



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE GESTÃO E SUSTENTABILIDADE ACADÊMICA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL – BACHARELADO

ANTONIO IGOR RIOS DE SOUSA

**MATERIAL ORGÂNICO E LATOSSOLO DO BIOMA CERRADO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO (*Khaya
senegalensis*)**

Imperatriz – MA

2022

ANTONIO IGOR RIOS DE SOUSA

**MATERIAL ORGÂNICO E LATOSSOLO DO BIOMA CERRADO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO (*Khaya
senegalensis*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, para aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal.

Orientador (a): Profa. Dra. Alinne da Silva

Imperatriz – MA

2022

ANTONIO IGOR RIOS DE SOUSA

S725m

Sousa, Antonio Igor Rios de

Material orgânico e latossolo do bioma cerrado como substrato para produção de mudas de mogno africano (*khaya senegalensis*). / Antonio Igor Rios de Sousa. – Imperatriz, MA, 2022.

48 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2022.

1.Mogno africano. 2.Substratos florestais. 3.Latossolo de textura argilosa. 4.Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 674.031.746.413:631.86(812.1)

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

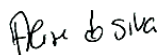
ANTONIO IGOR RIOS DE SOUSA

**MATERIAL ORGÂNICO E LATOSSOLO DO BIOMA CERRADO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO (*Khaya
senegalensis*)**

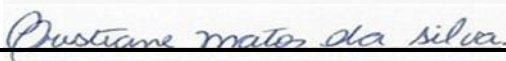
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, para aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal.

Aprovado em 29 / 08 / 2022

BANCA EXAMINADORA



Alinne da Silva
Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente
(Orientadora)



Cristiane Matos da Silva
Mestrado profissional em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental
(Membro)



Wilson Araújo da Silva
Doutorado em Agronomia (Ciências do Solo)
(Membro)

A Deus; sem ele eu não teria capacidade para desenvolver este trabalho, dedicado aos meus pais, pois é graças ao seu esforço que hoje posso concluir o meu curso. Dedico este trabalho aos meus colegas de curso, que assim como eu encerram uma difícil etapa da vida acadêmica. Destino este trabalho a quem colaborou diretamente comigo: Me. Aldemir Lucena Junior que me apoiou com o local do experimento e a Professora Dra, Alinne da Silva por sua dedicação, paciência e orientação, o pois através do seu conhecimento, não teria concluído este projeto.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais e irmã, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

A Profa. Dra. Alinne da Silva, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, agradeço também por seu apoio, orientação e ideias fizeram desta uma experiência inspiradora para mim.

A M. Aldemir Lucena Junior, por disponibilizar a área de experimento e apoio o desenvolvimento desse trabalho.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

Agradeço a minha namorada Paula de Kássia, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Obrigado, amor da minha vida, por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade. Sem você do meu lado esse trabalho não seria possível.

À instituição de ensino à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos de graduação.

RESUMO

O mogno africano (*Khaya Senegalensis*) possui elevado valor comercial. Essa característica se deve ao grande potencial de uso, devido à alta densidade e durabilidade da madeira dessa espécie. O objetivo desse projeto foi avaliar diferentes combinações de materiais orgânicos e solo de textura argilosa, para a composição de substratos florestais para a produção de mudas de mogno africano com alto padrão de qualidade. O experimento foi conduzido em viveiro florestal, localizado no município de Porto Franco, na região Oeste do Maranhão, Brasil. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e sete repetições. Os tratamentos foram diferentes proporções de solo de textura argilosa, casca de arroz carbonizada (CAC), esterco bovino (EB), e um tratamento composto por substrato florestal comercial. As variáveis analisadas foram os parâmetros morfológicos, taxa de crescimento, índice de robustez e índice de qualidade de Dickson. Os resultados foram comparados pelo Teste de Scott-Knott, 5% de probabilidade. As mudas de mogno africano produzidas em substrato com variação de 50 a 70% de solo de textura argilosa, com 15% a 30% de EB e com 15% a 20% de CAC proporcionaram mudas de mogno africano com alto padrão de qualidade, considerando-se o índice de qualidade de Dickson, e acúmulo de massa seca aérea e radicular. Os resultados indicam que os silvicultores poderão obter mudas aptas para serem plantadas em condições de campo, utilizando os resíduos orgânicos disponíveis da na região Tocantina do Maranhão.

Palavras-chaves: LATOSSOLO VERMELHO. Casca de arroz carbonizada. Qualidade de mudas.

ABSTRACT

African mahogany (*Khaya Senegalensis*) has high commercial value. This characteristic is due to the great potential for use, due to the high density and durability of the wood of this species. The objective is to evaluate different combinations of organic materials and clayey soil, for the composition of forest substrates for the production of African mahogany seedlings with high quality standards. The experiment was carried out in a forest nursery, located in the municipality of Porto Franco, in the western region of Maranhão, Brazil. The statistical design used was in randomized blocks, with six treatments and seven replications. The treatments were different proportions of clayey soil, carbonized rice husk (CAC), cattle manure (EB), and a treatment composed of commercial forest substrate. The variables analyzed were the morphological parameters, growth rate, robustness index and Dickson's index and quality. The results were compared by the Scott-Knott Test, 5% probability. African mahogany seedlings produced in substrate with a variation of 50 to 70% of clayey soil texture, with 15% to 30% of EB and with 15% to 20% of CAC provided African mahogany seedlings with a high quality standard, considering Dickson's quality index and accumulation of aerial and root dry mass were used. The results indicate that foresters will be able to obtain seedlings suitable for planting under field conditions, using the organic residues available in the Tocantina region of Maranhão.

Keywords: Red Latosol. Charred rice husk. Seedling quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivo específico.....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	15
3.1	Origem do mogno	15
3.2	Fisiologia botânica	17
3.3	Clima.....	18
3.4	Importância econômica.....	19
3.5	Propagação.....	22
3.6	Substratos.....	23
4	METODOLOGIA	27
4.1	Análise estatística.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	Avaliação de variáveis morfológicas	32
6	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	39

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Localização da área experimental na Fazenda Jacuba, localizada no município de Porto Franco, Maranhão, Brasil.....	27
Figura 2. Viveiro construído para produção de mudas de mogno africano.....	28
Figura3. Sementes do mogno africano semeadas nos diferentes substratos florestais	29
Figura 4 – A) - Valores médios de altura (HT) e B) - Diâmetro do coleto (DC) de mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. T1: 100% de solo argiloso; T2: 70% de solo argiloso, 15% de esterco bovino, 15% de casca de arroz carbonizada; T3: 50% de solo argiloso, 30% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada; T4: 30% de solo argiloso, 45% de esterco bovino, 25% de casca de arroz carbonizada; T5: 10% de solo argiloso, 60% de esterco bovino, 30% de casca de arroz carbonizada; T6: 100% substrato comercial.....	32
Figura 5 - Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e da massa seca total (MST) em mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Os tratamentos continham a seguinte proporção de solo (argiloso), com mistura de substratos: T1: 100% de solo argiloso; T2: 70% de solo argiloso, 15% de esterco bovino, 15% de casca de arroz carbonizada; T3: 50% de solo argiloso, 30% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada; T4: 30% de solo argiloso, 45% de esterco bovino, 25% de casca de arroz carbonizada; T5: 10% de solo argiloso, 60% de esterco bovino, 30% de casca de arroz carbonizada; T6: 100% substrato comercial.	33
Figura 6- Taxa de crescimento relativo das variáveis morfológicas altura e diâmetro do coleto de mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. A) – representação da altura das mudas produzidas a partir das diferentes concentrações de solo argiloso, respectivamente. B) - representação do diâmetro do coleto das mudas produzidas a partir das diferentes concentrações de solo argiloso.	35
Figura 7- Valores médios de (A) índice de robustez (IR) e (B) índice de qualidade de Dickson (IQD) e em mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. Médias realizadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. T1: 100% de solo argiloso; T2: 70% de solo argiloso, 15% de esterco bovino, 15% de casca de arroz carbonizada; T3: 50%	

de solo argiloso, 30% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada; T4: 30% de solo argiloso, 45% de esterco bovino, 25% de casca de arroz carbonizada; T5: 10% de solo argiloso, 60% de esterco bovino, 30% de casca de arroz carbonizada; T6: 100% substrato comercial.36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Proporção de solo argiloso e materiais orgânicos utilizados para a composição dos Tratamentos.	28
Tabela 2 - Composição química e granulométrica de amostras de solo de textura argilosa, coletadas entre 20 e 30 cm de profundidade, e dos materiais orgânicos utilizados para a composição dos substratos, onde *LV: Latossolo Vermelho; EB: esterco bovino curtido; CAC: casca de arroz carbonizada	29

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal se expandiu devido ao aumento da demanda por madeira, e como consequência, a área ocupada com florestas plantadas aumentou significativamente, especialmente com espécies nobres (FRANÇA, 2016). O mogno africano (*Khaya senegalensis* A. Juss) é, atualmente, uma das madeiras de lei mais rentáveis para investidores e produtores rurais (BARROS et al., 2015).

As primeiras plantações desta espécie no Brasil, registram-se em 1976, na região norte do país (RIBEIRO et al., 2017). Devido à sua enorme adaptabilidade e madeira resistente, está sendo cultivada em todo o país, com bons resultados em diferentes condições edafoclimáticas (BARROS et al., 2015). Como resultado, a área plantada de mogno africano cresceu consideravelmente. De acordo com o último censo agropecuário realizado no Brasil em 2017, mais de 37.000 hectares de floresta são plantados com mogno africano, metade localizados na região norte do país (REIS, 2019).

O centro de origem do mogno africano é a África ocidental, pertence ao Filo *Tracheophyta*, Classe *Magnoliopsida*, Ordem *Sapindales*, Família *Meliaceae* e gênero *Khaya* (REIS, 2019). Caracteriza-se por ser uma espécie heliófila, tolerante a sombra durante a fase jovem, de caule retilíneo que pode atingir altura de até 60 metros, e diâmetro à altura do peito superior à dois metros.

A madeira dessa espécie diferencia-se por não possuir abrasividade, o que facilita sua serragem (FRANÇA, 2016, GRUPIONI et al., 2018), e alto valor comercial, especialmente, no mercado internacional. É grande o potencial de uso da madeira das árvores de mogno africano, devido a sua alta densidade e durabilidade, sendo utilizada em diferentes finalidades como movelaria, laminação, instrumentos musicais, construção naval e arquitetura de interiores (GRUPIONI et al., 2018).

É importante que os silvicultores obtenham mudas de boa qualidade antes do plantio final. Os atributos de mudas necessários para o sucesso do plantio no campo são chamados de "qualidade de mudas". Segundo Duryea (1985), qualidade pode ser definida como aqueles atributos necessários para a sobrevivência e desenvolvimento das mudas após o plantio no campo.

