

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AMBIÊNCIA VEGETAL E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE TAMARINDO**

JOSIANE SOUZA SALLES

CASSILÂNDIA – MS
FEVEREIRO/2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AMBIÊNCIA VEGETAL E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE TAMARINDO**

JOSIANE SOUZA SALLES

Orientador: Prof. Dr. Edilson Costa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS
FEVEREIRO/2020

S164a Salles, Josiane Souza

 Ambiência vegetal e substratos na produção de mudas de tamarindo/ Josiane Souza Salles. -- Cassilândia, MS: UEMS, 2020.

 44p.

 Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2020.

 Orientador: Prof. Dr. Edilson Costa.

 1. *Tamarindus indica* L. 2. Níveis de sombreamento 3. Carolina soil® 4. TropStrato® 5. Vermiculita I. Costa, Edilson II.
 Título

CDD 23.ed. - 634



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AMBIÊNCIA VEGETAL E substratos NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDO

AUTOR(A): JOSIANE SOUZA SALLES

ORIENTADOR(A): EDILSON COSTA

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de concentração: “**Sustentabilidade na Agricultura**”, pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Edilson Costa
Orientador(a)

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo

Prof. Dr. Flavio Ferreira da Silva Binotti

Prof. Dr. Pedro Luiz Nagel

Data da realização: 21 de fevereiro de 2020.

*“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos
dia após dia”*

Robert Collier.

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por todas as oportunidades que me proporcionou durante a pós-graduação. Dedico principalmente à minha família, em especial, aos meus pais, Terezinha e Russel, por todo apoio, que proporcionaram durante meus estudos, pois sempre estiveram presentes nos momentos difíceis, me transmitindo toda estabilidade necessária, incentivando a me dedicar e buscar o meu melhor como estudante e pessoa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos e realizações que me concedeu durante minha pós-graduação, pois com fé, não desisti quando a vontade era de me render ao cansaço diário, e assim consegui me empenhar ao máximo. Por ter me abençoado com saúde e capacidade para concluir este ciclo.

Agradeço a minha família, aos meus pais, Terezinha e Russel, por serem meu alicerce e me apoiarem incondicionalmente, assim como minhas irmãs Jessica e Jussara, por todas as vezes que me apoiaram, incentivaram e ajudaram na realização dos experimentos. Vocês foram e são fundamentais em minha vida, sem o apoio de vocês esse sonho não poderia ser concretizado.

Ao meu namorado Alexandre, por ter me apoiado e ajudado nos experimentos, desde a graduação, inclusive nestes dois anos de mestrado, sendo um dos grandes incentivadores da continuação dos meus estudos. Te agradeço muito pela paciência e apoio.

Agradeço ao Prof. Dr. Edilson Costa, por ter me orientado nestes sete anos, durante toda a minha graduação e mestrado, sempre com muita dedicação, serenidade, competência, e principalmente com carinho e paciência, em função desse respeito mútuo, hoje o considero como um pai. Obrigada hoje e sempre.

Agradeço também ao Prof. Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti, por sempre me atender em momentos de dúvidas, me orientando, ajudando e apoiando durante o mestrado, agradeço por todo incentivo e confiança depositada em mim.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia, a todo corpo docente da pós-graduação em agronomia, por todo conhecimento transmitido, e a todos os funcionários pela qualidade de atendimento e atenção com os alunos.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, por meio da concessão de bolsa.

Meu agradecimento aos membros da banca que aceitaram o convite e por contribuir com sugestões para acrescentar e melhorar a qualidade do trabalho.

Agradeço aos colegas da turma do mestrado pela amizade e companheirismo durante estes dois anos. E a todos os familiares e amigos que de forma direta ou indireta contribuíram e fizeram parte desta jornada.

Muito Obrigada!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS	9
INTRODUÇÃO GERAL	10
CAPITULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	12
1.1. ASPECTOS GERAIS DO TAMARINDO (<i>Tamarindus indica</i> L.).....	12
1.2. AMBIÊNCIA VEGETAL.....	13
1.3. SUBSTRATOS	15
1.4. REFERÊNCIAS	17
CAPITULO 2. AMBIÊNCIA VEGETAL E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDO	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT	22
2.1. INTRODUÇÃO.....	23
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.2.1. Localização e caracterização da área experimental.....	24
2.2.2. Delineamento experimental.....	25
2.2.3. Material utilizado	25
2.2.4. Condução e avaliação do experimento.....	26
2.2.5. Análise Estatística	27
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
2.4. CONCLUSÃO.....	42
2.5. REFERÊNCIAS	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas dos substratos Carolina® e TropStrato® utilizados na composições dos quatro substratos utilizados para formação das mudas de tamarindo.	26
Tabela 2. Médias de temperatura (°C), umidade relativa (%) e radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Cassilândia-MS, 2019.....	29
Tabela 3. Quadrado médio do resíduo e relação entre o maior e menor quadrado médio do resíduo (RQMR) para as variáveis, altura das mudas (AP1, AP2), diâmetro do colo (DC1, DC2), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST), taxa de crescimento absoluto (TCA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Cassilândia-MS, 2019.	30
Tabela 4. Análise de variância das variáveis, altura das mudas (AP1, AP2) e diâmetro do colo (DC1, DC2), número de folhas (NF1, NF2), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST), taxa de crescimento absoluto (TCA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Cassilândia-MS, 2019.....	30
Tabela 5. Altura de plantas aos 40 e 98 DAT das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.	31
Tabela 6. Diâmetro do colo aos 40 e 98 DAT das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.	34
Tabela 7. Número de folhas aos 40 DAT das mudas de tamarindo em função da interação entre diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.	36
Tabela 8. Número de folhas aos 98 DAS em função dos diferentes substrato em cada nível de sombreamento. Cassilândia-MS, 2019.	36
Tabela 9. Taxa de crescimento absoluto (TCA) das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.	37
Tabela 10. Massa seca da parte aérea (MSPA) aos 98 DAT das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.....	38
Tabela 11. Massa seca do sistema radicular (MSSR) e Massa seca total (MST) das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.....	39
Tabela 12. Índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de tamarindo em função dos diferentes substratos em cada nível de sombreamento. Cassilândia-MS, 2019.	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) nos diferentes ambientes de cultivo das mudas de tamarindo. Cassilândia-MS,2019.....	28
Figura 2. Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) (A) e umidade relativa do ar (%) (B) nos diferentes ambientes de cultivo das mudas de tamarindo. Cassilândia-MS,2019.....	28
Figura 3. Porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa ocorrente nos ambientes de cultivo das mudas de tamarindo. Cassilândia-MS,2019.....	29
Figura 4. Comparação das mudas formadas nos diferentes níveis de sombreamento, em cada substrato utilizado. Cassilândia-MS, 2019.	32
Figura 5. Comparação das mudas de tamarindo em função dos substratos dentro de cada ambiente de cultivo. Cassilândia-MS, 2019.	32

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
A	Ambientes
AP	Altura de plantas
DAT	Dias após o Transplante
DC	Diâmetro do colo
IQD	ndice de qualidade de Dickson
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSSR	Massa seca do sistema radicular
MST	Massa seca total
NF	Número de folhas
RFA	Radiação fotossinteticamente ativa
RQMR	Relação do quadrado médio do resíduo
S	Substratos
T	Temperatura
TCA	Taxa de crescimento absoluto
UR	Umidade Relativa

INTRODUÇÃO GERAL

O tamarindo é uma espécie frutífera florestal exótica, amplamente difundida na América do Sul. No Brasil, é grandemente conhecida, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, pois nestas regiões foi onde esta espécie apresentou facilidade de adaptação. Em função de seu centro de origem, na África do Sul, apresenta como característica relevante da espécie, sistema radicular bem desenvolvido o que lhe confere grande adaptabilidade a regiões semiáridas, por ser resistente a seca.

As frutas de tamarindo possuem sabor característico, apresentando grande aceitabilidade no mercado, entre os frutos de espécies exóticas. Dessa forma, há grande quantidade de estudos, especialmente com a formação de mudas, visto que a qualidade destas é essencial para garantir o sucesso da produção, pois o seu desempenho irá interferir em toda condução do pomar.

Para a produção de mudas de qualquer espécie vegetal é imprescindível o conhecimento das exigências mínimas de desenvolvimento das espécies, como nutrição e condições climáticas que afetam o seu crescimento. Assim, técnicas visando a determinação do adequado ambiente de cultivo e substrato são fundamentais para produzir mudas de elevada qualidade.

A ambiência vegetal caracteriza-se como o conjunto de condições micrometeorológicas da área de produção, neste estudo enquadra-se o emprego de diferentes níveis de sombreamento. O uso de ambientes protegidos apresentam como principais vantagens a manipulação das condições micrometeorológicas, como temperatura e umidade relativa, assim como redução da radiação solar. Contudo, a luz é primordial para as plantas, sendo que a intensidade disponibilizada podem interferir no crescimento e desenvolvimento, pois a falta ou o excesso de radiação podem ser limitante para os processos metabólicos.

Os substratos têm como função proporcionar condições para os processos de crescimentos das plântulas. Fornecer condições químicas e físicas que favoreçam a formação de mudas vigorosas. Entretanto, a formulação de substratos, não é uma prática fácil, por isso há certa preferência pelo uso de produtos comerciais, porém é necessário determinar qual produto mais adequado se adquirir. Neste contexto, estudos com substratos puros ou em mistura são fundamentais, pois dependendo da matéria-prima, a adição de outros componentes podem agregar qualidade à formulação, além de que a combinação pode reduzir custos de produção.

