



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**NAUM SILVA DOS SANTOS**

**DESEMPENHO SILVICULTURAL DE *Khaya senegalensis* CULTIVADA SOB  
DIFERENTES ADUBAÇÕES NO CERRADO MARANHENSE**

IMPERATRIZ - MA

2022

**NAUM SILVA DOS SANTOS**

**DESEMPENHO SILVICULTURAL DE *Khaya senegalensis* CULTIVADA SOB  
DIFERENTES ADUBAÇÕES NO CERRADO MARANHENSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernandes Silva  
Dionisio

IMPERATRIZ - MA

2022

S237d

Santos, Naum Silva dos

Desempenho silvicultural de *khaya senegalensis* cultivada sob diferentes adubações no cerrado maranhense. / Naum Silva dos Santos. – Imperatriz, MA, 2022.

44 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. Adubação orgânica e mineral. 3. Cerrado maranhense. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 674.031.746.413 (812.1)

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

**NAUM SILVA DOS SANTOS**

**DESEMPENHO SILVICULTURAL DE *Khaya senegalensis* CULTIVADA SOB  
DIFERENTES ADUBAÇÕES NO CERRADO MARANHENSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro de Ciências Agrárias da Universidade  
Estadual da Região Tocantina do Maranhão -  
UEMASUL, como requisito para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Florestal.

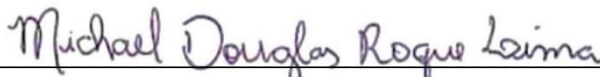
Aprovado em: 16 / 08 / 2022

**BANCA EXAMINADORA**



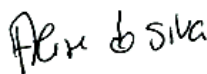
---

**Prof. Dr. Luiz Fernandes Silva Dionisio**  
**Doutor em Ciências Florestais**  
**Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL**  
**(Orientador)**



---

**Prof. Dr. Michael Douglas Roque Lima**  
**Doutor em Ciência e Tecnologia da Madeira**  
**Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL**  
**(Membro)**



---

**Profa. Dra. Alinne da Silva**  
**Doutora em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente**  
**Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL**  
**(Membro)**

À minha família pelo amor, incentivo,  
força e apoio incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e oportunidade de ter chegado até aqui, por sempre me guiar nessa jornada como pessoa, e agora, como profissional, pelas bênçãos concedidas e pelos desafios futuros que me aguardam. Certamente irei melhorar a cada dia e superarei esses desafios.

Aos meus pais Edilene Vieira e Francisco Monteiro, meu irmão Natã Silva, minha vó Idalina Vieira e minha tia Andressa Kelly por serem pessoas que nunca mediram esforços para ajudar no que eu precisasse, do início ao fim dessa jornada, para ser um engenheiro florestal.

Aos familiares, amigos e colegas que contribuíram direta e indiretamente para que esse sonho fosse realizado.

À Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, pela oportunidade de cursar a graduação, pela contribuição no meu aprendizado e experiências que me proporcionaram ao longo do curso.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernandes Silva Dionísio pela orientação neste trabalho, ensino e principalmente a confiança depositada para que esse projeto fosse realizado.

À Profa. Dra. Jaqueline Macedo Gomes, pela inspiração, oportunidade e por compartilhar os seus conhecimentos nos quais levarei para vida.

A todos os professores e funcionários da UEMASUL, em especial do Centro de Ciências Agrárias, que dedicaram tempo e esforço para proporcionar a melhor qualidade de ensino e serviço possível.

Aos estudantes do curso de Engenharia Florestal da UEMASUL, em especial à turma 2017.2, pela troca de experiências e vivência ao longo da graduação.

Aos meus colegas de turma e amigos, Fernanda, Gabriel, Gustavo, Marcelo, Romário e Ryan, pela parceria, amizade e companheirismo.

A todos aqueles que, mesmo não sendo citados aqui, contribuíram direta e indiretamente para essa conquista em minha vida.

Muito obrigado!

## Resumo

O cerrado é o bioma que mais apresentou alterações expressivas nas últimas décadas por decorrência das grandes ocupações feitas na região, culminando em impactos ambientais preocupantes. No entanto, plantios incipientes de mogno africano (*Khaya senegalensis*) tem demonstrado características importantes no que tange a composição de florestas plantadas, como alta produtividade e o rápido crescimento no Estado do Maranhão. Neste contexto, o objetivo com este estudo foi avaliar o crescimento do *Khaya senegalensis* sob diferentes adubações ao longo de 15 meses no cerrado maranhense. Um plantio experimental de *Khaya senegalensis* na fazenda Jacúba, localizada no município de Porto Franco – MA, foi avaliado. As mudas foram produzidas na própria fazenda em sacos plásticos por meio do plantio direto, permanecendo no viveiro por 90 dias. Foram abertas cerca de 200 covas com dimensões de 40 x 20 cm (profundidade x diâmetro). Os seguintes tratamentos foram estabelecidos: M1 (adubação orgânica, solo de floresta + palha de arroz carbonizada + cama aviária (2:2:1)) e M2 (adubação mineral em solo de floresta + NPK). As avaliações foram feitas mensalmente durante 15 meses, em que foram determinados a sobrevivência, o crescimento em altura (H), circunferência a altura do peito (CAP), incremento periódico anual (IPA) e taxa de crescimento relativo (TCR). Houve diferença significativa para as variáveis analisadas no tempo para altura (orgânico  $F_{14,1290}=171,6$ ,  $p=0,001$  e mineral  $F_{14,1275}=181,2$ ,  $p=0,001$ ); IPA (orgânico  $F_{13,1204}=27,12$ ,  $p=0,001$  e mineral  $F_{13,1190}=27,22$ ,  $p=0,001$ ); e TCR (orgânico  $F_{13,1204}=47,4$ ,  $p=0,001$  e mineral  $F_{13,1190}=36,37$ ,  $p=0,001$ ). Também ocorreram diferença significativa no tempo para o CAP (orgânico  $F_{6,602}=178,6$ ,  $p=0,001$ ); IPACAP (orgânico  $F_{5,516}=9,981$ ,  $p=0,0004$  e mineral  $F_{5,510}=9,697$ ,  $p=0,0009$ ); TCRCAP (orgânico  $F_{5,516}=7,466$ ,  $p=0,008$  e mineral  $F_{5,510}=12,44$ ,  $p=0,001$ ). O crescimento em altura em diâmetro nas plantas que foram aplicadas adubação orgânica e mineral, não demonstraram diferenças entre os tipos de adubação e o fator tempo e adubação, apresentando médias com valores muito próximos de crescimento em campo ao longo de 15 meses de avaliação. A adubação mineral e orgânica promoveu desenvolvimento semelhante, apresentando alta taxa de sobrevivência, de 87 e 86%, respectivamente. A taxa de crescimento em altura de *Khaya senegalensis* foi mais elevada na estação chuvosa em comparação ao período seco.

**Palavras-chave:** Mogno africano. Sobrevivência. Adubação orgânica. Adubação mineral.

## ABSTRACT

The cerrado is the biome that has presented the most significant changes in recent decades due to the large occupations made in the region, culminating in worrying environmental impacts. However, incipient plantations of African mahogany (*Khaya senegalensis*) have shown important characteristics regarding the composition of planted forests, such as high productivity and rapid growth in the State of Maranhão. In this context, the objective of this study was to evaluate the growth of *Khaya senegalensis* under different fertilization over 15 months in the Cerrado of Maranhão. An experimental plantation of *Khaya senegalensis* on the Jacúba farm, located in the municipality of Porto Franco - MA, was evaluated. The seedlings were produced on the farm in plastic bags through no-tillage, remaining in the nursery for 90 days. About 200 pits measuring 40 x 20 cm (depth x diameter) were dug. The following treatments were established: M1 (organic fertilization, forest soil + carbonized rice straw + poultry litter (2:2:1)) and M2 (mineral fertilization in forest soil + NPK). Assessments were performed monthly for 15 months, in which survival, growth in height (H), circumference at breast height (CAP), annual periodic increment (IPA) and relative growth rate (RCR) were determined. There was a significant difference for the variables analyzed in the time for height (organic  $F_{14,1290}=171.6$ ,  $p = 0.001$  and mineral  $F_{14,1275}=181.2$ ,  $p = 0.001$ ); IPA<sub>H</sub> (organic  $F_{13,1204}=27.12$ ,  $p=0.001$  and mineral  $F_{13,1190}=27.22$ ,  $p=0.001$ ); and TCR<sub>H</sub> (organic  $F_{13,1204}=47.4$ ,  $p=0.001$  and mineral  $F_{13,1190}=36.37$ ,  $p=0.001$ ). There was also a significant difference in the time for the CAP (organic  $F_{6,602}=178.6$ ,  $p = 0.001$ ); IPACAP (organic  $F_{5,516}=9.981$ ,  $p=0.0004$  and mineral  $F_{5,510}=9.697$ ,  $p=0.0009$ ); TCRCAP (organic  $F_{5,516}=7.466$ ,  $p=0.008$  and mineral  $F_{5,510}=12.44$ ,  $p=0.001$ ). The growth in height in diameter in plants that were applied organic and mineral fertilization did not show differences between the types of fertilization and the time and fertilization factor, presenting averages with values very close to growth in the field over 15 months of evaluation. Mineral and organic fertilization promoted similar development, with a high survival rate of 87 and 86%, respectively. The height growth rate of *Khaya senegalensis* was higher in the rainy season compared to the dry season.

**Keywords:** Mogno africano. Survival. Organic fertilization. Mineral fertilization.



## SUMÁRIO

|          |                                             |           |
|----------|---------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                      | <b>10</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>          | <b>12</b> |
| 2.1      | <i>Khaya senegalensis</i> .....             | 12        |
| 2.2      | Produção de mudas .....                     | 13        |
| 2.3      | Sobrevivência da muda pós-plantio .....     | 15        |
| 2.4      | Solo.....                                   | 15        |
| 2.5      | Crescimento inicial de mudas no campo ..... | 17        |
| <b>3</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                      | <b>18</b> |
| 3.1      | Objetivo Geral .....                        | 18        |
| 3.2      | Objetivo Específicos .....                  | 18        |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>                    | <b>19</b> |
| 4.1      | Área de estudo .....                        | 19        |
| 4.2      | Produção das mudas .....                    | 20        |
| 4.3      | Plantio em campo .....                      | 20        |
| 4.4      | Estabelecimento dos tratamentos.....        | 21        |
| 4.5      | Avaliação das mudas .....                   | 25        |
| 4.6      | Análise estatística.....                    | 26        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS.....</b>                      | <b>28</b> |
| 5.1      | Crescimento em altura .....                 | 28        |
| 5.1      | Crescimento em circunferência.....          | 30        |
| 5.2      | Taxa de sobrevivência .....                 | 33        |
| 5.3      | Crescimento na estação seca e chuvosa ..... | 34        |
| <b>6</b> | <b>DISCUSSÃO .....</b>                      | <b>38</b> |
| <b>7</b> | <b>CONCLUSÃO .....</b>                      | <b>40</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                    | <b>41</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O cerrado é um dos biomas mais importante e ameaçado do Brasil. São diversas as ações que degradam e atingem esse bioma, como a mineração, o que o deixa vulnerável a degradação (FERNANDES; PESSÔA, 2011).

Para Santos et al. (2008), o cerrado tem sido devastado a décadas com as ocupações descontroladas desde suas primeiras populações, mas principalmente a partir da década de 60 e 70. Esse avanço para dentro do cerrado se deu através das políticas de modernização da agricultura, setor agrícola, setor urbano e não menos importante as políticas de integração nacional, isso tudo atrelado com objetivo de oferecer mais economia as empresas e aos cidadãos, na qual levou a um descontrole ambiental acelerando a degradação do cerrado.

