



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS – PB

ARTUR DIEGO VIEIRA GOMES

**SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela fissilis* L.)**

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2017

ARTUR DIEGO VIEIRA GOMES

**SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela fissilis* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, na Área Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, D. Sc.

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

G633s Gomes, Artur Diego Vieira
 Substratos e níveis de sombreamento na produção e qualidade de mudas
 de cedro (*Cedrela fissilis* L.) / Artur Diego Vieira Gomes. – Patos, 2017.
 51 f.

 Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
 de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2017.

 "Orientação: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire".

Referências.

1. Viveiros florestais. 2. Arbórea tropical. 3. Tela sombrite. I. Título.

CDU 630*2

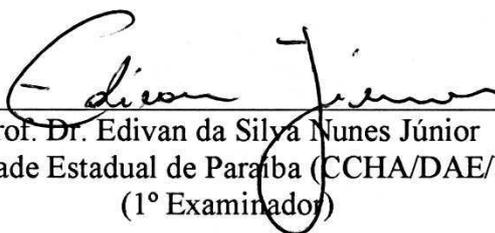
**SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela fissilis* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, na Área Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

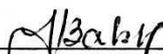
Aprovada em: 24 de março de 2017.



Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(Orientador)



Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior
Universidade Estadual de Paraíba (CCHA/DAE/UEPB)
(1º Examinador)



Prof.ª Dr.ª Ivonete Alves Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(2º Examinador)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de variância da altura (H), diâmetro do caule (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), razão massa seca da raiz /parte aérea (MSR/MSPA), taxa de crescimento absoluto (TCA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função substratos e níveis de sombreamento em plantas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.)	36
Tabela 2 – Altura de plantas e diâmetro do caule de plantas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento	37
Tabela 3 – Número de folhas e área foliar de plantas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento	40
Tabela 4 – Massa da parte aérea, das raízes e massa seca total de plantas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento	42
Tabela 5 – Razão massa seca raiz/parte aérea de plantas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento	43
Tabela 6 – Taxa de crescimento absoluto de plantas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento.	44
Tabela 7 – Índice de qualidade de Dickson de plantas de cedro (<i>Cedrela Fissilis</i> L.) submetidas a diferentes substratos e níveis de luminosidade	45

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Descrição dos substratos utilizados no experimento.....	32
QUADRO 2 – Análise química e física do solo utilizado para a composição dos substratos..	33
QUADRO 3 – Análise química dos substratos utilizados no experimento.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.)	11
2.2 Produção de mudas	12
2.3 Substrato	13
2.3.1 Matéria orgânica	15
2.3.2 Casca de arroz carbonizada	16
2.3.3 Fibra e pó de coco	17
2.3.4 Rejeito de vermiculita	18
2.3 Sombreamento	19
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 1: Substratos e níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de cedro (<i>Cedrela fissilis</i> L.)	29
INTRODUÇÃO	30
MATERIAIS E MÉTODOS	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48

GOMES, Artur Diego Vieira. **Substratos e níveis de sombreamento na produção e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.)**. 2017. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2017. 51 p. il.

RESUMO

Buscando entender o comportamento da espécie *C. fissilis* L. durante a fase de viveiro, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de mudas dessa espécie a diferentes substratos e níveis de sombreamento na região semiárida do Brasil. A *Cedrela fissilis* L. é uma árvore classificada na família das Meliáceas, com uma ampla distribuição natural, ocorrendo em quase todas as formações florestais das Américas Central e Sul, popularmente conhecida no Brasil como cedro ou cedro rosa, sendo encontrada na maior parte dos biomas brasileiros. O estudo foi conduzido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), *Campus* de Patos. O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 3 x 9, com três níveis de sombreamento (70% 50% e 0%) e nove substratos, com cinco repetições e quatro plantas por unidade amostral, totalizando 540 plantas. Os substratos foram formados a partir de solo (S), pó de coco (PC), casca de arroz carbonizada (CA), rejeito de vermiculita (RV) e esterco bovino curtido (EB) nas proporções de (S 70% + EB 30%, S 70% + CA 30%, S 70% + PC 30%, S 70% + CA 15% + EB 15%, S 70% + PC 15% + EB 15%, S 70% + RV 15% + EB 15%, S 70% + CA 7,5% + PC 7,5% + RV 7,5% + EB 7,5%) mais um substrato comercial Plantmax®. As plantas mantidas a 70% de sombreamento, independente do substrato empregado, proporcionaram os maiores valores de altura de plantas, diâmetro do coleto, área foliar e massa seca das mudas. O nível de 0% de sombreamento influenciou negativamente o crescimento e a qualidade das mudas, os quais foram favorecidos pelo nível de 50% de sombreamento, nos substratos SCAEB, SPCEB, por apresentarem maior valor de IQD. A utilização de casca de arroz carbonizada, o pó de coco e o rejeito de vermiculita têm potencial para serem usados na composição de substratos para produção de mudas de *C. fissilis* L..

Palavras-chave: viveiros florestais, arbórea tropical, tela sombrite.

GOMES, Artur Diego Vieira. **Substrates and shading levels in the growth and quality of *Cedrela fissilis* L. saplings.** 2017. Masters Thesis in Forest Science. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2017. 51 p. il.

ABSTRACT

Aiming to understand the behavior of the *C. fissilis* species during the nursery stage, this study aimed to evaluate the response of this species to different substrata and shading levels in the semi-arid region of Brazil. *Cedrela fissilis* L., is a tree classified in the family Meliáceas, with a wide natural distribution, occurring in almost all forest formations of Central and South America, popularly known in Brazil, as; cedro, cedro rosa, it is found in most Brazilian biomes. The study was conducted at the Forestry Nursery of the Forest Engineering Academic Unit of the Rural Health and Technology Center of the Federal University of Campina Grande (CSTR / UFCG), Patos Campus. The experiment was distributed in a completely randomized design, 3x9 factorial scheme, with three levels of shading (70% 50% and 0%) and nine substrates, with five replications and four plants per sample unit, totaling 540 plants. The substrates were formed from soil (S), coconut powder (PC), charcoal rice husk (CA), vermiculite tailings (RV) and tanned bovine manure (EB) in the proportions of (S 70% + EB 30%, S 70% + CA 30%, S 70% + PC 30%, S 70% + CA 15% + EB 15%, S 70% + PC 15% + EB 15%, S 70% + RV 15% + EB 15%, S 70% + CA 7,5% + PC 7,5%+ RV 7,5%+ EB 7,5%) plus a commercial substrate Plantmax®. The plants kept at 70% shading, regardless of the substrate employed, provided the highest values of plant height, collection diameter, leaf area and dry mass of the seedlings. The 0% shading level had a negative influence on the growth and quality of the seedlings, which were favored by the 50% level of shading in the SCAEB substrates, SPCEB, because it had a higher IQD value. The use of carbonized rice hulls, coconut powder and vermiculite tailings has the potential to be used in the composition of substrates for seedling production of *C. fissilis* L.

Keywords: forest nurseries, tropical tree, sombrite

1 INTRODUÇÃO GERAL

No processo de implantação de povoamentos florestais, é de fundamental importância a utilização de mudas de qualidade. Estudos sobre processos que envolvam a ecofisiologia da germinação de sementes e crescimento inicial das mudas são determinantes para a obtenção de mudas de qualidade.

Segundo Mota; Scalon; Heinz (2012), são consideradas mudas de qualidade aquelas que apresentam elevados índices de sobrevivência aliados ao maior crescimento, desenvolvimento e produtividade. No entanto, para se chegar a este objetivo, são necessários estudos que possibilitem determinar o processo ideal de produção para cada espécie, já que as particularidades e exigências são distintas quanto ao nível de luminosidade e características físicas e químicas do substrato. Tais fatores são de fácil manipulação e controle no viveiro, durante o processo de produção de mudas.

Nos viveiros são constantemente testados substratos que proporcionem sustentação, disponibilidade de nutrientes, retenção de água, baixa densidade e baixo custo. Para se chegar o mais próximo possível de tais condições faz-se necessário o uso de diversos materiais orgânicos e minerais que, quando misturados em proporções ideais, fornecerão às plantas todos os fatores citados anteriormente. Outra questão que deve ser levada em consideração é a disponibilidade do produto nas proximidades do viveiro, pois, mesmo sendo um material relativamente barato, seu custo pode se tornar elevado conforme a distância a ser transportado. Isso significa que um mesmo substrato pode ser viável em uma região e de difícil aplicabilidade em outra devido à sua localização, origem e acesso.

Na produção de mudas, deve-se considerar também o nível de luminosidade disponibilizada às plantas, pois ela interfere diretamente no seu processo de crescimento e vigor, já que é fonte de energia, fundamental no processo de fotossíntese.

A intensidade de luz incidente sobre as mudas afeta diretamente o seu desenvolvimento inicial. Nessa fase devemos levar em consideração a ecologia de cada espécie, pois plantas consideradas como pioneiras são mais exigentes em luz quando comparadas a plantas classificadas como clímax. Sendo assim, para o bom desenvolvimento das mudas nos viveiros, o controle por meio de uma barreira física que filtre a radiação solar em níveis adequados é fundamental.

Em relação ao cedro (*Cedrela fissilis* L.), apesar de apresentar várias utilizações nobres para sua madeira, o que o torna muito conhecido e explorado comercialmente, são

escassos os estudos básicos de produção de mudas, quando levados em consideração fatores como luminosidade, formas de semeadura, germinação e substratos.

Por fazer parte da composição florística dos principais biomas brasileiros, *C. fissilis* L. é uma importante espécie a ser considerada para o enriquecimento florístico. Porém, poucos são os estudos acerca do seu comportamento em relação a substratos e níveis de sombreamento, fatores que interferem diretamente no crescimento vegetativo da muda.

Buscando entender o comportamento da espécie *C. fissilis* L. durante a fase de viveiro, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de mudas dessa espécie a diferentes substratos e níveis de sombreamento na região semiárida do Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cedro (*Cedrela fissilis* L.)

A *Cedrela fissilis* L. é uma árvore classificada na família das Meliáceas, com uma ampla distribuição natural, ocorrendo em quase todas as formações florestais das Américas Central e Sul (SAKURAGUI; STEFANO; CALAZANS, 2013). É popularmente conhecida no Brasil como cedro ou cedro rosa (ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2014), sendo encontrada na maior parte dos biomas brasileiros (STEFANO; CALAZANS; SAKURAGUI, 2015).

Em estado natural, nos primeiros anos de desenvolvimento, apresenta comportamento parcialmente ombrófilo e, mais tarde, no seu estágio adulto, tem característica como heliófila, classificada assim por diversos autores como Secundária inicial, Secundária tardia e Clímax (BACKES; IRGANG, 2004; VACCARO; LONGH; BRENA, 1999).

Apresenta caducifolia, perdendo completamente suas folhas na fase de maturação dos frutos, com período variando em função das condições climáticas, considerada de grande porte e rápido crescimento, em ambientes favoráveis pode chegar a grandes dimensões quanto sua altura e diâmetro 10 - 40 m e 40 – 400 cm, respectivamente, e menor desenvolvimento em áreas mais secas (STEFANO; CALAZANS; SAKURAGUI, 2015; ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2014).