A cultura do tamarindo tem como principal destino o uso na fruticultura, e a qualidade das mudas refletem na formação do pomar, sendo assim o estudo que determine o ambiente que favoreça as atividades metabólicas e o substrato que promova fornecimento nutricional e estrutura adequada, possibilitam o levantamento de resultados que são essenciais para o fornecimento de informações científicas.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi realizar o estudo sobre ambiência vegetal, com diferentes níveis de sombreamento e composições de substratos para formação de mudas de tamarindo.

CAPITULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. ASPECTOS GERAIS DO TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.)

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.), pertence à família Leguminosae, é uma árvore frutífera nativa da África tropical, de onde se dispersou por todas as regiões tropicais do mundo, apresenta sistema radicular vigoroso, o que a torna resistente à seca, seu fruto é um legume indeiscente e a plântula contém de seis a nove pares de folíolos pequenos opostos (Sousa et al., 2010).

O tamarindo é uma frutífera ocorrente em diversos continentes como Ásia, África e América do Sul, sendo que no Brasil tem grande importância no bioma do Cerrado. Por ser uma espécie com sistema radicular profundo, possui maior capacidade de resistir em condições de seca prolongadas, por isso, seu cultivo é indicado para regiões semiáridas, além disso, apresenta ampla utilização, como uso da fruta na culinária extração de óleo das sementes, alimentação animal e o uso da madeira (Costa et al., 2012). Em função da qualidade da madeira esta é utilizada pelas indústrias para construção civil, porém é difícil trabalhar com essa espécie devido a sua resistência (Silva et al., 2011).

Esta espécie, mesmo não sendo nativa do Brasil, é grandemente utilizada para diversos fins, principalmente na região nordeste, podendo-se aproveitar a madeira, sementes para extração de óleo e folhas para forragem animal. Entretanto, o destaque da cultura é na fruticultura, pois sua polpa com sabor característico é amplamente empregada no preparo de doces, sorvetes, licores e sucos concentrados (Ferreira et al., 2008).

Apesar de ser muito utilizada na fruticultura, estudos revelam sua capacidade farmacêutica, por apresentarem atividade anti-inflamatórias e analgésicas, em função das sementes serem ricas em compostos fenólicos, possuindo elevado nível de antioxidantes. Dessa forma, é muito empregado no tratamento de algumas doenças, especialmente, em países que utilizam medicações caseiras, como a Índia (Suralkar et al., 2012).

A propagação desta espécie de forma comercial ocorre através da produção de mudas, e em função do tamarindo ser uma planta perene, estas devem ser de qualidade, pois é fundamental para evitar problemas futuros na exploração da cultura (Goés et al., 2011). Dessa forma, o principal elemento para formação de um pomar consiste na

utilização de mudas de qualidade, e para isto é imprescindível o emprego de técnicas que favoreçam a sua formação (Pasqual et al., 2001).

1.2. AMBIÊNCIA VEGETAL

Devido ao aumento da expectativa de vida, gerado com o crescente desenvolvimento da sociedade. Houve um crescimento no consumo tanto de frutas como também de hortaliças em decorrência de seus valores nutricionais, com isso a qualidade da matéria-prima tornou-se um fator importante durante a produção (Costa, 2009).

Para obter os melhores resultados de produção para a cultura, é necessário conhecer as necessidades das espécies vegetais. Especialmente, as condições básicas exigidas pela planta, para que esta apresente um crescimento e desenvolvimento de qualidade, sendo o seu rendimento dependente entre outros fatores, do clima da região (Brandão filho e Callegari 1999).

As plantas absorvem a luz através de estruturas denominadas pigmentos, clorofilas e carotenoides, a partir de comprimentos de ondas que estejam dentro do espectro do visível. Sendo que a clorofila é o pigmento fotossintético de maior importância durante o processo de absorção de luz (Karp, 2005).

Para as espécies vegetais, a luz caracteriza-se por ser um dos fatores primordiais para estimular o crescimento, por fornecer energia para o processo de fotossíntese na forma de ATP e NADPH. Além, de fornecer sinais aos receptores de luz da planta que determinam o desenvolvimento conforme a intensidade e a qualidade espectral da luz emitida. Por isso, fornecer níveis de luminosidade ocasionam diferentes respostas de crescimento, de acordo com a radiação disponibilizada (Atroch et al., 2001).

A partir dos danos gerados devido a elevada radiação emitida pela energia solar incidente, houve o desenvolvimento de estruturas para a proteção destas plantas, assim originaram-se materiais que proporcionassem melhores condições de cultivo como os telados, estufas e casas de vegetação (Brant et al., 2008). O uso de malhas de cobertura permite alterar a qualidade espectral da radiação através do sombreamento, promovendo dessa forma proteção física para os vegetais, influenciando beneficemente o crescimento e desenvolvimento das plantas (Nomura et al. 2009).

O desenvolvimento vegetal está diretamente relacionado a disponibilidade de luz. Conforme a adaptação as diferentes condições luminosas do ambiente, ocorre o crescimento das plantas. Neste sentido, o nível de sombreamento é importante por definir o melhor ajuste do aparelho fotossintético de acordo com a intensidade luminosa (Fant e Perez, 2003).

A luz é indispensável para as plantas, sendo que o crescimento e desenvolvimento dependem da intensidade, qualidade, direção e duração da radiação. No interior de ambientes protegidos, a disponibilidade da radiação solar é reduzida em comparação ao ambiente pleno sol, em função da reflexão e absorção do material de cobertura (Beckmann et al., 2006). De acordo com Carvalho et al. (2006), em função da variação nos níveis de luminosidade que a espécie está adaptada, pode ocorrer a formação de mudas com diferentes respostas fisiológicas, com modificações nas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento.

Os diferentes níveis de sombreamento influenciam de forma diferente cada espécie vegetal, pois a intensidade luminosa promove mudanças morfológicas. Mudas produzidas a pleno sol, tendem a apresentar maior espessura das folhas para proteger contra a radiação direta incidente. Já em ambientes sombreados, as mudas apresentam menor espessura foliar, com isso, estas tendem a aumentar a área foliar para aprimorar a captação de luz, e favorecer a fotossíntese. Neste caso, a adaptação ao ambiente, corresponde a plantas com maior eficácia na alocação de fotoassimilados e acúmulo de biomassa (Taiz et al., 2017). Assim, o ambiente que promova condições que favoreçam as atividades metabólicas, consiste no ambiente adequado para o desenvolvimento da espécie.

Os ambientes protegidos promovem alterações nos diferentes elementos meteorológicos, através de diversas técnicas que criam condições microclimáticas adequadas para a cultura nesses locais (Guiselini et al., 2010). Ainda conforme estes autores, uma das técnicas consiste na combinação de diferentes tipos de materiais de cobertura, por meio de diferentes níveis de sombreamento, permitindo que as culturas apresentem aumento de qualidade, produtividade e sanidade, atendendo a demanda comercial.

Com o advento do sistema de cultivo protegido, de forma geral, a formação de mudas, tem apresentado nível tecnológico mais elevado, como uso de bancadas, ambientes climatizado, irrigação automática, entre outros. Dessa forma, o produtor consegue produzir mudas sadias aumentando seu lucro, além de manter a estabilidade

dos preços durante o ano, pois fatores ambientais como temperatura, umidade, luminosidade podem ser manipulados, proporcionando um microclima favorável. Além de um controle fitossanitário mais eficiente (Bezerra, 2003).

Os principais ambientes protegidos consistem nos ripados, telados e estufas. Os ripados/telados são normalmente construídos de madeira com cobertura com ripas, palha ou tela plástica (escura), que promovem redução na luminosidade proporcionando temperaturas mais amenas, além de minimizar o efeito de chuvas e ventos fortes. A quantidade de luz que entra nesses ambientes é em função da madeira, da palha ou da tela, entretanto o controle da água das chuvas não é muito eficiente. Enquanto as estufas são estruturas onde se pode criar e/ou manter microclimas favoráveis, independente das condições ambientais existentes. Nesse tipo de estrutura, as condições ambientais podem ser mais influenciadas do que nos telados (Bezerra, 2003).

As casas de vegetação consistem em estruturas cobertas artificialmente com materiais transparentes que amenizam os efeitos prejudiciais das condições micrometeorológicas adversas, sendo que no seu interior se podem cultivar os mais diversos tipos de plantas (Beltrão et al. 2002).

Em estudo realizado por Mendonça et al. (2008) para avaliar a adubação e três ambientes de cultivo, na região de Lavras-MG, sendo estes casa de vegetação, telado com 50% de sombreamento, e a céu aberto. Verificaram que para a formação de mudas de tamarindo, as melhores condições foram proporcionadas pelo ambiente a céu aberto, pois formou mudas com maior número de folhas, e maior acúmulo de matéria seca total.

Enquanto em pesquisa realizada por Costa et al. (2012) para produção de mudas de tamarindo na região de Aquidauana-MS, ao avaliar três ambientes de cultivo, estufa agrícola, telado agrícola sombrite® com 50% de sombreamento e telado agrícola aluminet® com 50% de sombreamento, mudas com maior altura, número de folhas e índice de qualidade foram produzidas em estufa agrícola.

O Brasil não apresenta um clima uniforme, principalmente em relação à temperatura e ao regime pluviométrico. Em função das variações regionais, com temperaturas no inverno acima de 18°C e outras com temperaturas inferiores, além de regiões com chuvas bem distribuídas durante o ano, enquanto por outro lado há regiões com má distribuição (Oliveira, 1997), em função destas variações a utilização de ambientes protegidos podem favorecer a produção.

1.3. SUBSTRATOS

Os substratos têm a função de proporcionar condições ideais tanto para a germinação como para o desenvolvimento de raízes. Garantir a sustentação das plântulas e fornecer níveis adequados de água, nutrientes, textura e aeração, formando plantas de elevada qualidade comercial (Santos et al., 2011).