São mais de 20 milhões de hectares para serem restauradas no Brasil nos próximos 15 anos. Por esse motivo há um crescente aumento na busca por espécies adequadas, a fim de atingir essa meta. Dessa forma, as chances de conseguir recuperar a vegetação nativa brasileira são altas, acompanhando o desenvolvimento regional e proporcionando o manejo sustentável da fauna e flora (SARTORELLI; FILHO, 2017).

Além dos benefícios ecológicos, os reflorestamentos podem fornecer aumento expressivo na oferta de plantações florestais para a região, e com isso emprego e renda aos proprietários rurais, ajudando na redução do êxodo rural. Dessa forma, os serviços social, ambiental e econômico serão preservados possibilitando melhores condições de vida para com a população (VALVERDE et al, 2012).

No Brasil, várias espécies florestais podem ser implantadas para produção de matéria prima, como a *Tectona grandis* (teca), *Pinus taeda* (pinus), *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* (eucalipto). Atualmente, há uma espécie que vem se destacando no mercado internacional e tem demonstrado grande potencial no Brasil, a espécie *Khaya senegalensis*, popularmente conhecida como Mogno Africano (NATIVIDADE, 2016).

O mogno africano (*Khaya* spp.) é uma árvore de origem africana que pertence à família Meliaceae, a mesma família da andiroba e do cedro brasileiro. Tal madeira possui potencial elevado para comercialização interna e/ou externa, podendo ser utilizada na indústria naval, construção civil, movelaria e indústria de laminados. Assim, o mogno africano se destaca no que se refere a reflorestamento comercial, por ser uma madeira nobre que pode substituir a *Swietenia macrophylla* (Mogno Brasileiro) (PINHEIRO et al., 2011).

Os primeiros plantios de espécies do gênero *Khaya* no Brasil tiveram início na década de 70 na região Norte. Esses plantios chamaram a atenção de diversos produtores devido a

adaptabilidade no território nacional, certamente em decorrência das condições de clima (úmido e quente) e solo (bem drenados) favoráveis à espécie. Portanto, não demorou para que a espécie fosse introduzida em várias regiões do país (NATIVIDADE, 2016).

Em geral, as espécies de mogno podem atingir diferentes dimensões, podendo variar em média uma altura de 30 a 35 metros, possuindo um tronco de 2 metros ou mais de diâmetro, apresentando sapopemas na sua base para garantir a sua sustentação (LEMMENS et al., 2008).

Como alternativa para atender o mercado, várias pesquisas da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) têm tornado o mogno africano a espécie preferida pelos silvicultores no estado do Pará, pois além de sua grande importância econômica, ela também possibilita a recuperação de áreas degradadas. Vale destacar que o mogno tem uma grande resistência à broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella*), uma praga muito recorrente no mogno brasileiro, apresentando uma grande vantagem técnica e econômica do mogno africano (OLIVEIRA et al., 2019).

A adubação é fundamental para um aumento na eficiência da produção no campo, por isso é essencial que haja conjuntos de ações voltadas para novas tecnologia que melhorem ainda mais o desenvolvimento genético das plantas visando um maior e melhor potencial produtivo (RIBEIRO & CARNEIRO, 2021). Nesse contexto, o presente trabalho buscou apresentar informações sobre o mogno africano (*khaya senegalensis*) utilizando diferentes métodos de adubação, visando as melhores condições econômicas e menos onerosas para o seu desenvolvimento no cerrado maranhense.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Khaya senegalensis*

A espécie *Khaya senegalensis* (Figura 1) ocorre naturalmente em diversas regiões do continente africano. Ela ocorre em florestas de Savana, em ambientes normalmente úmidos, de preferência ao longo do curso de água, em florestas ripárias e pode ser também encontrada em conjunto com a espécie *Khaya grandifoliola*. No geral, a espécie *K. senegalensis* tem o porte médio, com 30 a 35 m de altura, isto é, crescendo em solos profundos e férteis, e em savanas podem chegar a 20 m (REIS et al., 2019).

**Figura 1:** Árvore da espécie *Khaya senegalensis*.



Fonte: Futuro florestal (2022).

O formato do seu tronco varia de acordo com as condições do local sendo, na grande maioria, tortuoso e com ramificação baixa. Ao contrário das outras espécies, as sapopemas dessa espécie são ausentes ou não proeminentes. O seu tronco possui a cor marrom acinzentada ou cinzenta, salpicada e sulcada com manchas claras. No interior, a sua casca varia de um tom rosa escura avermelhada, e possui uma exsudação na forma de goma avermelhada. Sua copa é muito vasta, bem arredondada e densa, além de possuir diversos galhos glabros (LEMMENS, 2008; NIKIEMA; PASTENAK, 2008; PINHEIRO et al., 2011; REIS et al., 2019).

As suas folhas são parepinadas, dispostas em espiral, de dois a seis pares de folíolos formando um conjunto com até 25 cm de comprimento. As estípulas são ausentes no mogno africano, e seus folíolos são opostos, elípticos a quase oblongos. A espécie é monoica, classificada como díclina, isso significa que ela possui tanto sexo masculino e feminino na mesma planta, mas em flores distintas com aparência similares. Seus frutos são envoltos por cápsulas lenhosas, de forma esférica de cor marrom. Entretanto, dependendo do local de sua plantação, ele pode chegar a uma altura de 60 m e diâmetro de até 2 m ou mais (LEMMENS, 2008; NIKIEMA; PASTENAK, 2008; PINHEIRO et al., 2011; REIS et al., 2019).

As espécies *Khaya senegalensis* e *Khaya. ivorensis* apresentam propriedades organolépticas da madeira semelhantes, tendo grandes utilidades para a construção em geral (FRANÇA et al., 2015). A madeira de *K. ivorensis* possui baixa densidade ( $0,49 \text{ g cm}^{-3}$ ), sendo indicada para construção leve e molduras, acabamentos e divisórias, moveis e compensados. Já a madeira de *K. senegalensis*, é mais indicada para produção de assoalho, construção leve e embarcações, sendo aquela que apresenta as melhores propriedades mecânicas.

## 2.2 Produção de mudas

É essencial a intervenção de novas pesquisas, visando obter as melhores condições de desenvolvimento para as espécies de mogno, fazendo com que o mesmo tenha o papel de suprir a demanda do mercado de madeiras que tem aumentado cada vez mais, garantindo ao setor florestal condições tanto sustentáveis, como também econômicas (SOUZA, et al., 2020).

A utilização de mudas (Figura 2) de alta qualidade é o ponto fundamental para o êxito do cultivo, garantindo assim o sucesso da ação de vegetação e dos estabelecimentos de povoamentos florestais, seja para fins comerciais ou conservacionistas (SMIDERLE et al., 2020).

**Figura 2:** Mudanças de mogno africano (*khaya senegalensis*).



Fonte: Autor (2021).

A qualidade das mudas varia entre espécies. Dessa forma, são determinados padrões que pressupõem a escolha dos parâmetros e a definição dos critérios de avaliação que os representam. Os parâmetros morfológicos aqueles vistos visualmente como a altura, diâmetro, folhas, raízes e caule são os mais utilizados na determinação dos índices de qualidade de mudas, pois eles possuem um valor muito maior sendo mais intuitivo pelos viveiristas (RUDEK et al., 2013; AUCA et al., 2018; GOMES et al., 2019).

Durante o processo de formação das mudas no viveiro, há diversos fatores que influenciam no crescimento, qualidade e nos custos de produção das mudas. Dentre os diversos fatores que influenciam a produção de mudas florestais e a qualidade tanto morfológica e fisiológica das plantas, até a área do plantio, destacam-se: temperatura, sombreamento, irrigação, substrato, porosidade do substrato, umidade do substrato, vigor das mudas, o manejo das mudas no viveiro e das doses de fertilizante mineral utilizadas que afetarão diretamente o desenvolvimento iniciais da muda (MARQUES et al., 2018).

Nesse aspecto, um ponto fundamental no cultivo de espécie do gênero *Khaya senegalensis* está na escolha do material genético a ser utilizado. O conhecimento dessa característica é essencial, pois vai influenciar diretamente na relação solo, clima e planta, e diretamente na adaptação da espécie escolhida às condições ambientais do local do plantio (REIS et al., 2019).

### **2.3 Sobrevivência da muda pós-plantio**

Independente da finalidade, para que um plantio florestal tenha sucesso é essencial que se produza mudas com boa qualidade (MELO et al., 2018). O sucesso da produção florestal está baseado tanto nos parâmetros morfológicos, quanto nos aspectos fenotípicos, além é claro dos fisiológicos, pois as mudas dependem da qualidade genética, das condições ambientais do viveiro, do substrato, do recipiente, e dos métodos utilizados no momento da sua produção (GOMES et al., 2002 SILVA et al., 2020c).

As características morfológicas são mais recorrentes para atribuir qualidade às mudas, motivo esse por ser os mais aceitos pelos viveiristas, na qual possui melhores respostas a sobrevivência e ao crescimento inicial da muda, já que ela possui uma boa resposta a respeito das adversidades das mudas que são encontradas no viveiro e no campo após o plantio (GOMES, et al., 2019).

A qualidade das mudas florestais está ligada diretamente à sua sobrevivência e crescimento inicial após o plantio no campo (STUEPP et al., 2020). O manejo de viveiro, incluindo os substratos, irrigação e nutrição, são fatores cruciais que afetam as características das mudas, o que pode resultar em respostas diferenciadas interferindo nos primeiros meses de plantio.

### **2.4 Solo**

O solo é o componente fundamental dos ecossistemas terrestres, pois seu papel afeta diretamente o ciclo da água, a ciclagem de nutrientes, o balanço hídrico e a produtividade do ecossistema. Para a área florestal os estudos sobre o solo são de extrema importância, pois a partir deles será definido qual o tipo de solo a espécie se adaptar melhor, tanto na relação da profundidade dos horizontes, da matéria orgânica e na textura do solo, além de várias outras características importantes (REICHERT et al., 2009; SILVA et al., 2021b).

O cerrado apresenta uma diversidade de solos, na quais são característicos por serem antigos, profundos e bem drenados, sendo formado por tipos como, latossolos, podzólicos e areias de quartzosas, tendo predominância os solos areno-argilosos, arenosos, argilo-arenosos, ou posteriormente, argiloso (MONTEIRO, 1999; BARTOLON et al., 2016). O teor de matéria orgânica é considerado alta, mas atividade dela no solo é baixa, fora que grande parte dos solos do cerrado são comprometidos, isso devido ao alto grau de intemperismo, o que provocou uma

baixa fertilidade ao longo do tempo (RESCK et al., 1991; BORTOLON et al., 2016; PENA, 2022).

Nas últimas décadas, o uso do cerrado tem se intensificado pelo seu crescente aumento no sistema de produção, por meio de sementes melhoradas, de fertilizantes e corretivos, de agroquímicos e de máquinas e implementos que oferecem ajuda para suprir as necessidades no campo. De modo geral, quanto mais fértil, e maiores forem a gama de nutrientes químicos no solo, melhor será a adaptabilidade da espécie com meio, assim como a sua sobrevivência (JUNIOR et al., 2007; Oliveira et al. 2015).

No Brasil, os plantios de *Khaya* são plantados em diferentes regiões do país, isso por causa das grandes características que o solo brasileiro possui (Argissolo, Latossolo e Neossolos), em relação ao da costa do ocidental africano (Argissolo, Latossolo, Insular, Equatorial, Neossolo quartzarênico e Neossolo litólico). A espécie *K. senegalensis* é a melhor espécie dentro do gênero *Khaya* para regiões de ambiente rigorosos, pois elas se adaptam melhor em áreas com solos arenosos sujeitos a déficit hídrico (CASSAROLI et al., 2018; REIS et al., 2019).

