição dos resíduos orgânicos, melhora

os atributos físicos do substrato, especialmente porosidade, favorecendo a embebição, protrusão radicular e emissão do hipocótilo.

No que se refere ao crescimento, a maior altura foi observada nas mudas produzidas no substrato LVDEO e no LVDEB (independente do uso de *C. spp.*). (Figura 2B). O maior número de folhas ocorreu nas mudas produzidas no substrato LVDEO + *C. spp.* e LVDEB (independente do uso de *C. spp.*) (Figura 2C). As mudas produzidas com os resíduos orgânicos apresentaram maiores valores de índice de clorofila do que os das mudas em LVD, todas independente da aplicação da *C. spp.* (Figura 2D).

As trocas gasosas das mudas de *C. fissilis* foram influenciados pelos substratos e aplicação de microalga *Chlorella spp.* (Figura 2). Observou-se que aos maiores valores da taxa de assimilação de CO₂ (*A*) (3,08; 3,31 e 3,91 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) ocorreram nas mudas produzidas nos substratos LVDEO sem e com aplicação de *C. spp.* e no substrato LVDEB, respectivamente (Figura 2A).

Em geral, os maiores valores das características de crescimento e fisiológicas ao utilizar os resíduos orgânicos devem-se ao fato de que nos substratos à base de esterco ovino e bovino apresentaram maiores valores de nutrientes, especialmente P, K, Ca e Mg (Tabela 1), uma vez que esses nutrientes participam da produção de ATP e NADPH, da estrutura da molécula da clorofila e do tecido vegetal (SANTOS et al., 2019; LIMA et al., 2022). Além disso, ressalta-se que esses mesmos substratos os valores de Fe foram menores em comparação ao do LVD (Tabela 1). Isso, porque a presença do Al e Fe em excesso prejudica o transporte de elétrons entre os aceptores nos centros de reação dos fotossistemas e afeta negativamente as trocas gasosas, especialmente *A* em resposta ao decréscimo da *g_s* (MOTA et al., 2020), tal como observado nas mudas de *C. fissilis*. Ressalta-se ainda que a exposição ao Al inibe o crescimento vegetal (SILVERIO et al., 2021).