Para produção de mudas, um dos fatores mais importante consiste no emprego de substratos adequados. Caso estes não proporcionem condições adequadas de estruturação e nutrição, ocorre a inibição do crescimento, formando mudas sem vigor e qualidade. Em função disso, grande quantidade de estudos sobre composição de substratos são realizados, com os mais diversos materiais de origem.

Para produção de mudas de tamarindo, há estudos com substratos orgânicos como realizado por Vêras et al. (2015) com o emprego de húmus de minhoca e pó de madeira, em que o substrato contendo húmus de minhoca favoreceu o crescimento e fitomassa das mudas. Em estudo com combinação de substratos e suplementação de adubação com urina de vaca, Vêras et al. (2014) recomenda combinações de 50% de húmus de minhoca e 50% de solo, e urina de vaca na concentração de 1%.

De acordo com Goés et al. (2011), para constituição de substrato para formação de mudas de tamarindo, ao avaliar doses de 25, 50, 75 e 100% húmus de minhoca, verificou que as melhores mudas foram produzidas com o aumento da proporção de húmus. Observou-se a resposta positiva de crescimento desta espécie ao fornecimento nutricional através da formulação do substrato.

Os substratos podem ser compostos de origem animal, vegetal, natural ou sintético. Contudo, devem ser formulados de modo que os materiais de composição sejam de fácil obtenção, ambientalmente correto, e apresentem principalmente características químicas, físicas e biológicas compatíveis com as exigências da espécie produzida (Klein, 2015).

A casca de Pinus é utilizada como substrato na produção de mudas, possuindo um importante papel para o meio ambiente. A casca é resultante do processo de produção de celulose e papel, tendo como fatores fundamentais, o tamanho das partículas e a quantidade de nitrogênio adicionado. Em seu processo de compostagem, produz-se uma pasteurização da matéria orgânica, inibindo patógenos causadores de doenças, além de sementes de plantas daninhas, sendo um excelente substrato para produção de mudas de algumas espécies (Rivadeneira, 1995).

Entre as diversas matérias-primas utilizadas na composição de substratos estão a turfa, material decomposto de origem vegetal. A turfa do gênero *Sphagnum* é caracterizada por apresentar leveza, elevada eficiência de retenção água, pH ácido (Bonetti, 1992), drenagem baixa, acessível manuseio e ser estéril (Gonçalves, 1992). Por apresentar ótimas características físicas, são usadas como padrão de comparação em pesquisas de novos materiais (Melo et al., 2019), sendo muito explorada atualmente na elaboração de substratos para mudas.

De maneira geral, para a produção de mudas de espécies florestais, o uso de substrato composto de um único componente, em alguns casos, pode não ser suficiente para promover condições de favoreceram o crescimento satisfatório. Assim, obter uma formulação de substrato que promova a produção em quantidade e qualidade de mudas é essencial (Caldeira et al., 2013). Conforme estes autores, um material muito utilizado como constituinte é a vermiculita, que se caracteriza como um componente inerte que proporciona menor densidade aos substratos, favorecendo níveis adequados de porosidade, o que promoveu melhores resultados de altura, diâmetro, fitomassa e índices de qualidade para mudas de *Eucalyptus grandis*.

A combinação de um ou mais componentes durante a produção das mudas podem gerar melhorias nas propriedades químicas e físicas dos substratos, além de que, quando se utiliza substratos comerciais a combinação pode garantir a redução de custos (Cogo et al., 2013).

Para a produção de mudas de qualidade, são necessários estudos que possibilitem definir a forma adequada de condução para promover maior expressão do vigor das mesmas, de acordo com suas exigências e capacidade de adaptação. Neste sentido o estudo de técnicas relacionadas à ambiência vegetal e o emprego de substratos que proporcionem condições para crescimento adequado, podem fornecer informações científicas para propagação da espécie.

1.4. REFERÊNCIAS

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 853-862, 2001.

- BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, p. 86-92, 2006.
- BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIREDO, I. C. M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 547-552, 2002.
- BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).
- BONETTI, E. J. **Alguns substratos utilizados na propagação de espécies ornamentais, estacas e sementes**. Lavras: ESALQ, 1992. 9p.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 64-68, 1999.
- BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B.; ROSAL, L. F.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CORRÊA, R. M. Crescimento de melissa cultivadas sob malhas foto conversoras. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 56-60, 2008.
- CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p.155-163, 2013.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. R.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, p. 351-357, 2006.
- COGO, M. R. M.; BARBOSA, F. M.; SOUZA, L. B.; COELHO, A. P.; FRESCURA, V. D. Produção de mudas de *Solanum betaceum* Cav. E *Physalis angulata* L. em diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 9, p. 1806 – 1813, 2013.
- COSTA, E.; FERREIRA, A. F. A.; SILVA, P. N. L.; NARDELLI, E. M. V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 1189-1198, 2012.
- COSTA, R. C. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido**. 2009. 126p. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Produção vegetal), Faculdade de agronomia e medicina veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influencia do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência Florestal**, v. 13, p. 49-56, 2003.
- FERREIRA, E. A.; MENDONÇA, V.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Adubação fosfatada e potássica na formação de mudas de tamarindeiro. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 475-480, 2008.

GOÉS, G. B.; DANTAS, D. J.; ARAÚJO, W. B. M.; MELO, I. G. C.; MENDONÇA, V. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, v. 6, p. 125-131, 2011.

GONÇALVES, A. L. Características de substratos. In: CASTRO, C. E. F.; ANGELIS, B. L. D.; MOURA L. P. P. et al. **Manual de floricultura**. Maringá: SBFPO, 1992. p. 44-52.

GUISELINI, G.; SENTELHAS, P. C.; PANDORFI, H.; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 645-652, 2010.

KARP, G. **Biologia celular e molecular: conceitos e experimentos**. 3. ed. Barueri - SP: Manole, 2005. 737 p.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de muda. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 43-63, 2015.

MELO, R. A. C.; JORGE, M. H. A.; BORTOLIN, A.; BOITEUX, L. S.; OLIVEIRA, C. R.; MARCONCINI, J. M. Growth of tomato seedlings in substrates containing a nanocomposite hydrogel with calcium montmorillonite (NC-MMt). **Horticultura Brasileira**, v. 37, p. 199-203, 2019.

MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; SOUZA, H. A.; TEIXEIRA, G. A.; HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D. Diferentes ambientes e Osmocote® na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 391-397, 2008.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; RODRIGUES, D. S.; GARCIA, V. A.; FUZITANI, E. J.; SILVA, S. H. M. Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1394-1400, 2009.

OLIVEIRA, C. R. **Cultivo em ambiente protegido**. Campinas-SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 31p. (Boletim técnico, 232).

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R.; SILVA, C. R. R. **Fruticultura comercial: Propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.

RIVADENEIRA, R. En busca del substrato ideal. **Chile Forestal**, v. 18, p. 34-36, 1995.

SANTOS, L. C. R.; COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; NARDELLI, E. M. V.; SOUZA, G. S. A. Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de jatobazeiro em Aquidauana – MS. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 249-259, 2011.

SILVA, G. B. P. da; BARROS, G. L.; ALMEIDA, J. P. N. de; PROCÓPIO, I. J. S.; MEDEIROS, P. V. Q. de. Tempo de germinação e desenvolvimento inicial na produção de mudas *Tamarindus indica* L. **Revista Verde**, v. 6, p. 58-63, 2011.

SOUSA, D. M. M.; ALCÂNTARA BRUNO, R. D. L.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P. D.; NASCIMENTO, L. C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L.-Leguminosae: caesalpinioideae. **Revista Árvore**, v. 34, p. 1009-1015, 2010.

SURALKAR, A. A.; RODGE, K. N.; KAMBLE, R. D.; MASKE, K. S. Evaluation of anti-inflammatory and analgesic activities of Tamarindus indica seeds. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research**, v. 4, p. 213- 217, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2017. 888 p.

VÉRAS, M. L. M.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, L. S.; ANDRADE, A. F.; ANDRADE, R. Combinações de substratos e urina de vaca no crescimento de Tamarindo. **Terceiro Incluído**, v. 4, p. 197-218, 2014.

VÉRAS, M. L. M.; MELO FILHO, J. S.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, L. S.; ANDRADE, R. Formação de mudas de tamarindo (Tamarindus indica L.) utilizando substratos em função da aplicação de fertilizante orgânico. **Terceiro Incluído**, v. 5, p. 205-218, 2015.

CAPITULO 2. CRESCIMENTO DE MUDAS DE TAMARINDO EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS

RESUMO

O tamarindo é uma espécie com potencial promissor para a produção comercial, com isso estudos envolvendo práticas de condução da cultura na etapa inicial são essenciais. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes níveis de sombreamento e composições de substratos na formação de mudas de tamarindo (*Tamarindus indica L.*). Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de sombreamento (0, 18, 30 e 50%). No interior dos ambientes foram testados substratos comerciais puros TropStrato® e Carolina soil® e em mistura com 50% de vermiculita de granulometria média, com 4 repetições de 4 mudas. Aos 40 e 98 dias após o transplante (DAT) foram avaliados o crescimento e relações biométricas. Os ambientes foram comparados pela análise conjunta em esquema fatorial 4x4, e os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mudas formadas no substrato Carolina® puro, ou associado a vermiculita aos 98 DAT apresentaram altura superior a 35 cm e massa seca total de 8,5 g, enquanto mudas formadas no TropStrato®, não atingiram 20 cm de altura com massa inferior a 3 g. A condição de 30 e 50% de sombreamento promoveu maior crescimento em altura, atingindo altura média superior a 40 cm, enquanto no ambiente pleno sol as mudas apresentaram média inferior a 35 cm, entretanto para as demais variáveis o ambiente pleno sol não diferiu do ambiente com 30% de sombreamento, formando mudas de qualidade. Assim, o cultivo das mudas em ambiente com 0% ou 30% de sombreamento, associado ao substrato a base de turfa de Sphagnum (Carolina soil®) puro ou em mistura com 50% de vermiculita média promoveram a formação de mudas de tamarindo com crescimento vigoroso.