No sul do estado do Maranhão o tipo de solo predominante é o Latossolo (representando mais de 50% do total), sendo solos bem profundos, acentuadamente drenados, de textura média a argilosa, sendo predominantemente distróficos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. As características fisiográficas da região são de origem comum, com coberturas areno-argilosas e argilosas, derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares (COSTA et al., 2005; FILHO et al., 2011).

A região, mesmo oferecendo baixa fertilidade natural ocasionadas pelo relevo plano e suavemente ondulado, e outros mecanismos climáticos que delimitam o padrão de distribuição hídrica da região, ainda assim apresenta um solo com bom potencial para a agropecuária. Contudo, devido à baixa fertilidade e acidez elevada, tais solos são muito exigentes ao que se refere a corretivos e adubos químicos e orgânicos (COSTA et al., 2005; FILHO et al., 2011).

O uso de fertilizantes no solo é uma prática que tem o objetivo de corrigir algum fator e, por fazer a incorporação de nutrientes, proporciona melhor a nutrição da planta no seu estágio inicial e ao longo do seu desenvolvimento, pois da mesma forma como ocorre em outras culturas florestais, as operações de adubação do mogno também são executadas de forma fracionada (SOUSA; LOBATO, 2004; REIS et al., 2019).



## 2.5 Crescimento inicial de mudas no campo

As análises de crescimento vegetal possuem muitas variáveis, e possuem os objetivos de descrever e interpretar o desempenho de determinada espécie crescendo em condições quer seja em ambiente natural ou controlado (GOMES et al., 2019; TRAZZI et al., 2020).

O espaçamento do plantio é um ponto a ser considerado, já que a sua influência pode atuar de forma direta sobre o desenvolvimento da planta, pois o maior ou o menor adensamento das plantas pode ocasionar mudanças nas características silviculturais, tecnológicas e econômicas das árvores. A influência do espaçamento é vital para o crescimento em altura e diâmetro da planta, pois o crescimento da árvore é diretamente proporcional a disponibilidade do seu espaço de crescimento (INOUE et al., 2011; RODRIGUES, 2018; BARCELLOS, 2019).

A espécie *K. senegalensis* possui uma característica marcante de ser a mais tolerante a estresse hídrico, se desenvolvendo ainda melhor em condições em que o ambiente possui maior poder evaporante, pois de acordo com os estudos de Júnior et al. (2019) as plantas de mogno africano em uma área experimental no cerrado apresentaram taxa de desenvolvimento de 95% no período de deficiência hídrica, no entanto, apesar da alta taxa de sobrevivência, essas condições refletiu um menor crescimento nas plantas não irrigadas.

Contudo, o acréscimo de água no substrato tem uma influência direta no ganho da planta, atuando na expansão foliar, biomassa, altura e diâmetro (ARNOLD et al., 2004; NETO, 2014; REIS et al., 2019).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o crescimento inicial de *Khaya senegalensis* sob diferentes adubações ao longo de 15 meses no Cerrado maranhense.

#### **3.2 Objetivo Específicos**

Avaliar o crescimento em diâmetro e altura de *Khaya senegalensis* sob diferentes adubações.

Avaliar a sobrevivência de *Khaya senegalensis* 15 meses após plantio sob diferentes adubações.

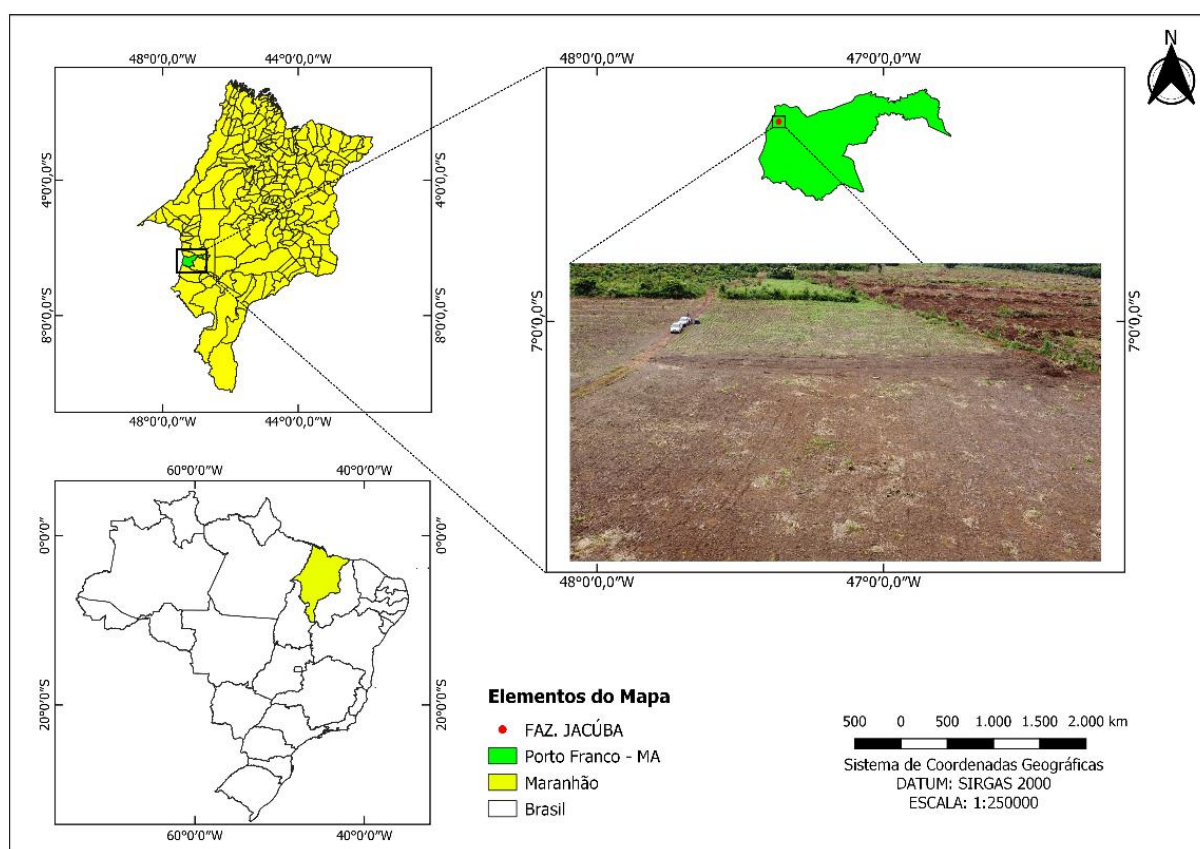
Analisar a taxa de crescimento relativo em altura de *Khaya senegalensis* em função da estação (seca e chuvosa).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Área de estudo

O experimento foi implantado em área de pastagem, dominada por espécies de braquiária (*Urochloa decumbens* (stapf) r.d.webster e *Urochloa mutica* (forssk.) Nguyen.) na fazenda Jacúba, no município de Porto Franco, MA (6° 20' 29"s, 47° 24' 6"w). A área total utilizada foi de 0,5 hectare (Figura 3).

**Figura 3.** Localização da área de estudo, na Fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



Fonte: O autor (2022).

O clima da região é caracterizado como seco subúmido, tendo uma temperatura média anual da região de 25,7 °C sendo que nos meses mais secos do ano a temperatura média do ar é de 26,7 °C, reduzindo para 25,3 °C durante o período chuvoso. O período de chuva na região inicia-se em novembro e se entende até meados do mês de maio. Durante o período chuvoso, a média do total acumulado na região é de 1.110 mm, o que corresponde a 90,8% do total de chuvas na região, conforme o relatório da Zoneamento Agropecuário do Estado do Maranhão (ZEMA) (MARANHÃO, 2019).

## 4.2 Produção das mudas

As mudas de mogno foram produzidas no viveiro da própria fazenda. O viveiro tem uma cobertura de sombrite 50% (Figura 4). As sementes de mogno foram coletadas de matrizes. Para a produção das mudas foram utilizados sacos plásticos com dimensões de 9 cm x 20 cm (largura x altura), usando como um dos substratos o próprio solo de floresta da própria área. Foi realizado a semeadura direta nos recipientes.

As mudas de mogno africano ficaram no viveiro por 90 dias, até o momento do plantio, tendo em vista que as mudas com esse período de tempo já possuíam um tamanho considerável e aptas para serem levadas ao campo.

**Figura 4:** Viveiro florestal da Fazenda Jacúba (A); Sementes de mogno africano (B); Recipientes preenchidos com substrato (C); desenvolvimento inicial do mogno africano (D); Mogno africano aos 90 dias após o plantio (E); e mudas prontas para o plantio (F e G).



Fonte: O autor (2022).

## 4.3 Plantio em campo

Inicialmente foi feita a gradagem na área suprimindo a vegetação que se encontrava no local. Após a limpeza, foram realizadas as aberturas das covas sendo feitas de forma manual, com uso da cavadeira. As covas foram abertas com as dimensões de 40 x 20 cm (profundidade x diâmetro) (Figura 5), sendo ao todo estabelecidas 200 covas.

O plantio das mudas foi realizado em fevereiro de 2021, com o espaçamento 6 x 8 m (48 m<sup>2</sup>). Os materiais usados para o tratamento foram escolhidos pensando no seu grau de qualidade e eficiência no campo.



**Figura 5.** Abertura das covas para plantio de mudas de mogno africano na Fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



Fonte: O autor (2022).

#### **4.4 Estabelecimento dos tratamentos**

Os tratamentos que utilizaram a adubação constituíram em doses de 250g de NPK e 300g o superfosfato simples, conforme mostra a Figura 6A e 6B.

No ato do plantio foram estabelecidos dois tipos de tratamentos de adubação (Figura 7), sendo: T1 (adubação orgânica) = solo de floresta + palha de arroz carbonizada + cama aviária (2:2:1) + 300 g de Super Fosfato Simples e o T2 (adubação mineral) = solo de floresta + 300 g de Super Fosfato Simples + NPK. Inicialmente ambos os tratamentos foram adubados apenas no ato do plantio e posteriormente realizado o incremento nutricional em apenas um dos tratamentos.

Foram estabelecidos que a primeira e segunda adubação de cobertura seriam colocadas nos primeiros meses do plantio, visando melhor desempenho das mudas logo nos meses iniciais.

O mês de março e abril de 2021, foram os selecionados para adubação, e por sua vez utilizou-se o NPK (18:18:18) apenas no T2 (adubação mineral), sendo essa formulação escolhida por ser facilmente solúvel em água facilitando a adubação.

Na Figura 8 é apresentado o croqui de plantio das mudas de mogno em campo, onde, T1= adubação orgânica e T2= adubação mineral.

**Figura 6.** Adubação de cobertura utilizada em mudas de *Khaya senegalensis* na Fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão. A) NPK e B) Superfosfato simples.



Fonte: O autor (2022).

