

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

**IVAN LIMA GROCHOSKI**

**ANÁLISE NO DESENVOLVIMENTO DE MOGNO AFRICANO (*Khaya  
ivorensis* a. Chev.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS.**

Maringá - PR

2020

**IVAN LIMA GROCHOSKI**

**ANÁLISE NO DESENVOLVIMENTO DE MOGNO AFRICANO (*Khaya  
ivorensis* a. Chev.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Arney Eduardo do Amaral Ecker

Maringá - PR

2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

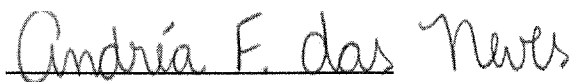
G873a	<p>Grochoski, Ivan Lima</p> <p>Análise do desenvolvimento do mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>. A. Chev.) em diferentes substratos / Ivan Lima Grochoski. -- Maringá, PR, 2021. 58 f.: il. color., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Arney Eduardo do Amaral Ecker. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2021.</p> <p>1. Mogno africano. 2. Agroecologia. 3. Sustentabilidade. 4. Substrato alternativo. I. Ecker, Arney Eduardo do Amaral, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 631.584</p>
-------	---

IVAN LIMA GROCHOSKI

“ANÁLISE NO DESENVOLVIMENTO DE MOGNO AFRICANO (*Kaya ivorensis* A.  
*chev*) EM SUBSTRATO”.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional – PROFAGROEC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências, para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.


APROVADO, em 26 de novembro de 2020.



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Andrea Florindo Neves**



Prof. Dr. **Marcelo Gonçalves Balan**



Prof. Dr. **Arney Eduardo do Amaral Ecker**  
Orientador

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a duas grandes guerreiras, minha mãe, Maria Dulcélia Lima Grochoski e minha avó Pierina Nelsa Lima pelo apoio, pela amizade e admiração.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela proteção, por estar no comando da minha vida, por me guiar pelos melhores caminhos conferindo êxito aos meus desafios e glória as minhas vitórias.

Aos meus pais, Maria Dulcélia Lima Grochoski e Julio Grochoski Neto que com amor e dedicação me educaram, sendo exemplos maiores de honestidade e determinação.

À minha irmã Juliani Cristina Lima Grochoski pela sua amizade e pertinácia.

À minha namorada Heloísa Fernanda Premebida Bordini, pela sua paciência, amizade e amor.

Aos meus tios, tias, primos, avós e avôs vivos e (*in memoriam*) dos já falecidos, que aos domingos sempre me alimentaram com muita sabedoria.

Aos amigos pelas risadas e contribuições importantes discutidas em aulas, seminários e debates agroecológicos.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PROFAGROEC) pelo apoio aos profissionais.

Ao Centro Universitário Ingá (UNINGÁ) por ceder sua estrutura para montagem do experimento.

À Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná (SETI) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por investir na formação dos profissionais.

Em especial ao meu orientador o Prof. Dr. Arney Eduardo do Amaral Ecker e ao Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena por serem fonte de inspiração para execução deste trabalho.

## EPIGRAFE

*“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.  
Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo”.*  
(Walter S. Landor)

## RESUMO

Devido a demanda mundial crescente, procurou-se por madeiras nobres, nesse contexto, o *Khaya ivorensis* A. Chev. (mogno africano) surgiu como uma alternativa viável a ser implantada no Brasil. Vários aspectos de produção da muda foram abordados no decorrer deste trabalho, a iniciar pela germinação até o transplante da muda no solo. O objetivo principal do trabalho foi encontrar o substrato mais eficiente, que permitisse melhor desenvolvimento da cultura com menor custo aos produtores. Portanto, esse trabalho se comprometeu justamente a essa causa, acreditando-se que o substrato gerado pelo resíduo da poda de árvore da cidade de Maringá, oferecido pela Prefeitura Municipal de Maringá, teria condições de competir em igualdade ou até superar o substrato comercial. Então calculou-se a eficiência dos substratos através dos critérios avaliativos, como: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas por planta e também a análise química de macro e micronutrientes dos cinco tipos de substratos testados para efeitos de correção. O tratamento T2 teve melhor resultado entre todos os tratamentos avaliados, pois garantiu melhor desenvolvimento as plantas em todas as variáveis analisadas. É importante destacar que o presente trabalho esteve em consonância com o tripé da sustentabilidade uma vez que buscou solucionar problemas de ordem social, econômica e ambiental.