Palavras-chave: Carolina soil®, radiação fotossinteticamente ativa, *Tamarindus indica L.*, TropStrato® e vermiculita.

GROWING OF TAMARINDO SEEDLINGS IN DIFFERENT LEVELS OF SHADOWING AND SUBSTRATE COMPOSITION

ABSTRACT

Tamarindo is a species with promising potential for commercial production, so studies involving practices of conducting culture in the initial stage are essential. The objective of this work was to evaluate different levels of shading and compositions of substrates in the formation of tamarind seedlings (*Tamarindus indica* L). The experiments were conducted in a completely randomized design, with four levels of shading (0, 18, 30 and 50%). Inside the environments, pure commercial substrates TropStrato® and Carolina® and mixed with 50% medium-sized vermiculite were tested, with 4 repetitions of 4 seedlings. At 40 and 98 days after transplantation, growth and biometric relationships were evaluated. The environments were compared by joint analysis in a 4x4 factorial scheme, and the data were subjected to analysis of variance (F test) and the means compared by the Tukey test at 5% probability. Seedlings formed on the substrate Carolina® pure, or associated with vermiculite at 98 DAT had height greater than 35 cm and total dry mass of 8.5 g, while seedlings formed in TropStrato®, did not reach 20 cm and had mass less than 3 g. The condition of 30 and 50% of shading promoted greater height growth, reaching an average height of 40 cm, while in the full sun environment the seedlings showed an average of less than 35 cm, however for the other variables the full sun environment did not differ from the environment with 30% shading, forming quality seedlings. Thus, The cultivation of seedlings in an environment with 0% or 30% shading, associated with the substrate based on pure Sphagnum peat (Carolina®) or mixed with 50% medium vermiculite promoted the formation of tamarind seedlings with vigorous growth.

Keywords: Carolina soil®, photosynthetically active radiation, *Tamarindus indica* L., TropStrato® and vermiculite.

2.1. INTRODUÇÃO

Na região do Cerrado há grande variedade de espécies frutíferas, entres estas exóticas e nativas (Costa et al., 2012). As espécies exóticas apresentam potencial promissor para o cultivo comercial, caracterizando um novo segmento para a fruticultura brasileira, em função da preferência de consumo de um nicho específico de mercado (Fernandes e Coutinho, 2019).

Dentre as espécies introduzidas no Cerrado brasileiro, destaca-se o tamarindo (*Tamarindus indica L*), espécie originária da África do Sul, que expõe elevada capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas locais. Em virtude de sua resistência a seca, por apresentar sistema radicular bem desenvolvido e profundo, é recomendada para cultivo em regiões semiáridas, com destaque para fornecimento de madeira, paisagismo e fruticultura (Pereira et al., 2010; Sousa et al., 2010).

Contudo, a formação de mudas constitui etapa primordial, pois a sua qualidade irá refletir em todas as etapas subsequentes de produção, por isso técnicas adequadas são fundamentais. Neste sentido, a ambiência vegetal caracteriza-se como o conjunto de condições micrometeorológicas da área de produção, que visam proporcionar condições adequadas de crescimento, sendo assim é de extrema importância o estudo para determinar o adequado ambiente de cultivo para formação de mudas de qualidade (Costa et al., 2012).

Para a produção de mudas de tamarindo de alta qualidade, diversas técnicas podem ser empregadas, como a utilização de sombreamento, através do uso de malhas de cobertura, desde que seja fornecido a quantidade essencial de luz, pois esta desempenha papel fundamental sobre o desenvolvimento vegetal, sendo capaz de controlar processos que estão relacionados ao acúmulo de matéria seca, desenvolvimento do caule, altura e área foliar (Alvarenga et al., 2003).

A utilização de ambientes protegidos proporciona à planta proteção contra a radiação direta incidente, chuvas e ventos fortes, além de permitir maior controle fitossanitário e a produção em diferentes épocas do ano, propiciando assim, melhor desenvolvimento ao longo do ciclo da cultura (Salles et al., 2019). No entanto, apesar das vantagens do ambiente protegido, o estudo sobre níveis de sombreamento, envolvendo a produção a pleno sol, faz-se necessário, pois a intensidade luminosa pode promover mudanças morfológicas nas características das mudas, para diminuir

possíveis perdas no processo de fotossíntese, sendo que o excesso ou a falta de radiação fotossintética podem ser limitantes para o desenvolvimento vegetal (Taiz et al. 2017).

Em complemento ao ambiente, observa-se que o substrato é fundamental para um adequado desenvolvimento da plântula. Este deve possuir propriedades físicas e químicas que proporcione um adequado crescimento e desenvolvimento das raízes e parte aérea das mudas, sendo formulado com um único material ou pela combinação com diferentes componentes (Boene et al., 2013) de maneira que retenha umidade e promova disponibilidade de nutrientes, atendendo as necessidades da planta (Cunha et al., 2006).

Além, de estabelecer o ambiente de cultivo que favoreça a produção de mudas de qualidade, recomendação variável de espécie para espécie, é essencial determinar o material adequado para formular substratos. Trani et al. (2007) afirma que apesar de ser vantajosa a formulação de substratos pelos próprios produtores, há muitas dificuldades para preparo de produtos homogêneos, o que acarreta elevado do custo com mão de obra, assim a aquisição de substratos comerciais podem favorecer a produção. Estes podem apresentar constituições diversas, sendo importante o estudo para verificar a compatibilidade do substrato com as exigências químicas e físicas da espécie.

Considerando a importância da ambiência vegetal e o emprego de substratos adequados para formação de mudas de espécies florestais frutíferas de qualidade, e o potencial de uso do tamarindo no Brasil, o objetivo deste estudo consistiu em analisar diferentes níveis de sombreamento e composições de substratos na formação de mudas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.).

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos com formação de mudas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) foram conduzidos na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), localizada no município de Cassilândia (latitude 19°07'21" S, longitude 51°43'15" W e altitude 516 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima tropical chuvoso (Aw) com verão chuvoso e inverno seco.

2.2.2. Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x4, designados por: 4 níveis de sombreamentos e 4 composições de substratos. Os diferentes níveis de sombreamento consistiram em: 1) Ambiente a céu aberto, com 0% de sombreamento, a pleno sol (A1), 2, 3, 4) Telado agrícola de 18,0 m de comprimento x 8,0 m de largura (144 m²) e 3,5 m de pé-direito, fechamento em 45 graus de inclinação, com Tela de monofilamento preta (Sombrite®) com diferentes porcentagens de sombreamento (18, 30 e 50%; A2, A3 e A4, respectivamente).

Nestes ambientes de cultivo foram também avaliados quatro diferentes composições de substratos, provenientes da utilização de dois substratos comerciais, substrato Carolina® e TropStrato® puros ou em mistura com vermiculita de granulometria média. Os substratos foram: S1 – 100% substrato TropStrato®, S2- 100% substrato Carolina®, S3- 50% TropStrato® e 50% Vermiculita e S4- 50% Carolina® e 50% Vermiculita, com 4 repetições de 4 mudas cada.

2.2.3. Material utilizado

Os frutos de tamarindo foram coletados no município de Cassilândia – MS, em área rural, e a propagação foi realizada por sementes após a retirada da casca e a polpa em água corrente.

A semeadura foi realizada em bandejas de 128 células no dia 28/09/2018, com apenas uma semente por célula, contendo 70% do substrato TropStrato® e 30% vermiculita média, sendo a emergência verificada sete dias após a semeadura (DAS), após a estabilização da emergência, foi realizado o transplante no dia 05/11/2018 para sacos de polietileno (dimensões de 15,0 x 25,0 cm e volume de 1,8 L). As mudas foram transplantadas para os saquinhos com as diferentes composições de substratos e distribuídas nos diferentes ambientes de cultivo.

O substrato TropStrato® é da linha Tubete citrus, indicado para produção de café, flores, citrus tubete e hortaliças, conforme descrição da empresa é composto por casca de pinus, carvão vegetal, superfostato simples e vermiculita, este produto contém 25 kg com densidade em base úmida de 460 kg/m³, correspondendo a embalagem de 54 L (Dados fornecidos pelo fabricante). Enquanto o substrato Carolina soil® é constituído de turfa de Sphagnum, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e

fertilizante NPK, indicado para mudas de café, florestais, frutíferas, rosa do deserto e hortaliças, cada embalagem de 8 kg corresponde a 45 L de substrato. Estes foram analisados quimicamente (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas dos substratos Carolina® e TropStrato® utilizados na composição dos quatro substratos utilizados para formação das mudas de tamarindo.

Características	Substrato Carolina®	Substrato TropStrato®
Nitrogênio (N) (g kg ⁻¹)	14,00	12,00
Fósforo (P ₂ O ₅) (g kg ⁻¹)	3,60	4,00
Potássio (K ₂ O) (g kg ⁻¹)	11,00	2,00
Cálcio (Ca) (g kg ⁻¹)	9,10	13,00
Magnésio (Mg) (g kg ⁻¹)	42,00	22,00
Enxofre (S) (g kg ⁻¹)	3,00	2,20
Cobre (Cu) (g kg ⁻¹)	0,06	0,04
Ferro (Fe) (g kg ⁻¹)	17,52	10,40
Manganês (Mn) (g kg ⁻¹)	2,40	1,80
Zinco (Zn) (g kg ⁻¹)	0,36	0,34
Boro (B) (g kg ⁻¹)	0,08	0,00
MO (g kg ⁻¹)	250,00	420,00
Umidade (g kg ⁻¹)	45,00	36,00
Matéria Mineral (g kg ⁻¹)	300,00	220,00
pH	6,15	5,12
Relação C/N	18,80	31,70
MO (Mat. Seca) (%)	45,50	65,60
CTC (mmol Kg ⁻¹)	850,00	890,00
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,87	0,83

*N, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, B e Mo – Teores totais; * pH em água.