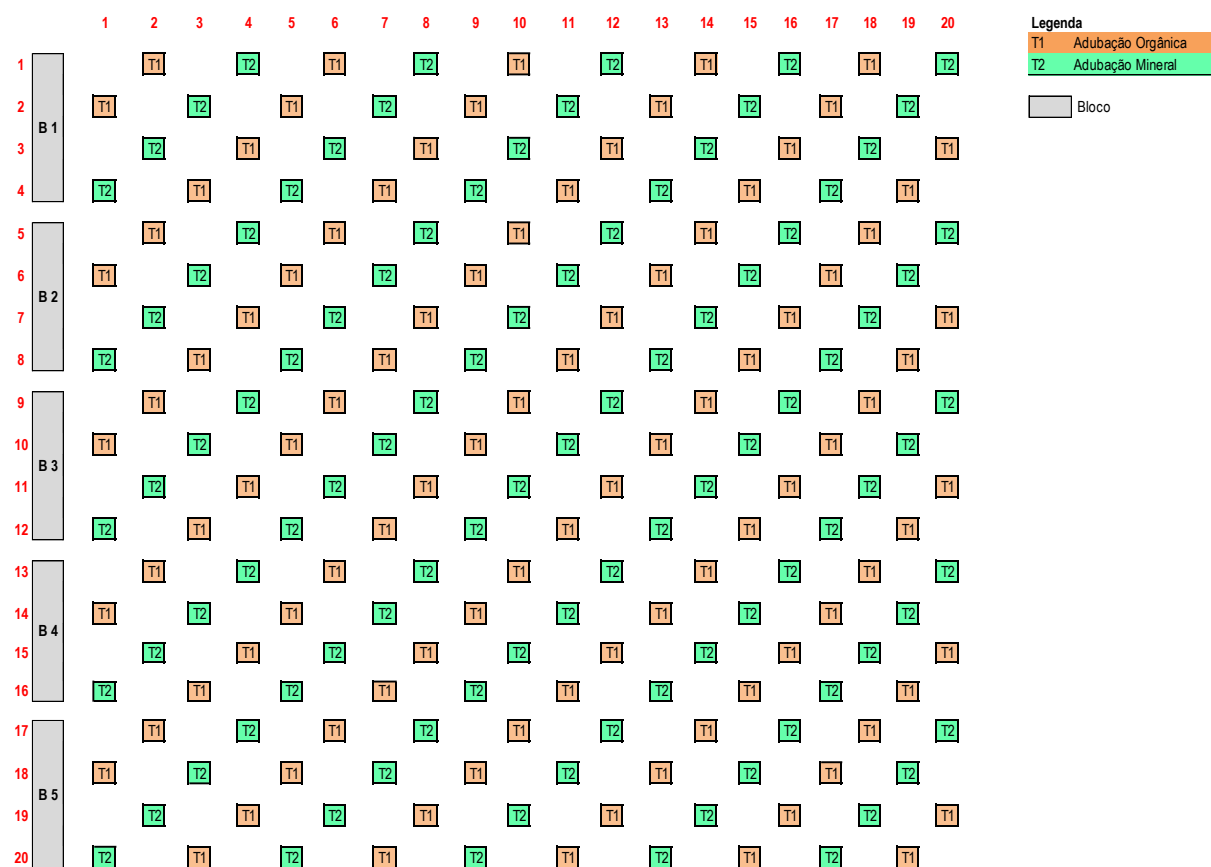


**Figura 7.** Mistura dos substratos utilizados em mudas de *Khaya senegalensis* na Fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



Fonte: O autor (2022).

**Figura 8:** Croqui da área do plantio das mudas de *Khaya senegalensis* na Fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



Fonte: O autor (2022).

A Tabela 1 apresenta os valores de aquisição dos substratos obtidos para o projeto.

**Tabela 1:** Substrato utilizado na implementação do plantio de mogno na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.

| Componente do substrato | Valor unitário (R\$) | Quantidade | Unidade      | Valor total (R\$) |
|-------------------------|----------------------|------------|--------------|-------------------|
| Palha de arroz          | 6,00                 | 12         | Saco (30 kg) | 72,00             |
| Cama aviária            | 20,00                | 6          | Saco (40 kg) | 120,00            |
| Super fosfato simples   | 87,00                | 2          | Saco (50 kg) | 174,00            |
| Adubo (NPK)             | 90,00                | 2          | Saco (50 kg) | 180,00            |

Fonte: O autor (2022).



#### **4.5 Avaliação das mudas**

As avaliações foram realizadas mensalmente durante 15 (quinze) meses, para a determinar a taxa de sobrevivência, crescimento em altura (cm) e circunferência (cm). A sobrevivência (%) foi avaliada a partir do número de indivíduos mortos aos 15 meses de medição, sendo calculada a taxa de sobrevivência para cada tratamento e a taxa de sobrevivência geral.

Para a altura as medições foram feitas 1 (uma) vez a cada mês e para a circunferência a cada 2 (dois) meses. Para tal ação foi utilizada duas réguas graduada (cm) para medir a altura e um parquímetro digital para medir a circunferência (cm) a 5 cm da superfície do solo, conforme mostra a Figura 9.

**Figura 9.** Determinação da altura (A e B); e diâmetro (C), de mudas de *Khaya senegalensis* na Fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



Fonte: O autor (2022).

#### 4.6 Análise estatística

Para verificar os pressupostos da análise de variância (ANOVA), os dados foram analisados quanto à: a) normalidade com o teste de Scott-Knott ( $p > 0,05$ ); b) homocedasticidade pelo teste de Bartlett ( $p > 0,05$ ) e c) independência entre unidades experimentais, nas quais os dados foram analisados utilizando o delineamento em blocos casualizados com 5 repetições, com cada repetição composta por 20 plantas para os dois tipos de adubação.

O cálculo da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida pela seguinte fórmula:

$$TCA = \frac{T_2 - T_1}{Tp_2 - Tp_1};$$

sendo T2 e T1 a medição final e inicial, respectivamente tanto para altura quanto o diâmetro; e Tp2 representa o intervalo de tempo final e o Tp1 o inicial.

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi obtida pela seguinte fórmula:  $TCR = \frac{\ln T_2 - \ln T_1}{Tp_2 - Tp_1}$ ; sendo lnT2 e lnT1 o logaritmo neperiano da medição final e inicial, respectivamente tanto para a altura quanto pro diâmetro, e o Tp2 é o intervalo de tempo final e Tp1 o inicial.

As taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) em altura e diâmetro serão submetidas a análises de medidas repetidas no tempo (ANOVA) por meio do programa R versão 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020) e, havendo diferenças significativas entre os dados, as médias foram comparadas pelo teste de ScottKnott ( $p < 0,05$ ).

Foram realizados testes de comparação da precipitação, temperatura e a taxa de crescimento relativo durante o período da estação seca e chuvosa, realizado ainda o teste de correlação de Pearson para avaliar se as variáveis analisadas possuem algum tipo de interação significativa.

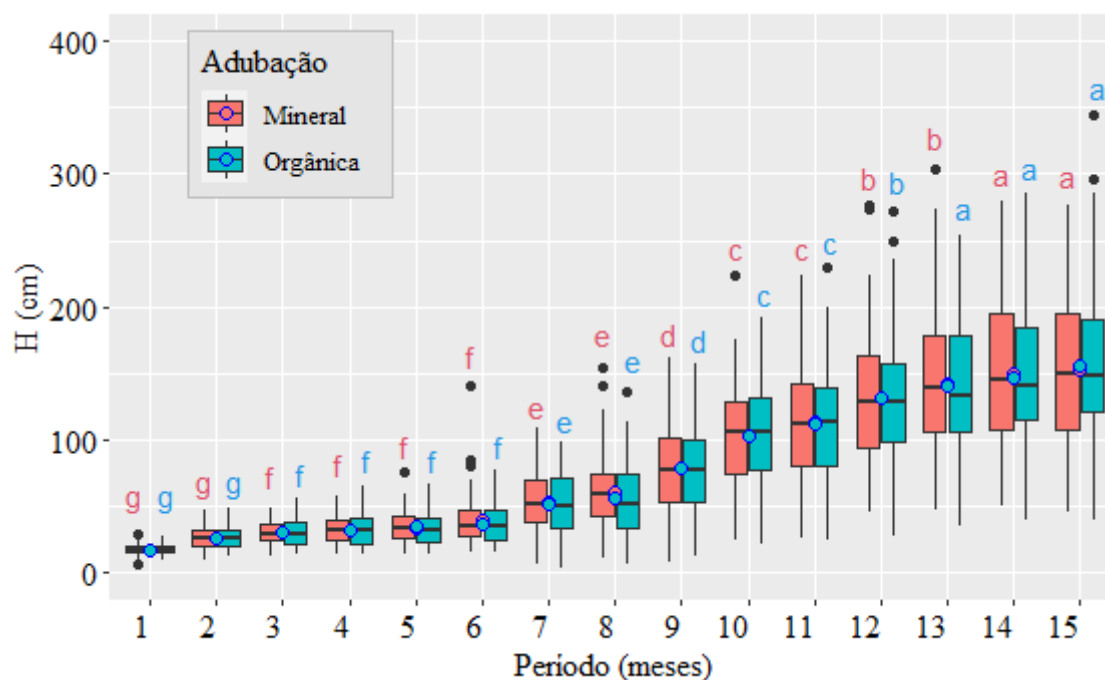
## 5 RESULTADOS

### 5.1 Crescimento em altura

Para a altura houve diferença estatística significativa no período de 15 meses para o tratamento orgânico ( $F_{14,1290}=171,6$ ,  $p = 0,001$ , tendo a média para o mês inicial de  $17,14 \text{ cm} \pm 3,36 \text{ cm}$  e mês final de  $156,33 \text{ cm} \pm 63,28 \text{ cm}$ ). Também foi observado diferença significativa para o tratamento com adubação mineral ( $F_{14,1275}=181,2$ ,  $p = 0,001$ , sendo a média para o mês inicial de  $17,41 \text{ cm} \pm 4,29 \text{ cm}$  e mês final de  $153,31 \text{ cm} \pm 55,46 \text{ cm}$ ).

No entanto, não ocorreram diferença significativa entre os tipos de adubação (orgânica e mineral) ao longo dos períodos de 15 meses. Não houve interação entre o fator tempo e adubação.

**Figura 10.** Boxplot mostrando taxa média de altura de indivíduos da espécie mogno ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão. A linha horizontal mais grossa representa a mediana, a caixa o intervalo interquartil e as linhas tracejadas os valores extremos. Letras indicam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,05$ ) em ANOVA com o teste post-hoc de ScottKnott.



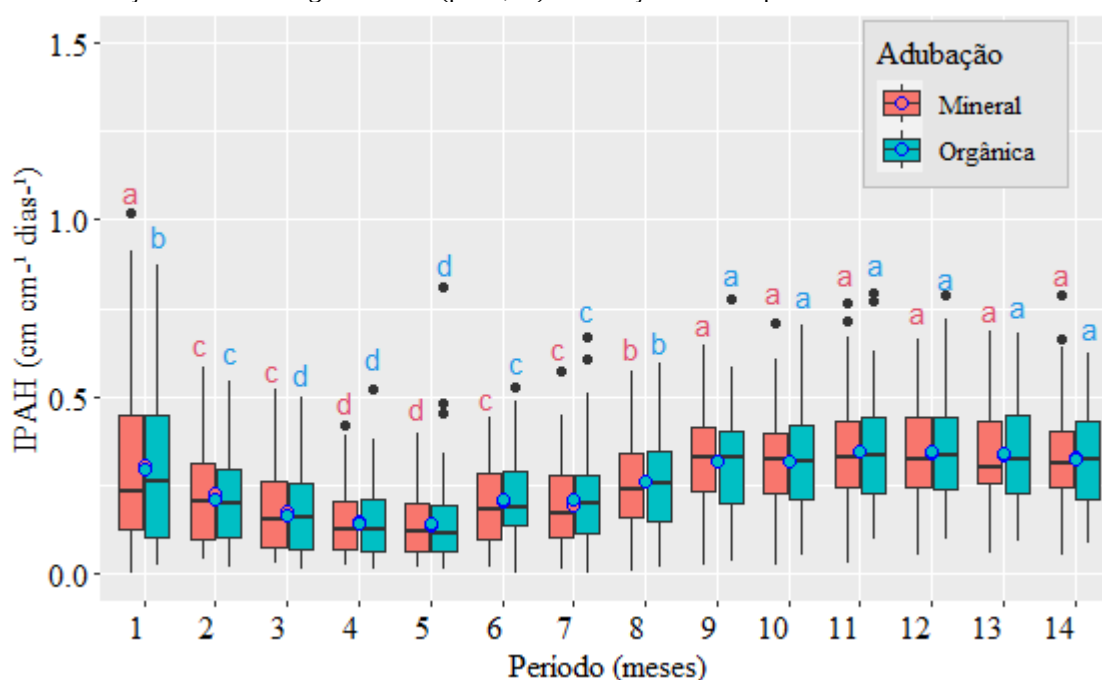
Fonte: Autor (2022).