A casca de seu tronco apresenta coloração avermelhada, com fissuras profundas na vertical de fácil identificação, são longas e espaçadas entre si, exalam odor forte e agradável; a cor de sua entrecasca varia entre a coloração rosada à amarelada, com aspecto fibroso, sua madeira possui coloração avermelhada (HOELTGEBAUM; QUEIRÓZ; REIS, 2013; LORENZI, 1998).

Suas folhas são compostas paripinadas, alternas, geralmente com 8-20 pares de folíolos, opostos e subopostos e um folíolo terminal atrofiado; as flores são creme, unissexuais, com cálice em cúpula, com sépalos muito pequenos e com córola livre (BACKES; IRGANG, 2004). Os frutos são do tipo cápsula e com pequenas lenticelas de cor marrom-acinzentado (LORENZI, 1998).

Possui capacidade de adaptação a ambientes em áreas de matas ciliares, suas sementes, além de não possuírem dormência, apresentam elevados índices de germinação, crescimento rápido, desenvolvendo-se preferencialmente em clareiras ou em sub-bosque em

sombreamento, ocorrendo também em áreas em que as espécies pioneiras já se estabeleceram (DAVID et al., 2016; CARVALHO, 2008; VACCARO; LONGHI; BRENA, 1999).

Largamente utilizada, sua madeira possui fácil trabalhabilidade e acabamento, cujo polimento ressalta sua beleza. Estas características mecânicas, associadas à resistência moderada ao ataque de pragas, indicam sua utilização nos mais diversos fins, desde a construção civil ao artesanato, além de fornecer alguns produtos não madeireiros (ALMEIDA et al., 2010; CARVALHO, 2008; LORENZI, 1998).

2.2 Produção de mudas

Na implantação de um povoamento florestal, quer seja com finalidade comercial ou restauração de áreas degradadas e/ou perturbadas, um fator a ser considerado é a qualidade das mudas, isso porque se deve considerar que plantas bem desenvolvidas tendem a ter maiores índices de sobrevivência, crescimento e produtividade.

A etapa de produção das mudas é crucial no processo de estabelecimento de um povoamento florestal, pois, quando as mudas são levadas ao campo, estão preparadas fisiologicamente para resistirem às condições ambientais. Quanto mais desenvolvidas as mudas, estas terão mais chances de sobrevivência, interferindo na produtividade das florestas e contribuindo para o sucesso de um reflorestamento (PEREIRA et al., 2017; FERREIRA, 1994)

Ao se levarem em consideração os componentes que interagem entre si no processo de produção de mudas de qualidade, tal processo torna-se bastante complexo, devido à interação de diversos fatores determinantes na qualidade final, como a composição do substrato e a radiação luminosa (DUTRA; MASSAD; SANTANA, 2012).

Na determinação da qualidade das mudas de espécies florestais prontas para o plantio, estas são avaliadas utilizando parâmetros de aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos. Para Pacheco (2008), uma muda de espécie arbórea de boa qualidade deve apresentar altura e diâmetro de coleto variando respectivamente entre 20-35 cm e 5-10 mm, além de apresentar boas condições nutricionais, fitossanitárias e desenvolvimento de raízes.

A produção de mudas de espécies florestais em larga escala exige que os viveiros disponham de materiais alternativos que, adicionados ao solo em diferentes proporções influenciem na redução de custos de produção e fonte de nutrientes. Tais materiais devem estar isentos de pragas e doenças, serem operacionais e abundantes em qualquer época,

apresentarem boa agregação das suas partículas nas raízes (OLIVEIRA; LIMA; LIMA, 2014; SOUZA et al., 2006).

Atualmente, no processo tradicional de produção de mudas de arbóreas nativas, a fertilização é realizada por meio do uso de fontes que favorecem uma rápida liberação dos nutrientes, tornando-se disponíveis para as plantas, porém o uso dessa prática dispõe de elevada lixiviação dos mesmos, devido à grande frequência de irrigação (DUTRA; MASSAD; SARMENTO, 2016). Esses mesmos autores propõem que, para mitigar essas perdas de nutrientes poderia ser feita uma adubação periódica. Porém, esse método, quando empregado em larga escala, acarreta em maior custo de produção por muda, devido a sucessivos manejos (WILSEN NETO; BOTREL, 2009).

Uma alternativa seria o uso de materiais que liberem os nutrientes para as mudas de forma lenta e contínua. Devem-se realizar estudos de arranjo percentual de materiais indicados para a composição de substratos, já que são fonte de nutrientes e suporte estrutural ao desenvolvimento radicular e aéreo da planta. O equilíbrio adequado entre as características físicas e químicas do substrato é primordial ao bom desenvolvimento e formação de mudas de qualidade (KRATZ et al., 2013).

A demanda por nutrientes pela planta está diretamente relacionada com sua taxa de crescimento e eficiência na conversão de nutrientes absorvidos em biomassa (LOCATELLI; MACÊDO; VIEIRA, 2007). Outros fatores são primordiais na produção das mudas, e estes afetam diretamente na sua qualidade, dentre eles, a procedência da semente, tipo de recipiente, substrato, incidência de luz, adubação e manejo das mudas em geral.

2.3 Substrato

No mercado está disponível uma grande diversidade de substratos indicados para produção de mudas; porém, vale salientar que estes podem tornar o projeto de povoamento florestal economicamente inviável, levando em consideração a relação custo/benefício (CUNHA et al., 2006). Devido à dificuldade de se encontrarem no comércio substratos com características ideais, a estes são adicionados outros materiais ou produtos com a finalidade de melhorar características físicoquímicas, funcionando, assim, como condicionadores (SANTOS et al., 2000).

O uso do substrato na produção de mudas está relacionado ao fato de que as raízes das plantas tendem a ter um bom desenvolvimento quando não cultivadas diretamente no solo.

Sendo assim, sua função é dar suporte e regular a disponibilidade de água e nutrientes, devendo apresentar equilíbrio nos seus constituintes físicos, químicos e biológicos (OLIVEIRA; LIMA; LIMA, 2014; SABONARO; GALBIATTI, 2007).

Por ser uma fase em que a planta é susceptível a ataques de microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico, recomenda-se o uso de substratos que tenham boa capacidade de retenção de água, drenagem eficiente, disponibilidade balanceada de nutrientes. Além disso, deve estar isento de patógenos de solo, sementes ou propágulos de plantas daninhas e de substâncias tóxicas, resultando em um bom desenvolvimento dos processos germinativos, iniciação e penetração radicular, proporcionando maior formação do sistema radicular/parte aérea (MARANHO; PAIVA; PAULA, 2013; SABONARO; GALBIATTI, 2007; CUNHA et al., 2006).

Podem ser usados vários produtos na formulação de um bom substrato, e cada material usado em diferentes proporções terá influência nos aspectos referentes às suas características físicas, químicas e biológicas, atuando diretamente sobre o crescimento das plantas (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004). Na escolha dos materiais para a composição do substrato, devem ser observados alguns fatores, tais como a espécie, as condições de produção, a disponibilidade de material, seu custo e os aspectos técnicos relacionados à sua aplicação (MARANHO; PAIVA; PAULA, 2013).

Dentre esses produtos, podem ser citados vermiculita, composto orgânico, terra de subsolo, esterco, moinha de carvão, areia, casca de árvores, composto de lixo, serragem, bagaço de cana, acícula de pinus, pó e palha de coco e casca de arroz (FRAGOSO et al., 2016; RAABE et al., 2016; SAIDELLES et al., 2009).

Atualmente, no mercado, pode ser encontrada grande diversidade de substratos comerciais usados para produção de mudas (SOUZA et al., 2006). Contudo, nem sempre esses substratos são os ideais para a produção de determinadas espécies, pois, em se tratando de essências florestais, há diferenças quanto às exigências e particularidades no que se refere à estrutura física e necessidades nutricionais. Outros fatores a serem considerados são: a porosidade, com capacidade de estocar e suprir água para as plantas, proporcionando uma adequada aeração; o pH e o teor total de sais solúveis que interferem diretamente na disponibilidade dos nutrientes (ARAÚJO et al., 2017; KRATZ et al., 2013; HAYNES; GOH, 1978).

A acidez pode ocasionar injúrias às mudas, já que proporciona condições bióticas desfavoráveis à fixação do nitrogênio e à atividade de micorrizas, podendo aumentar os riscos

de infecção por alguns patógenos, atuando, assim, de forma direta ou indireta, afetando a disponibilidade de nutrientes (SANTOS et al., 2000).

Estudando os níveis dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em materiais com potencialidades para composição de substratos na produção de mudas (bagaço de cana, cama de frango, casca de amendoim, casca de mamona, cinza de madeira, esterco bovino, mucilagem de sisal, polpa de mamona, tegumento de mamona, torta de algodão e torta de mamona), Severino; Lima; Beltrão (2006) concluíram que nenhum poderia ser utilizado como único componente em um substrato, já que apresentaram ao menos um nutriente em baixas concentrações.

Para Kratz et al. (2013), a qualidade física do substrato é de fundamental importância, porém, na maioria das vezes, os produtos usados na produção de mudas apresentam características físicas ideais, mas são deficientes de algum nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas. O material mais recomendado, neste caso, é o uso de matéria orgânica das mais diversas origens, por proporcionar melhorias nas qualidades químicas e biológicas do substrato.

2.3.1 Matéria orgânica

A parte orgânica do solo é produto da decomposição da matéria orgânica, dando origem ao húmus, que funciona como agente granulador das partículas minerais do solo, o que o torna indispensável para a manutenção da vida no solo, já que a bioestrutura e toda a produtividade do solo se baseiam na presença da matéria orgânica (COELHO; VERLENGIA, 1973). Partindo dessa prerrogativa, o uso da matéria orgânica como um dos componentes do substrato é necessário para se conseguir o equilíbrio entre os fatores físicos e químicos, já que, em muitas vezes, é o único componente responsável pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes (SEVERINO; LIMA; BELTRÃO, 2006).

Outra vantagem é a redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do substrato (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004). Ao fazer parte da composição de um substrato, a matéria orgânica, além de fornecer nutrientes, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo (DUTRA; MASSAD; SARMENTO, 2016; SOUZA et al., 2006). Por possuir características adequadas, possibilita redução do tempo de cultivo e reduz os custos com insumos, como fertilizantes químicos, defensivos e mão-de-obra (DUTRA; MASSAD; SARMENTO, 2016).

A matéria orgânica usada para a produção de mudas pode ser de origem vegetal, animal ou união de ambas. Na maioria das vezes, é usado o esterco de animais, geralmente de bovinos, equinos, caprinos, ovinos e aves, além do húmus de minhoca; enquanto os de origem vegetal necessitam passar por um processo de compostagem ou carbonização.

Sousa et al. (2016) verificaram que o uso de matéria orgânica (esterco bovino) proporcionou maior crescimento e qualidade superior de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*. Estudando diferentes proporções de terra, plantmax® e esterco bovino e de caprino na composição do substrato para mudas de *Carica papaya* L., Araújo et al. (2010) observaram melhores resultados nos substratos que continham o esterco caprino.