MO = Matéria orgânica; CTC= capacidade de troca catiônica

2.2.4. Condução e avaliação do experimento

A rega das mudas foi realizada com uso de regador, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo. Não foi realizada a adubação suplementar e não foi necessária a aplicação de defensivos agrícolas, como inseticidas e fungicidas.

Aos 40 e 98 dias após o transplante (DAT) foram coletados dados de altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC) e número de folhas (NF), para estas avaliações foram utilizadas as 4 mudas de cada repetição. A mensuração da altura das mudas foi realizada com uma régua graduada, medindo a distância do colo da planta até o ápice do meristema do caule, o número de folhas foi realizado através de contagem e o diâmetro do colo foi mensurado com paquímetro digital (mm). Aos 98 DAT foram determinadas a matéria seca da parte aérea (MSPA) (g) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) (g) e massa seca total (MST) (g), as quais foram obtidas após a secagem da raiz e da parte aérea em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem a massa

constante, e mensuradas em balança analítica. A matéria seca total (MST) (g) foi obtida através da soma das massas das matérias secas da parte aérea e do sistema radicular. A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida por meio da relação das análises de altura em função do período entre as avaliações. O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado através da fórmula proposta:
$$IQD = [MST/(AP/DC + MSPA/MSSR)]$$
 (Dickson et al., 1960).

Nos ambientes de cultivo foi monitorada a radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) com piranômetro digital portátil (Apogee), medidos em dias sem nebulosidade sempre no mesmo horário, às 10 horas da manhã, horário MS. Também foram monitoradas a temperatura (T °C) e umidade relativa do ar (UR%) a partir de estações meteorológicas modelo E4000 (Irriplus Equipamentos Científicos) instaladas no interior e ao centro dos telados com 18 e 30% de sombreamento, no telado com 50% de sombreamento os dados foram coletados pelo aparelho DataLogger. Para o ambiente externo os valores de temperatura, umidades relativas e radiação solar global foram adquiridos da plataforma automática de coleta de dados de Cassilândia, A742, do INMET-SONABRA. O registro dos dados ocorreram no período de 05 de Novembro de 2018 a 10 de fevereiro de 2019 (Figura 1, 2, 3, Tabela 2).

2.2.5. Análise Estatística

Para comparação dos ambientes de cultivo utilizou-se a análise de grupos de experimentos, em que foi avaliada a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo dos substratos (Banzatto e Kronka, 2013). Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do monitoramento dos dados micrometeorológicos coletados nos diferentes níveis de sombreamento durante a formação das mudas de tamarindo, observa-se que a temperatura do ar e umidade relativa do ar (Figura 1) independente do mês de coleta nos diferentes sombreamentos, são equivalentes (Tabela 2). Enquanto que a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Figura 2) apresentou grande variação em função do nível de sombreamento empregado.

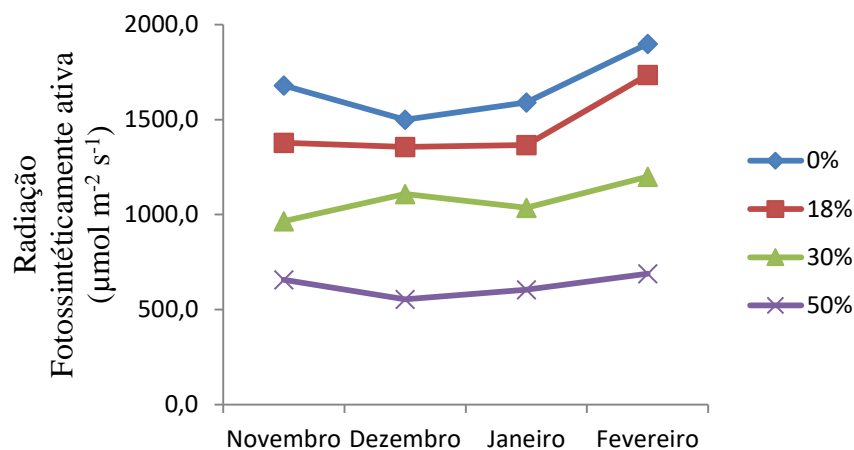


Figura 1. Radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) nos diferentes ambientes de cultivo das mudas de tamarindo durante os meses de novembro de 2018 a fevereiro de 2019. Cassilândia-MS.

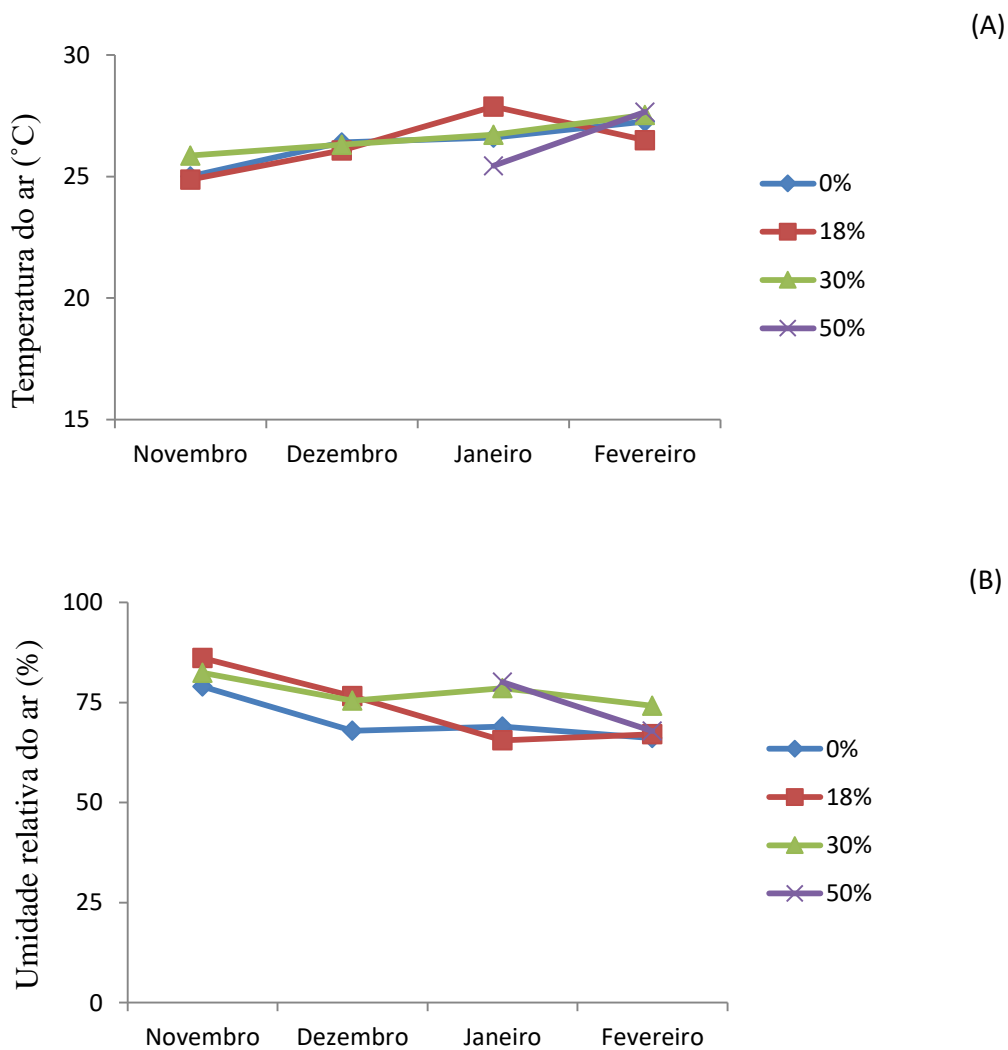


Figura 2. Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) (A) e umidade relativa do ar (%) (B) nos diferentes ambientes de cultivo das mudas de tamarindo durante os meses de novembro de 2018 a fevereiro de 2019. Cassilândia-MS.

Os telados agrícolas com malhas de sombreamento de 50%, 30% e 18% permitiram a passagem de 37,5%, 64,6% e 87,5% de RFA respectivamente, em relação ao ambiente pleno sol (100%) (Tabela 2, Figura 3). Com isso verificou-se que neste estudo sobre ambiência vegetal, entre os fatores micrometeorológicos que mais influenciaram nas condições de crescimento das mudas, foi à radiação fotossinteticamente ativa.

Tabela 2. Médias de temperatura (°C), umidade relativa (%) e radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Cassilândia-MS, novembro de 2018 a fevereiro de 2019.

Variáveis micrometeorológicas	Pleno sol	18%	30%	50%
Temperatura	26,32	26,33	26,61	26,54
Umidade relativa	70,50	73,82	77,64	73,97
Radiação fotossinteticamente ativa - RFA	1666,9	1459,0	1077,4	626,0

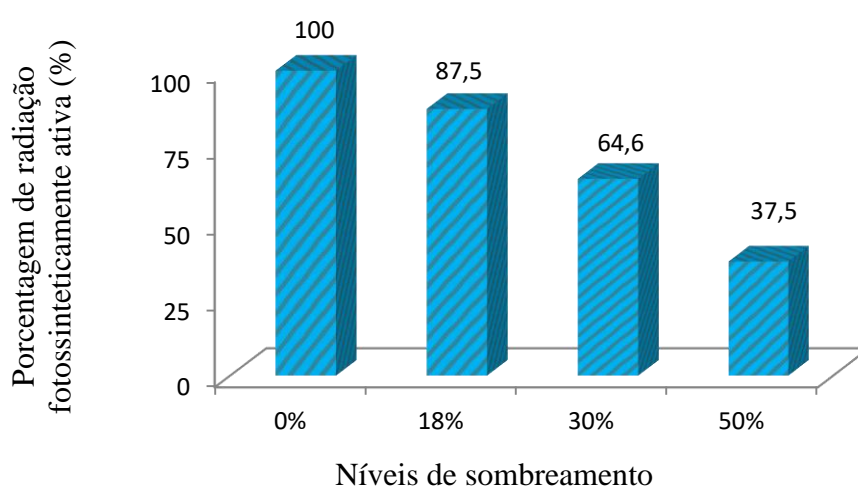


Figura 3. Porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa ocorrente nos ambientes de cultivo das mudas de tamarindo. Cassilândia-MS, 2019.