O incremento periódico anual (IPA) apresentou diferença significativa no período para o tratamento orgânico ( $F_{13,1204}=27,12$ ,  $p=0,001$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,31 \text{ cm} \pm 0,23 \text{ cm}$  e mês final de  $0,33 \text{ cm} \pm 0,15 \text{ cm}$ ) e mineral ( $F_{13,1190}=27,22$ ,  $p=0,001$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,30 \text{ cm} \pm 0,22 \text{ cm}$  e mês final de  $0,32 \text{ cm} \pm 0,13 \text{ cm}$ ). Contudo, os

tratamentos apresentaram diferença significativa entre os tipos de adubação (orgânica e mineral) ao longo dos períodos de 15 meses.

Dos valores analisados também não houveram interação entre o fator tempo e adubação.

**Figura 11.** Boxplot mostrando o incremento periódico anual (IPAH) para a altura de indivíduos da espécie mogno ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão. A linha horizontal mais grossa representa a mediana, a caixa o intervalo interquartil e as linhas tracejadas os valores extremos. Letras indicam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,05$ ) em relação ao teste post-hoc de ScottKnott.

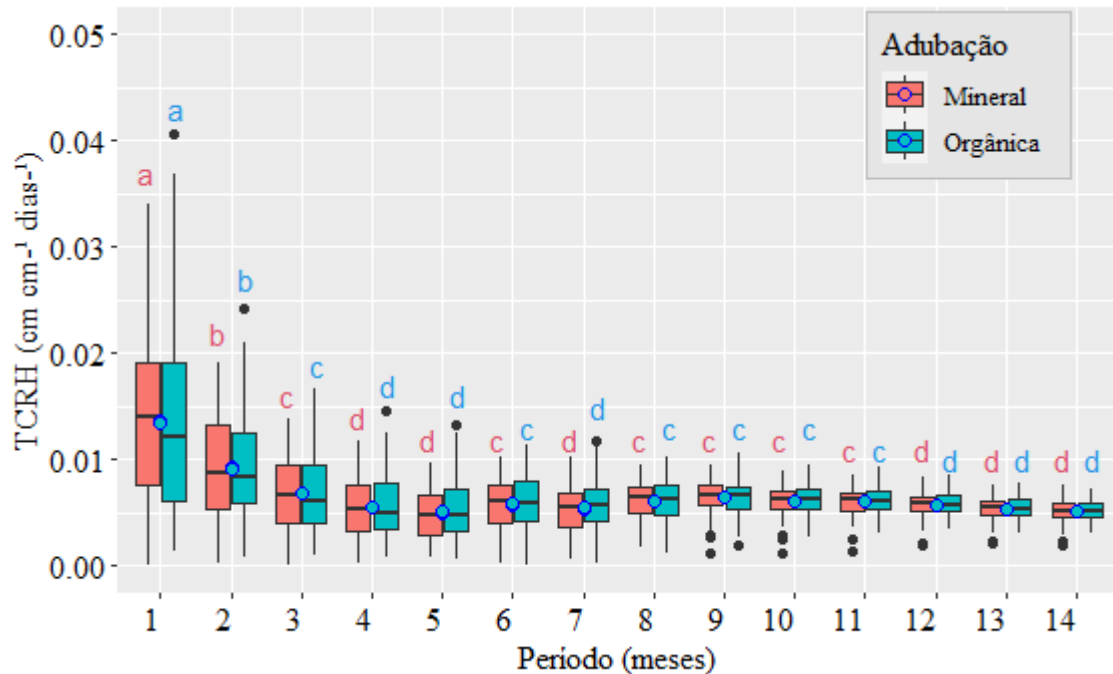


**Fonte:** Autor (2022).

Na taxa de crescimento relativo (TCR) obteve-se diferença significativa ao longo dos 15 meses para o tratamento orgânico ( $F_{13,1204}=47,4$ ,  $p = 0,001$ , a média para o mês inicial de  $0,014 \text{ cm} \pm 0,008 \text{ cm}$  e o mês final de  $0,005 \text{ cm} \pm 0,001 \text{ cm}$ ) e mineral ( $F_{13,1190}=36,37$ ,  $p = 0,001$ , a média para o mês inicial de  $0,013 \text{ cm} \pm 0,009 \text{ cm}$  e mês final de  $0,005 \text{ cm} \pm 0,001 \text{ cm}$ ).

Para os tipos de adubação (orgânica e mineral) no período de 15 meses não demonstraram diferença significativas, assim como também não houveram interação entre o fator tempo e adubação.

**Figura 12.** Boxplot mostrando a taxa de crescimento relativo (TCRH) para a altura de indivíduos da espécie mogno ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão, 2022. A linha horizontal mais grossa representa a mediana, a caixa o intervalo interquartil e as linhas tracejadas os valores extremos. Letras indicam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,05$ ) em ANOVA com o teste post-hoc de ScottKnott.



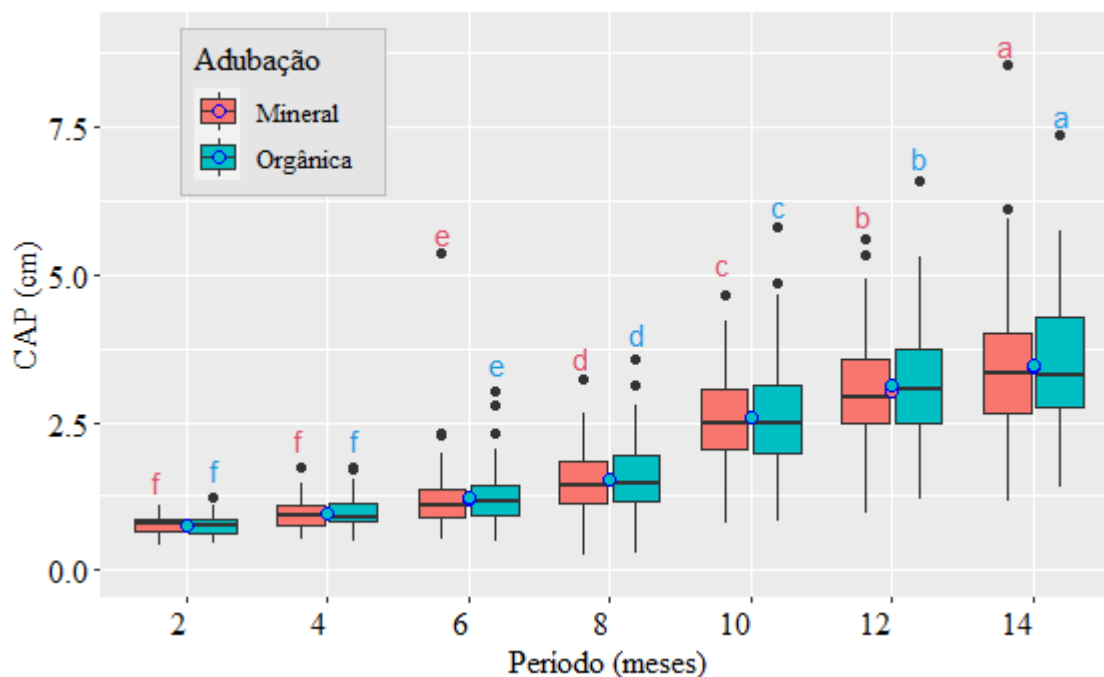
Fonte: Autor (2022).

### 5.1 Crescimento em circunferência

Para o diâmetro houve diferença estatística significativa nos 15 meses para o tratamento orgânico ( $F_{6,602}=178,6$ ,  $p= 0,001$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,77 \text{ cm} \pm 0,15 \text{ cm}$  e mês final de  $3,45 \text{ cm} \pm 1,22 \text{ cm}$ ) e mineral ( $F_{6,595}=172$ ,  $p= 0,001$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,76 \text{ cm} \pm 0,18 \text{ cm}$  e mês final de  $3,45 \text{ cm} \pm 1,17 \text{ cm}$ ). Porém, não ocorreram diferença significativa entre os tipos de adubação (orgânica e mineral) no período de 15 meses. Não houve interação entre o fator tempo e adubação.



**Figura 13.** Boxplot mostrando o CAP de indivíduos da espécie mogno ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão. A linha horizontal mais grossa representa a mediana, a caixa o intervalo interquartil e as linhas tracejadas os valores extremos. Letras indicam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,05$ ) em ANOVA com o teste post-hoc de ScottKnott.

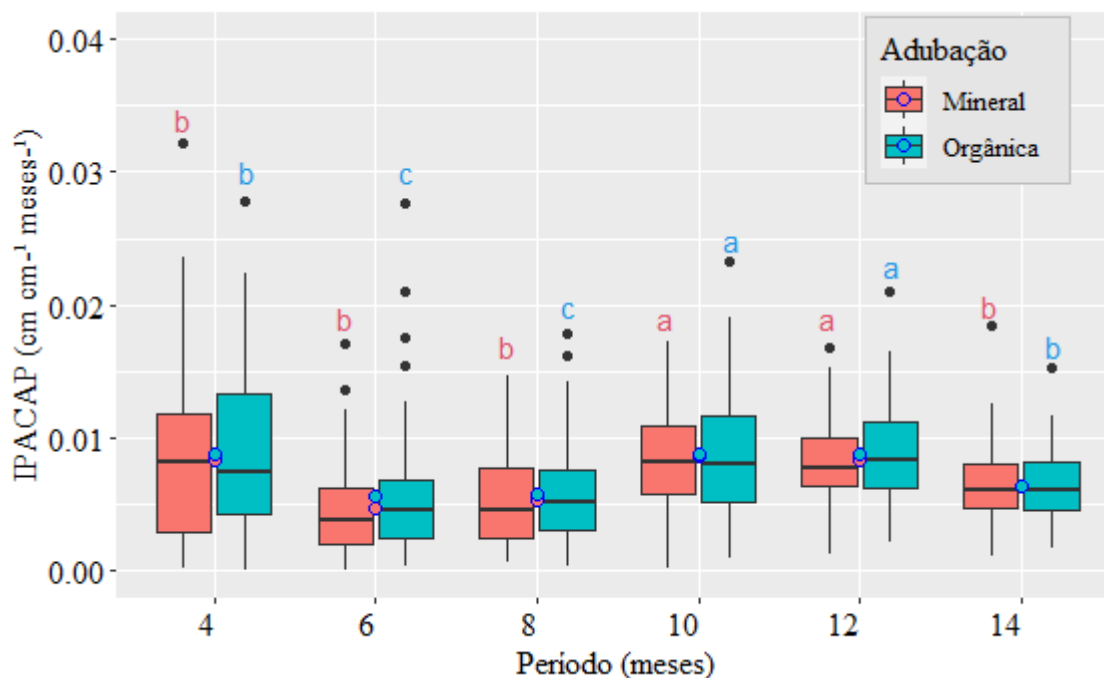


Fonte: Autor (2022).

O incremento periódico anual (IPA) do diâmetro apresentou diferença significativa ao longo dos meses analisados para o tratamento orgânico ( $F_{5,516}=9,981$ ,  $p=0,0004$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,006 \text{ cm} \pm 0,007 \text{ cm}$  e o mês final de  $0,006 \text{ cm} \pm 0,003 \text{ cm}$ ) e mineral ( $F_{5,510}=9,697$ ,  $p=0,0009$ , com a média para o mês inicial de  $0,007 \text{ cm} \pm 0,007 \text{ cm}$  e o mês final de  $0,006 \text{ cm} \pm 0,003 \text{ cm}$ ).

Entre os tipos de adubação (orgânica e mineral) no período de 15 meses não demonstraram nenhuma diferença significativa, ocorrendo o mesmo para o fator tempo e adubação na qual também não apresentaram interação.