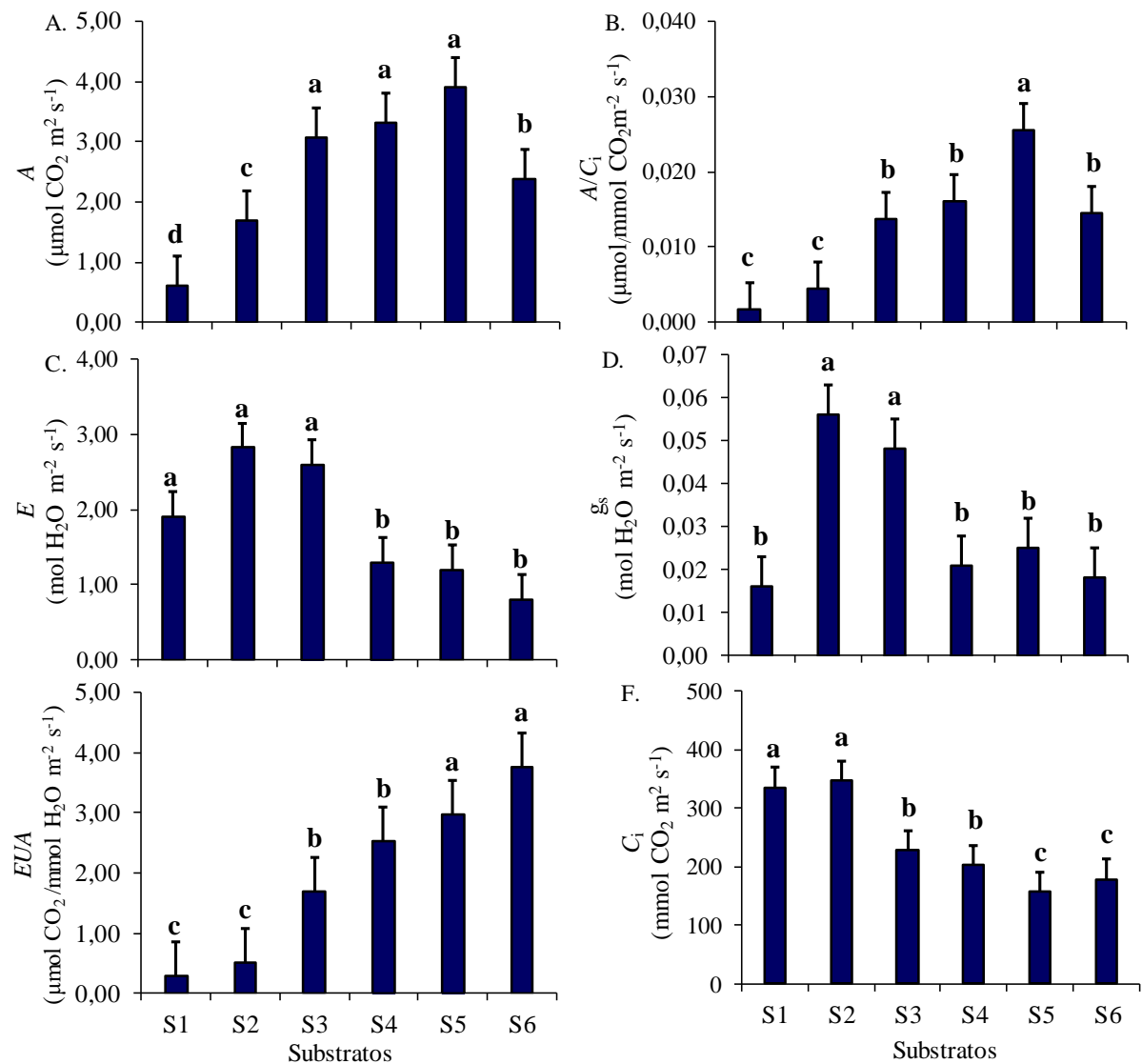


FIGURA 3. Taxa de assimilação de CO₂ – A (A), eficiência instantânea de carboxilação – A/C_i (B), transpiração foliar – E (C), condutância estomática – g_s (D), eficiência do uso da água – EUA (E) e concentração interna de CO₂ – C_i (F) de mudas de *Cedrela fissilis* produzidas em diferentes substratos com resíduos orgânicos e microalga *C. spp.* UFGD, Dourados – MS, 2022. S1) LVD, S2) LVD + *C. spp.*, S3) LVDEO, S4) LVDEO + *C. spp.*, S5) LVDEB e S6) LVDEB + *C. spp.* Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

De maneira semelhante, mudas de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. Também apresentaram maiores valores de trocas gasosas e crescimento quando cultivadas com resíduo orgânico (GOELZER et al., 2021), e esses autores atribuem os resultados a melhoria dos atributos químicos do substrato com a adição de resíduos orgânicos. Por outro lado, o menor valor foi de $0,61 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nas mudas em substrato LVD sem microalga, inferior a todos os outros substratos, inclusive ao LVD + *C. spp.*, demonstrando que para essa característica a aplicação de microalga ao se utilizar apenas solo e o uso de resíduos orgânicos na formulação

de substratos para propagação dessa espécie é uma prática promissora e sustentável. No que se refere a microalga, seu efeito benéfico está associado ao fato de que em sua composição nutrientes importantes no metabolismo, dentre eles 0,2 % de N e outros nutrientes, que possivelmente favorecem o balanceamento nutricional nessas condições.