**Palavras-chave:** Mogno africano; Substrato alternativo; Sustentabilidade; Agroecologia.



## ABSTRACT

Due to the growing world demand, noble woods were sought, in this context, *Khaya ivorensis* A. Chev. (African mahogany) emerged as a viable alternative to be implemented in Brazil. Several aspects of seedling production were addressed in the course of this work, starting with germination until transplanting the seedling into the soil. The main objective of the work was to find the most efficient substrate, which would allow better crop development at lower cost to producers. Therefore, this work committed itself precisely to this cause, believing that the substrate generated by the waste from tree pruning in the city of Maringá, offered by the Municipality of Maringá, would be able to compete on equal terms or even surpass the commercial substrate. Then the efficiency of the substrates was calculated using the evaluation criteria, such as: plant height, stem diameter, number of leaves per plant and also the macro and micronutrient chemical analysis of the five types of substrates tested for correction purposes. The T2 treatment had the best result among all the treatments evaluated, as it guaranteed better development of the plants in all the variables analyzed. It is important to highlight that the present work was in line with the sustainability tripod as it sought to solve social, economic and environmental problems.

**Keywords:** African mahogany; Alternative substrate; Sustainability; Agroecology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiões com ocorrência nativa de <i>K. ivorensis</i> A. Chev.: Angola, Camarões, República Central da África, Costa do Marfim, Guiné Equatorial, Gabão, Gana, Guiné, Nigéria e Togo.....	4
Figura 2.(A) Mapa de aptidão climática; em (B) mapa de aptidão edafoclimática do Brasil para a cultura do Mogno Africano. ....	5
Figura 3. Gráfico da cotação de <i>Khaya ivorensis</i> .....	9
Figura 4. Frações maiores do resíduo de poda de casca de árvores.....	10
Figura 5. Foto aérea das estufas do Centro Universitário Ingá. ....	15
Figura 6. Aplicação de hipoclorito de sódio 2,5 % de Cl ativo nos ventiladores.....	16
Figura 7. Aplicação do fungicida Cercobin. ....	17
Figura 8. (A) Substrato comercial Mec Plant; (B) Solo de barranco; (C) Poda de casca de árvore; (D) Areia fina lavada. ....	18
Figura 9. Croqui esquemático da casualização dos tratamentos. ....	19
Figura 10. Semeadura do mogno africano nas bandejas.....	19
Figura 11. Semente de mogno africano germinada. ....	20
Figura 12. Avaliação da altura, diâmetro e número de folhas por planta respectivamente em (A e B) 45 dias, (C e D) 60 dias, (E e F) 75 dias, (G e H) 90 dias.....	21
Figura 13. Adaptação das mudas de mogno africano no solo do Paraná.....	22
Figura 14. Histogramas da frequência das alturas em centímetros observadas em 4 tempos. ....	28
Figura 15. Histogramas da frequência dos diâmetros em milímetros observados em 4 tempos. ....	29
Figura 16. Histogramas da frequência do número de folhas observados em 4 tempos. ....	30
Figura 17. Boxplots das alturas em centímetros observados nos 4 tempos em relação aos tratamentos.....	31
Figura 18. Boxplots dos diâmetros em milímetros observados nos 4 tempos em relação aos tratamentos.....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Medidas calculadas da Altura de acordo com o tempo.....	33
Tabela 2. Medidas calculadas do Diâmetro de acordo com o tempo.....	33
Tabela 3. Medidas calculadas do n <sup>o</sup> de folhas de acordo com o tempo.....	34
Tabela 4. Número de folhas no dia 45 .....	34
Tabela 5. Número de folhas no dia 60 .....	34
Tabela 6. Número de folhas no dia 75 .....	35
Tabela 7. Número de folhas no dia 90 .....	35
Tabela 8. Resumo do número de folhas dos 4 tempos observados.....	36
Tabela 9. Resumo do número de folhas entre os 4 tempos observados .....	36
Tabela 10. Altura das plantas no dia 45.....	36
Tabela 11. Altura das plantas no dia 60.....	37
Tabela 12. Altura das plantas no dia 75.....	37
Tabela 13. Altura das plantas no dia 90.....	37
Tabela 14. Resumo da altura das plantas dos 4 tempos observados.....	38
Tabela 15. Resumo da altura das plantas entre os 4 tempos observados.....	38
Tabela 16. Diâmetro das plantas no dia 45.....	38
Tabela 17. Diâmetro das plantas no dia 60.....	39
Tabela 18. Diâmetro das plantas no dia 75.....	39
Tabela 19. Diâmetro das plantas no dia 90.....	39
Tabela 20. Resumo do diâmetro das plantas dos 4 tempos observados.....	40
Tabela 21. Resumo do diâmetro das plantas entre os 4 tempos observados.....	40
Tabela 22. Comparação para o número de folhas no dia 45 .....	41
Tabela 23. Comparação para o número de folhas no dia 60 .....	41
Tabela 24. Comparação para o número de folhas no dia 75 Tratamentos .....	41
Tabela 25. Comparação para o número de folhas no dia 90 .....	41
Tabela 26. Comparação para o diâmetro no dia 45 Tratamentos .....	42
Tabela 27. Comparação para o diâmetro no dia 60 Tratamentos .....	42
Tabela 28. Comparação para o diâmetro no dia 75 Tratamentos .....	42
Tabela 29. Comparação para o diâmetro no dia 90 .....	43
Tabela 30. Comparação para a altura no dia 45 Tratamentos .....	43
Tabela 31. Comparação para a altura no dia 60 .....	43
Tabela 32. Comparação para a altura no dia 75.....	44