**Figura 14.** Boxplot mostrando o incremento periódico anual (IPA) para o CAP de indivíduos da espécie mogno ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão. A linha horizontal mais grossa representa a mediana, a caixa o intervalo interquartil e as linhas tracejadas os valores extremos. Letras indicam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,05$ ) em ANOVA com o teste post-hoc de ScottKnott.



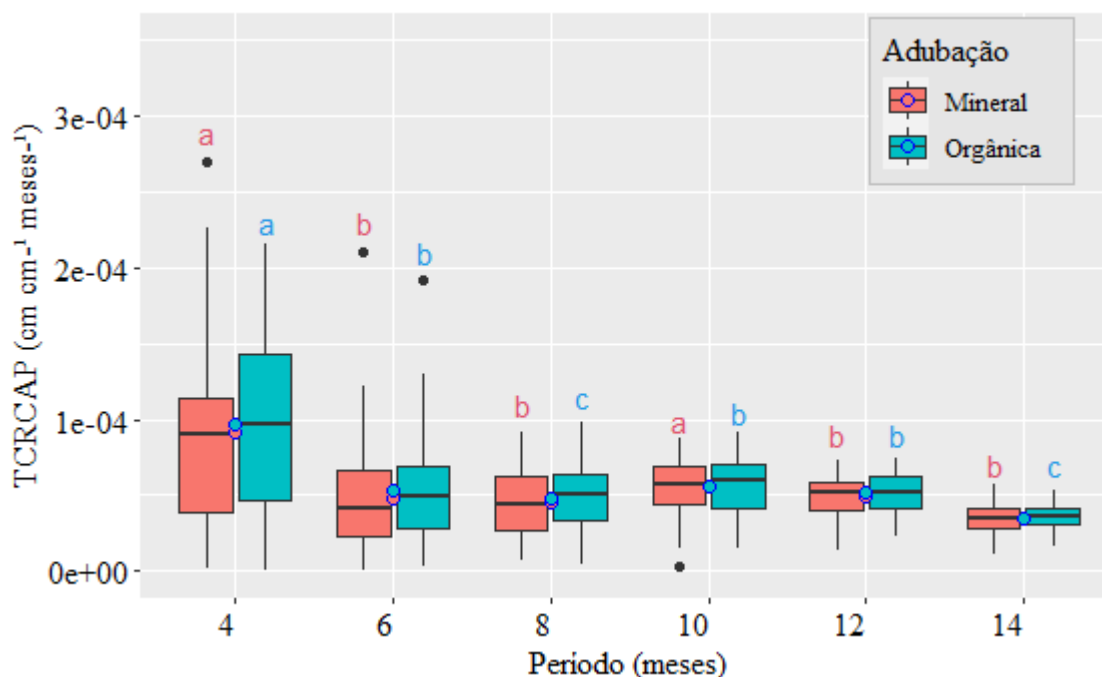
**Fonte:** Autor (2022).

A taxa de crescimento relativo (TCR) apresentou diferença significativa no período de 15 meses para o tratamento orgânico ( $F_{5,516}=7,466$ ,  $p=0,008$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,001 \text{ cm} \pm 0,001 \text{ cm}$  e mês final de  $0,0003 \text{ cm} \pm 0,0001 \text{ cm}$ ) e mineral ( $F_{5,510}=12,44$ ,  $p=0,001$ , tendo a média para o mês inicial de  $0,001 \text{ cm} \pm 0,001 \text{ cm}$  e mês final de  $0,0004 \text{ cm} \pm 0,0001 \text{ cm}$ ).

Não ocorreram diferença significativa entre os tipos de adubação (orgânica e mineral) durante o período de 15 meses do plantio. Nesse mesmo sentido, também não houveram interação entre o fator tempo e adubação.



**Figura 15.** Boxplot mostrando a taxa de crescimento relativo (TCR) para o CAP de indivíduos da espécie mogno ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão. A linha horizontal mais grossa representa a mediana, a caixa o intervalo interquartil e as linhas tracejadas os valores extremos. Letras indicam diferenças estatísticas significativas ( $p = 0,05$ ) em ANOVA com o teste post-hoc de ScottKnott.



Fonte: Autor (2022).

## 5.2 Taxa de sobrevivência

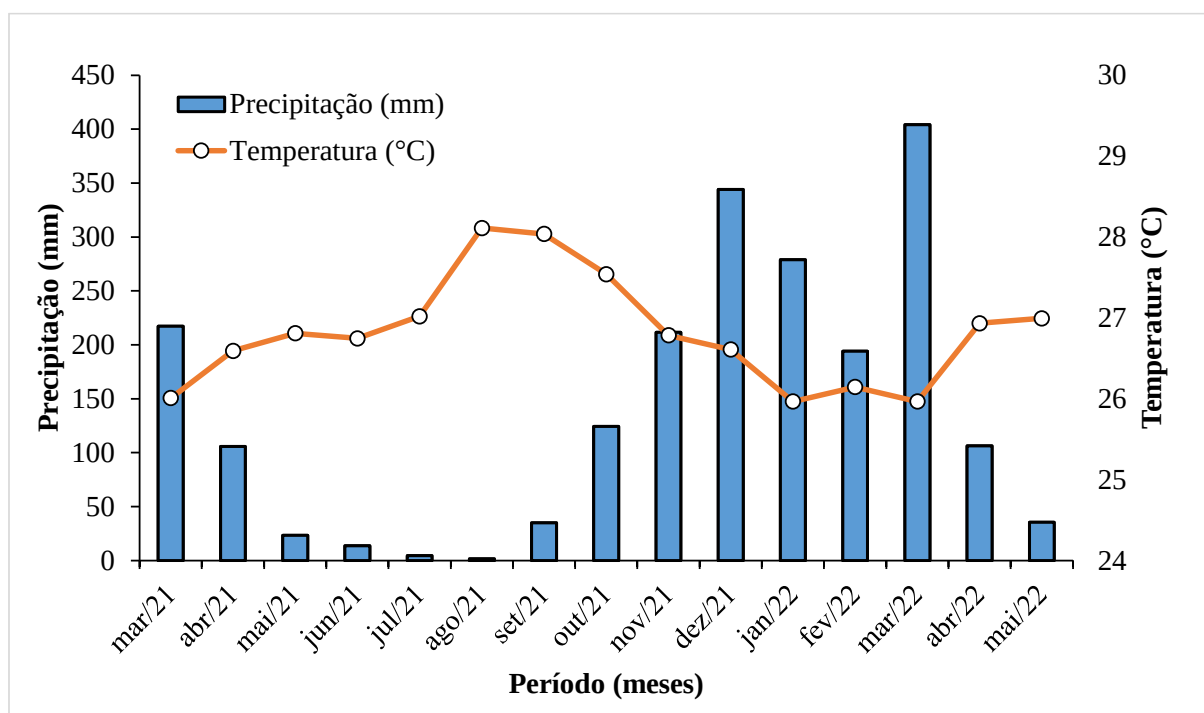
Das 200 mudas de mogno plantadas, 173 delas sobreviveram (86,5%). Das 100 mudas de mogno que receberam adubação orgânica apenas 14 indivíduos (14%) morreram e as outras 100 mudas que receberam a adubação mineral a mortalidade foi de 13 indivíduos (13%). O mês que teve a maior taxa de mortalidade no tratamento com adubação orgânica ocorreu no período seco no mês de setembro (7%) seguindo pelo mês de outubro (93%).

Para o tratamento com adubação mineral a maior taxa de mortalidade ocorreu no período seco no mês de outubro (84%), seguido por novembro (8%) e março já no período chuvoso (8%).

### 5.3 Crescimento na estação seca e chuvosa

A Figura 16 mostra a precipitação e temperatura no período de 15 meses e seu comportamento, mostrando que conforme a chuva é menor na estação seca maior é a temperatura. Da mesma forma, ocorreu na estação chuvosa, pois quanto maior é a precipitação menor é a temperatura.

**Figura 16.** Relação entre a precipitação (mm) e a temperatura (°C), ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



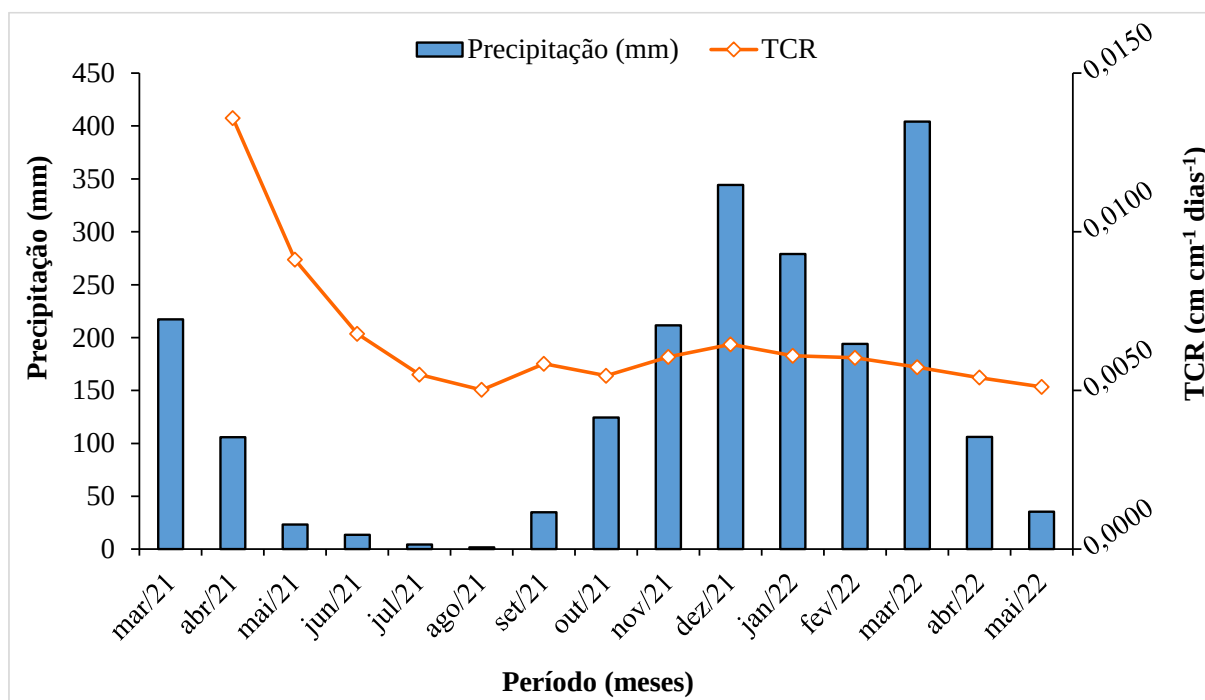
**Fonte:** O autor (2022).

Com a pouca precipitação na estação seca entre o período de abril (105 mm) até agosto (1,60 mm) de 2021, o crescimento do mogno também mostrou-se baixo do mês inicial (0,0136 cm  $\pm$  0,0085 cm) até o final (0,0050 cm  $\pm$  0,0024 cm). A partir do momento em que a precipitação aumentou durante a estação chuvosa no período de setembro (35 mm) até março (404 mm) de 2022, o mogno apresentou um leve crescimento a partir desse ponto inicial (0,0058 cm  $\pm$  0,0025 cm) até o final (0,0057 cm  $\pm$  0,0011 cm), de acordo com a Figura 17.