Os substratos comerciais disponíveis no mercado apresentam custo elevado, assim os silvicultores realizam misturas utilizando materiais orgânicos e terra de subsolo. No entanto, há necessidade de gerar resultados que demonstrem a eficiência técnica de misturas de materiais orgânicos com solos. O presente estudo teve como objetivo avaliar diferentes combinações de

materiais orgânicos e solo de textura argilosa, para a composição de substratos florestais para a produção de mudas de mogno africano com alto padrão de qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar diferentes combinações de substratos para obter mudas de mogno africano de boa qualidade.

2.2 Objetivo específico

Avaliar os parâmetros morfológicos de mudas de mogno africano, produzidas em substratos elaborados com diferentes combinações de materiais orgânicos e solo de textura argilosa;

Avaliar a combinação de resíduos orgânicos e solo de textura argilosa que proporciona a obtenção de mudas de mogno africano de boa qualidade;

Avaliar a taxa de crescimento relativo após o plantio em diferentes combinações de materiais orgânicos e solo de textura argilosa.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Origem do mogno

A espécie *Khaya ivorensis*, pertencente à família botânica Meliaceae, vem de regiões da África Ocidental, onde ocorre naturalmente na Costa do Marfim, Gana, Angola, Togo, Benin, Nigéria e Camarões (FALESI et al. 1999). Os indivíduos que fazem parte do gênero *Khaya* apresentam complexa classificação taxonômica, principalmente aquelas encontradas no Leste da África e Congo, em função da grande similaridade entre as espécies (FRANÇA, 2014; REIS et al., 2019).

Oficialmente apenas seis espécies do gênero são reconhecidas: *Khaya grandifoliola*, *Khaya anthotheca*, *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis*, *Khaya nyasica* e *Khaya madagascariensis* (GUIMARÃES et al., 2004; FRANÇA 2014). No Brasil, as principais espécies e mais difundidas comercialmente do gênero *Khaya*, são a *K. senegalensis*, *K. anthoteca*, e *K. ivorensis* (FALESI et al., 1999; GUIMARÃES et al., 2004; PINHEIRO et al., 2011). Levando em conta todas as espécies de mogno africano, a *K. senegalensis* e *K. ivorensis* são as mais cultivadas no Brasil, devido às propriedades físicas da sua madeira, retorno financeiro e ao embelezamento da madeira, que se assemelha ao mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*). Outro ponto favorável a ser ressaltado, está na rápida adaptação das espécies ao território brasileiro, favorecido pela similaridade edafoclimática com seu território de origem (PINHEIRO et al., 2011).

Em 1977 o mogno-africano foi introduzido no Brasil na região amazônica, a espécie se mostrou resistente à broca da ponteira, principal praga do mogno nativo (*Swietenia macrophylla* King), essa larva ataca a região apical causando deformação e perda do crescimento, a madeira fica depreciada inviabilizando o cultivo comercial da espécie (OFORI et al., 2007). O mogno africano contém características igualitárias de qualidade se comparado com o mogno brasileiro, tornando-se assim um substituto excelente.

Em consequência do insucesso e inviabilidade de técnicas de controle biológico, químico e no controle da broca dos ponteiros (*Hypsipyla grandella*), que ataca a gema apical do mogno nativo brasileiro, uma das alternativas viáveis seria a inserção de espécies com características similares em propriedades organolépticas da madeira, adaptação edafoclimática e proximidade familiar evolutiva. Diante tal necessidade, foi avaliado e verificado que dentro do grupo das meliáceas, especificamente no gênero *Khaya*, poderiam ser identificadas espécies de alto potencial para suprimimento da demanda deixada pelo mogno nativo. Com isto, o mogno

africano ganhou mercado, sendo intensificado a inserção de espécies deste gênero no Brasil, aderindo periodicamente novos produtores, principalmente da espécie *Khaya ivorensis*, e constituindo assim, um importante alternativo para substituição do mogno nativo, que além de oferecer resistência ao ataque de pragas, fornecem madeira de ótima qualidade (ABPMA, 2020).

No Brasil, a espécie foi introduzida inicialmente no norte do país por meio de sementes doadas ao pesquisador Ítalo Falesi no ano de 1976, porém apenas em 1989 as árvores oriundas do plantio dessas sementes se reproduziram e permitiram a difusão da espécie no país. O mogno teve boa adaptabilidade no Brasil quanto a produção de mudas, rápido crescimento, bom desenvolvimento, e boa adaptabilidade climática, garantindo assim o sucesso do seu elevado valor econômico da madeira no mercado internacional sendo cada vez mais utilizado para reflorestamento de áreas (REIS et al., 2019; ITTO, 2021).

Tanto no Brasil, quanto em outros países tropicais da América, as experiências de plantios comerciais do mogno nativo, apresentaram resultados evidentemente negativos, em consequência do alto grau de suscetibilidade ao ataque da broca dos ponteiros, *Hypsipyla grandella*, lepidóptero que em fase larval, afeta a dominância apical, prejudicando o crescimento do fuste. Devido a este ataque, a planta perde a dominância apical, apresentando características como tortuosidade e bifurcação, responsáveis por reduzir a qualidade do produto e redução da volumetria total dos plantios, consequentemente diminuindo o valor econômico da madeira (AZEVEDO, 2018; JÚNIOR et al. 2019). Algumas estratégias de controle ao lepidóptero têm sido testadas, como utilização de genótipos tolerantes, diversificação de manejo, controle biológico com aplicação de bactérias, nematoides, vespas e fungos, assim como uso de inseticidas, que convencionalmente tem seu uso desaconselhado em virtude do hábito críptico do inseto (LUNZ et al., 2009).

O cultivo do mogno africano, no Brasil, tem crescido de forma considerável nos últimos anos. Estima-se cerca de 37 mil hectares de área plantada em solo brasileiro em 2018, o que credencia o Brasil, como um dos grandes produtores do gênero *Khaya* (REIS et al., 2019).

Contudo, estes plantios ainda não atingiram a idade de corte, bem como não há uma produção em larga escala. Apenas o manejo de desbaste tem sido conduzido, seja para amortizar custos, como para abertura de espaçamento nos plantios e, consequentemente, movimentação da madeira no mercado financeiro (BALBINO et al., 2011; SANTOS et al., 2018). O produto principal fica por conta da colheita final, com a obtenção de fuste com maior diâmetro, voltado ao mercado de maior valor agregado. De maneira geral, a entrada do produtor rural no segmento de produção de madeira nobre, baseia-se principalmente na alternativa para diversificar o

cenário de produção agrícola e a diversificação de fonte de renda, além de promover a recuperação de áreas degradadas (REIS et al., 2019).

É importante ressaltar que, recentemente, no Brasil, *K. ivorensis* passou por uma correção em sua classificação botânica, passando a se chamar *K. grandifoliola*. Por existir divergências e suspeitas levantadas por profissionais do ramo no Brasil em relação à classificação das espécies de *Khaya* sp., deu-se início a um estudo coordenado pelo especialista no gênero *Khaya*, o doutor e pesquisador congolês Ulrich Gaël, que conduziu à correta classificação (ABPMA, 2020). *K. ivorensis* é amplamente plantada em locais dentro de sua área de distribuição natural e, também, na América tropical (exemplo: Brasil) e na Ásia tropical (LEMMENS, 2008; PRACIAK et al., 2013).

3.2 Fisiologia botânica

Nativo da África, o gênero *Khaya*, pertence ao Reino Plantae, Filo Tracheophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Sapindales e Família Meliaceae (IUCN, 2018), compondo um importante grupo de espécies de elevado potencial madeireiro.

De maneira geral, as árvores de mogno africano atingem grandes dimensões, com altura variando de 30 a 35 metros, podendo chegar à altura superior a 60 metros e o tronco pode atingir 2 metros de diâmetro e, geralmente, possuem sapopemas na base, para garantir a sustentação (RIBEIRO et al., 2017).

É uma espécie monoica, com flores femininas e flores masculinas (LEMMENS, 2008). Entretanto, ambas as flores, masculinas e femininas, são muito semelhantes em aparência (LEMMENS, 2008). O tronco tem a superfície da casca escamosa e de cor marro ao cinza, a coloração da casca interna varia de rosa a vermelho, com listras brancas. As folhas são paripinadas e compostas por três a cinco pares de folíolos (PRACIAK et al., 2013).

Flores pequenas com até 40,00 cm dispostas em inflorescências do tipo panículas axilares, pétalas são livres, elípticas; estames são fundidos em tubo; geralmente dez anteras (OPUNI-FRIMPONG, 2008). O ovário é súpero e as flores masculinas apresentam ovário rudimentar e as femininas possuem anteras menores e não descentes (OPUNI-FRIMPONG, 2008). Os frutos ficam em cápsulas eretas e lenhosas, aproximadamente globosas, com diâmetro variando entre 6,00 cm e 9,00 cm. As sementes de cor castanho-acinzentada semente possuem formato de disco ou ligeiramente quadrangular, achatada, de cor marrom, estreitamente alada (OPUNI-FRIMPONG, 2008).

A época de floração do mogno africano é de julho a janeiro, com a maioria das árvores estando com flor entre setembro e dezembro. (PRACIAK et al., 2013). Os frutos logo aparecem entre janeiro e março e se dispersam pelo vento entre fevereiro e maio, não atingindo longas distâncias da árvore materna (PRACIAK et al., 2013).

Carvalho et al. (2010) verificaram, após testes físico-mecânicos, que a madeira de mogno africano apresentou densidade aparente e básica considerada média, avaliação regular para cavilha, porém característica boa para utilização na indústria moveleira. Albuquerque et al. (2013), avaliando a Ecofisiologia de plantas jovens de mogno africano, concluíram que são moderadamente tolerantes ao déficit hídrico, viabilizando plantios comerciais em áreas sujeitas a períodos moderados de estiagem. Silva et al. (2008) relataram o potencial da espécie para uso em sistemas agroflorestais na Amazônia, mesmo sendo pouco difundida entre os produtores rurais e ainda carente de estudos.

Castro et al. (2008) relataram que em sistemas silvipastoris no Pará o mogno africano pode alcançar altura de fuste de 12 metros e DAP de 22 centímetros aos 7 anos de idade. Plantios em Minas Gerais têm sido mais produtivos, atingindo valores de altura média de 3 m.ano⁻¹ e DAP médio de 4 cm.ano⁻¹, próximo aos 5 anos de idade.

3.3 Clima

A *Khaya ivorensis* é planta heliófila, porém tolerante à sombra durante a fase jovem (BATISTA, 2010), sendo ainda classificada como espécie pioneira ou secundária tardia e emergente enquanto posição sociológica (DENSLOW, 1987), regenerando em clareiras abertas na floresta (SWAINE; WHITMORE, 1988). Lemmens (2008), no seu estudo sobre essa espécie, levantou várias tendências de crescimento em condições de plantio. O autor conclui que o mogno africano pode ser considerado espécie de crescimento médio, exigente de luz e com propriedades de desrama natural (galhos mortos se desprendem do fuste sozinhos).

