



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARIANA RIBEIRO VIEIRA

**CRESCIMENTO E TEOR DE CLOROFILA DE MUDAS DE *Melanoxylon brauna*
Schott SOB DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E SUBSTRATOS**

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARIANA RIBEIRO VIEIRA

**CRESCIMENTO E TEOR DE CLOROFILA DE MUDAS DE *Melanoxylon brauna*
Schott SOB DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E SUBSTRATOS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2019

**CRESCIMENTO E TEOR DE CLOROFILA DE MUDAS DE *Melanoxylon brauna*
Schott SOB DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E SUBSTRATOS**

MARIANA RIBEIRO VIEIRA

APROVADA EM: / /

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Eduardo Vinícius da Silva – UFRRJ
Membro

Eng. Florestal Dr. Alan Henrique Marques de Abreu - CEDAE
Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todas as bênçãos e por ter me sustentado até esse momento.

A minha família por todo apoio, por suportarem os momentos difíceis comigo e pela compreensão, principalmente aos meus pais por todo o amor a mim ofertado, e a minha avó, que já não está entre nós, por ter sido sempre nosso alicerce.

Aos meus amigos pelas alegrias e desafios partilhados durante a jornada dessa graduação.

Ao meu orientador, professor José Carlos Arthur Junior, pela paciência e dedicação empenhados a mim e ao nosso experimento.

Aos demais professores e a todos os que colaboraram com a minha formação direta e indiretamente.

Ao CNPq e a UFRRJ pela oportunidade de me desenvolver pessoal e profissionalmente executando esse projeto.

RESUMO

A *Melanoxylon brauna* Schott, pertencente à família Fabaceae Caesalpinoideae, é uma espécie nativa da Mata Atlântica que se encontra ameaçada de extinção. Existe grande dificuldade de produzir suas mudas para serem utilizadas em plantios de restauração, não havendo literatura sobre o manejo adequado para sua produção no viveiro. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de sombreamento em dois substratos no crescimento e no teor de clorofila de mudas de braúna. O experimento foi realizado em blocos casualizados no esquema fatorial com dois fatores, quatro níveis de luminosidade (100%, 73,8%, 52,9% e 41,6%, de luminosidade) e dois substratos (biossólido e substrato comercial). Aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura conduziu-se mensurações da altura da parte aérea e contabilizada a sobrevivência. Aos 240 dias, além da altura e sobrevivência, mensurou-se o diâmetro do coleto, o teor de clorofila A, B e total, massa de matéria seca foliar, massa de matéria seca caulinar, massa de matéria seca da parte aérea, massa de matéria seca das raízes, massa de matéria seca total, relação altura/diâmetro e Índice de Qualidade de Dickson. A análise de variância não constatou interação entre substrato e luminosidade para as variáveis analisadas. O substrato biossólido proporcionou condições para que as mudas produzidas apresentassem crescimento superior para as variáveis mensuradas, exceto para diâmetro do coleto, relação H/D e teor de clorofila A, B e total. Os níveis de luminosidade proporcionaram efeito significativo para altura, relação H/D, área foliar e nos teores de clorofila A, B e total, observando-se incremento nessas variáveis quanto menor o nível de luminosidade. A porcentagem de mudas sobreviventes foi reduzindo durante o período do experimento em ambos os substratos, sendo os maiores índices de sobrevivência observados no nível de luminosidade 41,6%. O substrato biossólido (BIO) proporcionou crescimento superior na produção de mudas de *Melanoxylon brauna*, assim como o nível de luminosidade de 42,6% gerou um ganho em altura e nos teores de clorofila, destacando-se principalmente pelo maior índice de sobrevivência.

Palavras-chave: Braúna; Luminosidade; Biossólido.

ABSTRACT

Melanoxylon brauna Schott, belonging to the family Fabaceae Caesalpinoideae, is an endangered native species of the Atlantic Forest. There is great difficulty in producing their seedlings for use in restoration plantations, and there is no literature on the proper management for their production in the nursery. Thus, the objective was to evaluate the effect of increasing levels of shading on two substrates on growth and chlorophyll content of brauna seedlings. The experiment was carried out in randomized blocks in a two-factor factorial scheme, four light levels (100%, 73.8%, 52.9% and 41.6%, light) and two substrates (biosolid and commercial substrate). At 60, 90, 120, 150, 180 and 210 days after sowing, measurements of shoot height were conducted and survival was counted. At 240 days, in addition to height and survival, the diameter of the stem, the chlorophyll content A, B and total, leaf dry matter mass, cauline dry matter mass, shoot dry matter mass, root dry matter, total dry matter mass, height / diameter ratio and Dickson Quality Index. The analysis of variance did not find interaction between substrate and luminosity for the analyzed variables. The biosolid substrate provided conditions for the seedlings produced to present superior growth for the measured variables, except for the diameter of the harvest, H/D ratio and chlorophyll A, B and total content. The light levels provided significant effect for height, H/D ratio, leaf area and chlorophyll A, B and total contents, with an increase in these variables the lower the light level. The percentage of surviving seedlings was reduced during the experiment period in both substrates, with the highest survival rates observed at light level 41.6%. The biosolid substrate (BIO) provided higher growth in the production of *Melanoxylon brauna* seedlings, as the light level of 42.6% generated a gain in height and chlorophyll content, especially due to the higher survival rate.

Keywords: Brauna; Lightness; Biosolid.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 <i>Melanoxylon brauna</i> Schott.....	2
2.2 Luminosidade e adaptações das plantas.....	2
2.3 Substrato e o desenvolvimento de mudas	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5. CONCLUSÕES	14
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1. INTRODUÇÃO

Em virtude da riqueza de espécies, dos elevados níveis de endemismo e da pequena fração de floresta original ainda existente, a Mata Atlântica é considerada um hotspot de biodiversidade, prioritária para a conservação (MYERS et al., 2000). Diversos programas públicos e privados vêm sendo desenvolvidos visando a manutenção da biodiversidade nesse bioma, sendo o reflorestamento uma das ações mais comuns. A demanda crescente por espécies florestais nativas para formação de reflorestamentos intensificou o interesse e a necessidade pela produção de mudas dessas espécies, cujo sucesso depende do conhecimento prévio de suas características de desenvolvimento (CUNHA et al., 2005).

Dentre as espécies nativas da Mata Atlântica de importância ecológica, destaca-se a *Melanoxylon brauna* Schott, pertencente à família Fabaceae Caesalpinoideae, que em função da sua plasticidade ecológica é considerada uma espécie com potencial para reflorestamentos (LORENZI, 2008). Sua madeira é muito apreciada, motivo pelo qual a espécie sofreu com a extração ilegal que, em conjunto com a falta de manejo adequado, levaram-na à situação de espécie vulnerável na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção (CNCFLORA, 2012). A espécie é classificada como secundária tardia, desenvolvendo-se em sub-bosque permanentemente sombreado e apresentando crescimento lento (SANTOS et al., 2004). Isso sugere que a espécie se desenvolve em ambiente com menor nível de radiação, no entanto, é importante ressaltar que existe uma ampla variedade de respostas entre as espécies, ocorrendo diferença de adaptação à luz, nos diferentes estágios de desenvolvimento.