Nos quatro níveis de sombreamentos, todas as variáveis apresentaram índice inferior a sete, ou seja, permitiram realizar a análise de grupos de experimentos (Banzatto e Kronka, 2013) e comparação dos ambientes, com exceção das variáveis índice de qualidade de Dickson (IQD) e número de folhas aos 98 DAT (NF2), que apresentaram RQMR de 13,77 e 8,75 respectivamente, sendo superiores a sete, dessa

Os diferentes níveis de sombreamento influenciaram o crescimento inicial das mudas em altura aos 40 DAT, no substrato S1 e S3 não apresentaram diferença em função dos níveis de sombreamento, entretanto as mudas formadas nos substratos S2 e S4 responderam ao nível de sombreamento, em que no substrato S2 as mudas apresentaram maior altura nos ambientes com 18, 30 e 50% de sombreamento, enquanto no S4 foram nos ambientes com 18 e 30% que não diferiu do ambiente com 0% de sombreamento (Tabela 5).

Tabela 5. Altura de plantas aos 40 e 98 DAT das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.

Altura de plantas aos 40 DAT (cm)				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	15,84 aB	16,96 aB	18,21 aB	18,16 aB
S2	19,87 bA	25,00 aA	23,50 aA	24,87 aA
S3	16,57 aB	16,78 aB	15,90 aB	17,93 aB
S4	21,75 abA	23,50 aA	23,65 aA	20,10 bB
CV (%)	7,02			
Altura de plantas aos 98 DAT (cm)				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	17,67 aB	18,50 aB	18,90 aB	19,46 aC
S2	37,00 bA	38,01 bA	43,78 aA	47,06 aA
S3	17,68 aB	18,00 aB	16,84 aB	19,62 aC
S4	32,16 bA	40,16 aA	43,06 aA	39,65 aB
CV (%)	9,32			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

As maiores mudas aos 98 DAT foram verificadas no substrato S2 nos ambiente com 30 e 50% de sombreamento, no substrato S1 e S3 não houve diferença em função do ambiente de cultivo, enquanto que no S4 foram formadas no ambiente com 18, 30 e 50%. Dessa forma, se observou que no substrato S2 as menores mudas ocorreram no ambiente com 0 e 18% e no S4 no ambiente com 0% de sombreamento (Tabela 5).

Em estudos realizado por Mendonça et al. (2008) com diferentes ambientes de cultivo, as mudas de tamarindo com maior altura, número de folhas e matéria seca se desenvolveram no ambiente pleno sol. Pois de acordo com estes autores o tamarindo é uma espécie que apresenta maior tolerância as condições adversas de temperatura e umidade, por ser uma frutífera tropical ou subtropical. Entretanto no presente estudo o

ambiente a pleno sol nos substratos S2 e S4 não favoreceu o crescimento em altura das mudas.

Conforme se verificou, no substrato S2 e S4, as menores alturas ocorreram nas mudas cultivadas nos ambientes com maior intensidade de radiação solar (Figura 1), este efeito da luz sobre o crescimento vegetal consiste na fotomorfogênese. De acordo com Taiz et al. (2017), uma das respostas fotomorfogênicas das plantas induzidas pela alta irradiância consiste na inibição do alongamento do hipocótilo, assim inibe o crescimento do caule. Corroborando com os resultados obtidos, pois devido à elevada radiação incidente sobre as mudas nos ambientes com 0 e 18% de sombreamento (Figura 1, Tabela 2), estas cresceram menos em altura (Figura 4 e 5).



Figura 4. Comparação das mudas formadas nos diferentes níveis de sombreamento, em cada substrato utilizado. Cassilândia-MS, 2019.

Em relação aos substratos aos 40 e 98 DAT, as mudas apresentaram resposta semelhante, pois nos ambientes com 0, 18 e 30% de sombreamento, mudas com maior altura foram formadas nos substratos constituídos de Carolina Soil® puro ou associado com a vermiculita (S2 e S4). No ambiente com 50% de sombreamento, aos 40 DAT as mudas ficaram maiores em altura nos substratos S4, e aos 98 DAT as maiores mudas foram verificadas no substrato S2, seguido do S4 (Tabela 5, Figura 5).

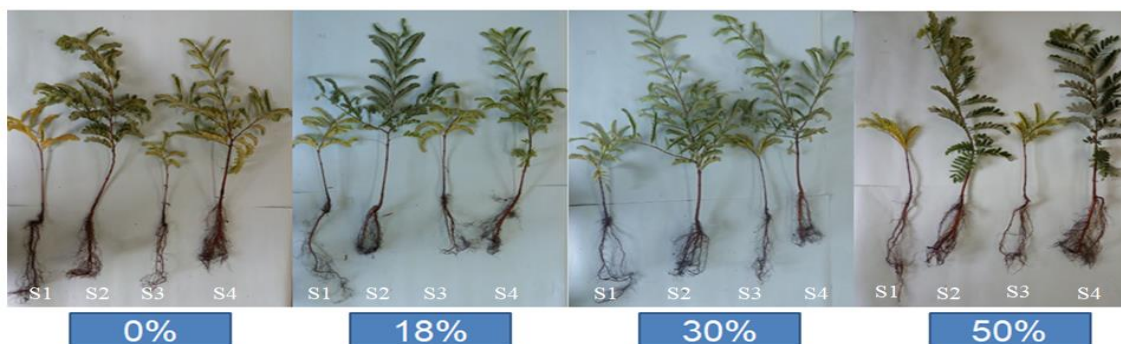


Figura 5. Comparação das mudas de tamarindo em função dos substratos dentro de cada ambiente de cultivo. Cassilândia-MS, 2019.

O efeito benéfico dos substratos a base de Carolina soil® no crescimento das mudas é em função das características químicas e físicas do substrato (Tabela 1). O substrato Carolina® possuía maiores teores de nutrientes como nitrogênio, potássio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês, zinco, sendo que apresentava em sua composição o boro, enquanto o TropStrato® a base de casca de pinus não continha.

Dentre os micronutrientes, verifica-se que a falta de boro resulta em deficiência mais frequente, quando comparado aos nutrientes desta mesma categoria, sendo que a falta deste elemento essencial, pode afetar significativamente no desenvolvimento vegetal, resultando na rápida inibição do crescimento das mudas (Marschner, 1995). O boro participa em uma série de processos fisiológicos, entre estas, destaca-se a formação e estabilização da parede celular, integridade das membranas plasmáticas, lignificação e diferenciação do xilema, assim quando há deficiência o crescimento é afetado por não ocorrer desenvolvimento de novas brotações e raízes (Furlani, 2004).

Além do citado anteriormente, o pH do substrato Carolina® apresentou-se menos ácido que o do substrato TropStrato®, com faixa de 6,15 e 5,12 respectivamente. O pH está diretamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes para a absorção pelas plantas, e em função do menor pH o substratos S1 e S3, contendo TropStrato®, apresentaram maior acidez o que afetou o crescimento das mudas, apresentando menor quantidade de nutrientes disponíveis.

Dentre os fatores químicos dos substratos S1 e S3, que também podem ter afetado negativamente o crescimento das mudas foi a relação carbono/nitrogênio (Tabela 1). Pois esta relação de acordo com Raij (1983) determina a decomposição da matéria orgânica e influencia na disponibilidade de nitrogênio entre outros nutrientes no substrato.

E segundo Cantarella et al. (2007), restos vegetais com relação C/N superior a 25, apresentam forte imobilização de nitrogênio e lenta decomposição do material vegetal, quando inferior permitem alta mineralização do N. Como se observou neste estudo, o substrato a base de TropStrato® apresentaram relação C/N de 31,70, esta alta relação e a menor disponibilidade de nitrogênio, ocasionou a imobilização do nitrogênio, sendo refletido no crescimento inferior das mudas, comparadas aos substratos S2 e S4 com relação C/N de 18,80 (Tabela 1, Figura 3 e 4). Além do amarelecimento das folhas, um dos sintomas da deficiência nutricional do nitrogênio, clorose foliar (Taiz et al. 2017).

Estas características químicas dos substratos a base de Carolina® que apresentavam maiores quantidades de macro e micronutrientes, pH e relação C/N adequados, promoveram o fornecimento nutricional que favoreceu o crescimento rápido e adequado das mudas (Tabela 1). Além de adequada estruturação para o pegamento das mudas após o transplante.

As mudas formadas no ambiente de 0 e 50% de sombreamento aos 40 DAT não apresentaram diferença no crescimento em diâmetro em função das diferentes composições de substrato. No entanto, no ambiente com 18% de sombreamento as mudas com maiores diâmetros foram formadas no substrato contendo em sua composição o substrato Carolina soil® (S2 e S4), no ambiente com 30% de sombreamento os maiores diâmetros ocorreram nas mudas provenientes dos substratos S4, porém não diferiram do substrato S1 e S2 (Tabela 6).

Tabela 6. Diâmetro do colo aos 40 e 98 DAT das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.