Dependendo das condições edafoclimáticas, espécies pertencentes ao gênero *Khaya* são indicadas para o plantio no Brasil pois, possuem um rápido desenvolvimento podendo em alguns casos até superar o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) (PINHEIRO et al., 2011). Por apresentar essa boa adaptação ao território brasileiro e por ser uma espécie que tolera grande variação climática, o seu cultivo vem aumentando de modo significativo (CASAROLI et al., 2018).

Em razão dessas características climáticas, do solo e do desenvolvimento tecnológico, o Brasil apresenta grande competitividade no mercado de produtos florestais (ROSSI et al.,

2014). Oferecendo um alto retorno financeiro num período relativamente longo (BARROS et al., 2015). Esse avanço na produção brasileira deve-se ao baixo custo da produção de madeira, em razão do rápido crescimento das plantações florestais, resultado das condições edafoclimáticas favoráveis, da tecnologia silvicultural e do melhoramento genético (ROSSI et al., 2014).

Segundo Albuquerque et al. (2013), o mogno africano, na fase juvenil, pode desenvolver maior tolerância ao déficit hídrico que outras espécies da família Meliaceae, devido à sua capacidade de reduzir a abertura estomática, preservando o maior teor de água nas folhas, viabilizando plantios comerciais em áreas sujeitas a períodos de estiagem. Toleram condições de déficit hídrico acentuado, por período de quatro a seis meses, porém nesse período a planta paralisa seu crescimento (SÉRVULO et al., 2017).

As estimativas de precipitação pluviométrica média anual variam entre 1.200,00 mm a 1.800,00 mm, com estação seca de três a cinco meses no ano (OPUNI-FRIMPONG et al., 2016). No Brasil, o mogno africano tem se mostrado bem adaptado dentro dos seguintes parâmetros: altitude (entre 100 e 1.200 metros), índice pluviométrico (de 1.200 a 2.400 mm/ano) e distribuição, de Santa Catarina ao Pará. Sua faixa de adaptação ao clima é mais abrangente do que a da Teca e do Cedro Australiano, também é menos exigente em fertilidade de solo (ROSSI et al., 2014).

3.4 Importância econômica

Esta espécie florestal, popularmente conhecida como mogno africano, apresenta relevante interesse econômico, tendo suas plantações comerciais basicamente exploradas nos países de ocorrência natural, nos países asiáticos e sul-americanos (MOURA et al., 2017; JÚNIOR et al., 2019). A madeira do gênero *Khaia* é dura, pesada, durável e possui desenhos de grande beleza, o que justifica seu uso na fabricação de mobiliário, bem como na decoração de interiores (SMIDERLE et al., 2016). Possui coloração avermelhado o que justifica o seu uso em movelarias construção civil, naval e para fins ornamentais, que são mais rentáveis do que os direcionados a energia e celulose, tornando ainda mais atraente este segmento de produção (BARROS et al., 2015).

Devido à demanda por madeira de reflorestamento para serraria, tem aumentado a procura por espécies alternativas, que possuam características tecnológicas desejáveis (BRIGHENTI; MULLER, 2014). O setor florestal brasileiro está em plena expansão e com um aumento gradativo de investidores florestais optando pelo cultivo de espécies de madeira nobre.

O mogno africano (*Khaya* spp.) é uma espécie que vem se destacando na preferência dos empresários como opção no investimento florestal (RIBEIRO et al., 2017).

O mogno africano destaca-se pelo crescimento rápido, melhor desrama natural e caule mais retilíneo (PINHEIRO et al., 2011). Associados à sua produtividade, precocidade, rusticidade e resistência ao ataque da broca do mogno-brasileiro (*Hypsipyla grandella* Zeller), tem despertado o interesse de empresários do ramo madeireiro, bem como de investidores (Reis et al., 2019).

Devido à restrição imposta pelo governo em 2011 sobre o corte e comercialização do mogno brasileiro, os plantios de mogno africano se expandiram em todo o território. No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Produtores de Mogno Africano, já são aproximadamente 10 mil hectares plantados com a espécie em diferentes estados (LOPES et al., 2012). Porém, o cultivo ainda é recente, com os indivíduos mais antigos prestes a completar 40 anos de idade no estado do Pará (REIS et al., 2019).

De acordo com Nikiema e Pasternak (2008), a madeira de *K. senegalensis*, conhecida como mogno de zonas secas, é utilizada para carpintaria, marcenaria, móveis, construção naval e lâminas decorativas. É também adequada para construção, pavimentação, acabamento interno, carrocerias de veículos, brinquedos, fabricação de dormentes, peças torneadas e madeira para celulose. Tradicionalmente, na África, a madeira é usada na produção de canoas esculpidas no próprio tronco da árvore, além de empregos em utensílios domésticos e também na fabricação de tambores.

Por possuir madeira nobre de grande potencial econômico para comercialização interna e externa esse crescimento do setor brasileiro de florestas ocupa uma área de 7,8 milhões de hectares de árvores plantadas e é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no país (IBÁ, 2016).

Segundo a International Tropical Timber Organization (ITTO) em 2012, o Panamá exportou madeira serrada de *Khaya* spp. pelo valor médio de US \$267.m⁻³. Portanto, esse valor é, até o momento, o único publicado para o comércio de *Khaya* proveniente de plantios comerciais fora dos locais de origem (ITTO, 2013).

Ribeiro et al. (2017), relata que no ano de 2017 os preços de mercado da madeira oriunda de plantios ainda eram muito especulativos, isso se devia ao fato de que no mercado internacional à madeira proveniente de florestas tropicais naturais da África, em especial da

República do Gana é quem ditava os valores de exportação. Anteriormente tinha-se apenas um único registro publicado no ano de 2012 pela International Tropical Timber

Organization (ITTO, 2012), relacionado ao comércio de madeira serrada de *Khaya spp.* em plantios no Panamá, informando o valor médio de US\$ 267,00 por metro cúbico.

A produção de madeira em tora industrial tropical (“toras”) em ITTO países membros totalizaram 294,1 milhões de m³ em 2019, ligeiramente mais do que no ano anterior, com a

Indonésia, Índia, Vietnã, Brasil e Tailândia respondem por cerca de 73 por cento do total da Produção (ITTO, 2020).

Nesse cenário, o mogno tem um valor de mercado, aproximadamente, 15 vezes maior que o eucalipto; chega a atingir, no final do seu ciclo produtivo, um retorno líquido acima de R\$23 mil ha⁻¹ ano⁻¹ (RIBEIRO et al., 2017). Sendo muito valorizada no mercado internacional: o valor do metro cúbico de toras nativas em 2017 chegava a aproximadamente US\$ 1 mil (RIBEIRO et al., 2017).

O excelente preço alcançado por sua madeira, cerca de € 1.100,00 por m³ de tábuas serradas, com espessuras variando entre 25 a 100 mm, com largura de 15 cm e comprimento de 2,5 metros (ITTO, 2021). Entretanto, os preços pagos no mercado internacional são referentes a madeira proveniente de florestas tropicais naturais. Assim, preços de mercado da madeira oriunda de plantios ainda são especulados.

A Associação Brasileira de Produtores de Mogno Africano - ABPMA, tem reunido esforços para intensificar a inserção do mogno africano nas mais diversas aplicações e usos da madeira. Para afirmação das propriedades da madeira, foram realizados diferentes testes de qualidade e potenciais usos, com material vegetal proveniente de uma área de plantio de 18 anos de idade, localizado no estado do Pará. As toras utilizadas foram processadas de forma mecânica e distribuídas aos profissionais em forma de tábuas para formação de subprodutos de interesse econômico (REIS et al., 2019).

De acordo com Reis et al. (2019), das árvores cortadas no estado do Pará se deu em diferentes vertentes do ramo moveleiro. Trabalhos foram feitos utilizando raízes esculpidas de árvores de mogno-africano. A ABPMA também trabalhou em parceria com renomados designers brasileiros para produção de móveis, utilizando a madeira do mogno-africano, também plantada no estado do Pará. Criações de diferentes peças foram feitas e muitas destas foram agraciadas com prêmios na categoria de uso de madeiras alternativas, recebendo destaque em mídias específicas.

Em relação à importância econômica, Arnold (2004) relatou que no comércio internacional madeireiro, o nome mogno-africano geralmente inclui várias espécies do gênero

Khaya e, mesmo que as características das madeiras variem um pouco, particularmente na densidade e na tonalidade da madeira, todas são consagradas no mercado. A espécie tradicionalmente comercializada é *K. ivorensis*.

Quando se faz referência aos produtos de usos não madeireiros do gênero *Khaya* no Brasil, este ainda é pouco explorado, visto a recente introdução dessas espécies e o intuito principal ser voltado à produção madeireira. Porém, destaca-se o seu emprego em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), com o cultivo do mogno-africano associado à criação de gado e cultivo do café.

Além das propriedades ótimas da madeira da *K. ivorensis*, a espécie em seus locais de origem apresenta diversos usos medicinais (ZHANG et al., 2009; TEPONGNING et al., 2011) tais como no tratamento de malária (TEPONGNING et al., 2013). A casca é também usada para tingimento de tecidos, conferindo uma coloração castanha (NIKIEMA e PASTERNAK, 2008).

A folhagem é empregada para nutrição animal nas zonas áridas dos locais de origem. As sementes de *K. senegalensis* produzem um óleo conhecido como “mayin daci”, contido em uma concentração de 50,00% a 70,00% da massa dos grãos. Tal óleo é empregado na alimentação, na fabricação de cosméticos e em produtos farmacêuticos na África Ocidental (AVIARA et al., 2014). As sementes de *K. ivorensis* são também usadas na produção de sabão (LEMMENS, 2008).

3.5 Propagação

Com a proibição do governo brasileiro sobre a comercialização de madeira de mogno brasileiro em 2001 (Projeto de Lei nº 5.397, de 2001), surgiu então a procura por produtos que pudessem substituir o mogno Brasileiro, a alternativa mais viável é a utilização do mogno africano. Outro fator de incentivo aos reflorestamentos ocorre devido a proibição da exploração do mogno nativo (Decreto nº 4.593, de 2003).

Plantios florestais manejados de forma sustentável possuem múltiplas funções ambientais que são importantes tanto em escala nacional como internacional, além de desempenhar um papel vital no desenvolvimento sustentável, suprimindo as exigências do mercado consumidor (RIBEIRO et al., 2017). A madeira obtida de reflorestamento é uma tendência de mercado, visto que são empregadas práticas mais racionais na utilização dos recursos ambientais, além de serem legalizadas (SOUZA, 2012).

O interesse na propagação de espécies florestais nativas tem se intensificado devido à ênfase aos problemas ambientais atuais, bem como desmatamento e mudanças climáticas, com

destaque a recuperação de áreas degradadas, recomposição da paisagem e regularização ambiental (CARVALHO et al., 2016). A qualidade, a quantidade e o baixo custo na produção de mudas florestais são fatores que irão influenciar no estabelecimento e desenvolvimento dos plantios.

Nesse sentido, deve-se primeiramente, atentar-se para a obtenção de mudas. A qualidade da muda é indispensável para que o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura sejam os maiores possíveis (CAMARGO et al., 2011).