A intensidade luminosa é um dos principais fatores determinantes no desenvolvimento, uma vez que a radiação luminosa está inteiramente ligada à fotossíntese e sua intensidade e quantidade podem alterar o metabolismo e o crescimento (MARCOS FILHO, 2005). As plantas submetidas à menores intensidades luminosas apresentam maior concentração de clorofila, por isto suas folhas, devido às características anatômicas e fisiológicas, são mais eficientes (PAULILO, 2000). No entanto, a intensidade luminosa, dependendo da quantidade e da necessidade das espécies, também pode se tornar um fator estressante (LARCHER, 2006). O sombreamento artificial, realizado por meio do uso de tela de sombreamento, tem sido utilizado nos estudos para avaliar a necessidade luminosa de diversas espécies em condições de viveiro. Isto se deve pelo fato de ser uma prática capaz de isolar e de quantificar o efeito da intensidade luminosa e fornecer às parcelas experimentais condições uniformes de iluminação, quando comparadas aos estudos em condições naturais (REGO; POSSAMAI, 2006).

O conhecimento das exigências específicas das espécies é fundamental para o êxito na produção de mudas saudáveis e de qualidade, porém, varia em função de diversos fatores, como a luminosidade, tipos e composição de substratos, irrigação e tratamentos culturais. De acordo com Gonçalves e Poggiani (1996), a boa formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e de povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e/ou, recuperação de áreas degradadas, está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. O substrato tem a função de sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o crescimento e funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes necessários ao crescimento, sendo isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006; HARTMANN et al., 2011).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de níveis decrescentes de luminosidade e de dois substratos no crescimento e no teor de clorofila de mudas de *Melanoxylon brauna*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Melanoxylon brauna* Schott

A *Melanoxylon brauna* Schott, conhecida popularmente como braúna, é uma espécie endêmica do Brasil, pertencente à família Fabaceae Caesalpinoideae e nativa da Mata Atlântica. Possui ocorrência natural em Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Pluvial, com distribuição nas regiões Nordeste, na Bahia, e Sudeste, nos estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (RANDO; CARVALHO; SILVA, 2019).

Segundo Lorenzi (2008) a braúna possui altura de 15 a 25 m, com tronco de 40 a 80 cm de diâmetro, folhas alternas espiraladas, compostas imparipinadas, com 15 a 19 folíolos glabros, fruto tipo legume deiscente e seco, contendo no seu interior estruturas membranosas envolvendo as sementes, com dispersão anemocórica. A floração ocorre de fevereiro a abril, com o amadurecimento dos frutos de setembro a outubro. Sua madeira possui densidade média de 1,05 g cm⁻³, considerada pesada e de grande durabilidade mesmo sendo exposta a ambientes adversos (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015).

A espécie apresenta baixa taxa de germinação (SANTOS et al., 2016) e perda da viabilidade das sementes quando armazenadas (CORTE et al., 2010). Além disso, há escassez de informações detalhadas sobre o processo de produção de mudas de braúna, seu comportamento ecológico e silvicultural, o que torna fundamental estudos para o desenvolvimento da atividade florestal e para programas de conservação (PACHECO et al., 2013).

2.2 Luminosidade e adaptações das plantas

A luminosidade é fator relevante na produção de mudas por se tratar de elemento indispensável ao crescimento das plantas (HERNANDES; PEDRO JÚNIOR; BARDIN, 2004). Controla o desenvolvimento de espécies arbóreas jovens em florestas tropicais (LEE, 1996), regula a sobrevivência e o estabelecimento das plantas nesses ambientes (ALENCAR; ARAUJO, 1980), e influencia na morfologia e fisiologia dos vegetais (ATROCH et al., 2001).

Há várias classificações em relação à adaptação das espécies à luminosidade, sendo a mais empregada a divisão em quatro grupos: pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax (BUDOWSKI, 1965). As espécies que são adaptadas a condições de maior luminosidade são predominantes nas áreas abertas e tem crescimento rápido, fornecendo o sombreamento necessário para o crescimento das espécies que terão seu desenvolvimento mais tardio. A tolerância das espécies ao sombreamento aumenta da pioneira para a clímax (MARTINS, 2007).

Nas florestas, a enorme variação na disponibilidade da radiação incidente propicia diferentes regimes de luminosidade. O ambiente de luminosidade que incide na copa da vegetação varia em intensidade e qualidade, pois a intensidade da radiação sofrerá variações devido à passagem da luz através da folhagem, pela refletância da superfície e pelos efeitos de penumbra causados por pequenos orifícios no dossel (ARAGÃO et al., 2014). Devido à essas adversidades luminosas do ambiente, as plantas possuem adaptações que envolvem o ajuste de seu aparelho fotossintético, para usar a luz de maneira mais eficiente possível, mas, essa eficiência varia conforme as espécies e se reflete no crescimento global da planta (FREITAS et al., 2012).

Alterações nas taxas de luminosidade que determinada espécie está adaptada proporcionam respostas fisiológicas, bioquímicas e anatômicas diferentes (CARVALHO et al., 2006). Como consequências da alteração da luminosidade, são observadas muitas variações na razão clorofila a/b, espessura foliar, teor de nitrogênio, densidade estomática,

e/ou alterações na proporção de tecidos fotossintetizantes em relação aos não fotossintetizantes, levando à modificação na distribuição de biomassa (FREITAS et al., 2012), além de alterar a sua área foliar e massa fresca (GONÇALVES et al., 2005).

Um dos fatores ligados à eficiência da fotossíntese de plantas e, conseqüentemente, ao crescimento e à capacidade de adaptação a diversos ambientes é o conteúdo de clorofila e carotenoides, sendo que além da concentração total desses pigmentos, a proporção entre eles e entre as clorofilas a e b muda em função da intensidade luminosa (REGO; POSSAMAI, 2006). De modo geral, a clorofila e os carotenoides tendem a aumentar com a redução da intensidade luminosa (FERRAZ; SILVA, 2001; FONTES; SILVA, 2000). Em ambientes com menores teores de luminosidade, ocorrem modificações na folha que proporcionam maior captação de luz aumentando o teor de clorofila e diminuindo a razão clorofila a/b, devido ao aumento das antenas responsáveis em captar a luz do fotossistema II, estas são ricas em clorofila b (PAULILO, 2000). Em maiores intensidades luminosas o número de cloroplastos aumenta, porém quando a pleno sol, estes têm menor área e se mostram mais finos (BRANT et al., 2011).

As folhas de sol são resistentes a altos graus de radiação, tem menor tamanho, maior espessura, maior massa por unidade de área e maior capacidade fotossintética, quando comparadas às folhas de sombra (ALVES, 2006; CRAVEN; GULAMHUSSEIN; BERLYN, 2010). A alta luminosidade e altas temperaturas podem causar estresses à planta, causando ajustes na sua morfologia capazes de atuar na absorção da luz, sendo um exemplo disso é o ajuste do ângulo de inclinação foliar (VAN ZANTEN et al., 2010), bem como o aumento na espessura do parênquima paliádico e do parênquima esponjoso (LIMA JUNIOR et al., 2006; SABBI; ÂNGELO; BOEGER, 2010). A elevação da temperatura nas folhas pode estar relacionada à redução do crescimento em altura de plantas a pleno sol, intensificando a taxa respiratória, que, indiretamente, pode induzir o fechamento dos estômatos, com conseqüente redução da fixação de carbono, causando, ainda, aumento no consumo de fotoassimilados (KOZLOWSKI et al. 1991).

As folhas de sombra são as que se adaptam a baixa luminosidade e é uma característica genética que faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas que as capacitem à utilização efetiva da luminosidade disponível (LARCHER, 2006). Essas folhas têm maior área foliar, são mais delgadas (BERLYN; CHO, 2000; LIMA JUNIOR et al., 2006) e ocorre aumento no teor de clorofila e diminuição da razão clorofila a/b (PAULILO, 2000). A fotossíntese de folhas de sombra maximiza a absorção de luz e minimiza a perda de carbono pela respiração (ZHANG; MA; CHEN, 2003).