Tabela 33. Comparação para a altura no dia 90 .....	44
Tabela 34. Denominações vernaculares de <i>Khaya ivorensis</i> A. Chev. em diversos países.....	53

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	objetivos .....	3
	2.1 Objetivo geral.....	3
	2.2 Objetivos específicos.....	3
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	4
	3.1 Origem e caracterização botânica.....	4
	3.2 Aptidão edafoclimática .....	5
	3.3 Pragas e Doenças.....	6
	3.3.1 Formigas cortadeiras.....	6
	3.3.2 Cupins.....	6
	3.3.3 Abelhas Urupuás.....	6
	3.3.4 Brocas do ponteiro.....	6
	3.3.5 Lebre .....	7
	3.3.6 Cancro do córtex ou de casca .....	7
	3.3.7 Mancha areolada das folhas.....	7
	3.3.8 Podridão branca ou murcha letal.....	8
	3.3.9 Cercospora e fusariose .....	8
	3.4 Mercado mundial e nacional.....	8
	3.5 Processamento e comercialização da madeira.....	9
	3.6 Substrato Agroecológico .....	10
	3.7 Introdução a análise de solos.....	11
4	MATERIAL E MÉTODO .....	15
	4.1 Local do experimento .....	15
	4.2 Desinfecção do local.....	16
	4.3 Aplicação de Fungicida .....	16
	4.4 Organização do experimento .....	17
	4.5 Tratamentos .....	17
	4.6 Delineamento em Blocos Casualizado .....	18
	4.7 Preparação das sementes e semeadura.....	19
	4.8 Avaliação de 30 dias.....	20
	4.9 Transplante no solo .....	22

4.10	Análise química e estatística.....	22
4.11	Teste de Tukey .....	23
4.12	ANOVA.....	23
4.13	Análise de Boxplot .....	23
4.14	Teste F .....	24
4.15	Soma dos erros tipo 3 .....	24
5	RESULTADOS .....	25
5.1	Análise química dos substratos .....	25
5.2	Avaliação estatística .....	27
6	DISCUSSÃO.....	45
7	Conclusões.....	48
8	REFERÊNCIAS .....	49
	ANEXO .....	53
	APÊNDICE .....	54