A propagação pode ocorrer por sementes, enxertia ou estaquia. As mudas são formadas em sacos plásticos, com tamanho mínimo de 15 centímetros de largura e 25 centímetros de altura. Eles devem conter substrato feito a partir da mistura de solo com esterco (GONÇALVES, et al., 2002).

Alguns fatores dificultam a difusão do mogno africano entre os florestadores no Brasil, como a dificuldade de aquisição de mudas, pois a produção seminal não atende a demanda exigida pelo mercado na atualidade (BARBOSA FILHO, 2015). Contudo, segundo Pinheiro (2011), a comercialização de mudas e sementes é praticamente inexistente no Brasil, pois é recente o interesse pelo florestamento desta espécie.

O sucesso de um bom cultivo de mogno depende inicialmente da qualidade da semente e das características do substrato utilizado, a qualidade das mudas é definida por suas características vegetativas, nutricionais e hídrica. Porém, a percentagem de germinação de sementes jovens é muito alta (cerca de 90%), sendo está mantida no máximo durante duas semanas, perdendo o poder germinativo rapidamente. Quando semeadas em canteiros, as sementes germinam após 11 a 35 dias. A muda pode ser levada ao campo quando atingir 60 a 90 cm de altura (PRACIAK et al., 2013).

Portanto, há a necessidade do desenvolvimento de estudos relacionados ao desenvolvimento e vigor das mudas. Essas pesquisas são importantes do ponto de vista estratégico da engenharia florestal, pois poderão gerar informações adicionais para a recomendação de práticas confiáveis em relação à produção de mudas da espécie.

3.6 Substratos

Existem vários materiais que podem ser utilizados como substratos, dentre eles podemos citar os produtos orgânicos, o solo nativo, areia e substratos comerciais. O substrato, tem o papel de prover suporte às plantas e propiciar condições químicas e estruturais adequadas para o desenvolvimento inicial das raízes e da parte aérea (GONÇALVES et al., 2012; TRIGUEIRO;

GUERRINI, 2014). A mortalidade, o desenvolvimento, a frequência dos tratos culturais e o incremento inicial das mudas são avaliações necessárias e imprescindíveis para o êxito de qualquer empreendimento florestal, estando diretamente relacionado com o padrão de qualidade das mudas por ocasião do plantio definitivo no campo (FONSECA, 2000; GOMES et al., 2001)

A produção de um bom substrato vai garantir a planta boas condições de desenvolvimento e sobrevivência no campo, para tanto conhecer as características e composições do substrato se faz importante no âmbito quantitativo e qualitativo, análises como acúmulo de massa seca em diferentes partes da planta assim como também descrever eventos fisiológicos tais como, partição da massa seca sobre a composição mineral em raízes, caules e folhas das plantas e o seu conhecimento em cada estágio de desenvolvimento fornece informações importantes ao programa de adubação da cultura, seja pela informação da quantidade total acumulada pela planta, seja pela identificação de períodos de maior demanda nutricional.

Os principais parâmetros morfológicos empregados para avaliar a qualidade de mudas de espécies florestais são de simples visualização e podem ser facilmente mensuráveis, dentre eles podemos citar o diâmetro do coleto (DC), comprimento do sistema radicular (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca das raízes (MSR) e massa de seca da parte aérea (MSPA). As mudas que apresentam diâmetros do coleto maiores apresentam equilíbrio do crescimento da parte aérea, principalmente quando se existe um maior endurecimento delas. Para se definir um valor do diâmetro do coleto que demonstre com fidelidade o real padrão de qualidade das mudas isso dependerá da espécie, do local, do método e das técnicas de produção (GOMES, 2001).

Para Gomes (2001), a utilização da altura das mudas de espécies florestais excelente parâmetro, além de ser muito fácil a sua determinação para qualquer espécie e em todo o tipo de viveiro. O acompanhamento do crescimento da parte aérea da planta pode gerar curvas de crescimento em relação ao tempo, fornecendo bom indicador de evolução da cultura com que se está trabalhando, principalmente quando as condições de manejo são bem caracterizadas (FONSECA, 2000).

Apesar de ser um método destrutivo, a massa de matéria seca da parte aérea, deve ser considerado em estudos científicos, pois é uma boa indicação de resistência das mudas florestais (CARNEIRO 1976). O crescimento em altura da parte aérea das mudas é também o responsável por sua massa de matéria seca, visto a influência exercida sobre tais. O sistema radicular, que inclui a massa seca de raiz e a fibrosidade, tem sido reconhecido como um dos melhores e mais

importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo (GOMES, 2001).

Em algumas ocasiões os produtos comerciais da indústria não fornecem em sua totalidade os nutrientes necessários para o bom desenvolvimento das mudas, necessitando assim de ser incorporado com outras substâncias químicas. Em contrapartida, os substratos orgânicos acabam se tornando mais viáveis para a produção de mudas. Segundo Tucci et al. (2009) apenas o solo também não é capaz de proporcionar a planta um bom desenvolvimento inicial. Material do subsolo, de modo geral, apresenta baixa disponibilidade de nutrientes e acidez elevada, necessitando de fertilização e correção (TUCCI et al., 2009). Levando então a necessidade da formulação de um bom substrato.

Nem sempre o viveirista pode efetuar grandes investimentos em substrato para a produção de mudas. Por isso, algumas pesquisas têm se dedicado em estudar a utilização de substratos orgânicos na produção em larga escala de espécies florestais rentáveis (VIEIRA et al., 2015).

A casca de arroz vem sendo utilizada como componente de substrato, e após passar pelo processo de carbonização pode ser combinada com outros materiais para formulação de um substrato de melhor qualidade (KRATZ et al., 2012). Tendo como característica uma baixa densidade, o que irá proporcionar ao substrato uma maior drenagem pois aumenta a macroporosidade desse substrato, assim também se faz necessário ser incorporada com elementos de maior microporosidade (COUTO et al., 2003). Podendo ser utilizada para melhorar as propriedades físico-hídricas de substratos (KLEIN et al., 2002).

O esterco bovino pode ser empregado como um adubo orgânico, já que é fonte de nutriente principalmente N e P, podendo ser uma fonte incorporada aos substratos durante o processo de produção de mudas (ARTHUR et al., 2007). Entre os adubos orgânicos, o esterco bovino é o mais usado e tem levado a bons resultados na produção de mudas de espécies florestais (CARVALHO FILHO et al., 2004). A utilização desse adubo não se dá apenas por conta da liberação de nutrientes. Substratos com elevado teor de matéria orgânica asseguram elevado número de espaços porosos, além de baixa densidade aparente (CARNEIRO e VIEIRA, 2020)

Jeyanny et al. (2009), ao estudarem o efeito da deficiência de macronutrientes no crescimento e vigor de mudas de *Khaya ivorensis* concluíram que a falta de N, P, K, Ca e Mg nas mudas manifesta um efeito visual dos sintomas de deficiência nutricional, além de interferir no crescimento e na concentração de nutrientes nos tecidos das plântulas. Destacou-se a

importância do magnésio para o crescimento da muda e do potássio, que afeta diretamente o conteúdo de nutrientes nos tecidos da plântula.

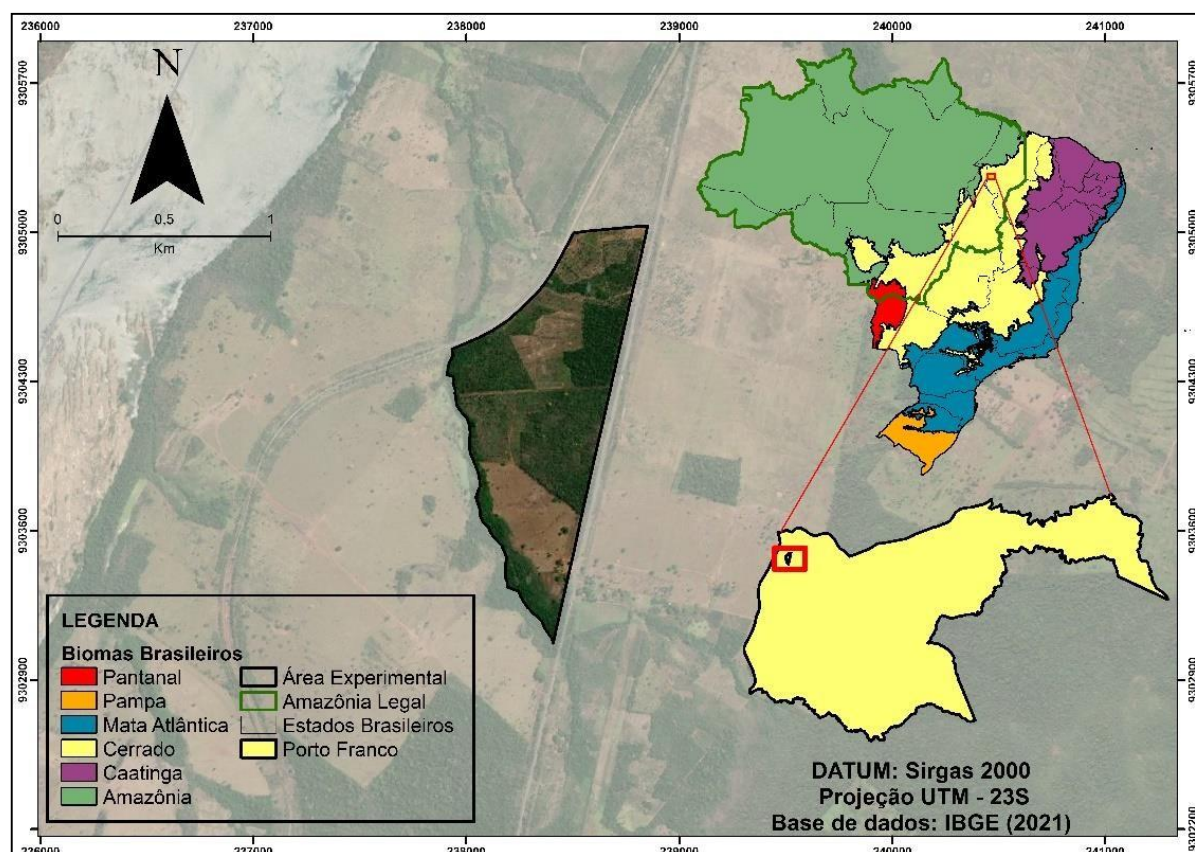
Nos estádios iniciais de germinação, o fósforo (P) é o macronutriente mais aplicado na produção de espécies florestais tanto nas mudas quanto no estabelecimento em campo, e entre todos os demais é o que apresenta maior deficiência nos solos tropicais, como os solos de cerrado (CABRAL et al., 2016). O P é altamente móvel na planta, participa de compostos vitais em processos e estruturas que propiciam o desenvolvimento das plantas, como fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos da planta. Sua ausência pode acarretar retardo no desenvolvimento da planta, uma vez que é fundamental na produção de energia metabólica (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O nitrogênio (N), é um macronutriente importante no crescimento inicial das mudas e é responsável por compor as principais moléculas e estruturas da planta, como clorofila, ácidos nucleicos, proteínas, dentre outros, sendo altamente móvel na planta, transloucado entre tecidos velhos para a formação de novas estruturas (MALAVOLTA, 1981). Bissani et al. (2004) relataram que a deficiência deste nutriente influencia processos vitais na planta, comprometendo as taxas fotossintéticas e afetando diretamente o crescimento. Há diversos estudos sobre a nutrição mineral de N e P., Entretanto, em espécies florestais ainda são escassos os estudos, sobretudo as espécies exóticas como mogno-africano (BRIGHENTI; MULLER, 2014; PEREZ et al., 2016).