Grande parte da produção de mudas em viveiro florestais ocorre em ambiente de sol pleno, para tornar melhor a adaptação das plantas às condições de campo e diminuir gastos com estrutura para a formação das mudas (PAIVA et al., 2003). Porém, sabe-se que cada espécie tem uma resposta fisiológica diferente em relação à luminosidade (DAVIDE; SILVA, 2008). O sombreamento artificial realizado em viveiros, através de telas de polietileno, proporciona diferentes níveis de passagem de luz, auxiliando no crescimento das mudas (SANTAROSA et al., 2014). É um método utilizado no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, pois possibilita avaliar a magnitude da necessidade de luz de uma espécie já que confere uniformidade de iluminação e permite isolar e quantificar o efeito da luz (PORTELA et al. 2001).

2.3 Substrato e o desenvolvimento de mudas

A composição dos substratos é um fator de grande importância, pois a germinação de sementes, a iniciação radicular e o enraizamento estão diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (CALDEIRA et al., 2000). O nível de eficiência dos substratos para germinação de sementes e iniciação radicular, entre outras características,

está associado à sua capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade de nutrientes (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

É necessário ter conhecimento dos substratos utilizados na produção de mudas, pois esses devem apresentar características químicas e físicas ideais ao crescimento (KLEIN et al., 2012). As propriedades químicas de um substrato são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais, os quais influenciam no desenvolvimento das mudas (CALDEIRA et al., 2011; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). No entanto, as propriedades físicas de um substrato são mais importantes, visto que não podem ser facilmente modificadas, enquanto que as químicas podem ser manejadas pelo viveirista mediante o uso de adubações, irrigação e fertirrigação (KÄMPF, 2005).

Existem diversos tipos de substratos, dentre os quais citam-se: terra de subsolo, composto orgânico, vermiculita, areia, esterco animal, serragem, casca de árvores decompostas, moinha de carvão etc, e é possível encontrar no mercado substratos esterilizados, livres de pragas e doenças, formulados especialmente para a produção de mudas, tais como: composto orgânico, húmus, espuma fenólica (para enraizamento de estacas e cultivo hidropônico) e fibra de coco, entre outros (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

Por ser difícil obter material puro com as características ideais para um substrato, devem ser feitas misturas, visando melhorar suas propriedades físico-químicas (SANTOS et al., 2000). Segundo Fonseca (2001), na escolha de um substrato, além da espécie a ser plantada, deve-se levar em consideração, principalmente, suas características físicas e químicas, e também, aspectos econômicos como baixo custo e disponibilidade.

Nos viveiros florestais, é comum a utilização de componentes orgânicos para a produção de mudas com o objetivo de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos dos substratos (CALDEIRA et al., 2014). Para a composição de materiais específicos, é necessária a seleção de substratos com características adequadas para cada espécie, racionalizando custos sem o comprometimento da qualidade das mudas (CALDEIRA et al., 2011). As propriedades dos substratos são variáveis em função de sua origem, método de produção ou obtenção, proporções de seus componentes, entre outras características (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

Segundo Santos et al. (2014) o lodo de esgoto devidamente tratado e estabilizado, denominado biossólido, proporciona aumento da fertilidade dos substratos com aumento de teores dos nutrientes. Seu uso como substrato para a produção de mudas florestais contribui para o melhor desenvolvimento das mudas devido sua aeração e macroporosidade, boa qualidade dos torrões formados e facilidade de liberação da muda (SCHEER; CARNEIRO; SANTOS, 2010), além de parte de seus nutrientes se encontrar na forma orgânica, tendo, portanto, liberação gradativa (ABREU et al., 2019; CARVALHO; BARRAL, 1981). Outra vantagem é a minimização de problemas com a contaminação ambiental por elementos potencialmente tóxicos, visto que a quantidade de substrato contida nos recipientes é insignificante perto do volume de solo em que essas mudas são plantadas (ROCHA et al., 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro florestal “Luiz Fernando Oliveira Capellão”, localizado no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, coordenadas -22.7646564 de latitude sul e -43.6941553 de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com temperatura média de 23,5 °C e pluviosidade média anual de 1354 mm. O período experimental foi de 12 de abril de 2018 à 14 de dezembro de 2018.

Para produção das mudas, as sementes de *Melanoxylon brauna* foram coletadas na região do município de Leopoldina, estado de Minas Gerais, sendo selecionadas, eliminando-

se sementes imaturas, deterioradas ou danificadas por pragas e insetos. Os substratos utilizados foram o produto comercial formulado à base de casca de pinus compostada e vermiculita e o biossólido proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Ilha do Governador, localizada no bairro Ilha do Governado, município do Rio de Janeiro, disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE) (Tabela 1). O esgoto tratado nessa ETE é prioritariamente residencial, sendo seu tratamento realizado a nível primário e secundário pelo sistema de lodos ativados. O lodo proveniente do tratamento primário é misturado ao lodo do tratamento secundário para então passar por adensamento em centrífuga. Após isso, o material é disposto em leitos de secagem semipermeáveis ao ar livre, onde permanece 90 dias em média.

Tabela 1: Teores totais de macronutrientes (g kg^{-1}), alumínio, matéria orgânica, relação carbono/nitrogênio e metais pesados (mg kg^{-1}) do biossólido proveniente da estação de tratamento de esgoto Ilha do Governador e em substrato comercial.

Analísado	Subst. Comercial	Biossólido ETE Ilha Governador
Nitrogênio (g kg^{-1})	7,90	18,33
Fósforo (g kg^{-1})	2,19	7,62
Potássio (g kg^{-1})	2,13	1,26
Cálcio (g kg^{-1})	3,73	12,51
Magnésio (g kg^{-1})	3,52	1,90
Alumínio (g kg^{-1})	222,85	150,45
Matéria Orgânica (%)	38,00	26,00
Relação C/ N	28,00	8,00
Arsênio (mg kg^{-1}) 41*	0,20	não detectado
Bário (mg kg^{-1}) 1300*	47,60	178,10
Cádmio (mg kg^{-1}) 39*	0,20	1,10
Cromo (mg kg^{-1}) 1000*	24,20	33,70
Cobre (mg kg^{-1}) 1500*	12,50	212,00
Níquel (mg kg^{-1}) 420*	13,30	17,30
Chumbo (mg kg^{-1}) 300*	6,30	141,80
Selênio (mg kg^{-1}) 100*	não detectado	não detectado
Zinco (mg kg^{-1}) 2800*	28,10	822,60

*valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 375/ 2006 (mg kg^{-1} , base seca).

Fonte: Sousa et al. (2019).

Os recipientes de cultivo foram tubetes com capacidade volumétrica de 180 cm^3 , dispostos em bandejas do tipo caixa de polipropileno com capacidade para 54 tubetes. Esse recipiente foi selecionado por ter apresentado melhor resultado conforme estudo realizado por Silva et al. (2016). Foi realizada a semeadura direta manualmente, colocando-se em torno de três sementes por recipiente. Após a germinação, aproximadamente 30 dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por recipiente, sendo esta a mais vigorosa e centralizada.

As mudas foram irrigadas diariamente por sistema de microaspersão, duas vezes ao dia. O substrato comercial recebeu fertilização de base segundo recomendação de Gonçalves (2000) com as seguintes doses por m^3 de substrato: 150 g de N por meio do uso de sulfato de amônio, 300 g de P_2O_5 por meio do uso de superfosfato simples, 100 g de K_2O por meio do uso de cloreto de potássio, e 150 g de FTE Br_{12} (1,8% de B, 0,8% de Cu, 3,0% de Fe, 2,0% de Mn e 0,1% de Mo) para fornecimento de micronutrientes. A fertilização de cobertura foi

realizada acordo com a recomendação de Gonçalves (2000), sendo composta de 200 g de N por meio do uso de sulfato de amônio, e 180 g de K₂O por meio do uso do cloreto de potássio, para 100 litros de solução nutritiva, aplicando-se 5 ml por muda. A primeira fertilização de cobertura ocorreu após 30 dias da semeadura, repetindo-se a cada quinze dias para a fertilização nitrogenada e a cada 30 dias para fertilização potássica.