Estudando o comportamento de substratos alternativos associados a regimes de fertirrigação na produção de mudas de *Cassia fissilis* L., Uliana et al. (2010) recomendam o uso da mistura de 70% de bagaço de cana decomposto mais 30% de húmus de minhoca, por proporcionar maior crescimento da muda. Avaliando diferentes fontes e doses de matéria orgânica, Araujo et al. (2015) observaram que o esterco bovino foi a fonte de matéria orgânica que promoveu o maior crescimento e acúmulo de fitomassa em mudas de *Carica papaya* L.

2.3.2 Casca de arroz carbonizada

Para ser empregada na composição de substrato, a palha de arroz não necessita de tratamento químico para esterilização, devido ser submetida à carbonização. Sua biodegradação é considerada lenta, permanecendo assim por um longo período em sua forma original e considerada com níveis de pH alcalino (7,3) e por apresentar, em suas cinzas, altas concentrações de sílicas (SAIDELLES et al., 2009).

Indicada para produção de mudas, apresenta firmeza e densidade suficientes para fixar as sementes ou estacas, não alterando seu volume na presença ou ausência de umidade (SCHORN; FORMENTO, 2003). Após passar pelo processo de carbonização, pode ser combinada com outros materiais, como fibra de coco, vermiculita e casca de pinus, na formulação de substratos (KRATZ; WENDLING; PIRES, 2012, SILVA; SIMÕES; SILVA, 2012).

Além disso, possui baixa densidade e peso específico, boa drenagem e aeração, forma floculada, livre de patógenos, nematoides e plantas daninhas e teor de potássio em torno de 470 mg dm³, o que é considerado bom (SAIDELLES et al., 2009; SCHORN; FORMENTO, 2003).

Outra vantagem do seu uso é a facilidade de encontrá-la, devido à grande produção, pois é um subproduto de uma das culturas mais produzidas e consumidas pelo ser humano no mundo (KRATZ, 2011). Sua desvantagem é que apresenta baixa capacidade de retenção de água (SAIDELLES et al., 2009).

Em mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr), Nicolosso et al. (2000) verificaram que o uso de casca de arroz carbonizada na composição de substrato, juntamente com solo de horizonte A de um Podzólico vermelho amarelo, proporcionaram maiores valores de diâmetro do caule, altura da planta, comprimento do sistema radicular e peso de matéria seca de raízes, do caule, das folhas e total.

Estudando diferentes granulometrias de casca de arroz carbonizada, juntamente com adubação a de base (40 g L⁻¹ de NPK 4-14-8; 10 g L⁻¹ de superfosfato simples [20% de P₂O₅ e 14% de SO₄] e 5 g L⁻¹ de FTE-BR12 [9% Zn, 3% Fe, 2% Mn, 0,1% Mo, 1,8% B, 0,8% Cu]) e em mistura com os outros componentes, Kratz; Wendling (2016) relataram que são viáveis tecnicamente para a produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*.

Guerrini e Trigueiro (2004), em estudo realizado com biossólidos e casca de arroz carbonizada, relataram que substratos contendo 40 a 70% de casca de arroz carbonizada apresentaram um melhor equilíbrio entre os teores totais de macronutrientes, micronutrientes, carbono, matéria orgânica, pH, relação C/N e condutividade elétrica. Além dessas propriedades, possui boa porosidade total, capacidade máxima de retenção de água e densidade aparente, recomendando-se o uso do mesmo para produção de mudas de espécies florestais (KRATZ; WENDLING, 2016).

2.3.3 Fibra e pó de coco

Para cada 01 (um) litro de água de coco verde, são produzidos 04 (quatro) kg de resíduos sólidos, dos quais grande parte é descartada no meio ambiente, tornando-se um problema ambiental, por se tratar de um material de decomposição lenta (ROSA et al., 2001; NOBERTO, 2013). A utilização dessas fibras de coco verde pode reduzir os custos de produção de mudas nos viveiros florestais, contribuindo, assim, para a redução de resíduos sólidos gerados após o consumo de sua água (ISHIZAKI et al., 2006).

Suas fibras quase inertes, com alta porosidade, facilidade de produção, baixo custo e ampla disponibilidade, são vantagens apresentadas por este tipo de material (CARRIJO; LIZ;

MAKISHIMA, 2002). Apesar de apresentar características desejáveis na formulação de um bom substrato, a fibra da casca do coco verde vem sendo pouco usada para esses fins.

Indicadas na composição de substratos por apresentarem características físicas semelhantes às da vermiculita expandida, suas fibras têm alta ligação com a água, retendo-a com mais facilidade, reduzindo a necessidade de várias irrigações diárias (KRATZ, 2011; NUNES, 2002; WENDLING; GATTO, 2002). Esses autores afirmam ainda que seu pH, em torno de 6,4, é considerado moderadamente ácido; tem facilidade em fixar os nutrientes cálcio e magnésio e liberar o potássio, proporcionando bom desempenho germinativo, e sua estabilidade física é atribuída à lenta decomposição. Apresenta limitações quanto à salinidade, que varia entre moderada a elevada.

Ao estudarem as características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal na produção de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* (Benth), Lacerda et al. (2006) observaram que os substratos utilizando o pó de coco apresentaram melhores resultados, os quais foram atribuídos a seus atributos físicoquímicos, estrutura e durabilidade.

Avaliando a qualidade de mudas de *Tabebuia aurea* Benth., produzida em diferentes combinações de substratos a base de pó de coco, bagaço de cana, composto obtido de resíduos vegetais, esterco bovino e esterco de equino e dois tamanhos de recipientes, Pinto et al. (2016), observaram que os melhores resultados foram encontrados nas mudas que foram cultivadas em recipientes grandes e com os substratos (solo; esterco bovino e solo; esterco bovino; pó de coco), quando apresentaram os melhores valores dos parâmetros morfológicos.

2.3.4 Rejeito de vermiculita

No Brasil, as jazidas de minério de vermiculita podem ser encontradas nos estados da Paraíba, Goiás e Piauí. O termo vermiculita deriva-se de *vermiculus*, palavra do latim, que significa pequeno verme, nome referente ao momento de sua expansão em altas temperaturas, em que suas partículas movimentam-se semelhante aos vermes (UGART; SAMPAIO; FRANÇA, 2008).

No processo de exploração do mineral vermiculita, são gerados vários produtos, classificados de acordo com sua granulometria, em que as duas menores são popularmente conhecidas como poeira fina e ultra fina (coprodutos). Por apresentarem baixa expansão, torna-se inviável sua utilização na construção civil, siderurgia e fundição, nutrição animal, freios e fricção e agricultura, sendo então descartados diretamente na natureza pelas mineradoras, tornando-se rejeitos.

Isso gera impactos ambientais, pois altera os processos edáficos e biológicos locais, ocorrendo também grande impacto visual, pois altera toda a paisagem em volta da mineradora (TRAJANO, 2010). Assim, a utilização destes materiais como componente de substratos poderia ser uma alternativa para produção de mudas, reduzindo custos e também retirando do meio ambiente um material que seria descartado (SILVA; SANTOS; GOMES, 2014).

Biologicamente inerte e com alta concentração de K, esse produto pode ser utilizado como substrato na produção de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth, aliado a adubos orgânicos e químicos (GOMES; LEITE; SANTOS, 2012), o que também foi observado por Silva; Santos; Gomes (2014), que reforçam sua potencialidade para produção de mudas, quando suplementado com adubos orgânicos e químicos, melhorando suas condições químicas e biológicas.

Pesquisas mostram que a utilização de rejeito de vermiculita junto ao esterco bovino, em solos afetados por sais, apresenta significativa redução nos teores de sódio (LEITE; SANTOS; GOMES, 2012). Estudando diferentes concentrações de AIA e a eficiência do substrato composto por rejeito de vermiculita no enraizamento de Clonagem de *Cnidocolus quercifolius* por alporquia, Farias Júnior et al. (2015) indicam o substrato composto de rejeito de vermiculita, por apresentar desempenho superior em todas as variáveis estudadas, influenciando significativamente na produção de massa seca radicular.

2.3 Sombreamento

A demanda das plantas por luz solar varia consideravelmente entre espécies e seu estágio de crescimento. Entretanto, as plantas dependem da sua capacidade de adaptação e dependência da quantidade ou qualidade da luz, e sua aclimação à luz incidente ocorre no sentido de maximizar o ganho total de carbono (PACHECO; PAULILO, 2009).

Estudos relacionados à necessidade de luz para as plantas ainda é pequeno. Isto se deve ao fato de que as informações relacionadas ao assunto são incipientes, devido ao fato de que pode haver mudanças significativas no fotoperíodo entre as regiões, possibilitando alterações significativas das respostas de crescimento para uma mesma espécie estudada (LIMA; ZANELLA; CASTRO, 2010). Em florestas tropicais, a luz é um dos fatores determinantes para a vida do vegetal, em razão do elevado índice de área foliar observado nesse tipo de vegetação (SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2007).

Nesse habitat, a radiação incidente em uma folha próxima ao nível do solo pode variar entre 0,5% a 2% da radiação recebida por folhas localizadas na parte superior do dossel, e essa baixa intensidade luminosa limita o desenvolvimento de muitas plântulas (ILLENSEER; PAULILO, 2002; DUZ et al., 2004). De acordo com os autores, a disponibilidade de luz pode variar no tempo e no espaço, com os processos dinâmicos das florestas, com o aparecimento de clareiras, alterando diversos fatores, como atividade de microrganismos, umidade do solo e taxa de mineralização da matéria orgânica, dando condições necessárias para o desenvolvimento das plântulas (DUZ et al., 2004; ILLENSEER; PAULILO, 2002).

O efeito de borda é o fenômeno que mais influencia a dinâmica das comunidades de fragmentos florestais, sendo o aumento na luminosidade a maior causa da alteração nas comunidades arbóreas, tanto na borda quanto nas suas proximidades (BARROS, 2006). Além disso, esse aumento de luz incidente interfere na disponibilidade de água devido ao aumento da evapotranspiração, o que pode causar mortalidade em indivíduos que se encontravam já estabelecidos (OLIVEIRA et al., 2007). Esses mesmos autores afirmam que a luz é fonte primária de energia para a fotossíntese e fenômenos morfogenéticos, assim sua quantidade e qualidade são determinantes para a aclimação de espécies florestais.

Fundamental nos diferentes estágios de desenvolvimento da planta, a luz está diretamente relacionada aos processos fisiológicos da mesma (DUTRA; MASSAD; SANTANA, 2012). De acordo com Lenhard et al. (2013), os fatores ambientais abióticos não são forças isoladas que atuam sobre as plantas, porém, para o desenvolvimento dos vegetais, a radiação é fundamental como fonte essencial e direta de energia. Portanto, levando em consideração a importância da intensidade luminosa em áreas naturais para o desenvolvimento de plantas, deve-se considerar esse fator no processo de produção de mudas em viveiros florestais. Sendo assim, estudos relacionados à disponibilidade de radiação luminosa são necessários para que se tenha uma produção de mudas de qualidade de espécies arbóreas nativas (LIMA; ZANELLA; CASTRO, 2010).