4 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em viveiro florestal, localizado no município de Porto Franco, região Oeste do estado do Maranhão, com coordenadas geográficas 6°17'23.78"S e 47°21'54.47"O (Figura 1).

Figura 1- Localização da área experimental do viveiro florestal, localizado no município de Porto Franco, Maranhão, Brasil.



Fonte: Autor (2022).

A região predomina o clima tropical quente e úmido (Aw) classificado segundo Köppen (1948). Esta região é caracterizada pela ocorrência de um regime pluviométrico com duas estações bem definidas. O período chuvoso se concentra entre os meses de dezembro a maio, com média anual de precipitação na ordem de 1500mm, variando de 750 a 2000mm (BATISTELA et al., 2013). O período da estação seca ocorre no período de junho a novembro, com menor ocorrência de chuvas no mês de agosto.

O viveiro florestal possui uma área de 40 m², coberto com sombrite, com capacidade de interceptação de 50% da luz. A temperatura e a umidade relativa do ar registrada no viveiro durante o experimento foram, em média, de 31,4 °C e 72 %, respectivamente (Figura 2).

Figura 2- Viveiro florestal utilizado para a produção de mudas de mogno africano.



Fonte: Autor (2022).

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com o seis tratamentos e sete repetições. A tabela 1 descreve as combinações e proporções de materiais utilizados para compor os substratos.

Tabela 1- Proporção de solo argiloso, materiais orgânicos utilizados para a composição dos tratamentos.

Identificação dos tratamentos Tratamentos	Proporção de solos e materiais orgânicos (%)		
	LV	EB	CAC
T1	100	0	0
T2	70	15	15
T3	50	30	20
T4	30	45	25
T5	10	60	30
T6	Substrato florestal comercial		

*LV: LATOSSOLO VERMELHO; EB: esterco bovino; CAC: casca de arroz carbonizada.

Fonte: Autor (2022).

O solo utilizado foi classificado no local como LATOSSOLO VERMELHO e coletado na profundidade entre 20 e 30 cm. Os adubos orgânicos utilizados foram o esterco bovino seco (EB) e casca de arroz carbonizada (CAC). O esterco foi coletado no curral da própria fazenda e foi curtido para não apresenta queima nas plantas, e a casca de arroz carbonizada foi proveniente de uma fábrica de beneficiamento de arroz, localizada no município de Porto Franco, MA. As composições químicas dos materiais orgânicos estão apresentadas na tabela 2. O substrato comercial foi adquirido no comércio local, indicado para produção de mudas de espécies florestais. Conforme o fabricante, na composição constam: vermiculita, turfa de sphagnum, casca de arroz, casca de pinus, fibra de coco e casca de pinus.

Tabela 2 - Composição química dos materiais orgânicos utilizados para a composição dos substratos, onde EB: esterco bovino curtido; CAC: casca de arroz carbonizada.

Características		EB	CAC
pH _{água2}		6,00	6,5
P Mehlich	mg.dm ⁻³	780	135
Matéria orgânica	g.dm ⁻³	205	248
Ca		14,4	2,8
Mg		5,4	1,0
K		11,7	2,8
Al	cmol _c .dm ⁻³		
H+Al			
SB			
CTC			

Fonte: Autor (2022).

Cada material foi pesado e misturado manualmente, até completa homogeneização. As combinações de substratos descritas na tabela 1 foram utilizadas para preencher os sacos de polietileno com capacidade para um dm³. Cada saco foi batido três vezes contra o chão, a fim de adensar as partículas. Após o preenchimento dos sacos plásticos, o substrato foi submetido à saturação por água e mantidos em repouso para drenar a água excedente.

A espécie utilizada foi o mogno africano (*Khaya senegalensis*), cujas sementes foram coletadas aleatoriamente de vinte árvores matrizes de 15 a 20 anos, em uma área de 60 ha, localizadas no município de Açailândia, MA. As sementes apresentaram alto grau de pureza (100%) e taxa de germinação de 100%, previamente avaliados no Laboratório de Semente da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, conforme metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009).

Utilizou-se uma semente por unidade experimental (Figura 3). As sementes germinaram 10 dias após a semeadura, ocorrendo uniformemente em todos os tratamentos testados. A irrigação foi mantida três vezes ao dia com intervalos de 6h, com água obtida em um poço

artesiano, acrescentando-se um volume de água correspondente a 30% do peso do solo por irrigação

Figura 3- Sementes do mogno africano semeadas nos diferentes substratos florestais.



Fonte: Autor (2022).

Após 32 dias do plantio, iniciou-se o período de avaliação das mudas em intervalos de 15 dias, totalizando seis registros. As características morfológicas avaliadas foram altura (H), em cm, determinada com régua graduada da superfície do solo até a gema apical (ou terminal) e diâmetro de colo (DC), em mm, determinado com paquímetro digital. Foram avaliadas índice de robustez (H/DC), taxa de crescimento relativo (TCR) conforme Benincasa (2003) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) conforme (DICKSON et al., 1960).

Após 107 dias da semeadura foi realizada a análise destrutiva das mudas, para a obtenção da biomassa. As mudas foram retiradas do substrato, seccionadas em parte aérea (folhas e caule) e raízes. As raízes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira de malha de 1 mm, para a captura das raízes que se desprenderam. O material vegetal foi levado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Após secagem, foi pesado em balança analítica com precisão de 0,0001g para a obtenção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR). Foram determinadas a matéria seca total (MST).

4.1 Análise estatística

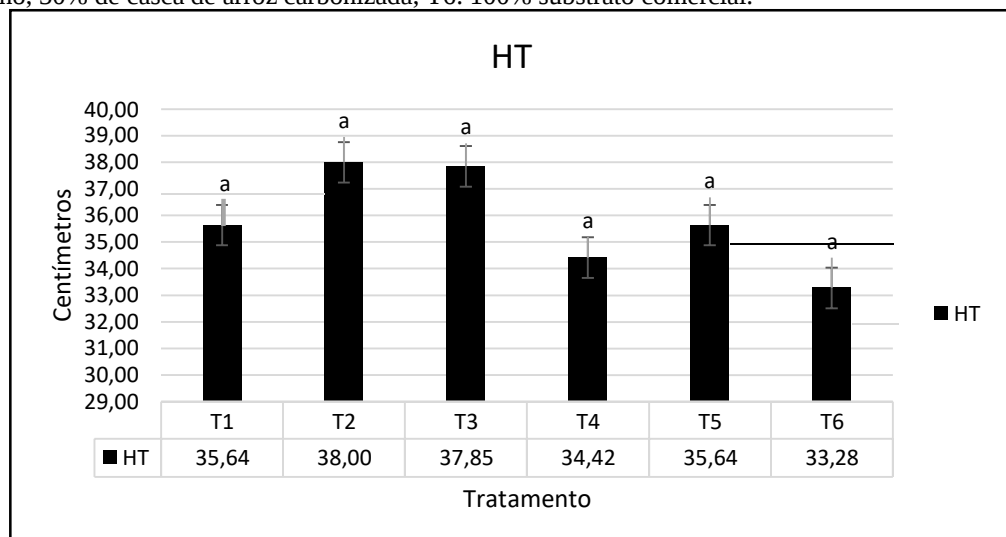
Os dados obtidos das variáveis repostas foram organizados em planilha Excel e posteriormente inserido nos programas de análise estatística, onde os resultados utilizados nesse trabalho foram obtidos por avaliações constantes é através desses resultados em planilha Excel esses dados foram processados pelo programa de estatística do Excel, obtendo – se a análise de variância. Para garantir as suposições da análise de variância, e para assegurar sua normalidade e variância, usando o teste de Shapiro – Wilk com o objetivo de distinguir a distribuição ($p < 0,05$) e Bartlett entre homogeneidade de variâncias, ($p < 0,05$), respectivamente. Uma vez atendidas esses princípios, os resultados foram analisados por ANOVA por meio do software R versão 3.5.2 e, no caso de diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

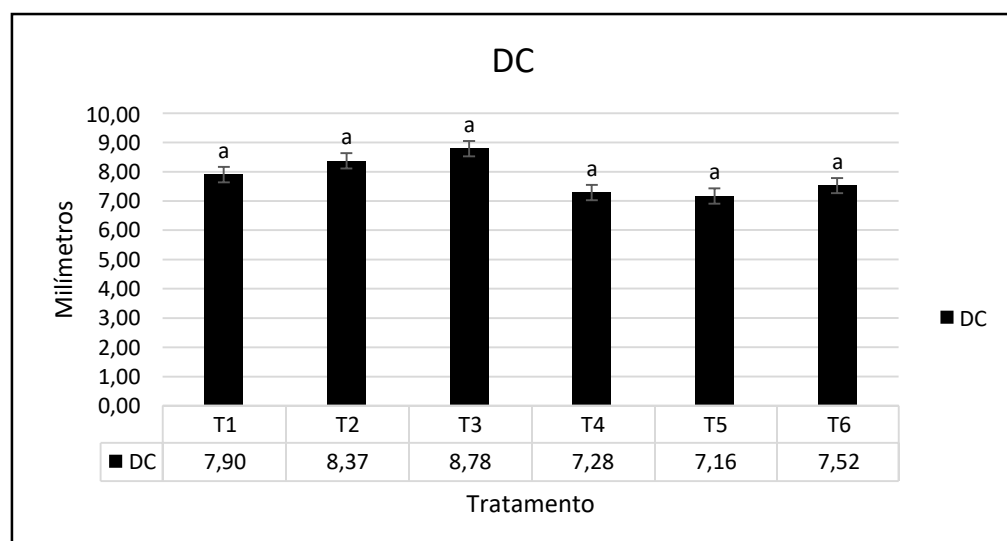
5.1 Avaliação de variáveis morfológicas

Não foi verificado efeito significativo dos tratamentos nas variáveis altura e diâmetro do colo das mudas de mogno africano, aos 107 dias após o plantio (Figura 4). As mudas atingiram altura média de 35,81 cm e diâmetros 7,84 mm.

Figura 4 – A) - Valores médios de altura (HT) e **B)** - Diâmetro do coleto (DC) de mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. T1: 100% de solo argiloso; T2: 70% de solo argiloso, 15% de esterco bovino, 15% de casca de arroz carbonizada; T3: 50% de solo argiloso, 30% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada; T4: 30% de solo argiloso, 45% de esterco bovino, 25% de casca de arroz carbonizada; T5: 10% de solo argiloso, 60% de esterco bovino, 30% de casca de arroz carbonizada; T6: 100% substrato comercial.