O experimento foi realizado em blocos casualizados no esquema fatorial 2x4, onde o fator 1 foi representado por quatro níveis de luminosidade, 100% (T0), 73,8% (T1), 52,9% (T2), e 41,6% (T3), e o fator 2, por dois substratos, biofóssido (BIO) e substrato comercial (SC), totalizando 8 tratamentos, com 5 repetições por tratamento e cerca de 9 mudas por repetição.

Cada nível de luminosidade foi composto por quatro bandejas onde se aleatorizou os dois substratos (Figura 1). A estrutura recebeu armações laterais de bambu com 1,0 m altura e foi recobertas com tela de poliolefina de cor preta, adicionando mais camadas de telas para se obter as diferentes intensidades luminosas (Figura 1). A leitura da luminosidade de cada ambiente foi realizada por meio do aparelho luxímetro para obtenção da radiação total.



Figura 1: Estrutura preparada para simular diferentes intensidades luminosas por meio do uso de diferentes camadas de tela de poliolefina de cor preta.

Aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura conduziu-se mensurações da altura da parte aérea (H), com uso de régua graduada (cm) e contabilizada a sobrevivência. Aos 240 dias, além da H e sobrevivência, mensurou-se o diâmetro do coleto (DC) com uso de paquímetro digital (mm), o teor de clorofila A, B e total por meio do Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila - CFL1030. Nessa data, selecionaram-se cinco mudas com H mais próximas da média do tratamento para mensuração da massa de matéria seca das folhas (MSF), massa de matéria seca do caule (MSC), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA = MSF+MSC), massa de matéria seca das raízes (MSR), massa de matéria seca total (MST = MSPA+MSR), determinação da área foliar por meio do medidor LICOR-310, da relação altura/diâmetro (H/D) e do índice de qualidade de Dickson (IQD).

Para obtenção da MSF, MSC, MSR o material foi identificado e acondicionado separadamente em sacos de papel e secos em estufa à 65 °C até peso constante. Após este período, o material vegetal foi pesado em balança analítica de precisão.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (PMSPA), da massa de matéria seca do sistema radicular (PMSR) por meio da fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{PMST(g)}{H(cm)/DC(mm) + PMSPA(g)/PMSR(g)}$$

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA). Os efeitos dos níveis de luminosidade foram analisados por meio de regressões, sendo apresentadas somente as equações cujos coeficientes de maior grau foram significativos ($p < 0,05$) e utilizada a média dos valores de ambos os substratos.

Os dados meteorológicos foram obtidos no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pelo Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro), na estação meteorológica Ecologia Agrícola.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis mensuradas aos 240 dias não apresentaram distribuição normal, com exceção de H, DC, clorofila A e clorofila total. Após a transformação aplicando-se a função Log, os critérios de normalidade foram atendidos. A análise de variância (Tabela 2) não constatou interação entre os fatores substrato e luminosidade, o que indica a mesma tendência no comportamento da variável em um fator, nos diferentes níveis do outro fator.

O substrato foi significativo para as variáveis H, MSF, MSC, MSPA, MSR, MST, AF e IQD, e a luminosidade para H, relação H/D, AF, clorofila A, clorofila B e clorofila total.

O parâmetro DC não foi significativo para nenhum dos tratamentos, o que corroborou com o estudo de Dutra, Santana e Massad (2012) em que, apesar do efeito da interação entre os fatores avaliados (tipo de substrato e níveis de luminosidade) ter sido significativo para a taxa de crescimento em diâmetro, a resposta aos níveis de luminosidade e tipos de substrato foi muito distinta, não ocorrendo ajuste da equação em alguns tratamentos.

Tabela 2: Valor F calculado da análise de variância para as variáveis mensuradas de mudas de *Melanoxylon brauna* aos 240 dias após semeadura.

Fonte de variação	GL	H	DC	H/D	MSF	MSC	MSPA	MSR	MST
Substrato	1	25,21**	2,39 ^{n.s.}	0,05 ^{n.s.}	8,53**	7,77**	8,76**	7,84**	8,86**
Luminosidade	3	19,80**	0,70 ^{n.s.}	4,00**	1,19 ^{n.s.}	0,74 ^{n.s.}	0,87 ^{n.s.}	2,01 ^{n.s.}	0,82 ^{n.s.}
Substrato x Luminosidade	3	0,53 ^{n.s.}	0,28 ^{n.s.}	0,21 ^{n.s.}	0,13 ^{n.s.}	0,26 ^{n.s.}	0,18 ^{n.s.}	0,55 ^{n.s.}	0,05 ^{n.s.}
Resíduo	32								

Fonte de variação	GL	AF	Clor.A	Clor.B	Clor.Total	IQD
Substrato	1	15,00**	3,38 ^{n.s.}	2,31 ^{n.s.}	3,23 ^{n.s.}	5,15**
Luminosidade	3	5,50**	11,08**	7,26**	10,27**	2,12 ^{n.s.}
Substrato x Luminosidade	3	0,43 ^{n.s.}	1,06 ^{n.s.}	1,26 ^{n.s.}	1,22 ^{n.s.}	0,09 ^{n.s.}
Resíduo	32					

‘**’ : nível de significância 0,01; ‘n.s.’ : não significante.

Os valores das médias de H, MSF, MSC, MSPA, MSR, MST, IQD e AF foram superiores nas mudas cultivadas no substrato BIO (Tabela 3).

Tabela 3: Valores das médias mensuradas de mudas de *Melanoxylon brauna* aos 240 dias após semeadura.

Luminosidade	H			DC			H/D		
	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA
%	cm			mm					
100	14,38	12,64	13,51	49,04	46,3	47,67	2,97	2,74	2,86
73,8	14,98	13,48	14,23	53,3	45,2	49,25	2,94	3,05	3
52,9	15,82	14,96	15,39	49,4	46,94	48,17	3,29	3,26	3,27
41,6	16,72	15,54	16,13	45,6	42,88	44,24	3,86	3,69	3,77
MÉDIA	15,48	14,16	14,82	4,93	4,53	4,73	3,26	3,19	3,23
Luminosidade	MSF			MSC			MSPA		
	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA
%	g muda ⁻¹								
100	1,61	0,7	1,16	1,55	0,87	1,21	3,16	1,57	2,36
73,8	2,09	1,17	1,63	1,95	1,11	1,53	4,04	2,28	3,16
52,9	1,67	1,25	1,46	1,45	1,22	1,34	3,13	2,47	2,8
41,6	1,72	1,05	1,39	1,44	0,96	1,2	3,16	2,01	2,59
MÉDIA	1,77	1,04	1,41	1,6	1,04	1,32	3,37	2,08	2,73
Luminosidade	MSR			MST			AF		
	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA
%	g muda ⁻¹			cm ²					
100	4	2,67	3,34	7,16	4,24	5,7	143,59	57,65	100,62
73,8	3,25	2,63	2,94	7,29	4,9	6,1	217,41	137,29	177,35
52,9	3,36	2	2,68	6,48	4,47	5,48	222,41	94,57	158,49
41,6	2,83	1,59	2,21	5,99	3,6	4,8	415	181,24	298,12
MÉDIA	3,36	2,22	2,79	6,73	4,3	5,52	249,6	117,69	183,65
Luminosidade	Cloro A			Cloro B			Cloro Total		
	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA	BIO	SC	MÉDIA
%									
100	25,95	24,09	25,02	5,17	4,56	4,87	31,12	28,65	29,89
73,8	28,15	27,98	28,07	5,98	6,36	6,17	34,13	34,34	34,24
52,9	32,31	27,96	30,14	9,55	6,7	8,13	41,86	34,66	38,26
41,6	32,48	32,04	32,26	8,59	7,97	8,28	41,07	40,01	40,54
MÉDIA	1,69	1,07	1,38	7,32	6,4	6,86	37,05	34,42	35,74
Luminosidade	IQD								
	BIO	SC	MÉDIA						
%									
100	6,71	5,12	5,91						
73,8	4,87	4,21	4,54						
52,9	5,16	3	4,08						
41,6	4,15	2,22	3,18						
MÉDIA	1,69	1,07	1,38						

Visualmente foi perceptível a diferença entre as mudas produzidas no substrato BIO e SC (Figura 2).