Diâmetro do colo aos 40 DAT (mm)				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	2,49 bA	1,26 cC	2,80 aAB	2,74 abA
S2	2,53 bA	2,98 aA	2,87 aAB	2,46 bA
S3	2,48 aA	2,49 aB	2,57 aB	2,58 aA
S4	2,73 aA	2,96 aA	2,96 aA	2,68 aA
CV (%)	6,23			
Diâmetro do colo aos 98 DAT (mm)				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	3,23 aB	3,16 aB	3,48 aB	3,25 aB
S2	5,10 aA	5,11 aA	5,35 aA	4,22 bA
S3	3,30 aB	3,20 aB	3,16 aB	3,30 aB
S4	5,24 aA	4,65 aA	5,14 aA	4,58 aA
CV (%)	8,71			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

Já aos 98 DAT a resposta de crescimento em diâmetro das mudas foi mais pontual quanto à determinação do substrato que proporcionou condições que favoreceram o crescimento da espessura do colo da planta, pois independente do ambiente de cultivo, as mudas que apresentaram os maiores diâmetros foram formadas

nos substratos S2= 100% Carolina® e S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita (Tabela 6).

A condução das mudas em diferentes níveis de sombreamento promoveu diferença no diâmetro das mesmas, em que aos 40 DAT as mudas conduzidas no substrato S1 os maiores diâmetros foram observados no ambiente com 30% de sombreamento, não diferindo do ambiente com 50% de sombreamento; no substrato S2 os maiores diâmetros foram obtidos nas mudas formadas nos ambientes com 18 e 30% de sombreamento. Nos substratos S3 e S4 não houve influência dos diferentes níveis de sombreamento (Tabela 6).

Enquanto que aos 98 DAT houve diferença apenas no substrato S2 em que o ambiente com 50% de sombreamento formou as mudas com os menores diâmetros (Tabela 6). No ambiente com 50% de sombreamento, em função do maior nível de sombreamento, foi disponibilizada apenas 37,5% da radiação fotossinteticamente ativa para as mudas em relação ao ambiente externo (Figura 3). Isto explica o maior crescimento em altura e menor em diâmetro, pois de acordo com Silva et al. (2007), o maior crescimento em altura e redução do diâmetro podem ocorrer em espécies florestais devido a sensibilidade da espécie a redução da disponibilidade de luz, uma vez que estas crescem a procura de maior luminosidade.

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro do colo, os substratos compostos pelo substrato comercial Carolina soil®, a base de turfa de Sphagnum, apresentaram condições químicas e físicas que favoreceram o crescimento das mudas, as quais se desenvolveram bem tanto no substrato S2 com 100% Carolina® como no substrato S4, que continham em sua composição 50% de vermiculita.

A vermiculita, apesar de ser um material inerte, o qual não agrega com fornecimento de nutrientes, de acordo com Costa et al. (2009), é um composto que promove o condicionamento do substrato, por garantir maior porosidade, e capacidade de aeração, agregando na retenção de água. Dessa forma atuou como condicionador o que associado com o substrato Carolina® favoreceu o crescimento das mudas.

Para o número de folhas aos 40 DAT não ocorreram diferenças nas mudas conduzidas nos substratos S1, S2 e S3 em função dos ambientes de cultivo, entretanto, no substrato S4, os ambientes com 18 e 50% de sombreamento formaram mudas com a menor quantidade de folhas (Tabela 7).

Tabela 7. Número de folhas aos 40 DAT das mudas de tamarindo em função da interação entre diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.

Número de folhas aos 40 DAT				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	9,00 aB	9,93 aB	10,93 aB	8,87 aB
S2	16,43 aA	17,45 aA	17,31 aA	14,81 aA
S3	9,68 aB	8,25 aB	8,62 aB	9,62 aB
S4	14,66 aA	10,25 bB	16,75 aA	10,89 bB
CV (%)	15,65			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

Aos 98 DAT em função de apresentar RQMR superior a 7, não foi possível comparar os ambientes, mas é possível observar o aumento da quantidade de folhas, em que nos ambientes com 0, 18 e 30% de sombreamento, os substratos S2 e S4 destacaram-se proporcionando condições que favoreceram o crescimento. Enquanto no ambiente com 50% de sombreamento as mudas com maior quantidade de folhas foram obtidas no substrato S2, em que o S4 não diferiu do S1 e S3 (Tabela 8).

Tabela 8. Número de folhas aos 98 DAS em função dos diferentes substrato em cada nível de sombreamento. Cassilândia-MS, 2019.

Número de folhas aos 98 DAT				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	11,16 B	11,75 B	12,25 B	11,37 B
S2	49,81 A	31,68 A	49,93 A	40,62 A
S3	11,14 B	15,41 B	9,62 B	10,81 B
S4	49,81 A	38,93 A	46,31 A	22,16 B
CV (%)	38,59	17,72	12,88	28,86

Médias seguidas de mesma maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

Variáveis como área foliar e número de folhas, de acordo com Melo et al. (2019) fornecem informações sobre o momento adequado de se realizar o transplante das mudas e de forma indireta, indicam o potencial fotossintético das mesmas. E conforme observado neste estudo aos 98 DAT as mudas apresentavam no substrato S2 e S4 no ambiente com 30% de sombreamento quantidade de folhas superior a 45,

enquanto nos substrato a base de casca de pinus (S1 e S3) variou de 9,62 a 12,25 (Tabela 8). Demonstrando o maior crescimento e desenvolvimento das mudas no mesmo período de cultivo, em função do substrato.

As mudas cultivadas nos substratos a base de turfa, além de apresentarem maior quantidade de folhas, apresentaram cores mais vívidas, com intensidade da coloração verde, enquanto as mudas conduzidas no substrato a base de casca de pinus, apresentaram coloração menos intensa (Figura 5). Isto reflete no período de obtenção das mudas, pois as mudas formadas a partir de substrato TropStrato necessitariam de maior período de condução para crescimento semelhante, além da necessidade de adubação suplementar.

Através da variável Taxa de crescimento absoluto é possível verificar o crescimento no crescimento em função do período de formação das mudas. As mudas conduzidas nos substratos constituídos de S1= 100% TropStrato® e S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, não apresentaram diferença em função dos diferentes níveis de sombreamento, apresentando um crescimento diário em altura variando entre 0,01 a 0,03 cm dia⁻¹ (Tabela 9).

Tabela 9. Taxa de crescimento absoluto (TCA) das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.

Taxa de crescimento absoluto (cm dia ⁻¹)				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	0,03 aC	0,02 aB	0,01 aB	0,02 aB
S2	0,28 abA	0,21 bA	0,33 aA	0,32 aA
S3	0,01 aC	0,02 aB	0,01 aB	0,02 aB
S4	0,17 cB	0,27 bA	0,32 abA	0,36 aA
CV (%)	23,69			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

Enquanto as mudas conduzidas nos substrato S2 contendo 100% Carolina® apresentaram maior crescimento diário no ambiente 30 e 50% de sombreamento, porém não diferiram do ambiente pleno sol, e este último não diferiu do ambiente com 18% de sombreamento. Já no substrato S4 contendo 50% Carolina® + 50% vermiculita a maior taxa de crescimento foi verificada no ambiente com 50% de sombreamento (0,36 cm

dia⁻¹), porém não diferiu do ambiente com 30% de sombreamento (0,32 cm dia⁻¹), (Tabela 9).

Dessa forma, observou-se que nos ambientes com 50 e 30%, caracterizando os maiores níveis de sombreamento, durante o período de novembro a fevereiro, as condições de radiação (RFA) as quais as mudas foram conduzidas, com médias de 626,0 e 1077,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 1; Tabela 2), respectivamente, constituiu uma faixa de radiação favorável para o maior acréscimo diário em altura das mudas.

Sabe-se que a luz age como um sinal para induzir mudanças. Estes sinais são interceptados pelos fotorreceptores, que promovem respostas morfológicas nas plantas, entre estes o fitocromo, pigmento proteico que absorve a luz vermelha, vermelho distante e azul. Ele medeia vários aspectos do desenvolvimento vegetal como a fotomorfogênese. Em condição de baixa intensidade luminosa, o nível de fitocromo na forma de absorção do vermelho distante é baixo (Pfr), com isso inibe a sensibilidade do hipocótilo à Giberelina, dessa forma as giberelinas endógenas promovem maior alongamento celular do hipocótilo (Taiz et al., 2017), promovendo maior crescimento em altura às mudas.

Para a variável MSPA, não houve diferença entre os ambientes de cultivo para as mudas conduzidas nos substratos S1, S2 e S3, enquanto que as mudas conduzidas no substrato S4, apresentaram maior acúmulo de massa, nos ambientes com 0 e 30% de sombreamento. Os substratos que favoreceram o maior acúmulo de massa as mudas, foram os constituídos de substrato Carolina® (S2 e S4), substrato a base de turfa de Sphagnum (Tabela 2, Tabela 10).

Tabela 10. Massa seca da parte aérea (MSPA) aos 98 DAT das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.

Massa seca da parte aérea (g)				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	1,28 aB	1,36 aB	1,57 aB	1,53 aC
S2	6,20 aA	6,00 aA	6,76 aA	6,23 aA
S3	1,13 aB	1,15 aB	1,34 aB	1,55 aC
S4	6,67 aA	4,82 bA	7,69 aA	4,42 bB
CV (%)	24,52			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

No ambiente a pleno sol, apesar da elevada intensidade de radiação solar, a matéria seca da parte aérea das mudas não diferiu do ambiente com 30% de sombreamento. Enquanto que no ambiente com 18% de sombreamento, o nível de radiação foi elevado, chegando as mudas cerca de 87,5% da radiação externa (Figura 3), e devido a estrutura do telado a ventilação em seu interior é reduzida, com isso neste ambiente houve maior desconforto térmico quando comparado ao ambiente pleno sol, em função da maior temperatura no mês de janeiro, Figura 2.