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).

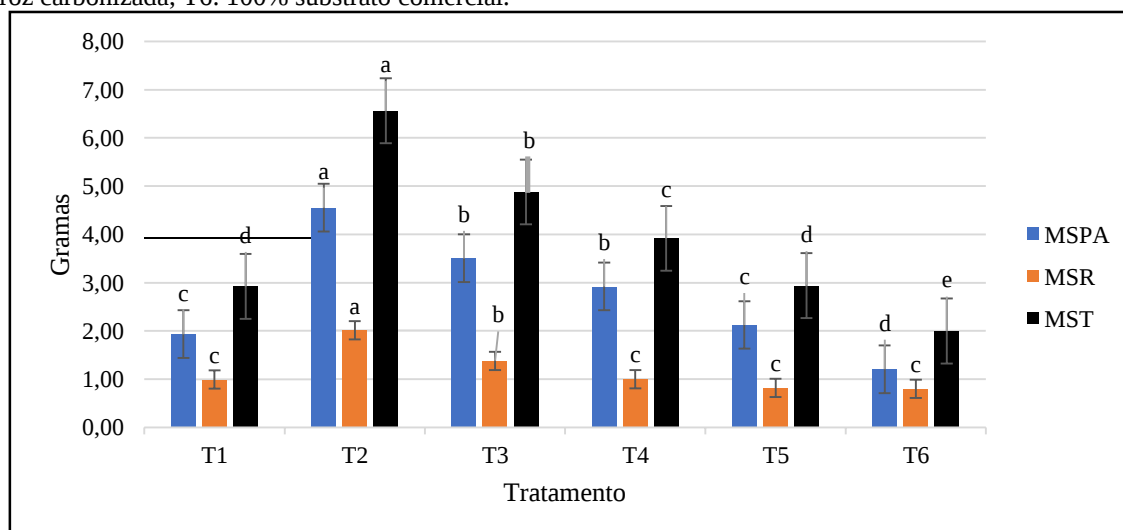
A altura é um dos parâmetros adotados para a classificação e seleção das plantas. No entanto, essa variável isolada pode não representar um bom indicador de qualidade, pois uma muda alta com diâmetro de caule reduzido pode tombar facilmente após o plantio. A muda ideal deve ter um diâmetro espesso, pois esse fator indica a presença de substâncias de reserva nos tecidos internos da planta.

Segundo Sturion e Antunes (2000), a relação altura/diâmetro do colo é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais. Essa relação, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação da planta no solo. De acordo com Dias (2006), a muda ideal deve apresentar a haste e a região do coleto bem espessa, o que indica presença de substâncias de reserva nos tecidos internos da planta.

Todos os tratamentos proporcionaram crescimento em diâmetro superior a 4 mm, padrão geralmente utilizado pelos viveiristas para qualificar as mudas florestais para o plantio no campo. Mudanças com diâmetro do colo menor apresentam dificuldades para se manter eretas após o plantio, e o tombamento pode resultar em morte ou deformações da planta, que comprometem o valor silvicultural.

Os valores médios da MSPA, MSR e da MST das mudas de mogno africano plantados em diferentes proporções de solo, combinado com substratos florestais, estão apresentadas na Figura 5.

Figura 5 - Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e da massa seca total (MST) em mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Os tratamentos continham a seguinte proporção de solo (argiloso), com mistura de substratos: T1: 100% de solo argiloso; T2: 70% de solo argiloso, 15% de esterco bovino, 15% de casca de arroz carbonizada; T3: 50% de solo argiloso, 30% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada; T4: 30% de solo argiloso, 45% de esterco bovino, 25% de casca de arroz carbonizada; T5: 10% de solo argiloso, 60% de esterco bovino, 30% de casca de arroz carbonizada; T6: 100% substrato comercial.



Fonte: Autor (2022).

Os resultados das análises estatísticas indicaram que as mudas submetidas aos tratamentos T2, composto com 70% de solo, 15% EB, 15% CAC, o tratamento T3, composto com 50% de solo, 30% EB, 20% CAC, e o tratamento T4, com 30% de solo, 45% de EB e 25% CAC proporcionaram o maior acúmulo de MSPA, MSR e, consequentemente, MST. Essa diferença foi ainda mais evidente nas mudas produzidas com substrato comercial (T6), que apresentaram valores inferiores em relação aos demais tratamentos. Este resultado indica a importância dos componentes orgânicos na formulação de substratos florestais.

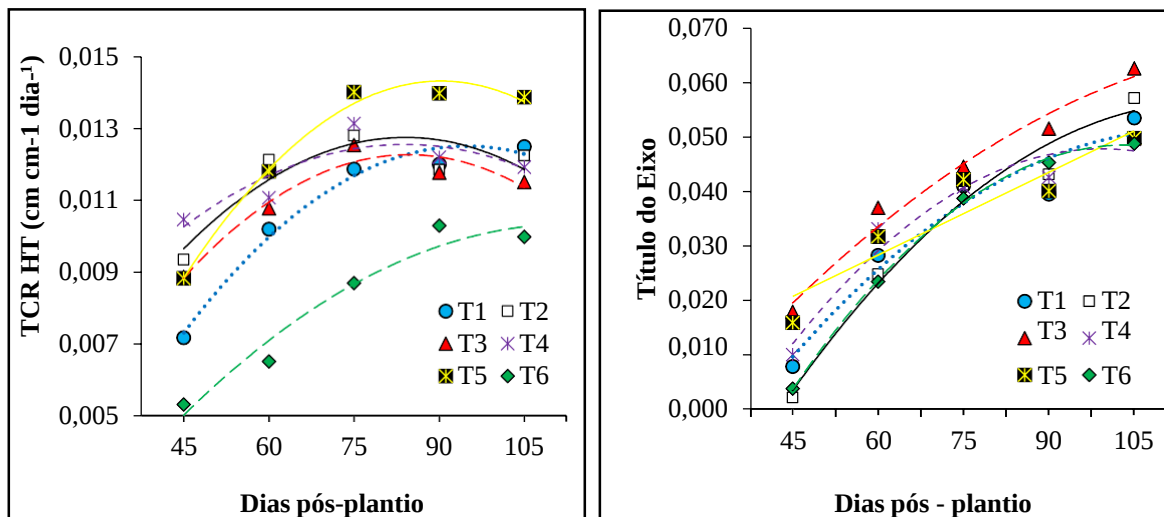
A MSPA é um indicador da rusticidade de mudas de espécies florestais, em que os maiores valores representam mudas mais lignificadas. Esta característica pode conferir maior aproveitamento em ambientes com condições edafoclimáticas adversas após o plantio (GOMES; PAIVA, 2006). Outra variável importante para avaliar a qualidade das mudas é a MSR. Quanto maior a área superficial para as plantas explorarem solo, a tendência é ocorrer maior absorção de nutrientes e água (ANEVAN, 2009; MARANHO; PAIVA, 2012).

A razão entre MSPA e MSR foi verificada como indicador da qualidade das mudas. Quanto maior a relação entre a massa seca do sistema radicular e parte aérea, melhor a qualidade da muda (SAMÔR et al., 2002). Verificou-se que os substratos, referentes aos tratamentos T2, T3 e T4, apresentaram uma relação superior quando comparado aos demais.

O solo do bioma Cerrado, como o utilizado neste experimento, em geral, são caracterizados pela presença de elevados teores de alumínio trocável e acidez e baixa disponibilidade de cátions de caráter básico e fósforo disponível (PENA, 2022). O solo não é capaz de disponibilizar todos os elementos essenciais necessários para otimizar o desenvolvimento da planta. Os resultados indicam que a utilização do esterco bovino na composição do substrato, na proporção entre 15 e 45%, proporcionou o incremento em matéria orgânica, e consequentemente, disponibilizou nutrientes para atender a demanda da fase inicial de desenvolvimento das mudas.

A taxa de crescimento relativo se fundamenta em testes e modelos de simulação do crescimento e produtividade da planta, baseado em indicadores fisiológicos (BENINCASA, 2003; BLACKMAN, 1919; MACHADO et al., 1982; PEIXOTO, 1998). O TCR das mudas de mogno africano demonstrou um comportamento sigmoide para todos os tratamentos. O crescimento das mudas atingiu um platô de estabilidade, tanto em relação à altura, quanto em relação ao diâmetro do coleto (Figuras 6).

Figura 6 - Taxa de crescimento relativo das variáveis morfológicas altura e diâmetro do coleto de mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. A) – representação da altura das mudas produzidas a partir das diferentes concentrações de solo argiloso, respectivamente. B) - representação do diâmetro do coleto das mudas produzidas a partir das diferentes concentrações de solo argiloso.



Fonte: Autor (2022).

Fonte: Autor (2022).

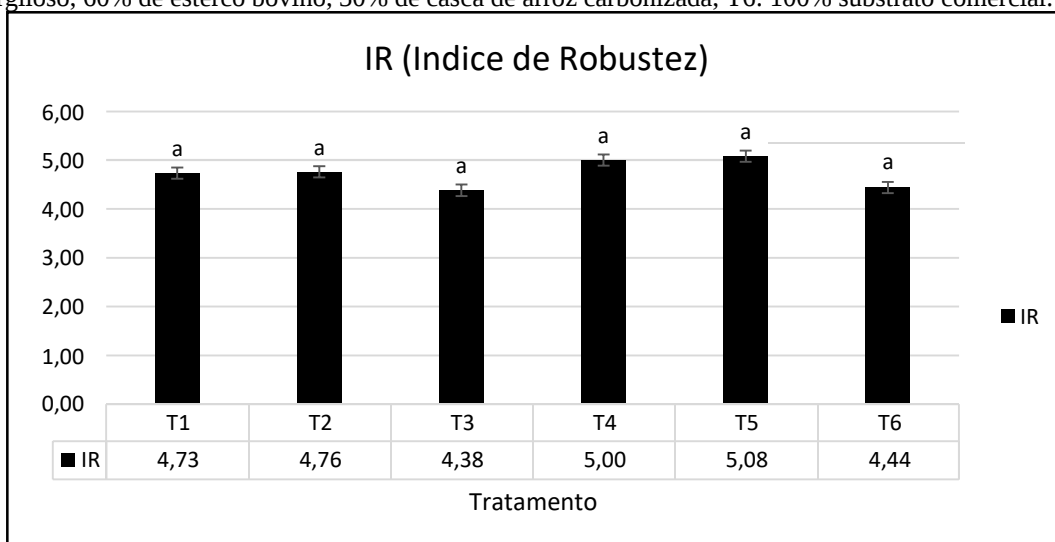
Segundo Reis (1978), as células individuais ou órgãos normalmente apresentam um crescimento ilimitado que obedece a um padrão exponencial. Entretanto, interações mútuas entre indivíduos e entre indivíduos e o ambiente impõem limitações ao crescimento e, conseqüentemente, a curva de crescimento sofre uma inflexão tomando a conformação sigmoide, como ocorre no presente estudo. Assim, há uma fase de crescimento acelerado, que dura aproximadamente até os 75 dias após o plantio, seguida de uma fase de desaceleração, após os 75 dias de plantio.