Figura 2: Comparação do desenvolvimento das mudas em função dos diferentes substratos, em que SC é o substrato comercial e BIO é o substrato biossólido.

Sousa et al. (2019) em experimento com mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) produzidas com biossólidos de duas estações de tratamento de esgoto observaram para os parâmetros H, AF, MSPA, MSR, MST e IQD que as mudas produzidas com o biossólido de ambas as ETEs obtiveram valores maiores que as produzidas com substrato comercial. Cabreira et al. (2017) no trabalho com *Peltophorobium dubim* (Springer.) Taub. (Farinha seca), *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Dedaleiro) e *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (Paineira) para avaliar diferentes proporções de biossólido como componente de substratos, o tratamento com 80% de biossólido apresentou melhores resultados nos parâmetros MSR, MSPA, AF e IQD nas três espécies. Os autores associaram a resposta positiva das espécies florestais nativas ao aumento do percentual de biossólido no substrato, devido ao maior teor de nutrientes, exceto potássio, bem como a maior capacidade de troca catiônica (CTC) e matéria orgânica. No presente estudo os resultados foram semelhantes aos obtidos por outros autores com diferentes espécies florestais nativas, o que corrobora que as características químicas e físicas desse substrato são favoráveis para seu uso para produção de mudas dessas espécies.

O substrato não teve efeito na concentração de clorofila nas folhas (Tabela 2), corroborando com o resultado de Afonso et al. (2012) em que a composição do substrato não afetou a concentração de clorofilas em mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Entretanto, os teores de clorofila variam entre genótipos e sofrem alterações em função das condições edafoclimáticas em que ocorrem o crescimento e desenvolvimento da planta (MARENCO; LOPES, 2005).

Pela análise de regressão observou-se incremento nas variáveis H, relação H/D, AF, teor de clorofila A, B e total, quanto menor o nível de luminosidade (Figura 3).

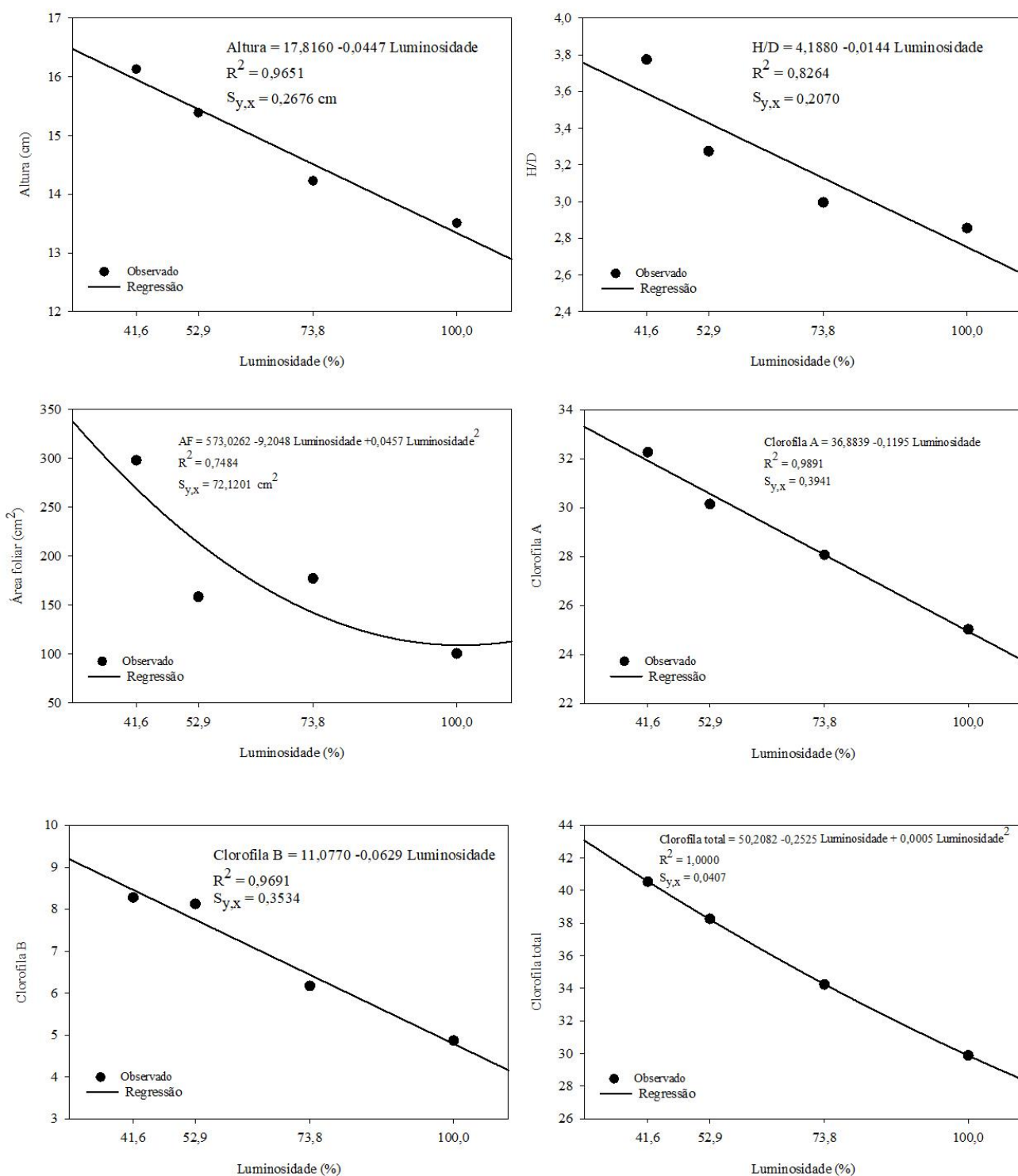


Figura 3: Análises de regressão das variáveis mensuradas de mudas de *Melanoxylon brauna* aos 240 dias após semeadura que apresentaram efeito significativo do com aumento do nível de luminosidade.

No estudo realizado com pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) sob 30, 50 e 100% de luminosidade, Lenhard et al. (2013) verificaram maiores alturas sob 50% de luminosidade. A capacidade de crescer rapidamente em ambientes sombreados que algumas espécies apresentam é um mecanismo de adaptação que visa escapar do déficit de luz, já que elas não

são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas, por meio do reajuste de suas taxas metabólicas (MORAIS NETO et al., 2000). No presente estudo, o resultado foi semelhante ao obtido pelo estudo citado acima, com resposta positiva em função da redução da luminosidade, indo de acordo a classificação de secundária tardia da espécie. No entanto, pelo ajuste linear obtido na regressão (Figura 3) não foi possível determinar o valor que maximiza a H das mudas de *Melanoxylon brauna*.