Em viveiros de mudas arbóreas, a radiação luminosa é controlada artificialmente por meio do uso de telas que possibilitam o controle do nível de sombreamento sobre as plantas (LENHARD et al., 2013; DUTRA; MASSAD; SANTANA, 2012). Isso permite uniformidade de luminosidade, o que possibilita isolar e quantificar o efeito da luz (PORTELA; SILVA; PINÃ-RODRIGUES, 2001). Avaliando o crescimento de mudas de *Simarouba amara* Aubl., em diferentes níveis de sombreamentos, Azevedo et al. (2010) verificaram maior qualidade e equilíbrio de crescimento, aos 182 dias de idade, em sombreamento de 50%. Constataram

ainda que as telas contribuíram para diminuição da mortalidade por ataque de insetos, já que as mudas que estavam a pleno sol foram atacadas por lagartas, causando mortalidade de 100% das plantas, enquanto os demais tratamentos apresentaram sobrevivência superior a 83%.

Nakazono et al. (2001), estudando *Euterpe edulis* Martius, verificaram que as plantas sob forte sombreamento (2% ou 6% da luz solar direta) apresentaram, em relação às plantas sob maior nível de luz, menor biomassa, menores taxas de crescimento, menor razão raiz/parte aérea e menor razão clorofila a/b. Sombreamento de 50% em mudas de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) proporcionou maiores teores de clorofila *b* e clorofila total e menores valores de transpiração (DUTRA; MASSAD; SANTANA, 2012).

Ajalla et al. (2012), estudando o desenvolvimento de mudas de *Dipteryx alata* Vog., sob três níveis de luminosidade e quatro classes texturais de solo, obtiveram melhores resultados ao submeterem as plantas a sombreamento de 30% e 50%, quando comparadas às plantas mantidas a pleno sol e em solo de textura argilosa.

As mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. apresentaram melhores parâmetros fisiológicos de crescimento quando produzidas em ambiente com 50% de sombreamento (LENHARD et al., 2013). Em estudo semelhante com a mesma espécie, Lima et al. (2008) observaram que o tratamento a pleno sol propiciou melhores condições para o crescimento e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E. VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.
- ANDREACCI, F.; BOTOSSO, P. C.; GALVÃO, F. Sinais climáticos em anéis de crescimento de *Cedrela fissilis* em diferentes tipologias de florestas ombrófilas do sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 323-332, 2014.
- ALMEIDA, A. N.; ANGELO, H.; SILVA, J. G. L.; HOEFLICH, V. A. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n.1, p. 119-126, 2010.
- ARAÚJO, E. B. G.; ALMEIDA, L. L. S. FABLO FERNANDES, F.; SÁ, F. V. S.; REGINALDO GOMES NOBRE, R. G.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F.; PORTELA, J. C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de mudas de mamoeiro. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 36, n. 1, p. 264-272, 2015.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. S.; GONÇALVES, E. O.; ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017.
- ARAÚJO, W. B. M.; ALENCAR, R. D.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E. V.; ANDRADE, R. C.; ARAÚJO, R. R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 68-73, 2010.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004. 396p.
- BARROS, F. A. **Efeito de borda em fragmento de floresta nativa**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Nova Friburgo, RJ – Niterói, 2006.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de mata atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p.717-730, 2007.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica: Colombo, PR: Embrapa floresta, p. 211-215, 2008.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2.ed. Campinas, SP, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de Mudanças de Acácia sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DAVID, G. Q.; MARQUES, G. P.; PERES, W. M.; MATOS, D. L.; RODRIGUES, C. Uso de extratos vegetais no controle de fitopatógenos em sementes de *Cedrela fissilis*. **Cadernos de Agroecologia**, Pombal, v. 11, n. 2, p. 2236-7934, 2016.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1212-1218, 2012.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 491-498, 2016.

DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.

FARIAS JÚNIOR, J. A.; ARRIEL, E. F.; LÚCIO, A. M. F. N.; FREIRE, A. L. O.; SANTOS, R. V.; LUCENA, R. J. Clonagem de *Cnidocolus quercifolius* por alporquia, utilizando rejeito de vermiculita e diferentes concentrações de AIA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 81, p. 35-40, 2015.

FERREIRA, M. G. R. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em resposta a tamanhos de embalagens, substratos e fertilização NPK**. 1994. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FRAGOSO, R. O.; STUEPP, C. A.; CARPANEZZI, A. A.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Substratos renováveis na produção de mudas de *Ficus enormis* proveniente de jardim clonal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 88, p. 537-541, 2016. (NOTA CIENTÍFICA)

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 1069-1076, 2004.

GOMES, A. D. V.; LEITE, M. J. H.; SANTOS, R. V. Rejeito de vermiculita comparado ao método convencional de viveiros florestais na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 2, p. 236-241, 2012.

HAYNES, R. J.; GOH, K. M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants: IV – physical properties of a range amendment peat-based media. **Journal of Agricultural Research**, New Zealand, n. 21, p. 449-456, 1978.

HOELTGEBAUM, M. P.; QUEIRÓZ, M. H.; REIS, M. S. Relação entre bromélias epifíticas e forófitos em diferentes estádios sucessionais. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, p. 337-347, 2013.

ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.16, n.4, p.385-394, 2002.

ISHIZAKI, M. H.; VISCONTE, L. L. Y.; FURTADO, C. R. G.; LEITE, M. C. A. M, LEBLANC, J. L. Caracterização mecânica e morfológica de compósitos de polipropileno e fibras de coco verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 182-186, 2006.

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage e *Mimosa scabrella benth.*** 118 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná, PR, 2011.

KRATZ, D.; WENDLING, I. Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 3, p. 48-354, 2016.

KRATZ, D.; WENDLING, I., NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. D. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; PIRES, P. P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. unni* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 547-556, 2012.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 163–170, 2006.

LEITE, M. J. H.; SANTOS, R. V; GOMES, A. D. V. Efeito das lavagens nos atributos do solo e comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) em áreas salinizadas do cariri. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal , v. 9, n. 4, p. 66-78, 2012.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LIMA, A. L. S. ZANELLA, F.; CASTRO, D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LOCATELLI, M.; MACÊDO, R. S.; VIEIRA, A. H. Avaliação de altura e diâmetro de mudas de cedro rosa (*Cedrela odorata* L.) submetidas a diferentes deficiências nutricionais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 645-647, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. vol. 2. São Paulo: Nova Odessa, 1998. 368p.

MARANHO, A. S. PAIVA, A. V. PAULA, S. R. P. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 913-921, 2013.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.

NICOLOSSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L. F.; EISINGER, S. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 987-992, 2000.

NOBERTO, M. N. S. **Efeito dos substratos rejeitos de vermiculita fibra e pó de coco verde no enraizamento de alporques de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl)** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Melhoramento florestal – Universidade Federal de Campina Grande. Patos, PB, 64 f. 2013.

NUNES, M. U. C. Fibra e pó da casca de coco: Produtos de grande importância para a indústria e a agricultura. In: ARAGÃO, W. M. **Coco Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 9, p. 66-71. 2002.

OLIVEIRA, F. A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F.; CORRÊA, B. F.; ALVES, J. M. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 149-161, 2007.

OLIVEIRA, L. R.; LIMA, S. F.; LIMA, A. P. L. Crescimento de mudas de cedro-rosa em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 79, p. 187-195, 2014.

PACHECO, A. R. **Adubação de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), em viveiro**. 2008. 86f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

PACHECO, P.; PAULILO, M. T. S. Efeito da intensidade de luz no crescimento inicial de plantas de *Cecropia glaziovii* Snethlage (Cecropiaceae). Insula: **Revista de Botânica**, Florianópolis, v. 38, n. 38, p. 28-41, 2009.

PEREIRA, K. T. O.; DE OLIVEIRA, F. D. A.; CAVALCANTE, A. L. G.; DE PAIVA DANTAS, R.; OLIVEIRA, M. K. T.; COSTA, J. P. B. M. Qualidade de mudas de moringa sob diferentes níveis de nutrientes aplicados via fertirrigação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 88, p. 497-504, 2017.

PINTO, A. V. F.; ALMEIDA, C.C. S.; BARRETO, T. N. A.; SILVA, W. B.; PIMENTEL, D. J. O. Efeitos de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.F. Ex S.Moore. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 22, n. 1, p. 100-109, 2016.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

RAABE, J.; AMARAL, G. C.; SOUSA, J. R. L.; SOUZA, A. M. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus spp.* propagadas em diferentes substratos. **Nativa**, Sinop, v.4, n.3, p.162-165, 2016.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAUJO, F. B. S.; NORÕES, E. R. V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. p. 1-6 (Comunicado Técnico, 54).

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 74, p. 95-102, 2007.

SAIDELLES; F. L. F.; CALDEIRA; M. V. W.; SCHIRMER; W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, supl. 1, p. 1173-1186, 2009.

SCHORN, L.A.; FORMENTO, S. **Silvicultura II**: Produção de mudas florestais. FURB: Blumenau, SC, 2003. 55p.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maira, v. 10, n. 2, p.1-15, 2000.

SAKURAGUI, C. M.; STEFANO, M. V.; CALAZANS, L. S. B. Meliaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L.; BELTRÃO, N. E. M. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa, 2006. (Comunicado técnico, 278).

SILVA, G. H.; SANTOS, R. V.; GOMES, A. D. V. Crescimento de mudas de craibeira em substrato de co-produto sob fertilização química e orgânico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 5, p. 78 -83, 2014.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

SOCOŁOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Tabebuia rosea* (Bertoloni) A. P. de Candolle (Bignoniaceae), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 229-238, 2007.

SOUSA, H. S.; SILVA, H. S.; GONÇALVES, D. S.; SOUZA, P. A.; SANTOS, A. F. Efeito de diferentes sistemas de produção de mudas e substratos no desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 2, p. 1093-1100, 2016.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

STEFANO, M. V.; CALAZANS, L. S. B.; SAKURAGUI, C. M. 2015 **Meliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acessado em: <12/03/2017>. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9990>>.

TRAJANO, E. V. A. **Rejeitos de mineradoras como substrato na produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2010.

ULIANA, M. B.; DEL QUIQUI, E. D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; POSSENTI, J. C. Eficiência de Diferentes Substratos e Regimes de Fertirrigação no Desenvolvimento de Mudas de *Cedrela odorata* L. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 12, n 2, p. 245-265, 2010.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Vermiculita. In: CETEM. **Rochas minerais industriais: usos e especificações**. Parte 2. Cap. 38. 2008. p. 865-887.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no Município de Santa Tereza - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 1-18, 1999.

WILSEN NETO, A.; BOTREL, M. C. G. Doses de fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas de pinus. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 65-72, 2009.

CAPÍTULO 1
SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE MUDAS DE CEDRO (*Cedrela fissilis* L.)

CAPÍTULO 1: Substratos e níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.)