A desaceleração no crescimento verificada pelos resultados do TCR corresponde ao aparecimento das limitações impostas pelo ambiente de produção. O desenvolvimento de uma planta é o resultado de suas interações com os fatores abióticos, como tamanho do recipiente que limita o crescimento radicular, por exemplo. Há a necessidade, portanto, do estabelecimento de índices mais detalhados que permitam uma melhor compreensão dessas interações, através da análise quantitativa do crescimento, como é o caso da TCR. (BENINCASA, 2003; BLACKMAN, 1919; MACHADO et al., 1982; PEIXOTO, 1998).

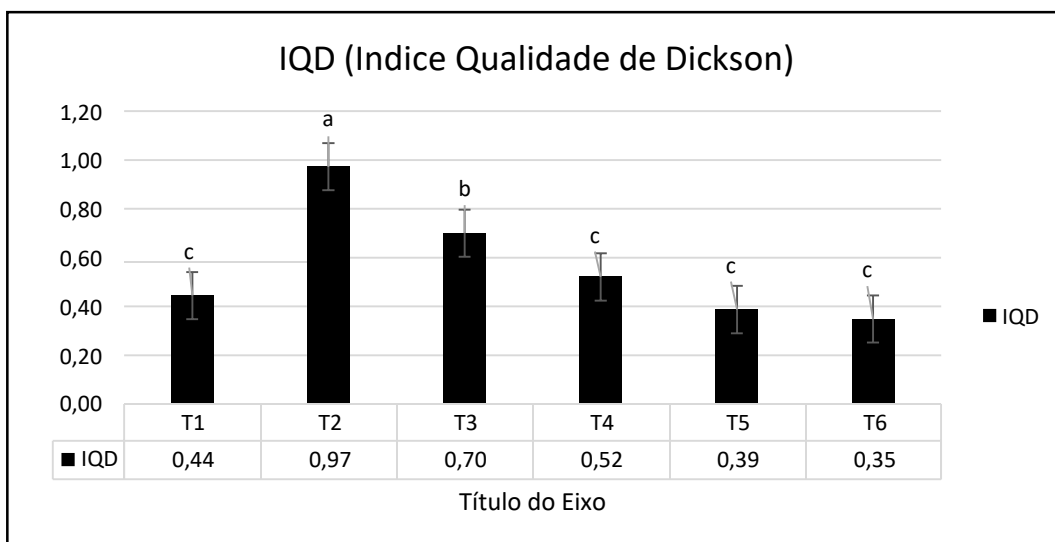
Para avaliar a qualidade das mudas por intermédio de um cálculo estatístico, empregou-se o índice de robustez (IR), obtido pela relação entre a altura (H) e o diâmetro do coleto (DC), e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Figura 8). Os resultados demonstraram que as mudas obtidas nos substratos com 70% de solo, 15% EB, 15% CAC (t2) e com 50% de solo, 30% EB,

20% CAC (T3), proporcionaram mudas de alto padrão de qualidade, considerando o indicador IQD.

Figura 7 - Valores médios de (A) índice de robustez (IR) e (B) índice de qualidade de Dickson (IQD) e em mudas de mogno africano aos 107 dias após o plantio em diferentes substratos. Médias realizadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. T1: 100% de solo argiloso; T2: 70% de solo argiloso, 15% de esterco bovino, 15% de casca de arroz carbonizada; T3: 50% de solo argiloso, 30% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada; T4: 30% de solo argiloso, 45% de esterco bovino, 25% de casca de arroz carbonizada; T5: 10% de solo argiloso, 60% de esterco bovino, 30% de casca de arroz carbonizada; T6: 100% substrato comercial.



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).

Com relação ao índice de robustez, verificou-se que os tratamentos proporcionam mudas com valores de IR que variaram de 4,38 a 5,08. O valor considerado ideal deve ser menor do que 10, para se considerarem mudas com adequado padrão de qualidade (BIRCHLER et al., 1998). A relação altura/diâmetro do coleto além de ser um excelente indicador do padrão de

qualidade das mudas, é o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência no campo (BIRCHLER et al., 1998). Logo, nota-se que todos os tratamentos foram capazes de produzir mudas com viabilidade para o plantio no campo.

O IQD pondera características importantes para a avaliação da qualidade das mudas, pois considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da massa na muda (FONSECA, 2002). O valor de IQD considerado ideal deve estar acima de 0,20 e 1,0 (MSPA) (HUNT, 1990). Portanto, mudas com baixo valor de IQD implicam em maior índice de mortalidade, caso fossem transplantadas no campo, pois quanto maior a relação HT/MSPA, menos lignificada está a muda e, conseqüentemente, menor é a capacidade de sobrevivência (GOMES et al., 2003).

6 CONCLUSÕES

As mudas de mogno africano produzidas em substrato com 50 a 70% de solo de textura argilosa, com 15% a 30% de esterco bovino e com 15% a 20% de casca de arroz carbonizada proporcionaram mudas de mogno africano com alto padrão de qualidade, baseado nos índices de qualidade de Dickson e acúmulo de massa seca aérea e radicular. Os resultados indicam que os silvicultores poderão obter mudas aptas para serem plantadas em condições de campo, utilizando os resíduos orgânicos disponíveis na região Tocantina do Maranhão.

REFERÊNCIAS

- ABPMA. Associação Brasileira dos Produtores de Mogno Africano. **Dr. Ulrich Gal e a *Khaya grandifoliola* no Brasil**. ABPMA, 2020. 21 p.
- ALBUQUERQUE, M. P. F. et al. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a deficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, 2013. 16 p.
- ARTUR, A. G. *et al.* Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]**. 2007, v. 42, n. 6. ISSN 1678-3921.
- ARNOLD, R. J. *Khaya senegalensis*: current use from its natural range and its potential in Sri Lanka and elsewhere in Asia. In: **PROSPECTS for high-value hardwood timber plantations in the ‘dry’ tropics of northern Australia**, Mareeba, Queensland, 2004. Proceeding. Queensland: Private Forestry North Queensland Association Inc, 2004. CDROM.
- ARAÚJO, M. S. *et al.* Desenvolvimento inicial e nutrição de mudas de mogno-africano em resposta à adubação nitrogenada e fosfatada. **Scientia Forestalis**, v.48, n.125, 2020.
- ANEVAN, C. **Produção de mudas de eucalipto em diferentes substratos**. FAG - Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR 2009.
- AZEVEDO, M. L. **Micropropagação e enraizamento de miniestacas de mogno africano (*Khaya ivorensis*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, 113p. Diamantina, MG, 2018.
- AVIARA, N. A.; LAWAL, A. A.; MSHELIA, H. M.; MUSA, D. Effect of moisture content on some engineering properties of mahogany (*Khaya senegalensis*) seed and kernel. **Research in Agricultural Engineering**, v. 60, p. 30-36, 2014.
- BARBOSA FILHO, J. **Miniestaquia, enxertia e alporquia de *Khaya anthotheca***. 2015. xiv, 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá, 2015.
- BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L; VICENTE. L. E; VICTORIA, D. C; SPINELLI-ARAUJO, L. S. **Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do estado do Maranhão**. Campinas: Embrapa, 2013. 445 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Relatório Técnico, v. 1).
- BARROS, L. A. G.; SILVA, P. F. R.; PANDOLFI, M. Viabilidade Econômica da Produção de Mogno-Africano da Região Sudeste (*Khaya ivorensis*). In: **III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga**. 10 p. Outubro de 2015.
- BALBINO, L. C. *et al.* Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1-12, 2011.
- BATISTA FILHO. **Mogno Africano, cultivo no estado de Minas Gerais**. Piracicaba: Casa do Produtor Rural; 2010.

- BELTRÃO, N. E. *et al.* **Estresses hipoxítico e anoxítico em plantas de mamoneira.** Congresso brasileiro de mamona, energia e ricinoquímica. Embrapa. 2009.
- BENINCASA, M. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BLACKMAN, V. H. The compound interest law and plant growth. **Annals of Botany**, Essex, v. 33, p. 353-360, 1919.
- BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D. Tolerância de plantas de *Khaya Ivorensis* e *Toona ciliata* A Herbicidas. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 747-754, dez. 2014.
- BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D. Controle do capim-braquiária associado à nutrição com boro no cultivo do mogno-africano em sistema silvipastoril. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p. 745-751, 2014.
- BIRCHLER, Rose *et al.* La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementation practica. **Investigacion Agraria**, Sistemas y Recursos Forestales, v.7, n. 1, 109-121 p., 1998.
- BISSANI, C. A. *et al.* **Fertilidade do solo e manejo da adubação de culturas.** 328 p. Porto Alegre: Editora Gênese, 2004.
- CAMARGO, R. *et al.* Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-mansão em sacolas plásticas. **Revista Trópica –Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 31-38, 2011.
- CARNEIRO, José Geraldo de Araújo. **Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo.** 1976. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR:FUPEF; 1995.
- CARNEIRO, R. S. A.; VIEIRA, C. R. **Produção de Mudas de Espécies Florestais em Substrato Contendo Esterco de Aves ou Esterco Bovino.** Ensaios, v. 24, n. 4, p. 386-395, 2020.
- CABRAL, C. E. A. *et al.* Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. **Comunicata Scientiae**. v.7, n.1, 66-72p. p.66-72, 2016.
- CARVALHO, J. C. *et al.* Efeito de Tratamentos Pré-Germinativos e Substratos na Germinação e Crescimento de Plântulas de Mogno-Brasileiro e Africano. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 84-88, set. 2016. ISSN 2179-5746.

CARVALHO FILHO, J. L. S. *et al.* Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, p.61-67, 2004.

CARVALHO, A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. **Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis*)**. **Cerne**, 2010; 16: 106-114.

CARNEIRO, José Geraldo de Araújo. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CASAROLI, D. *et al.* APTIDÃO EDAFOCLIMÁTICA PARA O MOGNO-AFRICANO NO BRASIL. **Ciência Florestal [online]**. 2018, v. 28, n. 1 pp. 357-368. ISSN 1980-5098.

CASTRO, A. C.; LOURENÇO, J. B. JR.; SANTOS, N. F. A; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B; Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural** 2008; 38(8): 2395-2402.

COUTO, M.; WAGNER JUNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano. 29c (*Prunus cerasifera* Ehrh) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**. 2003. 9:125-128.

CRUZ, C. A. F. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de Sete-Cascas [*Samanea inopinata* (Harms) Ducke]. **Revista Árvore**, v. 30, n.4, 537-546 p. 2006.

DELARMELINA, W. M. *et al.* Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**. v.21, n.2, 224-233 p. 2014.

DENSLOW, J. S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 1987; 18(1): 431-451.

DIAS, E. S. *et al.* 2006. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2006. 59 p.