Na análise da relação H/D de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) submetidas aos níveis de 20, 40, 60, 80 e 100% de luminosidade, Aguiar et al. (2011) observaram que as plantas que permaneceram a 20 e 40%, a relação H/D tendeu a aumentar. A relação H/D pode ser utilizada para identificar a qualidade de mudas, pois plantas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. Uma relação adequada entre esses parâmetros permite uma maior taxa de sobrevivência em campo e melhor desenvolvimento após o plantio, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (STURION; ANTUNES, 2000; VIANA et al., 2008). A mesma tendência ocorreu neste estudo com ajuste linear para a variável H/DC, corroborando com o resultado do estudo citado, no entanto os valores encontrados situam-se abaixo da faixa indicada (5,4 a 8,1) por Carneiro (1995).

No que diz respeito a AF os resultados encontrados foram semelhantes aos de Pacheco et al. (2013) com jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*), sob níveis de luminosidade 9, 16, 30, 50, 78 e 100%, que teve valores médios superiores nos níveis de 16 e 30% de luminosidade, sendo a menor área observada no tratamento com 100% de luminosidade. As folhas de plantas de sombra têm maior área foliar e são mais delgadas (BERLYN; CHO, 2000; LIMA JUNIOR et al., 2006). O aumento da AF com a diminuição da intensidade luminosidade é uma das maneiras da planta expandir sua superfície fotossintetizante, assegurando maior aproveitamento da luminosidade (LARCHER, 2006).

Em relação aos teores de clorofila, Rego e Possamai (2006) observaram que os níveis de luminosidade mais baixos proporcionaram maiores teores de clorofila A, B e total em mudas do jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) submetido a 34, 44, 64, 70 e 100% de luminosidade. Em ambientes com menores teores de luminosidade, ocorrem modificações na folha que proporcionam maior captação de luz aumentando o teor de clorofila e diminuindo a razão clorofila a/b, devido ao aumento das antenas responsáveis em captar a luz do fotossistema II, estas são ricas em clorofila b (PAULILO, 2000). O aumento da clorofila B em ambientes de baixa luminosidade trata-se de uma adaptação, uma vez que a clorofila B absorve energia em comprimentos de onda ligeiramente diferentes da clorofila A, o que propicia um fluxo energético da clorofila B para a clorofila A, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese (REGO; POSSAMAI, 2006). No presente estudo, assim como no trabalho citado, observou-se aumento dos teores de clorofila A e B de forma linear e quadrático para a clorofila total em função da diminuição da luminosidade, não sendo possível estimar o máximo para esses teores em função dos níveis de luminosidade testados.

O crescimento de mudas da *Melanoxylon brauna* foi linear ao longo do período experimental (Figura 4). A análise do coeficiente angular das regressões estabelecidas para o crescimento das mudas no substrato BIO resultou no aumento em torno de 1,5 cm mês⁻¹ em H para os níveis de luminosidade de 100, 73,8 e 52,9%, enquanto que na luminosidade de 41,6% esse aumento foi de 1,7 cm mês⁻¹ (Figura 4). Já o incremento mensal em H das mudas cultivadas no SC foi de 1,1 cm para a luminosidade de 100%, 1,3 cm para a de 73,8%, e 1,5 cm para as de 52,9% e 41,6%. O mesmo comportamento foi notado para as mudas de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) no estudo realizado por Dutra et al. (2012) sob níveis de luminosidade 30, 50, 70 e 100%, apresentando uma resposta linear crescente da H com a diminuição dos níveis de luminosidade.

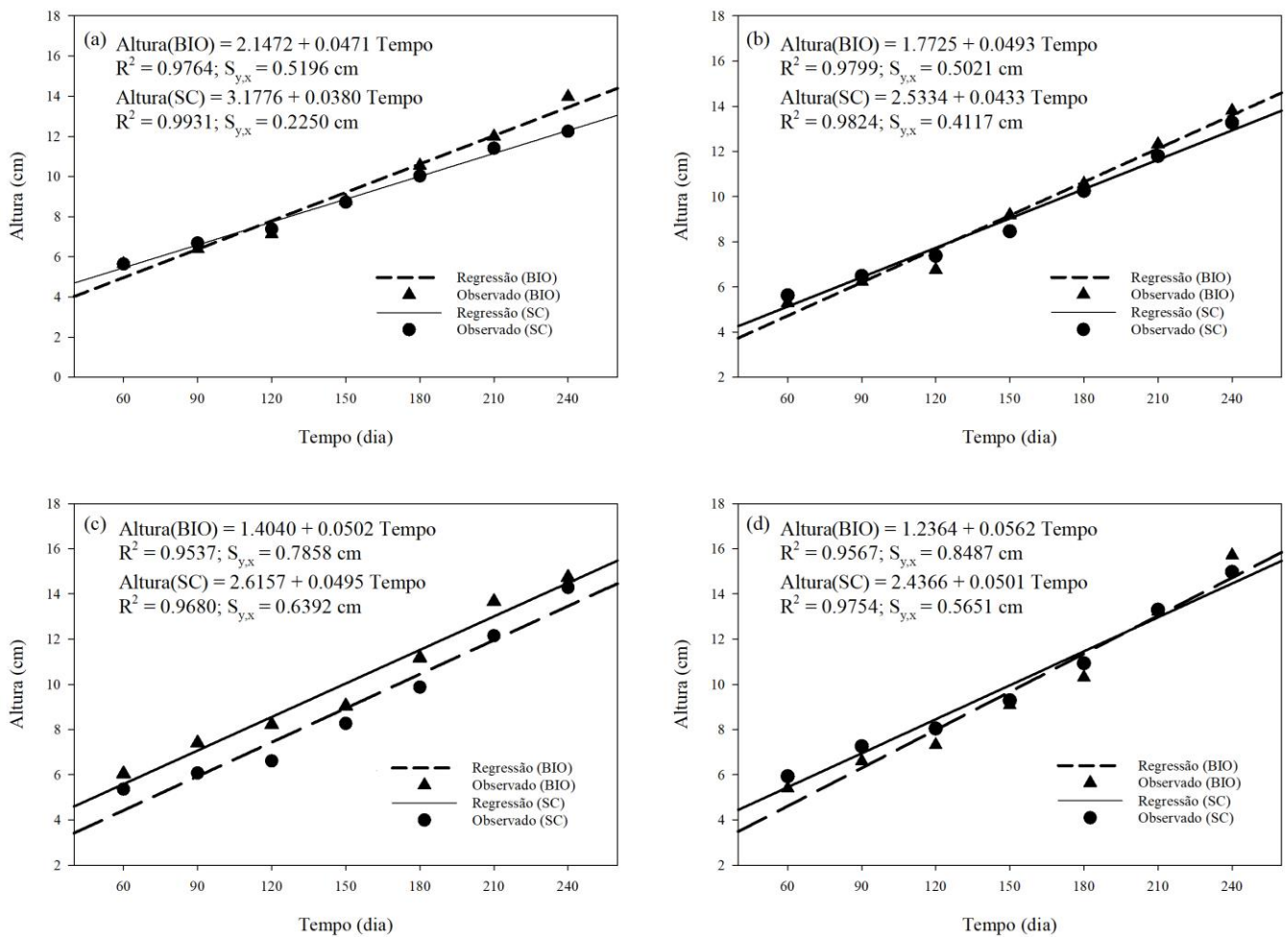


Figura 4: Crescimento de mudas de *Melanoxylon brauna* dos 60 aos 240 dias após sementeira. Os painéis a, b, c e d indicam os termos de 100, 73,8, 52,9 e 41,6%, respectivamente.