Resumo - Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial e a qualidade de mudas de cedro em função de diferentes substratos e de níveis de luminosidade. O estudo foi conduzido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), *Campus* de Patos. O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 3 x 9, com três níveis de sombreamento (70% 50% e 0%) e nove substratos, com cinco repetições e quatro plantas por unidade amostral, totalizando 540 plantas. Os substratos foram formados a partir de solo (S), pó de coco (PC), casca de arroz carbonizada (CA), rejeito de vermiculita (RV) e esterco bovino curtido (EB) nas proporções de (S 70% + EB 30%, S 70% + CA 30%, S 70% + PC 30%, S 70% + CA 15% + EB 15%, S 70% + PC 15% + EB 15%, S 70% + RV 15% + EB 15%, S 70% + CA 7,5% + PC 7,5% + RV 7,5% + EB 7,5%) mais um substrato comercial Plantmax®. As plantas mantidas a 70% de sombreamento, independente do substrato empregado, proporcionaram os maiores valores de altura de plantas, diâmetro do coleto, área foliar e massa seca das mudas. O nível de 0% de sombreamento influenciou negativamente o crescimento e a qualidade das mudas, os quais foram favorecidos pelo nível de 50% de sombreamento, nos substratos SCAEB, SPCEB, por apresentarem maior valor de IQD. A casca de arroz carbonizada, o pó de coco e o rejeito de vermiculita têm potencial para serem usados na composição de substratos para produção de mudas de *C. fissilis* L..

Palavras-chave: viveiros florestais, arbórea tropical, tela sombrite.

Substrates and shading levels in the growth and quality of *Cedrela fissilis* L. saplings.

Abstract - The study was conducted at the Forestry Nursery of the Forest Engineering Academic Unit of the Rural Health and Technology Center of the Federal University of Campina Grande (CSTR / UFCG), Patos Campus. The experiment was distributed in a completely randomized design, 3x9 factorial scheme, with three levels of shading (70% 50% and 0%) and nine substrates, with five replications and four plants per sample unit, totaling 540 plants. The substrates were formed from soil (S), coconut powder (PC), charcoal rice husk (CA), vermiculite tailings (RV) and tanned bovine manure (EB) in the proportions of (S 70% + EB 30%, S 70% + CA 30%, S 70% + PC 30%, S 70% + CA 15% + EB 15%, S 70% + PC 15% + EB 15%, S 70% + RV 15% + EB 15%, S 70% + CA 7,5% + PC 7,5%+ RV 7,5%+ EB 7,5%) plus a commercial substrate Plantmax®. The plants kept at 70% shading, regardless of the substrate employed, provided the highest values of plant height, collection diameter, leaf area and dry mass of the seedlings. The 0% shading level had a negative influence on the growth and quality of the seedlings, which were favored by the 50% level of shading in the SCAEB substrates, SPCEB, because it had a higher IQD value. The use of carbonized rice hulls, coconut powder and vermiculite tailings has the potential to be used in the composition of substrates for seedling production of *C. fissilis* L..

Keywords: forest nurseries, tropical tree, sombrite.

INTRODUÇÃO

Da família das meliáceas, a *Cedrela fissilis* L. tem ampla distribuição natural nas florestas tropicais das Américas Central e do Sul. No Brasil, ocorre principalmente nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica (SAKURAGUI; STEFANO; CALAZANS, 2013). Popularmente conhecida como cedro, cedro-vermelho ou cedro rosa (VERISSIMO et al., 1998), é utilizada para os mais diversos fins madeireiros e não madeireiros e, devido à exploração indiscriminada, está ameaçada de extinção (ALMEIDA et al., 2010; CARVALHO, 2008; LORENZI, 1998).

Por possuir ampla exploração comercial, são necessários estudos que possibilitem a produção de mudas de qualidade dessa espécie, de forma a maximizar sua sobrevivência e crescimento no campo. Diversos fatores interferem no processo de produção de mudas, dentre os quais, podem ser citados o substrato e a luminosidade (DANTAS et al., 2009). estes podem influenciar na qualidade das mudas, nos parâmetros fenotípicos (morfológicos) e fisiológicos.

As condições ambientais em que as plantas estão se desenvolvendo interfere diretamente no seu crescimento, de acordo com suas habilidades de se adaptarem às diferentes intensidades de radiação, podendo expressar um entre os dois mecanismos de respostas sob restrição de luz: tolerância e escape (RUBERTI et al., 2012; SILVA et al., 2007).

As consideradas tolerantes ao sombreamento são capazes de sobreviver longos períodos sob o dossel, por conseguirem condicionar adaptações à fotossíntese, já as plantas que demonstram mecanismo de escape ao sombreamento tendem a maximizar a interceptação de luz adaptando seu crescimento e ocupando lacunas do dossel (CÉSAR et al., 2014).

Em espécies arbóreas nativas, as informações referentes à intensidade luminosa durante a fase de viveiro são incipientes devido ao fato de que pode haver mudanças significativas no fotoperíodo entre as regiões de estudo, possibilitando alterações significativas das respostas de desenvolvimento para uma mesma espécie estudada (LIMA; ZANELLA; CASTRO, 2010).

O uso de telados que permitem o controle da radiação solar tem auxiliado nos estudos de crescimento de plantas que objetivam entender o comportamento ecofisiológico de espécies submetidas a diferentes condições de luminosidade, indicando, assim, as melhores condições de luminosidade para o cultivo de determinada espécie. Aguiar et al. (2011) verificaram melhores índices de qualidade em mudas de *Caesalpinia echinata* Lam, quando submetidas a maiores níveis sombreamento, enquanto Freitas et al. (2012) constataram que o

melhor desenvolvimento da espécie *Sclerolobium paniculatum* Vogel ocorreu quando as plantas foram submetidas à maior incidência de luz. Percebe-se, então, que as necessidades de luminosidade variam de espécie para espécie.

Outro fator que deve obrigatoriamente ser levado em consideração, na produção de mudas em viveiro, é o substrato (CALDEIRA et al., 2013). Portanto, a utilização de substratos que reduzam os custos e forneçam condições necessárias para um bom desempenho da muda é de suma importância. Vários são os materiais que estão sendo estudados para compor ou substituir, em parte ou totalmente, outros componentes como: lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada, palha de café in natura, esterco bovino, vermiculita, fibra de coco, areia, entre outros (COSTA et al., 2015; DUTRA et al., 2015; CALDEIRA et al., 2013).

Assim, o conhecimento sobre as necessidades de luminosidade e substratos de uma espécie arbórea poderá subsidiar na propagação para o uso de espécies economicamente importantes para fins de exploração sustentável. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do sombreamento e do substrato no crescimento inicial de mudas de *C. fissilis* L..

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), *Campus* de Patos, com coordenadas geográficas 7°03'35" S e 37°16'29" O.

O clima da região é do tipo Bsh, segundo Köppen (1996), e classificado como semiárido quente, com precipitação média anual de 750 mm e umidade relativa do ar em torno de 80 % e temperatura média anual é de 25,5° C (MONTEIRO et al., 2015).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 9, sendo 03 (três) níveis de luminosidade e 09 (nove) substratos, com 05 (cinco) repetições e 04 (quatro) plantas por unidade amostral, totalizando 540 plantas. Os níveis de luminosidade, obtidos com o auxílio de telas tipo sombrite, foram 100% (sol pleno), 50% e 30%. Os substratos utilizados foram compostos de uma mistura (v/v) de terra de solo (S), pó de fibra de coco (PC), casca de arroz carbonizada (CA), rejeito de vermiculita (RV) e esterco bovino curtido (EB) em proporções variadas, formando 08 (oito) combinações de substratos, mais um substrato comercial Plantmax® (PLX), descritos no Quadro 1.

QUADRO 1 – Descrição dos substratos utilizados no experimento

SUBSTRATOS	DESCRIÇÃO
PLX	Plantmax®
SEB	Solo 70% + Esterco bovino 30%
SCA	Solo 70% + Casca de arroz carbonizada 30%
SPC	Solo 70% + Pó de coco 30%
SRV	Solo 70% + Rejeito de vermiculita 30%
SCAEB	Solo 70% + Casca de arroz carbonizada 15% + Esterco bovino 15%
SPCEB	Solo 70% + PC 15% + Esterco bovino 15%
SRVEB	Solo 70% + Pó de coco 15% + Esterco bovino 15%
MIX	Solo 70% + Casca de arroz carbonizada 7,5% + Pó de coco 7,5% + Rejeito de vermiculita 7,5% + Esterco bovino 7,5%

Fonte – Gomes (2017)

O solo utilizado foi coletado da camada de 0 a 20 cm de profundidade, na Fazenda NUPEÁRIDO (CSTR/UFCG), classificado como Neossolo Litólico, Sendo a sua análise química encontrada no Quadro 2.

QUADRO 2 – Análise química e física do solo utilizado para a composição dos substratos

Análise química									
pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	T	V
H ₂ O	dag/kg	-----mg/dm ³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----				%
5,0	-	45	67	57	5,1	1,9	3,1	10,84	71,4
Análise física									
Areia		Silte		Argila		Classificação			
-----g kg ⁻¹ -----									
780		100		120		Areia franca			

Fonte – Gomes (2017)

O coproduto de vermiculita foi obtido na Mineradora Pedra Lavrada (MPL), localizada no município de Santa Luzia-PB. A palha de arroz foi adquirida no Moinho Patoense, fábrica beneficiadora de alimentos, localizada na cidade de Patos-PB, e posteriormente carbonizada. O pó de coco foi adquirido na UNIVASF – Petrolina – PE e, antes da sua utilização, o pó de coco foi lavado, com a finalidade de retirada do excesso de sais (Na⁺) e posteriormente submetido à secagem à sombra, e o esterco bovino foi obtido na Fazenda NUPEÁRIDO.

Após a preparação, amostras dos substratos foram submetidas à análise química, cujos resultados encontram-se no Quadro 3.

QUADRO 3 – Análise química dos substratos utilizados no experimento

TRAT	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	T	V
	H ₂ O	dag/kg	-----mg/dm ³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----				%
PLX	5,7	12,8	215	450	260	13,8	8,7	4,7	29,5	84,1
SEB	6,8	2,5	150	340	290	10,1	2,7	1,5	14,9	90,9
SCA	7,0	0,8	058	140	081	3,6	1,1	1,1	18,4	83,1
SPC	6,0	1,1	101	180	120	4,4	1,7	1,7	7,1	80,6
SRV	8,0	0,4	114	190	450	11,4	4,6	1,0	18,4	94,9
SCAEB	6,5	2,4	215	280	160	8,0	1,9	1,5	11,3	88,3
SPCEB	6,5	1,4	187	210	130	6,0	2,0	1,6	9,1	85,1
SRVEB	7,0	1,7	177	260	450	10,4	3,9	1,3	16,9	92,9
MIX	6,5	1,7	168	290	310	9,6	3,9	1,6	15,6	90,7

Fonte – Gomes (2017)

PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB 15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Os substratos foram colocados em recipientes plásticos confeccionados com garrafas PET, com capacidade para 1,5 L. Esses recipientes foram pintados com tinta preta e após secagem, foram novamente pintadas com tinta na cor alumínio, com a finalidade de evitar o desenvolvimento de algas nos substratos e padronizar a cor das mesmas.

As sementes foram previamente colocadas em caixas gerbox, forradas com duas folhas de papel germitest, umedecidas com 10 mL de água destilada, e posteriormente transferidas para câmara de germinação com temperatura de 25 °C. Após a emissão da radícula, as sementes foram transferidas para os recipientes contendo os substratos. A irrigação das plantas foi feita manualmente, com auxílio de regador, duas vezes ao dia, às 9:00 e 15:00h.