As respostas de eficiência instantânea de carboxilação da Rubisco (A/C_i) apresentaram mesma tendência de A , isto é, maior valor ($0,0255 \mu\text{mol}/\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) quando produzidas com LVDEB, enquanto que aquelas em LVD e LVD + *C. spp.* tiveram os menores valores ($0,0018$ e $0,0045 \mu\text{mol}/\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Figura 2B). A presença de elevados teores de Al, Fe e Cu ao utilizar apenas LVD caracteriza como uma condição de cultivo estressante para a *C. fissilis*. Resultados semelhantes também foram observados em plantas de *Jatropha curcas* L. quem também tiveram menores valores de A e A/C_i quando expostas a maiores níveis de Al no substrato LVD (MOTA et al., 2020)

Os maiores valores de E ocorreram nas mudas produzidas nos três primeiros substratos, isto é, com LVD sem e com *C. spp.* e com LVDEO (Figura 2C). No que se refere a condutância estomática (g_s) apenas as mudas em LVD e LVDEO com e sem *C. spp.* apresentaram os maiores valores ($0,056$ e $0,048 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente) (Figura 2D) em comparação aos observados nos demais substratos. As mudas de *C. fissilis* tiveram maiores valores de EUA ($2,97$ e $3,95 \mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e menores de C_i ($157,66$ e $179,00 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) quando produzidas no substrato LVDEO, respectivamente, independente da aplicação de *C. spp.* (Figura 2E e 2F). Griebeler et al. (2021) descreveram que a *C. fissilis* apresenta boa tolerância a condições de estresse, devido a maior EUA . Essa característica é definida como a quantidade de carbono assimilado como biomassa por unidade de água utilizada pela planta, apresentando menor coeficiente de transpiração (HATFIELD e DOLD, 2019), tal como ocorreu nas mudas produzidas nos substratos com resíduos orgânicos.

A limitação estomática foi menor nas mudas em LVD com e sem aplicação *C. spp.* ($0,21$ e $0,17$, respectivamente) em comparação aos demais substratos (Figura 3). Esse resultado indica que tem maior CO_2 interno acumulado devido a menor eficiência de carboxilação (A/C_i), o que afetou negativamente na capacidade fotossintética das mudas e produção de fotoassimilados. Nesse sentido, atribui-se que substratos com maiores teores de nutrientes favorecem a nutrição e o metabolismo foliar das mudas de *C. fissilis*. Para a limitação estomática, quanto maior o valor maior é a eficiência O substrato contendo esterco bovino apresenta alta CTC, Mn e Zn, além dos macronutrientes (Tabela 1), e geralmente esses resíduos também são ricos em nitrogênio. Assim, a absorção do N deve-se aos fatores principais de composição das moléculas de clorofila devido o absorvimento nas formas de nitrato (NO_3^-) ou

de amônio (NH_4^+) que compões importante processo de fotossíntese, contribuindo para o crescimento das plantas (TAIZ et al., 2017; FARIA et al., 2020).

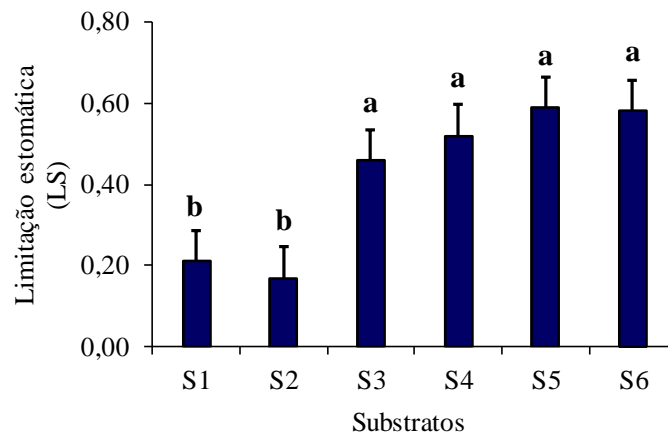


FIGURA 3. Limitação estomática em mudas de *Cedrela fissilis* produzidas em diferentes substratos com resíduos orgânicos e microalga *C. spp.* UFGD, Dourados – MS, 2022. S1) LVD, S2) LVD + *C. spp.*, S3) LVDEO, S4) LVDEO + *C. spp.*, S5) LVDEB e S6) LVDEB + *C. spp.* Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