De maneira geral, a porcentagem de mudas sobreviventes foi reduzindo com o período de cultivo do experimento, mais expressivamente para as que estavam a pleno sol e com maiores níveis de luminosidade (Figura 5). A maior índice de sobrevivência foi observado no menor nível de luminosidade T3. Este comportamento foi observado tanto para mudas cultivadas no substrato BIO quanto em mudas no SC. O período mais crítico de mortalidade das mudas foi entre 150 e 180 dias, exceto para o T2 onde a maior mortalidade foi entre 180 e 210 dias. Essa maior taxa de mortalidade pode estar relacionada as condições do tempo, em que foram observadas as altas temperaturas entre 150 e 210 dias, entre os meses de outubro e dezembro.

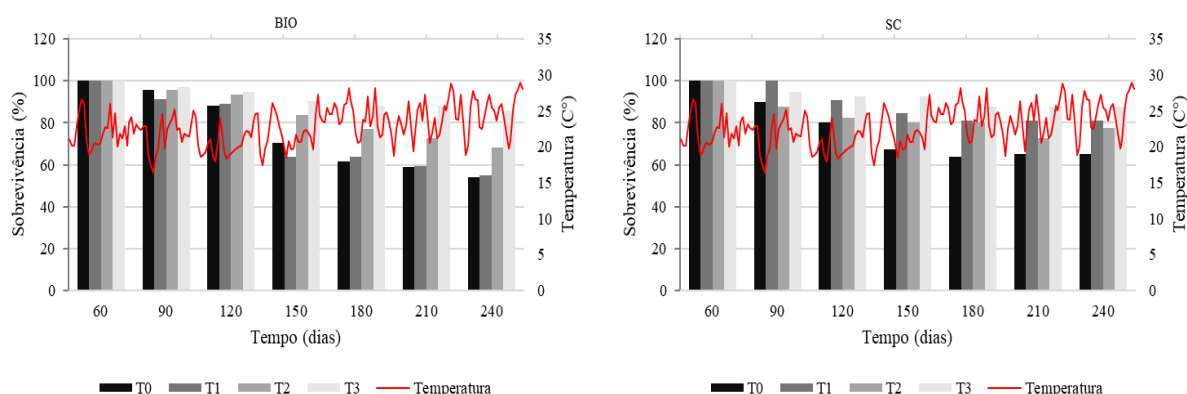


Figura 5: Porcentagem de sobrevivência de mudas de braúna ao longo do tempo de produção, em dias, e temperatura média em graus Celsius obtida na estação meteorológica Ecologia Agrícola – RJ no período do experimento.

A sobrevivência das mudas foi linear decrescente durante o período do experimento (Figura 6). O nível de luminosidade T0 apresentou as menores taxas de sobrevivência nos dois substratos, assim como o T3 apresentou as maiores taxas. No estudo realizado por Dutra et al. (2012) a sobrevivência das mudas de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) apresentou comportamento quadrático para os níveis de luminosidade e a redução da luminosidade sobre as mudas proporcionou maior percentagem de sobrevivência das mesmas quando comparadas ao tratamento a pleno sol, contudo, seu valor máximo foi alcançado com 52% de luminosidade.

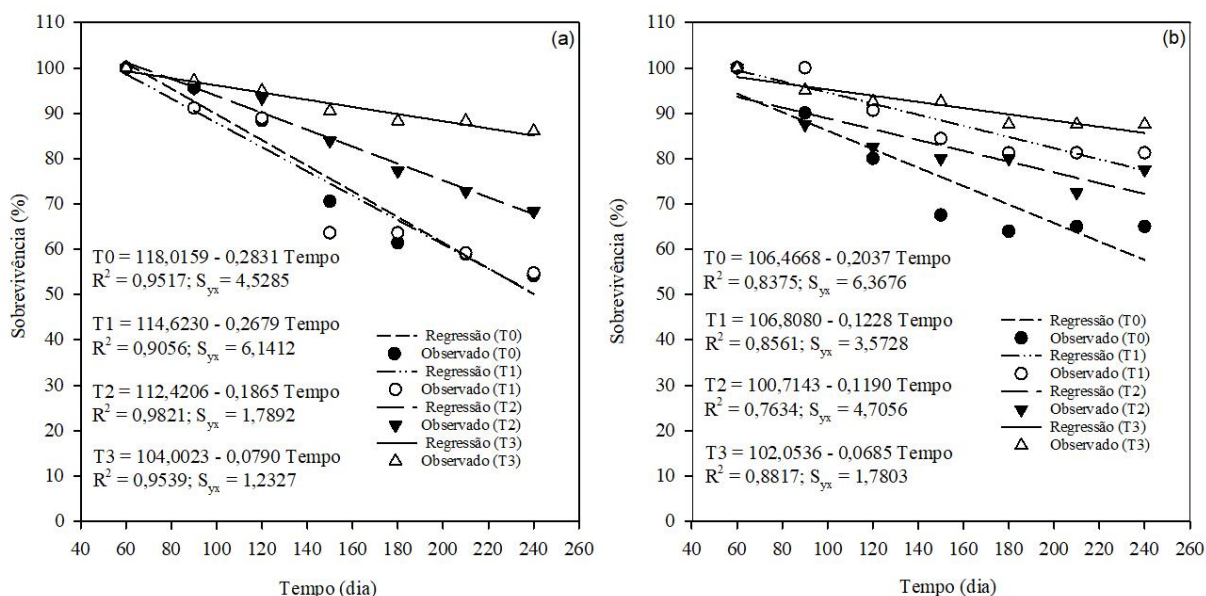


Figura 6: Sobrevivência de mudas de *Melanoxylon brauna* dos 60 aos 240 dias após semeadura. Os painéis a e b indicam os substratos biossólido e substrato comercial, respectivamente.

Em virtude do que foi encontrado, sugere-se estudos com níveis de luminosidade inferiores ao do presente estudo em função de não se obter o valor que maximiza as variáveis que deram resposta.

5. CONCLUSÕES

O substrato bio-sólido (BIO) proporcionou crescimento superior na produção de mudas de *Melanoxylon brauna*, assim como o nível de luminosidade de 42,6% gerou um ganho em altura e nos teores de clorofila, destacando-se principalmente pelo maior índice de sobrevivência.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.H.M. de; ALONSO, J.M.; MELO, L.A. de; LELES, P.S. dos S.; SANTOS, G. R. dos. Caracterização de bio-sólido e potencial de uso na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 24, n. 3, p.591-599, 2019.
- AFONSO, V., MARTINAZZO, G., AUMONDE, Z. Z. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* VELL. Morong. **Revista Árvore**, [s.l.], v.36, n. 6, p. 1019–1026, 2012.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R. do; 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.
- ALENCAR, J. da. C.; ARAUJO, V. C. de. Comportamento de espécies florestais amazônicas quanto à luminosidade. **Acta Amazônica**, Amazonas, v. 10, n. 3, p.435-444, 1980.
- ALVES, A. C. A. **Efeito das diferentes intensidades luminosas na morfoanatomia foliar de duas espécies de plantas medicinais em consórcio com *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. (Aquifoliaceae)**. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ARAGÃO, D. de S.; LUNZ, A. M. P.; OLIVEIRA, L. C. de; RAPOSO, A.; FERMINO JUNIOR, P. C. P. Efeito do sombreamento na anatomia foliar de plantas jovens de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 631-639, 2014.
- ATROCH, E. M. A. C; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M, de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853–862, 2001.
- BERLYN, G. P.; CHO, J. Light, moisture, and nutrient use by plants. In: ASHTON, M; MONTAGNINI, F. **The Silvicultural basis for agroforestry systems**. Londres: CRC Press, 2000. Cap. 2. p. 9-39.
- BRANT, R.S.; PINTO, J.E.B.P.; ROSAL, L.F.; ALVES, C.; OLIVEIRA, C.; ALBUQUERQUE, C.J.B. Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivadas sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.4, p.467-474, 2011.
- BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessión processes. **Turrialba**, Costa Rica, v. 15, n. 1, p. 40-52, 1965.
- CABREIRA, G.V.; LELES, P.S. dos S.; ALONSO, J.M.; ABREU, A.H.M.; LOPES, N.F.; SANTOS, G.R. Bio-sólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Revista Floresta**, [s.l.], v. 47, n. 2, p. 165-176, 2017.