Aos 180 dias após a emergência (DAE), foram determinadas a altura das plantas (AP) e o diâmetro do caule (DC), tomado ao nível do solo, respectivamente, com auxílio de régua graduada e paquímetro digital. Em seguida, as folhas foram contadas e digitalizadas em scanner de mesa, sendo os dados utilizados para determinação da área foliar (AF), através do software DDA (Determinador Digital de Áreas) (FERREIRA et al., 2008). Posteriormente, as folhas, o caule e as raízes foram colocados em sacos de papel devidamente identificados e colocados para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65° C, permanecendo nesta até apresentar peso constante. Subsequentemente, esses materiais foram submetidos à pesagem para a determinação do peso da massa seca da parte aérea (PMSPA), das raízes (PMSR) e total (PMST).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado através da fórmula proposta por DICKSON et al. (1960):

$$\left(\text{IQD} = \frac{\text{PMST (g)}}{\left[\frac{\text{AP(cm)}}{\text{DC(mm)}} \right] + \left[\frac{\text{PMSPA(g)}}{\text{PMSR (g)}} \right]} \right) \quad (1)$$

A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi calculada empregando-se a seguinte equação (BENINCASA, 1988):

$$\text{TCA} = \left(\frac{\text{AF} - \text{AI}}{\text{T}} \right) \quad (2)$$

AF corresponde à altura final aos 180 DAE;

AI corresponde à altura inicial tomada aos 30 DAE;

T corresponde aos dias de duração do experimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância usando-se o Software ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise estatística (Tabela 1), foi verificada interação significativa entre os tratamentos para todas as características avaliadas.

Tabela 1 – Análise de variância da altura (H), diâmetro do caule (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), razão massa seca da raiz /parte aérea (MSR/MSPA), taxa de crescimento absoluto (TCA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função substratos e níveis de sombreamento em plantas de cedro (*Cedrela fissilis* L.)

FV	GL	QUADRO DE ANÁLISE									
		H	D	NF	AF	MSPA	MSR	MST	MSR/ MSPA	TCA	IQD
Fator1	2	130.07**	280.35**	139.53**	69,86**	40.91**	129.25**	60.02**	14.90**	130.06**	73.78**
Fator2	8	7.38**	243.25**	16.97**	20,06**	17.32**	56.95**	25.38**	3.29**	7.37**	31.30**
F1xF2	16	6.22**	22.71**	6.51**	6,26**	4.32**	8.24**	5.87**	3.95**	6.22**	7.56**
Trat	26	16.11**	110.38**	19.96**	15,39**	11.14**	32.54**	16.04**	4.59**	16.10**	19.96**
Resí	108										
Total	134										

Em que: *, ** e ns Significativo a 5, 1% de probabilidade e não significativo pela análise de variância, respectivamente.

Em relação à altura das plantas (Tabela 2), verifica-se que os melhores resultados foram obtidos nas plantas submetidas a 70% de sombreamento e que, à medida que o nível de luz incidente sobre as plantas aumentava, ocorria redução nesse parâmetro.

As mudas produzidas no maior nível de sombreamento (70%), no substrato SEB, foram as mais altas, e as menores foram obtidas no substrato SPC (8,6 cm), mantidas a pleno sol. Analisando-se cada nível de sombreamento separadamente, verifica-se que não houve diferença entre os substratos nos níveis de 50 e 0%. A 70% de sombreamento, as plantas mantidas no substrato SEB apresentaram a maior altura, seguidas daquelas dos substratos SREVB, SPCEB, PLX e SCAEB. Além disso, os substratos SCA, SPC e SRV proporcionaram a produção de mudas com menores alturas.

Quanto ao diâmetro do coleto (Tabela 2), verificou-se ampla variação nos valores, semelhante aos obtidos na altura das plantas. À medida que se aumentou o nível de luminosidade, o diâmetro do coleto diminuía, sendo que as plantas produzidas no substrato SRVEB, a 70% de sombreamento, apresentaram o maior valor desse parâmetro. Semelhante

ao constatado na altura. O menor diâmetro foi obtido nas plantas mantidas a pleno sol, com o substrato SPC.

Tabela 2 – Altura de plantas e diâmetro do caule de plantas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento

ALTURA DE PLANTAS (cm)				
SUBSTRATO	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	13,55 bA	11,95 bA	30,75 aAB	18,75 A
SEB	11,60 bA	15,60 bA	36,50 aA	21,23 A
SCA	13,79 aA	11,00 aA	12,60 aC	12,46 B
SPC	08,60 aA	15,65 aA	12,30 aC	12,18 B
SRV	11,29 aA	09,40 aA	12,95 aC	11,21 B
SCAEB	11,75 bA	15,30 bA	27,80 aB	18,28 A
SPCEB	11,40 bA	13,00 bA	31,00 aAB	18,46 A
SRVEB	11,42 bA	14,20 bA	35,33 aAB	20,32 A
MIX	13,50 bA	10,25 bA	25,85 aB	16,53 AB
MÉDIA	11,88 b	12,93 b	25,00 a	
DIÂMETRO DO COLETO (mm)				
SUBSTRATO	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	8,85 bA	8,43 bC	09,60 aD	8,96 AB
SEB	7,22 bB	9,27 bAB	10,66 aBC	9,05 AB
SCA	5,09 bD	5,54 abD	05,94 aF	5,52 D
SPC	4,55 bD	4,83 bD	05,57 aF	4,98 E
SRV	6,17 bC	5,60 bD	08,00 aD	6,59 C
SCAEB	7,32 cB	9,74 bA	11,22 aB	9,43 A
SPCEB	7,78 cB	9,06 bABC	10,12 aCD	8,99 AB
SRVEB	7,46 cB	8,49 bC	12,14 aA	9,36 A
MIX	7,61 cB	8,55 bBC	09,71 aD	8,62 B
MÉDIA	6,89 c	7,72 b	9,22 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Um aspecto que deve ser levado em consideração é que, tanto na altura das plantas, como no diâmetro do coleto, os substratos que não receberam esterco bovino (matéria orgânica) na sua composição (SCA, SPC e SRV). Independentemente dos níveis de sombreamento a que estavam submetidos, apresentaram os menores valores, evidenciando a

importância da presença da matéria orgânica na composição do substrato. O maior crescimento nas plantas de *C. Fissilis* L. nos substratos com maiores teores de matéria orgânica pode ser explicado provavelmente pelo fato de o esterco bovino ter alterado os níveis de macronutrientes e matéria orgânica, além de estabilizar o pH para níveis levemente ácidos, o que pode ter influenciado em uma maior taxa de absorção de nutrientes pelas plantas.

Em comparação com o tratamento SEB, que proporcionou os maiores valores médios de altura de plantas, ocorreu redução de 41% (SCA), 43% (SPC) e 47% (SRV). Quanto ao diâmetro do caule, em relação ao substrato com maior valor médio (SCAEB), ocorreram reduções de 41% (SCA), 47% (SPC) e 30% (SRV), o que reforça o fato de que estes substratos são os de maior teor de esterco bovino. Segundo Lavres Júnior et al. (2005), a falta de nutrientes pode comprometer o crescimento das plantas, reduzindo o seu crescimento.

Porém, ao se observar a análise química dos substratos do presente estudo, constata-se que os níveis de nutrientes e matéria orgânica encontram-se classificados entre médio a alto, observando-se que as plantas em cujo substrato o pH encontrava-se em uma faixa entre 6,5 à 6,8 obtiveram maior crescimento, o que evidencia-se que o pH fora dessa faixa interfere negativamente na absorção de nutrientes para a espécie em estudo, o que pode ser verificado ao se compararem os tratamentos PLX e SEB, pois, mesmo tendo teores de nutrientes mais elevados, o PLX não expressou em um maior crescimento em altura e diâmetro das plantas.

Estudando diferentes substratos e sombreamentos em mudas de *Tocoyena formosa*, Bonamigo; Scaloni; Pereira (2016) também constataram que o maior crescimento da parte aérea poderia estar relacionado com a maior quantidade de nutrientes no substrato e/ou, em função da matéria orgânica, por promover maior retenção e disponibilidade de água para manter a turgescência e metabolismo da parte aérea. Avaliando diferentes fontes e doses de matéria orgânica, Araujo et al. (2015) observaram que menor teor de matéria orgânica presente no substrato, interfere diretamente no menor crescimento em altura de plantas de *Carica papaya* L.. Resultados semelhantes foram observados por Araújo et al. (2017), que observaram que, de acordo com o maior acréscimo de matéria orgânica nos substratos usados para produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, houve um maior incremento para altura e diâmetro do coleto.

O cedro é uma planta classificada como ombrófila na sua fase inicial (DAVID et al., 2016), o que pode explicar uma tendência a um maior crescimento nos estágios iniciais sob condições de baixa luminosidade, o que foi verificado entre as plantas submetidas a 70% de sombreamento que apresentaram os maiores valores de altura e diâmetro do caule. De acordo

com Moraes-Neto et al. (2000), plantas submetidas a uma baixa luminosidade tendem a investir normalmente de forma mais intensa em altura. Esse evento pode ser explicado principalmente devido ao fenômeno de estiolamento e/ou aos mecanismos adaptativos entre diversas espécies de plantas que promovem maior crescimento em ambientes com restrição de luz (MORAES-NETO et al., 2000 e CARVALHO et al., 2006).

Salienta-se que a resposta ao sombreamento pode variar de acordo com a capacidade adaptativa de cada espécie (ROSA et al., 2009). Walters e Reich (2000) relatam que há plantas tolerantes a condições de baixa luminosidade e que nem sempre mostram um aumento no crescimento, sendo que outros fatores podem estimular uma maior reposição de tecidos, a exemplo de maiores taxas respiratórias, maiores danos mecânicos por herbivoria e menor estocagem de fotoassimilados.

Outro fator a ser considerado é que o ambiente telado proporciona condições mais amenas, formando um microclima ao elevar a umidade relativa do ar e menor temperatura, quando comparadas às condições externas, dando condições para um maior crescimento em uma região com condições de temperaturas elevadas e baixos níveis de umidade relativa do ar, como o semiárido brasileiro. Taiz e Zeiger (2013) afirmam que as temperaturas mais amenas em decorrência do sombreamento favorecem a abertura dos estômatos, aumentando as trocas gasosas e, conseqüentemente, a fixação de carbono pelas plantas.

Aumento no nível de luminosidade proporcionou decréscimo no número de folhas (Tabela 3), destacaram-se o tratamento 70% de sombreamento- SEB, sendo estatisticamente igual aos tratamentos SPCEB, SCAEB e SRVEB, no mesmo nível de sombreamento. A 50% de sombreamento, o destaque foi para as plantas produzidas com o substrato SCAEB, enquanto que nas plantas a pelo sol (100% luz), o tratamento SRVEB. As plantas produzidas com o substrato MIX, tanto a 50% como a 0% de sombreamento, apresentaram o menor número de folhas.