## 1 INTRODUÇÃO

A exploração, o transporte e a comercialização do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) foram suspensos no Brasil desde outubro de 2001, por meio de Instrução Normativa, editada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Essa medida foi tomada devido ao risco de extinção da madeira de mogno nativo, pela extração clandestina que devastou grandes áreas da floresta amazônica.

Nesse sentido, para atender a demanda nacional e internacional de madeiras, produtores começaram a se organizar e pensar em alternativas. Foi então, que o mogno-africano do gênero *Khaya* surgiu como excelente alternativa para substituir o mogno brasileiro ameaçado de extinção. A família Meliaceae, compreende quatro principais espécies de madeiras comerciais, *Khaya ivorensis*, *Khaya grandifolia*, *Khaya anthotheca* e *Khaya senegalensis*, todas são conhecidas como mogno africano. Nenhuma delas distingue-se consideravelmente do mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*) com relação a qualidade da madeira (LAMPRECHT, 1990).

Existem muitas vantagens de se cultivar o mogno africano, entre elas, o rápido crescimento em relação ao mogno nativo. Outra grande vantagem é a não-preferência ao ataque da broca do ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller) que causa grandes prejuízos as lavouras de mogno brasileiro. Além disso, o mogno africano atinge um preço bastante elevado no mercado (PINHEIRO et al., 2011).

As regiões onde este gênero se encontra na África tem clima e solo muito parecidos com os das condições brasileiras, portanto, acredita-se que este gênero possa expressar seu potencial no Brasil.

Nesse sentido, devido à falta de estudos sobre o desenvolvimento inicial da cultura do mogno-africano, o referido trabalho propôs investigar dentre cinco substratos avaliados qual deles garante o melhor aporte ao desenvolvimento na fase inicial do mogno-africano, *Khaya ivorensis* A. Chev., no período de noventa dias contados da data de plantio, na cidade de Maringá. A escolha por esta espécie, se deu em razão da maior procura comercial da mesma.

Presumiu-se que o composto de resíduos provenientes da poda da arborização urbana da cidade de Maringá, por ser oriundo de uma mistura de diferentes espécies de vegetais que tem suas raízes em diferentes profundidades,



teria melhores condições de absorver esses nutrientes e repassar para cultura em relação ao substrato comercial, que possui resíduos de uma única espécie vegetal (*Pinus elliotii*). Para efeito de comprovação dessas evidências serão avaliadas as análises químicas de cada substrato e também será feita uma comparação por meio de testes estatísticos para avaliar o desenvolvimento das plantas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Analisar o desenvolvimento do Mogno Africano (*K. ivorensis* A. Chev.) em cinco substratos diferentes e verificar qual substrato garante melhores condições para o desenvolvimento desta planta na fase inicial de crescimento.

### 2.2 Objetivos específicos

- Verificar os componentes da análise química dos substratos a fim de determinar seu valor nutricional;
- Avaliar a variação dos parâmetros de altura, diâmetro do caule e número de folhas por planta nos diferentes substratos identificando o melhor substrato para cultivo do mogno;
- Demonstrar dados informativos a respeito da cultura do Mogno Africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.), e detalhar aspectos de cultivo, pragas e doenças, aspectos botânicos, adaptação edafoclimática e condições do mercado da madeira.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Origem e caracterização botânica

Segundo Lamprecht (1990) e Lemmens (2008), a área de ocorrência natural de *K. ivorensis* limita-se às regiões tropicais úmidas de baixa altitude, da África Ocidental (Figura 1), abrangendo os países como Costa do Marfim, Gana, Togo, Benin, Nigéria, o sul de Camarões e a província de Cabinda (Angola).