CALDEIRA M.V.W.; SCHUMACHER M.V.; BARICHELLO L.R.; VOGEL H.L.M.; OLIVEIRA L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, v. 28, n.1-2, p. 19-30, 2000.

CALDEIRA, M. V. W.; FAVALESSA, M.; GONÇALVES, E. O.; DELARMELINA, W. M.; SANTOS, F. E. V.; VIERA, M. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 1, p. 34-43, 2014.

CALDEIRA, M. V. W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. (Ed.). **Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil**. Visconde do Rio Branco: Suprema. v. 1, p. 142-160, 2011.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Ipsi, 2015. 139 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1995. p.63-95.

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. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, Piracicaba, v. 3, n.2, p. 1-4, 1981.

CNCFlora. *Melanoxylon brauna* Schott. In: Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Melanoxylon brauna](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Melanoxylon_brauna)>. Acesso em 21 junho 2019.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. de L. e; LEITE, H. G.; PEREIRA, B. L. C.; GONÇALVES, J. F. de C. Estudo enzimático da deterioração de sementes de *Melanoxylon brauna* submetidas ao envelhecimento natural e acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 83-91, 2010.

CRAVEN, D.; GULAMHUSSEIN, S.; BERLYN, G. P. Physiological and anatomical responses of *Acacia koa* (Gray) seedlings to varying light and drought conditions. **Environmental And Experimental Botany**, [s.l.], v. 60, n. 2, p.205-213, 2010.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L A. de; BRUNO, R. de L. A.; SILVA, J. A. L. da; SOUZA, V. C. de. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 29, n. 04, p. 507-516, 2005.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da (Ed.). **PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS**. Lavras: Ufla, 2008. 174 p

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, [s.l.], v. 36, p. 10-13, 1960.

DUTRA, T. R.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.321-329, 2012.

FERRAZ, K. K. F.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de espécies florestais usadas na recuperação de áreas degradadas – II. *Calliandra calothyrsus* Meisn. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8, 2001, Ilhéus-BA. CD-ROM. 6-087.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.

FONTES, R. V.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de *Piptadenia adiantoides* (Spreng.) Macbr., espécie florestal usada na recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2000, Ilhéus-BA. CD-ROM. 6-089.

FREITAS, G. A. de.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O. de; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. da. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal Of Biotechnology And Biodiversity**, [s.l.], v. 3, n. 3, p.5-12, 2012.

GONÇALVES, J. F. de C.; MARENCO, R. A.; VIEIRA, G. Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of mahogany and tonka bean under two light environments. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Manaus, v. 13, n. 2, p.149-157, 2001.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETTO, S. P. de; MANARA, M. P.; STAPE, José Luiz. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: **Nutrição e fertilização florestal**[s.l.], p. 309-350, 2000.

GONÇALVES, J. F. de C.; VEIRA, G.; MARENCO, R. A. FERRAZ, J. B. S.; JUNIOR, U. M. dos S.; BARROS, F. C. Nutritional status and specific leaf area of mahogany and tonka beans under two light environments. **Acta Amazonica**, [s.l.] v. 35, n.1, p.23-27, 2005.

GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HERNANDES, J. L.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; BARDIN, L. Variação estacional da radiação solar em ambiente externo e no interior de floresta semidecídua. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p.167-172, 2004.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 2.ed., 2005. 254p.

KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.18, n.2, p. 111-119, 2012.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657 p. (Physiological ecology).

LARCHER W. **Ecofisiologia Vegetal**. 3 ed. São Carlos: RiMa. 753 p. 2006.

LEE, W. D. Irradiance and spectral quality affect asian tropical rain forest tree seedling development. **Ecology**, [s.l], v.77, n.2, p.568-580, 1996.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B. de; SCALON, S. D. 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 JUNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D.. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p.33-41, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1, 368p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ: Piracicaba, 2005. 495 p.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal Viçosa, 2005. 451p.

MARTINS, S. V.; **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, 2007.

MORAIS NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; 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.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. **Nature**, [s.l], v. 403, p. 853–858, 2000.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, L.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, p.945-953, 2013.

PAIVA, E. A. S.; ISAIAS, R. M. D. S.; VALE, F. H. A.; QUEIROZ, C. G. D. S. The influence of light intensity on anatomical structure and pigment contents of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. Purpurea Boom (Commelinaceae) leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l], v.46, p.617- 624, 2003.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. **Sellowia**, [s.l], n. 49-52, p.93-105, 2000.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PINÃO- 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.

- RANDO, J.G.; CARVALHO, D.A.S.; SILVA, T.S. *Melanoxylon* Schott. In: **Flora do Brasil 2020** em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB28147>>. Acesso em: 31 Out. 2019
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 179-194, 2006.
- ROCHA, J.H.T.; BACKES, C.; DIOGO, F.A.; PASCOTTO, C.B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27-36, 2013.
- SABBI, L. B. C.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, [s.l.], v. 65, n. 2, p. 171-181, 2010.
- SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2014. 138 p.
- SANTOS, F.E.V.; KUNZ, S.H.; CALDEIRA, M.V.W.; AZEVEDO, C.H.S.; RANGEL, O.J.P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014.
- 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**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.
- SANTOS, J. H.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SANTOS, E. S.; MEUNIER, I. M. J. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 387-396, 2004.
- SANTOS, J. J. A. da Costa Santos, V., da Silva, A. M., & Pereira, F. C. Desenvolvimento vegetativo de mudas de *Melanoxylon brauna* utilizando quebras de dormência e substratos diferentes. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, 2016. p. 1-9. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA2_ID522_08102016211448.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2018.
- SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.88, p. 637 – 644, 2010.
- SILVA, A.C.R.; GOMES, I.L.O.; OLIVEIRA JUNIOR, J.Q.; SILVA, E.V.; ATAÍDE, G.M. Fungos micorrízicos arbusculares como estratégia para produção de mudas de braúna (*Melanoxylon brauna* Schott). **FertBio**, 2016. **Anais...**, pg. 1181, 2016.
- SOUSA, T. J. S.; ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; ABEL, E. L. da S.; RIBEIRO, J. G.; SANTANA, J. E. da S. Mudas de *Luehea divaricata* produzidas com biossólido de duas

estações de tratamento de esgoto. **Advances in Forestry Science**, [s.l], v. 6, n. 2, p. 595-601, 2019.

STURION; J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa, 2000. cap. 7, p. 125-150.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, L. A. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, 2003.

VAN ZANTEN, M. Pons, T. L., Janssen, J. A. M., Voesenek, L. A. C. J., & Peeters, A. J. M. On the relevance and control of leaf angle. **Critical reviews in Plant Sciences**, [s.l], v. 29, n. 5, p. 300-316, 2010.

VIANA, J. S.; GONÇALVES, E.P.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, E.O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, v.38, n.4, p.663-671, 2008.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 130).

ZHANG S.; MA, K.; CHEN, L. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. **Environmental and Experimental Botany**, [s.l], v.49, p.121-133, 2003.