Por se tratar de uma variável diretamente dependente do número de folhas, os resultados para área foliar foram semelhantes ao verificado no número de folhas, ocorreu redução na área foliar à medida que se elevou a intensidade luminosa, sendo os maiores valores obtidos nas plantas mantidas a 70% de sombreamento, no substrato SEB, acompanhadas pelo tratamento SRVEB (Tabela 3).

Nas plantas mantidas a 50% de sombreamento, o substrato que se destacou foi o SRVEB, enquanto que, a pleno sol, não houve diferença estatística significativa entre os substratos.

Comparando-se os substratos dentro do mesmo nível de sombreamento, a 70% de sombra, verifica-se redução de 91% na área foliar produzida no substrato com o pior resultado (SCA), com o que se destacou (SEB). A 50% de luz, a redução foi de 94% entre o pior (SPC) e o melhor resultado obtido (SRVEB). Um maior número de folhas reflete diretamente em aumento na área fotossintetizante, refletindo positivamente na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, proporcionando maior crescimento em altura e diâmetro do coleto (SILVA et al., 2007; KROLING et al., 2005).

Tabela 3 – Número de folhas e área foliar de plantas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento

NÚMERO DE FOLHAS				
SUBSTRATO	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	4,70 bA	4,20 bC	8,00 aAB	5,60 BC
SEB	4,75 cA	6,60 bA	9,60 aA	7,00 A
SCA	4,37 aA	5,65 aABC	5,00 abD	5,00 C
SPC	4,35 aA	4,90 aBC	5,60 aC	4,95 C
SRV	4,35 bA	5,30 bABC	6,65 aBC	5,43 C
SCAEB	5,35 bA	6,30 bAB	9,05 aA	6,90 A
SPCEB	4,20 bA	6,30 bAB	9,00 aA	6,50 AB
SRVEB	5,37 bA	5,90 bAB	9,15 aA	6,80 A
MIX	3,95 bA	3,95 bD	6,70 aBC	4,87 C
MÉDIA	4,60 c	5,45 b	7,64 a	
ÁREA FOLIAR (cm ²)				
SUBSTRATO	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	101,39 bA	96,43 bCD	358,03 aB	185,28 BCD
SEB	64,89 cA	213,34 bBC	566,28 aA	281,50 AB
SCA	52,23 aA	075,80 aCD	48,05 aD	058,69 E
SPC	15,85 aA	025,45 aD	59,00 aD	033,43 E
SRV	47,99 aA	036,81 aCD	167,39 aCD	084,06 DE
SCAEB	88,27 bA	357,76 aAB	287,87 aBC	244,63 AB
SPCEB	39,58 bA	237,12 aAB	346,93 aBC	207,88 BC
SRVEB	81,14 cA	405,33 bA	554,48 aA	346,98 A
MIX	41,73 bA	067,05 bCD	233,74 aBCD	114,17 CDE
MÉDIA	59,23 c	168,34 b	291,31 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Resultados semelhantes foram verificados por César et al. (2014), ao avaliarem o crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull., conduzidas sob diferentes níveis de luminosidade, que observaram um acréscimo de 47% na área foliar em plantas submetidas a 70% de luminosidade, quando comparadas às plantas a pleno sol. Isso também foi determinado em plantas de *Eucalyptus dunnii*, em sob radiação luminosa difusa, proporcionada pela estufa, que favoreceu um crescimento de aproximadamente 12% a mais em área foliar, quando comparadas às plantas que não estavam sob restrição de luminosidade (SANQUETTA et al., 2014).

A área foliar é uma das variáveis morfológicas mais importantes na análise de crescimento de uma muda, podendo ser considerada um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica (LIMA et al., 2011). Espera-se que espécies de plantas tolerantes ao sombreamento compensem a baixa disponibilidade de luz, aumentando sua área foliar e superfície fotossintetizante, elevando, assim, as taxas de produção de fotoassimilados, o que lhes assegura um rendimento fotossintético mais eficiente em baixas intensidade de luz (LARCHER, 2004; SILVA et al., 2011).

Essa é uma característica das espécies vegetais de estágios sucessionais mais avançados, como as secundárias tardias e clímax que se adaptam melhor a ambientes de menor intensidade luminosa (CARVALHO, 2008), o que pode ser observado para a espécie em estudo que tem sua classificação entre secundária a clímax (CARVALHO; NASCIMENTO; BRAGA, 2007; DAVID et al., 2016).

Aumento no nível de luminosidade promoveu redução na massa seca da parte aérea e massa seca das raízes das plantas de *C. fissilis* L., independente do substrato, com exceção de SCA, SPC e SR, que apresentaram resultados semelhantes (Tabela 4).

Os tratamentos que proporcionaram maiores valores de massa seca foram SEB e SRVEB, a 70% de sombreamento. Merece destaque também o substrato SCAEB, a 50% de sombreamento, que produziu maior massa seca total das plantas. Semelhante ao verificado nos parâmetros morfológicos anteriores, as plantas mantidas a pleno sol e no substrato SPC apresentaram os piores resultados.

Tabela 4 – Massa da parte aérea, das raízes e massa seca total de plantas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento

MASSA SECA DA PARTE AÉREA (g)				
SUBSTRATOS	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	4,27 bA	4,64 bC	08,85 aB	5,92 B
SEB	2,73 cBC	6,44 aB	11,55 aA	6,91 A
SCA	2,48 aBC	2,71 aD	02,16 aEF	2,45 D
SPC	0,94 aD	1,03 aE	02,11 aF	2,45 D
SRV	2,17 aBCD	1,39 aE	03,80 aE	2,63 D
SCAEB	3,29 bAB	8,80 aA	08,43 aBC	6,86 A
SPCEB	1,90 bCD	7,40 aB	07,69 aCD	5,66 B
SRVEB	2,98 bBC	6,62 aB	12,04 aA	7,21 A
MIX	2,10 bBCD	3,36 aD	06,98 aD	4,15 C
MÉDIA	2,45 c	4,74 b	7,22 a	
MASSA SECA DE RAÍZES (g)				
SUBSTRATO	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	2,32 cA	4,12 aA	3,80 bBC	3,75 AB
SEB	1,69 bAB	4,19 aA	5,53 aA	3,50 AB
SCA	0,96 aBC	1,34 aC	1,28 aD	1,19 C
SPC	0,39 aC	0,67 aC	1,20 aD	0,75 C
SRV	1,20 bABC	1,12 bC	1,67 aD	1,33 C
SCAEB	1,93 cAB	4,64 aA	4,28 bBC	3,95 A
SPCEB	1,52 cABC	4,19 aA	3,21 bC	2,97 AB
SRVEB	1,68 bAB	4,94 aA	4,58 aAB	3,73 AB
MIX	1,66 bAB	2,81 aB	3,49 aBC	2,65 B
MÉDIA	1,48 b	3,11 a	3,23 a	
MASSA SECA TOTAL (g)				
SUBSTRATO	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	6,59 bA	8,76 bABC	12,65 aAB	9,33 AB
SEB	4,42 cA	10,63 bAB	17,08 aA	10,71 A
SCA	3,44 aA	4,05 aCD	3,44 aD	3,64 D
SPC	1,33 aA	1,70 aD	3,31 aD	2,11 D
SRV	3,38 bA	2,51 bD	5,47 aCD	3,78 CD
SCAEB	5,22 bA	13,44 aA	12,71 aAB	10,49 A
SPCEB	3,42 bA	11,59 aAB	10,91 aBC	8,64 AB
SRVEB	4,66 cA	11,56 bAB	16,62 aA	10,95 A
MIX	3,76 bA	6,17 bBCD	10,47 aBC	6,80 BC
MÉDIA	4,02 c	7,82 b	10,30 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2010), em plantas de *Hymenaea courbaril* e *Enterolobium contortisiliquum*, e por César et al. (2014), em *Pterogyne nitens*

Tull., os quais constataram decréscimo na produção de massa seca em plantas cultivadas em pleno sol. Kitao et al. (2000) afirmam que altas irradiâncias e a exposição prolongada podem ser prejudiciais às plântulas ou mesmo provocar sua morte, devido a uma provável fotoinibição, uma vez que estas podem absorver mais fótons de luz do que conseguem assimilar.

Ao se analisar a razão peso da massa seca da raiz/peso da massa seca da parte aérea (Tabela 5) (PMSR/PMSPA), verifica-se que as plantas submetidas a 50% de sombreamento se destacaram em relação aos demais níveis. Além disso, as plantas mantidas nos substratos PLX, MIX, SRVEB e SRV, a 50% de luz, apresentaram os maiores valores da razão PMSR/PMSPA, refletindo o menor crescimento da parte aérea em detrimento das raízes.

Tabela 5 – Razão massa seca raiz/parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento

RAZÃO MASSA SECA RAIZ/PARTE AÉREA				
SUBSTRATOS	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	0,87 aA	0,89 aA	0,43 bA	0,62 A
SEB	0,61 aABCD	0,65 aAB	0,48 bA	0,58 AB
SCA	0,40 aD	0,49 aB	0,59 aA	0,49 B
SPC	0,48 aCD	0,65 aAB	0,57 aA	0,54 AB
SRV	0,55 aBCD	0,81 aAB	0,44 bA	0,60 AB
SCAEB	0,62 aABCD	0,53 aB	0,51 aA	0,54 AB
SPCEB	0,81 aABC	0,57 abAB	0,42 bA	0,60 AB
SRVEB	0,57 aABCD	0,74 aAB	0,38 aA	0,56 AB
MIX	0,85 aAB	0,84 aAB	0,50 bA	0,71 A
MÉDIA	0,64 a	0,69 a	0,50 b	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Apesar de apresentar bons valores de MSR/MSPA, os tratamentos a 0% de sombreamento mostraram valores dimensionais entre as variáveis estudadas muito inferiores, o que pode ser um indicativo de que estas plantas teriam dificuldades em sobreviver às intempéries adversas quando plantadas em campo, já que seu sistema radicular está pouco desenvolvido e suas menores dimensões em altura e área foliar estão em desvantagem para competirem com o estrato herbáceo.

Plantas que apresentam maior sistema radicular, em determinada condição, apresentam maior probabilidade de sobrevivência no plantio em campo, características estas necessárias em ambientes que apresentam déficit hídrico sazonal, pois maior investimento em biomassa radicular garante uma melhor aclimatação das plantas em campo do que aqueles com sistemas radiculares reduzidos (CLAUSSEN, 1996; MARIMON et al., 2008).

Analisando-se a Tabela 6, verifica-se que houve diferença estatística entre os substratos apenas no tratamento 70 % de sombreamento, sendo que os substratos SEB e SRVEB proporcionaram as maiores neste parâmetro. Os substratos SCA, SPC e SRV ocasionaram menores TCA

Tabela 6 – Taxa de crescimento absoluto de plantas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função de diferentes substratos e níveis de sombreamento.

TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO (cm dia ⁻¹)				
SUBSTRATOS	SOMBREAMENTO (%)			MÉDIA
	0	50	70	
PLX	0,06 bA	0,05 bA	0,16 aAB	0,09 A
SEB	0,05 bA	0,07 bA	0,19 aA	0,10 A
SCA	0,06 aA	0,05 aA	0,06 aC	0,05 B
SPC	0,04 bA	0,07 aA	0,06 abC	0,05 B
SRV	0,05 aA	0,04 aA	0,05 aC	0,05 B
SCAEB	0,05 bA	0,07 bA	0,14 aAB	0,09 A
SPCEB	0,05 bA	0,06 bA	0,16 aAB	0,09 A
SRVEB	0,05 bA	0,07 bA	0,18 aAB	0,10 A
MIX	0,06 bA	0,05 bA	0,13 aB	0,08 AB
MÉDIA	0,05 b	0,06 b	0,13 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Estudando diversas composições de substratos, Dantas et al. (2009) verificaram que as mudas *Caesalpinia pyramidalis* Tul. apresentaram altas taxas de crescimento em níveis de sombreamento, com pouca ou nenhuma diferença entre os diferentes sombreamentos a que foram submetidas, porém as plantas apresentaram maior crescimento em substratos contendo solo característico das regiões de desenvolvimento da espécie, com destaque para o solo acrescido de esterco caprino.

Considerando o índice de qualidade de Dickson (IQD), verifica-se que os maiores valores médios foram obtidos quando as plantas foram submetidas a 50% de sombreamento, sendo o maior valor obtido nas plantas dos substratos SCAEB e SPCEB, seguidos de SRVEB,

SEB e PLX (Tabela 7). Seguindo o comportamento constatado nos outros parâmetros, os substratos SPC, SRV e SCA promoveram a obtenção dos mais baixos valores de IQD, independente do nível de luz a que as plantas estavam submetidas.

Considerado um dos melhores indicadores da qualidade de mudas, o IQD tem como características incorporar em seus cálculos vários indicadores morfológicos importantes ao mesmo tempo, eliminando os riscos de uma escolha equivocada das mudas mais altas em detrimento das mais baixas, ao se utilizarem apenas parâmetros como a altura (FONSECA et al., 2002). Para Bonamigo; Scalon; Pereira (2016), muitas vezes, mudas de maior altura não são exatamente as melhores em termos de sobrevivência em campo, pois há o risco de essas plantas estarem estioladas. Um IQD mínimo de 0,20 foi recomendado por Hunt (1990) para classificar a qualidade das mudas, tornando-as aptas para o plantio. No presente estudo, com exceção dos tratamentos SCA, SPC e SRV, as mudas a pleno sol ficaram acima desse valor, indicando boa qualidade e menor risco de mortalidade em campo.

Tabela 7 – Índice de qualidade de Dickson de plantas de cedro (*Cedrela Fissilis* L.) submetidas a diferentes substratos e níveis de luminosidade

SUBSTRATOS	ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD)			MÉDIA
	SOMBREAMENTO (%)			
	0	50	70	
PLX	0,38 bA	0,57 aAB	0,37 bAB	0,44 AB
SEB	0,25 bAB	0,58 aAB	0,47 bA	0,43 AB
SCA	0,12 aB	0,19 aC	0,18 aBC	0,16 D
SPC	0,06 aB	0,05 aC	0,14 aC	0,08 D
SRV	0,17 aAB	0,14 aC	0,30 aABC	0,20 CD
SCAEB	0,29 cAB	0,76 aA	0,48 bA	0,51 A
SPCEB	0,22 bAB	0,72 aA	0,33 bABC	0,42 AB
SRVEB	0,27 bAB	0,64 aAB	0,52 bA	0,48 AB
MIX	0,20 bAB	0,47 aB	0,37 abAB	0,34 BC
MÉDIA	0,22 b	0,46 a	0,35 b	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PLX: Plantmax®; SEB: S70% + EB30%; SCA: S70% + CA30%; SPC: S70% + PC30%; SRV: S70% + RV30%; SCAEB: S70% + CA15% + EB15%; SPCEB: S70% + PC15% + EB15%; SRVEB: S70% + RV15% + EB15%; MIX: S70% + CA7,5% + PC7,5% + RV7,5% + EB7,5%.

Porém, nas condições estudadas para esta espécie e após verificar os resultados obtidos, o mais sensato seria uma classificação acima de 0,30, pois o valor indicado por Hunt (1990) é relativamente baixo, o que corroboram Azevedo et al. (2010) e Leles et al. (2006), que recomendam maior cautela ao considerar esse valor em relação a cada espécie e

condições de cultivo, já que são necessários estudos mais aprofundados para cada espécie da flora brasileira, na tentativa de determinar com maior precisão os limites numéricos desse índice (LELES et al., 2006).

Observou-se que os substratos que continham matéria orgânica em sua composição obtiveram maiores valores de IQD. Estes resultados corroboram os obtidos por Nóbrega et al. (2008), ao estudarem os parâmetros morfológicos de mudas de *Anadenanthera peregrina* e *Sesbania virgata*, utilizando como componente do substrato compostos de lixo urbano, sendo que, ao se adicionar composto orgânico no substrato, houve aumento no índice de qualidade de Dickson para ambas as espécies. O mesmo foi observado por Araújo et al. (2017) em mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, os quais obtiveram melhores resultados com substratos que continham matéria orgânica na sua composição.

Ajalla et al. (2012), estudando o desenvolvimento de mudas de *Dipteryx alata* Vog., sob três níveis de luminosidade e quatro classes texturais de solo, obtiveram melhores resultados ao submeterem as plantas a sombreamento de 30% e 50%, quando comparadas às plantas mantidas a pleno sol e em solo de textura argilosa.

Aguiar et al. (2011), estudando o comportamento de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam., submetidas a diferentes níveis de sombreamento, observaram características de plantas heliófilas, devido ao maior crescimento e melhor relação do sistema radicular e aéreo, assim como para o IQD, sob condições de maior luminosidade.

CONCLUSÕES

Plantas submetidas a 70% de sombreamento apresentam maior altura, diâmetro, área foliar e massa seca das mudas.

A ausência sombreamento interfere negativamente no crescimento inicial das mudas de *C. fissilis* L.

A qualidade das mudas de *C. fissilis* L. é favorecida pelo cultivo em 50% de sombreamento, nos substratos SCAEB e SPCEB, por apresentar maior valor de IQD, podendo garantir maiores chances de sobrevivência ao serem transplantadas para o campo.

A casca de arroz carbonizada, o pó de coco e o rejeito de vermiculita têm potencial para serem usados na composição de substratos para produção de mudas de *C. fissilis* L., em adição ao solo.

O esterco bovino é fundamental na composição de substratos para plantas de *C. fissilis*.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.
- AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E. VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.
- ALMEIDA, A. N.; ANGELO, H.; SILVA, J.G.L.; HOEFLICH, V.A. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 119-126, 2010.
- ARAÚJO, E. B. G.; ALMEIDA, L. L. S. FERNANDES, F.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F.; PORTELA, J. C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de mudas de mamoeiro. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 36, n. 1, p. 264-272, 2015.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; SANTANA ARAUCO, A. M.; OLIVEIRA GONÇALVES, E.; ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.
- BONAMIGO, T.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, Z. V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlttd.) K. Schum. (RUBIACEAE). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 501-511, 2016.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de mata atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 717-730, 2007.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa floresta, p. 211-215, 2008.

CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S. BONFIM, J. A. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 357-366, 2014.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 80, p. 245-255, 1996.

COSTA, E.; DIAS, J. G.; LOPES, K. G.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Telas de sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 416-425, 2015.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

DAVID, G. Q.; MARQUES, G. P.; PERES, W. M.; MATOS, D. L.; RODRIGUES, C. Uso de extratos vegetais no controle de fitopatógenos em sementes de *Cedrela fissilis*. **Cadernos de Agroecologia**, Pombal, v. 11, n. 2, p. 2236-7934, 2016.

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, p. 10-13, 1960.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Qualidade de mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 635-644, 2015.

FERREIRA, O. G. L.; ROSSI, F. D.; ANDRIGHETTO, C. **DDA**: Determinador Digital de Áreas – Software para determinação de área foliar, índice de área foliar e área de olho de lombo. Versão 1.2. Santo Augusto: IFFarroupilha, 2008.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREITAS, G. A., MELO, A. V., PEREIRA, M. A. B., ANDRADE, C. A. O., LUCENA, G. N., SILVA, R. R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 5-12, 2012.

HUNT, G. A. Effect of styrobloc design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: ROSE, R.; CAMPBELL, S. J.; LANDIS, T. D. Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report RM-200. 1990, Roseburg: Proceedings. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.

KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant Cell and Environment**, v. 23, p. 81-89, 2000.

- KROLING, C. L. OLIVEIRA, C. M. B.; BERNARDO, R. A.; HEBLING, S. Desenvolvimento inicial de *Lafoensia glyptocarpa* Koene submetidas a diferentes condições de sobreamento. **Natureza on line**, Santa Tereza, v. 3, n. 2, p. 41-47, 2005.
- LAVRES-JÚNIOR, J.; BOARETTO, R. M.; SILVA, M. L. S.; CORREIA, D.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoeira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 145-151, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.
- LELES, P. S. S., LISBOA, A. C., OLIVEIRA NETO, S. N., GRUGIKI, M. A., FERREIRA, M. A.. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 69-78, 2006.
- LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sobreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, V.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-mansão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 232-237, 2011.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 2, São Paulo: Nova Odessa, 1998. 368p.
- MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON JÚNIOR, B. H.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sobreamento. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 941-953, 2008.
- MONTEIRO, D. R.; OLIVEIRA, D. G. H.; ALENCAR, Z. E. V.; FARIAS, S. A. R. Levantamento pluviométrico do município de Patos-PB nos últimos 16 anos. **I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro**. Vol. 1. 2015.
- MORAES-NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.
- NÓBREGA, R. S. A., PAULA, A. M. D., VILAS BOAS, R. C., NÓBREGA, J. C. A., MOREIRA, F. M. D. S. Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com compostos de lixo urbano. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 597-607, 2008.
- ROSA, L. S.; VIEIRA, T. A.; SANTO, D. S.; SILVA, L. C. B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sobreamento e profundidades de semeadura. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 1, n. 52, p. 87-98, 2009.

RUBERTI, I.; SESSA, G.; CIOLFI, A.; POSSENTI, M.; CARABELLI, M.; MORELLI, G. Plant adaptation to dynamically changing environment: the shade avoidance response. **Biotechnology Advance**, v. 30, n. 5, p. 1047-1058, 2012.

SAKURAGUI, C. M.; STEFANO, M. V.; CALAZANS, L. S. B. Meliaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; BEHLING, A.; CADORI, G. C.; JUNIOR, S. RUZA, M. S. Crescimento de área e índice de área foliar de mudas de *Eucalyptus unni* Maiden. em diferentes condições de cultivo. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 20, n. 2, p. 82-89, 2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, W. Z.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, F. T.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D. Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 746-759, 2011.

SILVA, R. D.; FREITAS, G. D.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. D.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

VERISSIMO, A.; JUNIOR, C. S.; STONE, S.; UHL, C. Zoning of timber extraction in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, Boston, v. 12, p. 128-136, 1998.

WALTERS, M. B.; REICH, P. B. Seed size, nitrogen supply, and growth rate affect tree seedling survival in deep shade. **Ecology**, Tempe, v. 81, n. 7, p. 1887-1901, 2000.