Figura 1. Regiões com ocorrência nativa de *K. ivorensis* A. Chev.: Angola, Camarões, República Central da África, Costa do Marfim, Guiné Equatorial, Gabão, Gana, Guiné, Nigéria e Togo.



Fonte: GBIF (2019).

O Estado do Pará, no ano de 1973, teve introdução de sementes de mogno africano procedentes da Costa do Marfim, por meio da antiga IPEAN, atual Embrapa Amazônia Oriental. Essas sementes produziram seis mudas que mais tarde se tornaram matrizes da grande maioria dos plantios hoje existentes no Brasil (PINHEIRO et al., 2011).

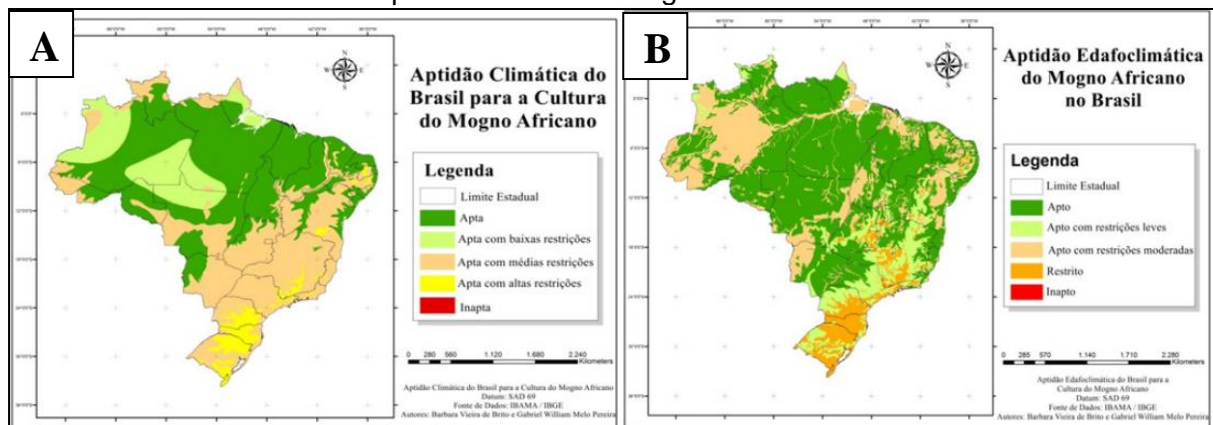
As árvores de mogno podem chegar a alturas superiores a 60 metros, seu tronco lenhoso pode chegar a medir 2 metros de diâmetro. Essa planta normalmente possui sapopemas na base, para garantir a sustentação. As folhas são parepinadas, sendo decíduas ou sempre verdes dependendo da espécie. Suas flores tem inflorescências em panículas, seu fruto é globo e contém de 4 a 5 valvas preenchidas com numerosas sementes aladas (LEMMNS, 2008; PINHEIRO et al., 2011; CABI, 2013)

### 3.2 Aptidão edafoclimática

Em razão das condições de clima e solo serem muito semelhantes entre a região de origem e o Brasil, pode-se inferir que o território brasileiro possui um grande potencial de cultivo de *K. ivorensis*.

Utilizando a interpolação de dados pelo método da Krigagem Ordinária, obteve-se o produto cartográfico denominados de mapa de aptidão climática e mapa de aptidão edafoclimática para a cultura do mogno-africano no Brasil, de acordo com a Figura 2.

Figura 2.(A) Mapa de aptidão climática; em (B) mapa de aptidão edafoclimática do Brasil para a cultura do Mogno Africano.



Fonte: IBAMA/IBGE (2019)

Dos mapas da Figura 2, em A, conclui-se que a cidade de Maringá-PR, é considerada apta com médias restrições climáticas a cultura do mogno e em B apta com restrições leves para aptidão edafoclimática do mogno no Brasil.