DICKSON, A. *et al.* Quality appraisal of white spruce and White pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

DURYEA, M. L. Evaluating seedling quality importance to reforestation. In: DURYEA, M. L. **Evaluating seedling quality principles, procedures, and predictive abilities of major tests** Corvallis: Forest Research Laboratory Oregon State University, 1985. p. 1-6.

FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C. **Mogno africano *Khaya ivorensis* A. Chev em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.52, 1999.

FONSECA, Ézio de Pádua. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela odorata* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. produzidas sob diferentes**

períodos de sombreamento. 2000. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

FONSECA, E. P. *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4: 2002.

FRANÇA, T. S. F. A. *et al.* Natural resistance of plantation grown African mahogany (*Khaya ivorensis* and *Khaya senegalensis*) from Brazil to wood-rot fungi and subterranean termites. **International Biodeterioration e Biodegradation**. 107:88-91.

FRANÇA, T. S. F. A. **Caracterização tecnológica das madeiras de duas espécies de mogno africano (*Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis* (desr.) a. juss.).** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 105p. Jerônimo Monteiro, ES, 2014.

GONÇALVES, J. F. C. *et al.* Efeito do ambiente de luz no crescimento de plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Scientia Forestalis**, v.40, n.95, p.337-344, 2012.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (editores). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. 498p.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001. 166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) –Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

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

GOMES J.M., PAIVA H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** Viçosa: UFV; 2006.

GRUPIONI, P. H. F. *et al.* Indicadores econômicos na implantação do cultivo de mogno-africano no município de cristalina – GO. **Agrarian academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9; 499 p. 2018.

GURGEL, R. S. *et al.* Adubação fosfatada e composto orgânico na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrária**, Recife, v. 2, n. 4, p. 262-267, 2007.

GUIMARÃES, K. *et al.* Limonóides isolados na família Meliaceae. In: **XXVI Reunião Anual sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares**, 2004.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of coniferseedlings. In: **target seedling symposium, meeting of the western forest nurseryassociations**, 1990, Roseburg. Proceedings [...]. Fort Collins: United States Departament of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.

ITTO - **International Tropical Timber Organization.** Annual review and assessment of the world timber situation [online]. Yokohama: ITTO. 2013 set 15.

ITTO. **International Tropical Timber Organization**. Annual review and assessment of the world timber situation 2012.

ITTO- **International Tropical Timber Organization**. Yokohama, Japan. Prepared by the Division of Trade and Industry, ITTO. p. 223. 2020. ISBN 978-4-86507-074-3.

International Tropical Timber Organization. Tropical Timber **Market Report**, v. 17, n. 2, 2013.

IUCN. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **IUCN Red List**. Cambridge, 2018.

IBÁ. **Relatório da Indústria Brasileira de Árvores**. 2016. 72 p.

JEYANNY, V.; AB RASIPAG, WAN R.; AHMAD Z. Y. Effects of macronutrient deficiencies on the growth and vigour of *Khaya ivorensis* seedlings. **Journal of Tropical Forest Science** 2009.

JÚNIOR, L. L. F. **et al**. First Report of *Parasaissetia nigra* in *Khaya ivorensis* Seedlings in Brazil. 26(3): e20180156 <https://doi.org/10.1590/2179-8087.015618>. ISSN 2179-8087. **Floresta e Ambiente**. 2019.

KLEIN, V. *et al*. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substrato para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. 95p.

KRATZ, D. WENDLING, I.; PIRES P. P. (2012) Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, 40:547-556.

KOPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, p.466, 1948.

LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis*. In: LOUPPE, D.; OTENG-AMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Ed.). **Plant resources of tropical Africa**. Wageningen: PROTA Foundation, 2008.

LOPES, E. D; UCHÔAS, E. G; GOMES, J. M; COLLARES, R. A. Desempenho inicial no campo de mogno africano implantado em área de pastagem na região semi-árida do médio Vale do Jequitinhonha. In: **Anais II Simpósio de Integração Lavoura- Pecuária-Floresta**; 2012; Montes Claros. Montes Claros: Universidade Federal de Minas Gerais; 2012. p. 131-136.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: **Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report rm-200**, 1990, Roseburg. Proceedings... Fort. Collins: United States. Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MOURA, R. S. *et al*. Danos em *Khaya ivorensis* provocado por *Trigona spinipes* na savana brasileira.1(1):40-42. <http://dx.doi.org/10.22571/Actabra11201715>. **Acta Brasiliensis**. 2017.

- NIKIEMA, A.; PASTENAK, D. *Khaya senegalensis*. In: LOUPPE, D.; OTENGAMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Ed.). **Plant resources of Tropical Africa**. Wageningen: PROTA Foundation, 2008.
- NOVAIS, Roberto Ferreira de *et al.* **Fertilidade do solo**. 1017 p. Viçosa: SBCS, 2007.
- OFORI D. A, OPUNI-FRIMPONG E, COBBINAH J. R. Provenance variation in *Khaya* species for growth and resistance to shoot borer *Hypsipyla robusta*. **Forest Ecology and Management**, New South Wales, v.242, n.2, p.438-443, 2007.
- OPUNI-FRIMPONG, E. *Khaya grandifoliola*. In: LOUPPE, D.; OTENG-AMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Ed.). **Plant resources of Tropical Africa**. Wageningen: PROTA Foundation, 2008.
- OPUNI-FRIMPONG, E.; TEKPETEY, S. L.; OWUSU, S. A.; OBIRI, B. D.; APPIAH-KUBI, E.; OPOKU, S.; NYARKO-DUAH, N. Y.; ESSIEN, C.; OPOKU, E. M.; STORER, A. J. **Managing mahogany plantation in the tropics: field guide for farmers**. Kumasi/Ghana: Forest Institute of Ghana, 2016. 95 p.
- PENA, Rodolfo F. Alves.; **"Solos do Cerrado"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/solos-cerrado.htm>. Acesso em 15 de agosto de 2022.
- PINHEIRO A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos africanos (*Khaya* spp.)**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. 102 p.
- PRACIAK, A. *et al.* (Ed.). **The CABI encyclopedia of forest trees**. Oxfordshire: CABI, 2013. 523 p.
- PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas** 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- PEREZ, B. A. P.; VALERI, S. E. V.; DA CRUZ, M. C. P.; VASCONCELOS, R. T. Potassium doses for African mahogany plants growth under two hydric conditions. **African Journal of Agricultural Research**, Johannesburg, v.11, n.22, p.1973-1979, 2016.
- RAMOS, D. T. *et al.* **Influência do substrato na produção de matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz em mudas de cumbaru**. Universidade do Estado de Mato Grosso. 2º Jornada científica da UNEMAT. Barra do Bugres. 2009.
- REIS, C. A. F. *et al.* **Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil**. Brasília, DF :Embrapa. 378 p. ISBN 978-85-7035-923-0. 2019.
- REIS, G. G. **Análise de crescimento das plantas: Mensuração do crescimento**. Curso Multinacional de Capatación de Sistemas Integrados de Producción Agrícola para Ia Amazônia - IICA Trópicos. Pará, 1978.

RIBEIRO, A. F.; SCOLFORO, A. C.; SOARES, J. R. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente [online]**. 2017, v. 24. ISSN 2179-8087. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.076814>.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. cap. 2, p. 9-15.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma **Cerrado**. Embrapa CerradosCapítulo em livro científico, 1998.

ROSSI, E.; SARTORETTO, L. M. CARACTERIZAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA. **Unesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, v. 5, n. 2, p. 145-152, jul./dez. 2014.

MACHADO, E. C. *et al.* Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades de plantio, através de funções matemáticas ajustadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 825-833, jun. 1982.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1981. 596p.

MALAVOLTA, E *et al.* **Avaliação do estado nutricional das plantas – Princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARANHO, A. S. *et al.* Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 913-921. 2013.

MARANHO, A. S. *et al.* Produção de mudas de *physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. **Floresta**. [S.l.], v. 42, n. 2, p. 399-408, maio 2012. ISSN 1982-4688.

MEXAL, J.L.; LANDIS, T.D. **Target seedling concepts: height and diameter**. In: target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report rm-200, 1990, Roseburg.Proceedings. Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.17-35.

NIKIEMA, A.; PASTENAK, D. *Khaya senegalensis*. In: LOUPPE, D.; OTENGAMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Ed.). Plant resources of Tropical Africa. Wageningen: PROTA Foundation, 2008

SANTOS, Humberto Goncalves dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. Ed., Rev. e Ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SAIDELLES, F. L. F. *et al.* Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 1173-1186, 2009.

SAMÔR, O. J. M. *et al.* Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p.209-215, 2002.

SANO, E. E. *et al.* Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SÉRVULO, A. C. O. *et al.* African Mahogany transpiration with granier method and water table lysimeter. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.21, n.5, p.322-326, 2017.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G. Production and quality of *Cinnamomum zeylanicum* Blume seedlings cultivated in nutrient solution. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n.2, p.104-110, 2016.

SCHAEFER, C. E. R. *et al.* **Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciênc. da Terra, 2000. 12:63-104.

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

SOUZA, F. M. **Caracterização socioeconômica e ambiental de produtos florestais não madeireiros de famílias agroextrativistas, em quatro municípios de Goiás**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SCHAEFER, C. E. G. R. *et al.* **Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciênc. da Terra, 12:63-104. 2000.

SILVA, R. F. *et al.* Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 609-69, Jul./Set., 2014.

SILVA, P.T. E. *et al.* Principais espécies florestais utilizadas em sistemas agroflorestais na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém) 2008; 49: 127-144.

SWAINE M. D; WHITMORE T. C. **On the definition of ecological species groups in tropical rain forests**. Vegetatio 1988; 75(1-2): 81-86.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. (Eds.). Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017, 573 p.

TEPONGNING, R. N. *et al.* Potential of a *Khaya ivorensis* – *Alstonia boonei* extract combination as antimalarial prophylactic remedy. **Journal of Ethnopharmacology** 2011; 137(1): 743-751. PMid:21742022.

TEPONGNING, R. N. *et al.* In vivo efficacy and toxicity studies on *Erythrina senegalensis* and *Khaya ivorensis* used as herbal remedies for malaria prevention in Cameroon. **European Journal of Medicinal Plants**.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.657-665, Jul./Ago., 2014.

TUCCI, C. A. F. *et al.* Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica [online]**. 2009, v. 39, n. 2. ISSN 1809-4392.

VALLONE, H. S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidroretentor, diferentes substratos e adubações**. Lavras: UFLA, 2003, 75p. (Dissertação – mestrado em fitotecnia).

VALLONE, H. S. *et al.* Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, 2010.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. (2015). Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia Macrophylla* King). **Revista Brasileira Multidisciplinar**, 18(2), 153-166. <https://doi.org/10.25061/25272675/ReBraM/2015.v18i2.333>.

ZHANG, B. *et al.* **Limonoids from *Khaya ivorensis***. **Phytochemistry**. 2009. 70(10): 13051308. PMid:19666181. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem>>. Acesso em: 04 nov. 2021.