Com a temperatura alta entre os meses de abril (26,59 °C) até agosto (28,11 °C) de 2021, a taxa de crescimento do mogno foi baixa no período inicial até o final. Entre os meses de setembro (28,04 °C) e março (25,96 °C), com a temperatura baixa o desenvolvimento do

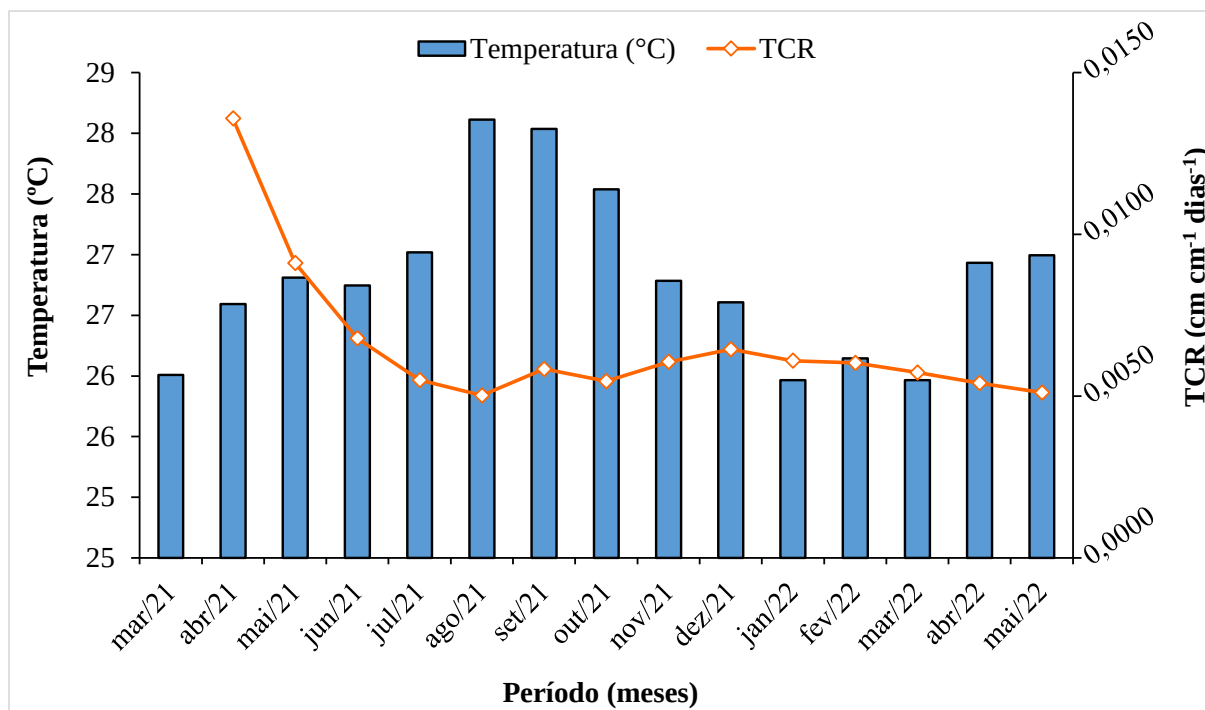
mogno obteve um aumento se mantendo estável durante esse período inicial até o final, conforme mostra a figura 18.

**Figura 17.** Relação entre precipitação (mm) e o crescimento relativo (TCR), ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



**Fonte:** O autor (2022).

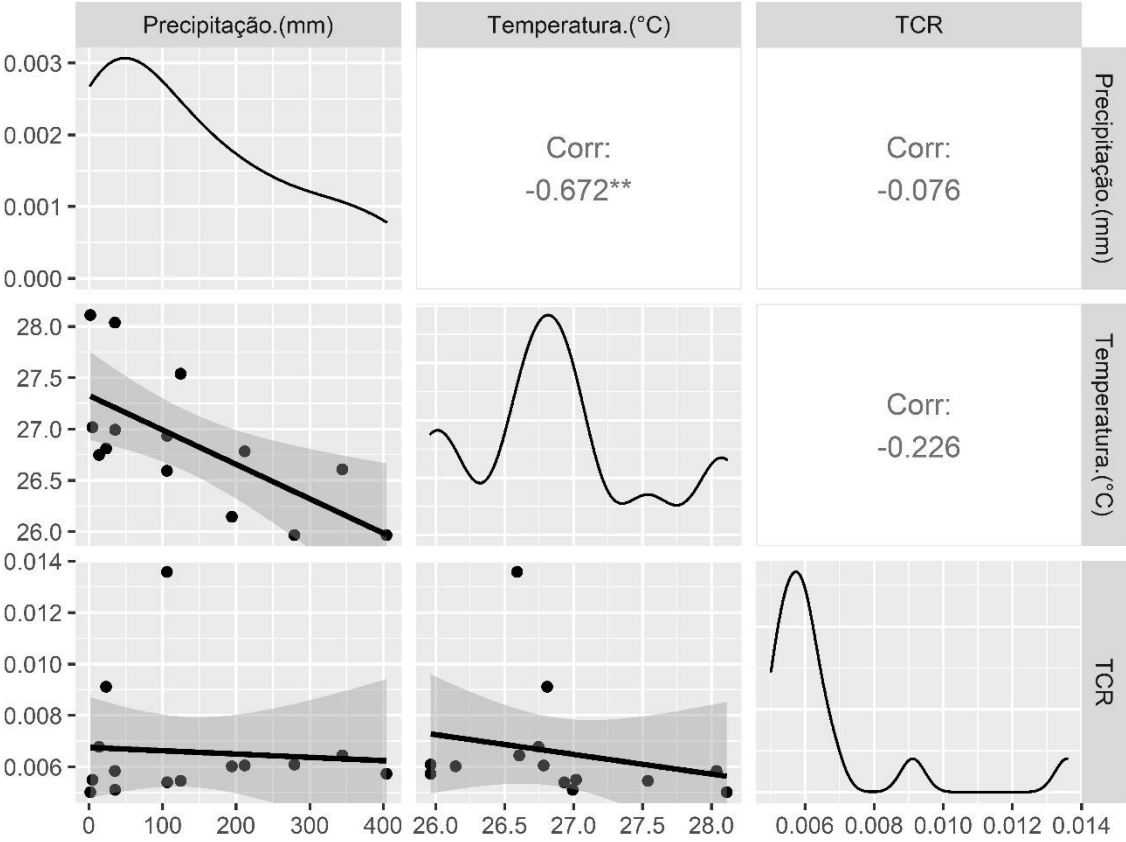
**Figura 18.** Relação entre a temperatura (°C) e o crescimento relativo (TCR) ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



**Fonte:** O autor (2022).

Fazendo a correlação da precipitação, temperatura e taxa de crescimento relativo (TCR), houve correlação significativa entre a precipitação com a temperatura (-0,672). Não houve correlação entre a precipitação e taxa de crescimento relativo (-0,076), e entre a temperatura e TCR (-0,226) (Figura 19).

**Figura 19.** Correlação da precipitação (mm), temperatura (°C) e taxa de crescimento relativo (TCR) ao longo de 15 meses de avaliação, na fazenda Jacúba, município de Porto Franco, Maranhão.



**Fonte:** O autor (2022).

## 6 DISCUSSÃO

O crescimento em altura e em diâmetro nas plantas que foram aplicados adubação orgânica e mineral, não demonstraram diferenças entre si, apresentando médias semelhantes de crescimento em campo ao longo de 15 meses de avaliação.

Segundo Caione et al. (2012) o tratamento utilizando NPK, apresenta maior desenvolvimento da planta por decorrência das funções exercidas por cada nutriente. No entanto, para *Khaya senegalensis* a adubação não teve efeito significativo, visto que as plantas sob tratamento com adubação orgânica apresentaram o mesmo desenvolvimento que as plantas com adubação mineral.

O substrato tem influência significativa no desenvolvimento das mudas, a casca de arroz carbonizada e a cama viária quando misturado em diferentes proporções promove melhor porosidade melhorando as características dos substratos (RAMOS, 2019; ARMIN et al., 2020). A eficiência do tratamento utilizando apenas a adubação orgânica demonstrou ser uma opção mais favorável para a produção de mogno, pois o seu crescimento se equiparou com o tratamento mineral que teve seus indivíduos adubados duas vezes com NPK.

Aos 15 meses a taxa de sobrevivência do tratamento orgânico e mineral, foram de 86 e 87%, respectivamente, tendo ao todo uma taxa geral para o plantio de 86,5% na qual apresenta um valor aceitável. Segundo Santos et al. (2019) verificou que em 3 anos de idade a taxa de sobrevivência de uma produção de mogno africano é de 96,80%, assim demonstrando que a taxa de sobrevivência em condições favoráveis de desenvolvimento são cruciais para que o plantio não venha decair de forma drástica.

A morte das mudas está principalmente relacionada a baixa disponibilidade de água no campo devido as altas temperaturas, pois a época do plantio ocorreu no final do período de chuva, na qual estimularam um baixo crescimento e posteriormente a falência dos indivíduos. A falta de água compromete o desenvolvimento na planta, já que a falta dela no solo ocasiona o estresse hídrico que afeta diretamente a eficiência fotossintética das plantas (JÚNIOR et al., 2019).

Ao longo dos anos a sobrevivência do mogno pode ser afetada por diversos fatores e dentre eles o déficit hídrico é umas das principais causas do seu baixo desenvolvimento. Ao analisar um plantio de *Khaya ivorensi*, espécie da mesma família do *Khaya senegalensis*, verificou-se que um plantio na Malásia aos 7 anos de idade apresentou uma taxa de sobrevivência de 87,80% (AMINAH, et al., 2006; ALBUQUERQUE et al., 2013; JÚNIOR et al., 2019). O presente trabalho tem apenas 15 meses e apresentam um bom desempenho quanto

a taxa de sobrevivência. Com isso o acompanhamento da taxa de sobrevivência se mostra importante a longo prazo.

O coeficiente de correlação de Pearson é utilizado para expressar o grau de associação que existe entre duas variáveis numéricas (ZUFFO et al., 2018). No presente estudo, o coeficiente apresentou correlação negativa entre precipitação e temperatura. Neste sentido, conforme a precipitação aumenta (estação chuvosa) a temperatura por consequência diminui, ou seja, uma correlação inversamente proporcional.

É possível afirmar que a *Khaya senegalensis* apresenta boa adaptação, e recomendável para o plantio na região pela sua taxa de sobrevivência e pelo desempenho para ambos os tipos de adubação (orgânica e mineral). Considerando que as diferentes adubações não apresentaram diferença significativa para o desenvolvimento inicial para as mudas de *Khaya senegalensis*, o produtor deve optar por aquele substrato que for mais vantajoso, considerando os seguintes fatores: facilidade de aquisição, menor custo de aquisição e menor custo de aplicação em campo.

A adubação orgânica foi aplicada apenas no momento do plantio, enquanto o NPK foi realizado duas aplicações de cobertura. A Tabela 1 apresenta os valores de aquisição dos substratos obtidos para o projeto.

## 7 CONCLUSÃO

A adubação mineral e orgânica desempenhou desenvolvimento semelhantes em mudas de *Khaya senegalensis* ao longo de 15 meses após plantio.

Aos 15 meses após o plantio as mudas de *Khaya senegalensis* de adubação mineral e orgânica apresentaram alta taxa de sobrevivência.

A taxa de crescimento em altura de *Khaya senegalensis* foi maior na estação chuvosa.



## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. P. F.; MORAES, F. K. C; SANTOS, R. I. N.; CASTRO, G. L. S.; RAMOS, R. M. L. S.; PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 48, n. 1, p. 9-16, jan. 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000100002
- AMINAH, H.; ZAFINA, B. I.; ROSDI, K. ROZIHAWATI, Z.; FAUZI, M. S. A.; HAMZAH, M. Growth performance of some dipterocarps and non-dipterocarps planted from rooted cuttings. **Vietnamese academy of florest sciences**, 2006. Disponível em: <http://vafs.gov.vn/en/2006/06/growth-performance-of-some-dipterocarps-and-non-dipterocarps-planted-from-rooted-cuttings/>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- ARMIN, A. S. S; LIMA, A. F. B; NASCIMENTO, L. O; ORTEGA, G. P; MOREIRA, J. G. V. Casca de arroz carbonizada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*). **South américa jornal of basic educations, technical and technological**, v. 7, n. 1, pag. 293-300 (2020).
- ARNOLD, R. J.; REILLY, D.; DICKSON, G.; JOVANOVIC, T. Determining the climatic suitability of *Khaya senegalensis* for plantations in Australia. **Private Forestry North**, p. 19-21 October, 2004.
- AUCA, E. C.; DIONISIO, L. F. S.; BARDALES-LOZANO, M. R.; SCHWARTZ, G. Propagação de mudas de castanha-do-brasil (Humb. y Bonpl) utilizando sementes em miniestufas. **Agro@mbiente.**, v. 12, n. 4, pag. 300-313, 2018. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i4.5222>.
- AQUINO, F. G.; ALBURQUERQUE, L. B.; ALONSO, A. M.; LIMA, J. E. F. W.; SOUSA, E. S. S. Cerrado: Restauração de Matas de galerias e ciliares. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Brasília, DF: **Embrapa**, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920222/cerrado-restauracao-de-matas-de-galeria-e-ciliares>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S.; MADRUGA, P. R. A.; FONSECA, E. L. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de Acurácia. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000100011>.
- BARCELOS, D. C. Manejo e produção florestal. **Editora e Distribuidora Educacional S.A.**, 2019. 224 p. Disponível em: [http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201901/INTERATIVAS\\_2\\_0/MANEJO\\_E\\_PRODUCAO\\_FLOR-ESTAL/U1/LIVRO\\_UNICO.pdf](http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201901/INTERATIVAS_2_0/MANEJO_E_PRODUCAO_FLOR-ESTAL/U1/LIVRO_UNICO.pdf). Acesso em: 22 fev. 2022.
- BORTOLON, L.; BORTOLON, E. S. O. **Obtenção de altas produtividades em sistemas agrícolas**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146556/1/CNPASA-2016-fa12.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CAIONE, G; LANGE, A; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fosforo e potássio. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, jun. 2012.

CASTRO, A. T. R. P. Zama – zoneamento agropecuário do estado do maranhão. Relatório final, **Governo do Estado do Maranhão**, 2019. Disponível em: [https://sigite.sagrima.ma.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/000\\_RELAT%C3%93RIO\\_ZAMA\\_DEZEMBRO-2019.pdf](https://sigite.sagrima.ma.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/000_RELAT%C3%93RIO_ZAMA_DEZEMBRO-2019.pdf). Acesso em: 18 jan. 2022.

COSTA, K. S. P.; COSTA, H. O. S.; SOUSA, C. J. S. Contribuição ao conhecimento hidrogeológico da região sul: Porto Franco – MA. **Amazonaws** Publicado em 2005. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/1c8134c60cc6b387a71e58dc90440085\\_d155ecacf67edf1848e217577f2d8d95.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/1c8134c60cc6b387a71e58dc90440085_d155ecacf67edf1848e217577f2d8d95.pdf). Acesso no dia 31 janeiro de 2022.

FERNANDES, A. P.; PESSÔA, S. L.V. O cerrado e suas atividades impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.3, n.7, p. 19-37, out. 2011.

FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; BARAUMA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno-africano. **Cerne**, v. 21, n. 4, p.633-640, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521041877>.

FILHO, F. L. C; GOMES, E. R; NUNES, O. O; FILHO, J. B. L. F. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Porto Franco. **CPRM – Serviço Geológico do Brasil**, 2011. 31p. Disponível em: [https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15582/rel-porto\\_franco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15582/rel-porto_franco.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 26 jan. 2022.

GONÇALVES, F. L. A. Efeito do coroamento com papelão na supressão de gramíneas e no crescimento de espécies arbóreas. **Instituto de Florestas – UFRRJ**, 2016a. 60 f.: il. Disponível em: [https://www.sobrestauracao.org/documentos/instituto\\_florestas.pdf](https://www.sobrestauracao.org/documentos/instituto_florestas.pdf). Acesso em: 30 jan. 2022.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore.**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>.

GOMES, S. H. M.; GONÇALVES, F. B.; FERREIRA, R. A.; PEREIRA, F. R. M.; RIBEIRO, M. M. J. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, 2019. 15(1). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.011701>.

INOUE, M. T.; FILHO, A. F.; LIMA, R. Influência do espaço vital de crescimento na altura e diâmetro de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 91, p. 377-385, set. 2011.

JÚNIOR, J. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D.; MESQUITA, M. BATTISTI, R. Irrigação e crescimento inicial do mogno-africano (*Khaya ivorensis*) em ambiente de cerrado. **Embrapa**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112698>. Acesso em: 13 jul. 2022.

JÚNIOR, G. B. M.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. **Embrapa Cerrados**, 2007. 224 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/203801/1/Livro.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. **Forest regeneration manual.**, 1991. p. 143-162. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-3800-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-011-3800-0_8).

LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis* A.Chev. **Embrapa Cerrados**, 2008. 224 p. Disponível em: [https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya\\_senegalensis\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya_senegalensis_(PROTA)). Acesso em: 19 jan. 2022.

MARQUES, A. R.; OLIVEIRA, V. S.; BOLIGON, A. A. VESTENA, S. Produção e qualidade de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine (Myrtaceae) em diferentes substratos. **Acta Biológica Catarinense**, v. 5, n. 1, pág. 5-13, 2018. Disponível em: <http://186.237.248.25/index.php/ABC/article/view/283/242>. Acesso em: 12 jan. 2022.

MELO, L. A.; ABREU, A. H. M. A.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA, R. R.; SILVA, D. T. Qualidade e crescimento inicial de mudas de mimosa *caesalpiniiifolia* benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47-55, jan. - mar. 2018. <https://doi.org/10.5902/1980509831574>.

Mogno Africano (*Khaya senegalensis*). **Futuro florestal**, 2022. Disponível em: <https://www.futuroflorestal.com.br/produtos/visualizar/id/10>. Acesso em: 06 fevereiro 2022.

MONTEIRO, G. F. Embrapa cerrado: conhecimento, tecnologia e compromisso ambiental. **Embrapa cerrados**, 1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/555083/1/doc04.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

NATIVIDADE, G. S. **Análise do cenário da produção de mogno africano (khaya ivorensi) no cerrado**. Monografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. 45. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14527/1/2016\\_GustavoSouzaNatividade\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14527/1/2016_GustavoSouzaNatividade_tcc.pdf). Acesso em: 15 jan. 2022.

NETO, A. P. S. **Crescimento inicial de mogno africano (Khaya spp.) sob diferentes condições microclimáticas associadas á deficiência hídrica**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/1971/1/Dissertacao%20Alcides%20Pereira.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2022.

NIKIEMA, A.; PASTERNAK, D. **Plant resources of Tropical Africa**. Wageningen: **PROTA Foundation**, 2008. Disponível em: [https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya\\_senegalensis\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya_senegalensis_(PROTA)). **Plantnet**. Acesso em: 28 maio. 2021.

OLIVEIRA, E. B; RIBEIRO, A; FILHO, A. C. F; REIS, C. A. F; BARREIRA, S. Softwares para manejo de precisão e análise econômica de mogno-africano, em plantios puros e em ILPF. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112698>. Acesso em: 06 jan. 2022.

PENA, R. F. A. Solos do Cerrado. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/solos-cerrado.htm>. Acesso em 27 de janeiro de 2022.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos-africanos (*Khaya* spp.). **Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura**, 2011. 102 p.

RAMOS, C. F. C. Avaliação do desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* com fontes de adubação. **Universidade federal de Santa Catarina**, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199518/tcc\\_caroline\\_amos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199518/tcc_caroline_amos.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 13 jul. 2022.

REICHERT, J. M. Solos Florestais. **Universidade Federal de Santa maria**, 2009. Disponível em: [http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Disciplinas/SolosFlorestais/Apostila\\_Teorica%20SF.pdf](http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Disciplinas/SolosFlorestais/Apostila_Teorica%20SF.pdf). Acesso no dia: 27 janeiro 2022.

REIS, C. A. F.; OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, A. M. Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112698>. Acesso em: 06 jan. 2022.

RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J.; SILVA, J. E. Dinâmica da matéria orgânica dos na região dos cerrados. **EMBRAPA-CPAC**, 1991. 22p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/548002/1/doc36.pdf>. Acesso em 10 jan. 2022.

RIBEIRO, G; CARNEIRO, M. Importância da adubação. **Agromove**. Publicado em 2021. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/importancia-adubacao/>. Acesso em: 19 ago. 2022.

RODRIGUES, R. P. Crescimento e mortalidade de *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima em diferentes espaçamentos para fins energéticos no município de Almeirim, PA. Dissertação de Mestrado, **Universidade Federal Rural da Amazônia**, 2018. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n128.01>.

RUDEK, A; GARCIA, F. A. O; PERES, F. S. B. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de mais digitais. **Enciclopédia biosfera**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

SANTOS, A. M; REIS, C. A. F; AGUIAR, A. V; FILHO, A. N. K; CIRIELLO, E; SILVA, J. A; BORGES, C. T. Aspectos silviculturais. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112698>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SARTORELLI, P. A. R.; FILHO, E. M. C. Guia de plantas da regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica. **Agroicone**, 2017. Disponível em: [https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2017/05/INPUT\\_Agroicone\\_Guia-de-Plantas-da-Regeneracao-Natural-do-Cerrado-e-da-Mata-Atlantica.pdf](https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2017/05/INPUT_Agroicone_Guia-de-Plantas-da-Regeneracao-Natural-do-Cerrado-e-da-Mata-Atlantica.pdf). Acesso em: 28 maio. 2021.

STUEPP, C. A.; KRATZ, D.; GABIRA, M. M.; WENDLING, I. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de mudas de eucalipto produzidas em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e01587, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01587>.

SILVA, M. O. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.1, p. 6853-6875 Jan. 2021b. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-463>.

SILVA, O. M. C.; HERNÁNDEZ, M. M.; ARAUJO, G. C. R.; CUNHA, F. L.; EVAGELISTA, D. V. P.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A. Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1161-1175, out./dez. 2020c. <https://doi.org/10.5902/1980509842500>.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; CHAGAS, E. A.; ALVES, M. S.; FAGUNDES, P. R. O. Growth and nutritional status and quality of *Khaya senegalensis* seedlings. **Ciencias Agrarias**, v. 59, n. 1, p. 47-53, jan./mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2160>.

SOUZA, A. G.; SMIDERLE, O. J.; CHARGAS, E. A.; ALVES, M. S.; FAGUNDES, P. O. Growth, nutrition and efficiency in the transport, uptake and use of nutrients in african mahogany. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, pág. e20196711, 2020. <https://10.5935/1806-6690.20200024>.

SOUZA D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. **Embrapa Informação Tecnológica**; 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/555355>. Acesso em: 12 jan. 2022.

TRAZZI, P. A.; SANTOS, J. A.; JÚNIOR, M. D.; HIGA, A. R.; ROTERS, D. F.; CALDEIRA, M. V. W. A qualidade morfológica de mudas de *Pinus taeda* afeta o seu crescimento em campo no longo prazo?. **Scientia Forestalis**, 48(127), e3052, 2020. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n127.04>.

VALVERDE, S. R.; MAFRA, J. W. A.; MIRANDA, M. A.; SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. Silvicultura brasileira – oportunidades e desafios da economia verde. **Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS**, 2012. Disponível em: <<https://fbds.org.br/IMG/pdf/doc-29.pdf>>. Acessado em: 28 maio. 2021.

ZUFFO, A. M.; RIBEIRO, A. B. M.; BRUZI, A. T.; ZAMBIAZZI, E. V.; FONSECA, W. L. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. **Cultura agrônômica**. Ilha Solteira, v.27, n.1, p.78-90, 2018. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2018v27n1p78-90>.