A partir das variáveis, temperatura média, pluviosidade anual e tipos de solo, elaboraram-se critérios de seleção de regiões aptas, restritas e inaptas, para o adequado crescimento e desenvolvimento do mogno. Regiões que apresentaram temperaturas entre 23°C e 29°C foram consideradas aptas, com temperaturas entre 18°C e 23°C e de 29°C a 35°C, foram restritas, e valores de temperatura menores que 18°C e maiores que 35°C, inaptas. Com relação à pluviosidade, zonas consideradas aptas compreenderam uma quantidade de 830 a 3.000 mm ano<sup>-1</sup>, sendo que valores menores que 830 e maiores que 3.000, foram inaptas. Para a aptidão edáfica, foram consideradas aptas as regiões contendo os mesmos tipos de

solos existentes na região de origem do mogno (Argissolo, Latossolo, Neossolo, Quartzarênico, Litólico, Insular e Equatorial). A partir das características edafoclimáticas determinou-se que 55,62% da área brasileira foi considerada apta, 11,66 % apta com restrições leves, 25,00 % apta com restrições moderadas e 7,71 % restrita. (CASAROLI, D. et al. 2018)

### **3.3 Pragas e Doenças**

#### Pragas

##### 3.3.1 Formigas cortadeiras

A saúva (*Atta*) e quenquéns (*Acromyrmex*) causam grandes danos a cultura do mogno africano em todas as fases de seu desenvolvimento. Essas formigas cortam as folhas para cultivar o fungo do qual se alimentam. É importante fazer o manejo de formiga antes do transplante das mudas no solo.

##### 3.3.2 Cupins

Os cupins se alimentam de madeira em galerias que formam no interior do tronco das árvores são totais ou parcialmente auxiliados por organismos que vivem em seu interior como bactérias, fungos e protozoários. Seu controle deve ser efetuado antes do plantio do mogno.

##### 3.3.3 Abelhas Urupuás

As abelhas atacam a parte jovem do broto terminal, culminando na morte apical da planta. Dessa forma, é observado queda das folhas retardando o crescimento e desenvolvimento da árvore e ocasionando distúrbios fisiológicos.

##### 3.3.4 Brocas do ponteiro

A larva do gênero *Xyloboros* ou *Xylosandros* é o principal agente causador da broca do pecíolo. O sintoma do ataque consiste no escurecimento da folha da borda progredindo para o meio da folha, juntamente com a murcha das folhas. Recomenda-se a remoção das folhas e incineração para eliminação da praga.

É importante destacar que a larva *Hypsopylla grandella* que gerou danos econômicos representativos nos plantios de mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*, não tem preferência pelo mogno africano *Khaya ivorensis* A. Chev..

### 3.3.5 Lebre

Foi observado o ataque de lebres as mudas de mogno africano logo após o transplante das mudas ao solo, esse animal mastiga as folhas e o caule podendo ocasionar a morte da planta e causar grandes prejuízos. Em caso de ataque de lebres podem ser utilizadas armadilhas para capturar esses animais.

## Doenças

### 3.3.6 Cancro do córtex ou de casca

Causado por um fungo (*Lasiodiplodia theobromae*), geralmente ocorre em local quente e úmido, em solos ácidos que apresentam deficiência de zinco ou boro. Os sintomas consistem na seca dos ramos, podridão peduncular em frutos e até morte da planta. Recomenda-se como medida preventiva a aplicação do calcário no solo para corrigir a acidez, de acordo com a análise de solo. O cálcio presente no calcário ajuda a enrijecer a parede celular da árvore dificultando o ataque e proporcionando um ambiente inóspito para proliferação de microorganismos e esporos de fungos.

### 3.3.7 Mancha areolada das folhas

Causado pelo fungo *Thanatephorus cucumeris*, a doença costuma atacar os folíolos na parte apical da árvore, ocasionando o aparecimento de lesões que trazem

um aspecto desagradável às folhas da árvore. Para controlar essa doença, basta aplicar fungicidas que contenham pencianol (PINHEIRO et al. 2011).

### 3.3.8 Podridão branca ou murcha letal

O fungo *Rigidoporus lignosus* que ataca a raiz das árvores com 12 anos de idade ou mais, ocasionando a morte da raiz e da planta.