As mudas apresentaram aspectos visuais diferentes em função dos substratos utilizados, em que aquelas produzidas em LVD foram menores e com folhas com clorose em comparação as produzidas nos substratos com os resíduos orgânicos que tiveram melhor vigor visual (Figura 4). Embora a espécie seja encontrada em áreas com solos de baixa fertilidade nas diferentes fisionomias no Cerrado, em nosso estudo verificamos que na fase inicial, sua propagação deve ser realizada em substrato com melhores características químicas e físicas, o que favorece seu máximo potencial de expressão do metabolismo e crescimento no viveiro, e possivelmente em condições de campo.



FIGURA 4. Aspecto visual das mudas com resíduos orgânicos (esquerda) e das mudas produzidas apenas no LVD (direita). UFGD, Dourados – MS, 2022. Fonte: arquivo pessoal.

As respostas quanto ao substrato de cultivo variam de acordo com a espécie. Por exemplo: Santos et al. (2020a) avaliando o efeito de dois substratos (100% LVD e 50% LVD + 50% comercial) em mudas de *Anadenanthera peregrina* L. Speg., observaram que a espécie apresentou melhor crescimento em substrato 100% LVD, com baixo teor de matéria orgânica, diferente aos observados aqui nesse estudo com *C. fissilis*.

A partir desse trabalho foi possível verificar que o uso dos resíduos orgânicos para produção de mudas de *C. fissilis* promove diversos benefícios, podendo ser uma prática adotada pelo viveirista e até mesmo pensando no plantio dessas mudas em áreas degradadas, matas nativas, florestamento ou sistema agroflorestal, caso o produtor tenha disponível algum desses materiais ele pode usar na cova de plantio das mudas que irá contribuir no crescimento mais rápido dessa espécie.

Em perspectivas futuras, novos trabalhos devem ser desenvolvidos com a finalidade de agregar informações para a produção de mudas de *C. fissilis*, tal como avaliação do estado nutricional e o posterior plantio em condições de campo, visando a conservação dessa espécie.

4 CONCLUSÕES

A adição de resíduos orgânicos na formulação de substratos contribui em melhores atributos químicos e no crescimento de mudas de *C. fissilis*;

Mudas produzidas em substrato com Latossolo Vermelho Distroférico com esterco ovino e bovino apresentam melhor crescimento e trocas gasosas, e o uso de microalga *C. spp.* pouco contribuiu na produção de mudas de *C. fissilis*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, R.; BOFF, M. I. C.; MANTOVANI, A.; BISCARO-BORGES, C.; BLASSIOLI-MORAES, M. C. Effect of canopy cover on development of cedar (*Cedrela fissilis*) and aspects of damage caused by *Hypsipyla grandella* in agroforestry. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1324-1332, 2019.

CARMINATE, B.; CARVALHO, C. A.; PACHECO, T. F.; NATALLI, V. D.; SILVA, M. B. Investigação antibacteriana in vitro de extratos etanólicos das folhas e cascas de *Cedrela fissilis* Vell. **Ciência e Natura**, v. 36, n. especial, p. 335-340, 2014.

CORONADO-REYES, J. A.; SALAZAR-TORRES, J. A.; JUÁREZ-CAMPOS, B.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, J. C. *Chlorella vulgaris*, a microalgae important to be used in biotechnology: a review. **Food Science and Technology**, v. 42, e37320, 2022.

FARIA, I. P. C.; FONSECA, J. C.; PIRES, C. R. F.; CARDOSO, E. A.; RODRIGUES, N. M.; SOUSA, D. N. Qualidade nutricional e culinária de cultivares de arroz adubado com doses de nitrogênio. **Agri-environmental Sciences**, v. 6, n. 10, e020008, 2020.

GOELZER, A.; SILVA, O. B.; SANTOS, F. H. M.; SANTOS, C. C.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C. Photosynthetic performance, nutrition and growth of *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. in chicken manure substrate and liming. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 2, e20200005, 2021.