Já no telado com 50% de sombreamento o menor acúmulo de matéria seca da parte aérea foi influenciado pela menor disponibilidade de luminosidade. De acordo com Wu et al. (2018), o sombreamento tem a finalidade de reduzir o estresse térmico, relacionando temperatura e radiação solar, sendo necessários estudos específicos, pois o sombreamento inadequado pode resultar na redução da fotossíntese e, conseqüentemente, no atraso do crescimento das plantas.

Para as variáveis MSSR e MST não houve interação entre os fatores ambientes e substratos, e de acordo com a análise individual dos fatores, observou-se que tanto para a MSSR como para a MST, os substratos que eram constituídos de Carolina Soil® favoreceram maiores acúmulos de fitomassa, sendo assim, esses substratos contendo a turfa de Sphagnum promoveu crescimento adequado às mudas (Tabela 11).

Tabela 11. Massa seca do sistema radicular (MSSR) e Massa seca total (MST) das mudas de tamarindo em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos. Cassilândia-MS, 2019.

Substratos	Massa seca do sistema radicular (g)	Massa seca total (g)
S1	1,28 B	2,72 B
S2	3,02 A	9,32 A
S3	1,16 B	2,46 B
S4	2,63 A	8,53 A
Níveis de sombreamento	Massa seca do sistema radicular (g)	Massa seca total (g)
0%	1,93 A	5,76 AB
18%	1,92 A	5,25 B
30%	2,30 A	6,65 A
50%	1,94 A	5,38 B
CV(%)	28,08	23,07

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

O tamarindo cresceu mais adequadamente nos substratos a base de Carolina®, que continha maiores teores de matéria mineral e proporcionaram maior acúmulo de

matéria seca. De acordo com Pereira et al. (2010), o emprego de substrato contendo teor de matéria orgânica (40% de cama de frango) promoveu aumento na translocação de nutrientes, o que gerou desenvolvimento vigoroso em altura, diâmetro de caule e acúmulo de matéria seca, assim observou-se que a espécie é exigente na nutrição do substrato, os quais quando apresentam balanço nutricional adequado refletem maior crescimento.

Em relação aos ambientes de cultivo, para a variável massa seca do sistema radicular, não houve diferença em função da intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (Figura 1) recebida pelas mudas. Entretanto os níveis de sombreamento refletiram efeito na massa seca total, em que o maior acúmulo de massa ocorreu nas mudas cultivadas no ambiente com 30% de sombreamento, porém este não diferiu do ambiente a pleno sol, que por sua vez não diferiu dos níveis 18 e 50% de sombreamento que apresentaram as menores médias de MST (Tabela 11).

O índice de qualidade de Dickson, é um dos métodos que apresentam maior confiabilidade, quanto maior as médias, maior a qualidade das mudas, e isto foi observado neste estudo, pois as mudas em todos os níveis de sombreamento apresentaram maior qualidade quando cultivadas nos substratos S2= 100% Carolina Soil® e S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita, sendo assim, estes substratos formaram mudas com mais qualidade que as mudas nos substratos contendo em sua composição o TropStrato® (Tabela 12).

Tabela 12. Índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de tamarindo em função dos diferentes substratos em cada nível de sombreamento. Cassilândia-MS, 2019.

Índice de qualidade de Dickson				
Substratos	Níveis de Sombreamento (Ambientes)			
	0%	18%	30%	50%
S1	0,32 B	0,37 B	0,44 B	0,39 C
S2	0,98 A	0,97 A	1,00 A	0,75 A
S3	0,32 B	0,35 B	0,40 B	0,38 C
S4	1,03 A	0,64 B	1,01 A	0,58 B
CV (%)	29,08	24,86	21,12	13,67

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, CV= coeficiente de variação. S= Substrato, S1= 100% TropStrato®, S2= 100% Carolina®, S3= 50% TropStrato® +50% vermiculita, S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita.

Em estudos para produção de mudas de tomate, Melo et al. (2019) ao analisar a qualidade das mudas formadas em função de substratos a base de turfa de Sphagnum, casca de pinus e turfa de coco, verificaram que o substrato a base de turfa de Sphagnum

resultou em mudas com maior acúmulo de fitomassa, altura e número de folhas, pois promoveu condições de porosidade, nutrição e estruturação adequadas. Neste trabalho também foram constatados o efeito positivo do substrato Carolina®, o qual apresentou características químicas como a presença do micronutriente boro e maior disponibilidade de nitrogênio que foram fundamentais para a qualidade das mudas (Tabela 1).

Para todas as variáveis analisadas, observou-se o efeito positivo do uso do Carolina soil® na composição dos substratos S2 = 100% Carolina soil® e S4 = 50% Carolina soil® + 50% vermiculita. Este substrato, em função de sua matéria-prima, tem maior valor agregado quando comparado ao substrato TropStrato®. Dessa forma, como o substrato com 50% de vermiculita promove o mesmo padrão de crescimento às mudas, a utilização deste material no preenchimento dos recipientes, pode garantir redução de 20% nos custos de produção, sendo assim, mais vantajoso financeiramente o emprego do substrato em mistura, Tabela 13.

Tabela 13. Relação de custo com a aquisição dos substratos para produção de mudas de tamarindo. Cassilândia-MS, 2019.

MATÉRIA PRIMA	DESCRIÇÃO	CUSTO
TropStrato®	Embalagem de 25 kg (54 L)	R\$ 20,00
Carolina soil®	Embalagem de 8 kg (45 L)	R\$ 40,00
Vermiculita	Embalagem de 100 L	R\$ 50,00
CUSTO POR UNIDADE DE SAQUINHO DE 1,8 L		
SUBSTRATO		CUSTO
S1= TropStrato®		R\$ 0,67
S2= Carolina®		R\$ 1,60
S3= 50% TropStrato® + 50% vermiculita		R\$ 0,78
S4= 50% Carolina® + 50% vermiculita		R\$ 1,25

Para diversas culturas agrícolas o excesso de radiação solar e temperatura podem afetar negativamente a produção, especialmente no verão, e de acordo com Silva et al. (2013) em regiões com valores médios de irradiância elevados a manipulação com o emprego de telas de sombreamento é uma opção para otimizar a produção agrícola de forma sustentável, em função destes promoverem conforto térmico para o desenvolvimento vegetal.

Em relação aos ambientes de cultivo, levando em consideração todas as variáveis analisadas no presente estudo, observou-se que o tamarindo por ser uma espécie rústica, com maior tolerância a intempéries, desenvolveu-se bem no ambiente a pleno sol. Entretanto, considerando a ergonomia do trabalhador, o ambiente sombreado com 30% promove maior conforto térmico durante a execução das atividades.

2.4. CONCLUSÃO

O uso de substrato (Carolina soil®) a base de turfa de Sphagnum, puro ou em mistura com 50% de vermiculita média, em telado agrícola com 30% de sombreamento e a pleno sol, promovem a formação de mudas de tamarindo com qualidade elevada.

2.5. REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA JÚNIOR, E. C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 27, p. 53-57, 2003.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal-SP: Funep, 2013. 237p.
- BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUSA, N. J.; KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v. 43, p. 407-420, 2013.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BRARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- COSTA, E.; FERREIRA, A. F. A.; SILVA, P. N. L.; NARDELLI, E. M. V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 1189-1198, 2012.
- COSTA, E.; SANTOS, L. C. R.; VIEIRA, L. C. R. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, p. 528-537, 2009.
- CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia sp*. **Revista Árvore**, v. 30, p. 207-214, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

- FERNANDES, A. C.; COUTINHO, G. Nitrogênio no desenvolvimento inicial de mudas de pitaya vermelha. **Global Science and Technology**, v. 12, p. 32-43, 2019.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010. 66 p.
- FURLANI, A. M.C. Nutrição mineral. In.: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004. cap. 2, p. 40-75.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutritional of higher plants**. London: Academic, 1995. 889p.
- MELO, R. A. C.; JORGE, M. H. A.; BORTOLIN, A.; BOITEUX, L. S.; OLIVEIRA, C. R.; MARCONCINI, J. M. Growth of tomato seedlings in substrates containing a nanocomposite hydrogel with calcium montmorillonite (NC-MMt). **Horticultura Brasileira**, v. 37, p. 199-203, 2019.
- MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; SOUZA, H. A.; TEIXEIRA, G. A.; HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D. Diferentes ambientes e Osmocote® na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 391-397, 2008.
- PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; FREITAS, C. J. P. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde**, v. 5, p. 152 – 159, 2010.
- RAIJ, B. V. **Avaliação da Fertilidade do Solo**. 2ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 142p.
- SALLES, J. S.; LIMA, A. H. F.; COSTA, E.; BINOTTI, E. D. C.; BINOTTI, F. F. S. Papaya seedling production under different shading levels and substrate compositions. **Engenharia Agrícola**, v. 39, p. 698-706, 2019.
- SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, p. 1019 – 1026, 2007.
- SILVA, C. R.; VASCONCELOS, C. S.; SILVA, V. J.; SOUSA, L. B.; SANCHES, M. S. Crescimento de mudas de tomateiro com diferentes telas de sombreamento. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1415-1420, 2013.
- SOUSA, D. M. M.; ALCÂNTARA BRUNO, R. D. L.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P. D.; NASCIMENTO, L.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L.-Leguminosae: caesalpinioideae. **Revista Árvore**, v. 34, p. 1009-1015, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2017. 888p.
- TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 256-260, 2007.

WU, Y.; QIU, T.; SHEN, Z.; WU, Y.; LU, D.; HE, J. Effects of shading on leaf physiology and morphology in the 'Yinhong' grape plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, p. 1-10, 2018.