GRIEBELER, A. M.; ARAUJO, M. M.; BARBOSA, F. M.; KETTENHUBER, P. L.; NHANTUMBO, L. S.; BERGHETTI, A. L. P.; DENARDI, L. Morphophysiological responses of forest seedlings species subjected to different water regimes. **Journal of Forestry Research**, v. 22, 2099–2110, 2021.

HTFIELD, J. L.; DOLD, C. Water-use efficiency: advances and challenges in a changing climate. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, e103, 2019.

KUSVURAN, S. Microalgae (*Chlorella vulgaris* Beijerinck) alleviates drought stress of broccoli plants by improving nutrient uptake, secondary metabolites and antioxidative defense system. **Horticultural Plant Journal**, v. 7, n. 3, p. 221-231, 2021.

LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SOUSA, P. F. N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 3, p.180-189, 2022.

LORENZI, H. ** rvores brasileiras**: manual de identifica o e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 368p.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; DRESCH, D. M.; SCALON, L. Q.; SILVA, C. J. Gas exchange and antioxidant activity accessions of *Jatropha curcas* L. under aluminium (Al) stress. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 3, p. 510-516, 2020.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2186-2192, 2014.

PUGLISI, I.; BARONE, V.; FRAGALÁ, F.; STEVANATO, P.; BAGLIERI, A.; VITALE, A. Effect of microalgal extracts from *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* on germination of *Beta vulgaris* seeds. **Plants**, v. 9, n. 6, p. 675-682, 2020.

SANTOS, C. C.; BERNARDES, R. da S.; GOELZER, A.; SCALON, S. de P. Q.; VIEIRA, M. do C. Chicken manure and luminous availability influence gas exchange and photochemical processes in *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich seedlings. **Engenharia Agrícola**, v. 40, n. 4, p. 420-432, 2020a.

SANTOS, C. C.; FRANCO-RODRIGUEZ, A.; ARAUJO, G. M.; SCALON, S. P. Q.; VIEIRA, M. C. Impact of phosphorus and luminosity in the propagation, photochemical reactions and quality of *Lippia alba* (Müll.) N.E.Br. seedlings. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 13, n. 2, p. 291-302, 2019.

SANTOS, C. C.; JORGE, H. P. G.; DIAS, L. G. F.; VIEIRA, M. C. Shading levels and substrates affect morphophysiological responses and quality of *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 2, p. 1-9, 2020.

SANTOS, C. C.; VIEIRA, M. do C.; ZÁRATE, N. A. H.; CARNEVALI, T. de O.; GONÇALVES, W. V. Organic residues and bokashi influence in the growth of *Alibertia edulis*. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 1, p. 1-09, 2020c

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., ver. ampliada-Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p

SILVERIO, J. M.; ESPÍNDOLA, G. M.; SANTOS, C. C.; SCALON, S. P. Q.; VIEIRA, M. C. Phosphate fertilization and shading on the initial growth and photochemical efficiency of *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. **Floresta**, v. 50, n. 4, p. 1741-1750, 2020.

SILVERIO, J. M.; SANTOS, C. C.; BERNARDES, R. S.; ESPÍNDOLA, G. M.; MEURER, H. L.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e vigor de plântulas de *Arctium lappa* L. submetidas à toxicidade de alumínio. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 1, p. 154-167, 2021.

SIQUEIRA, S. F.; HUGUCHI, P.; SILVA, A. C. Contemporary and future potential geographic distribution of *Cedrela fissilis* Vell. under climate change scenarios. **Revista Árvore**, v. 43, n. 3, e430306, 2019.

SONG, X.; ZHOU, G.; HE, Q.; ZHOU, H. Stomatal limitations to photosynthesis and their critical water conditions in different growth stages of maize under water stress. **Agricultural Water Management**, v. 241, p. 1-12, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre, Artmed. 2017. 858 p.