### 3.3.9 Cercospora e fusariose

Responsável por atacar os ponteiros das plantas, o *Fusarium oxysporum* já foi confundido com a mariposa (*Hypsipyla grandella*) por ocasionar sintomas similares. Em casos mais graves, recomenda-se a aplicação de fungicida nas doses e formas de aplicação recomendadas por um profissional responsável (PINHEIRO et al 2011).

## 3.4 Mercado mundial e nacional

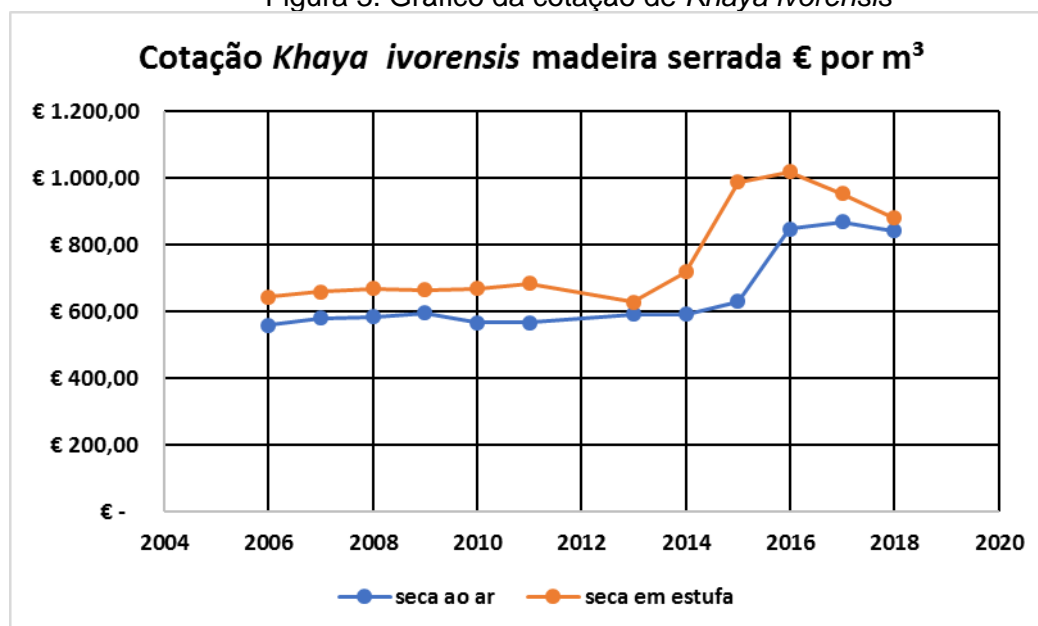
Devido à escassez do mogno nativo brasileiro, começa uma corrida em busca de uma madeira para substituir o mogno nativo. Nesse sentido, surge o mogno africano que apesar de não substituir o mogno nativo, tem qualidades atraentes para o mercado madeireiro, tais como a cor, desenho da grã, a maciez, além de propriedades físicas e mecânicas. Essas adequadas características tecnológicas, aliadas ao bom desenvolvimento natural da espécie, tem impulsionado seu plantio em escala industrial no Brasil (PINHEIRO et al., 2011).

A madeira proveniente do Mogno Africano possui diversos usos comerciais, como: movelaria, corpos de veículos de luxo, sofisticadas peças ornamentais, adornos e esculturas, construção de navios e embarcações, iates, lanchas, canoas escavadas, caixas, compensados, laminados, molduras de janela, painéis, portas, escadas, assoalhos, instrumentos musicais, entalhes, entre outros.

Em dezembro de 2018, o Brasil possuía cerca de 30.000 hectares de florestas de Mogno Africano plantadas com idades que variam entre 0 e 20 anos segundo a Associação Brasileiro de Produtores de Mogno Africano (ABPMA). Em 20 anos,

esses 30.000 hectares produzirão 11.250.000 m<sup>3</sup> de madeiras que correspondem a 7,75% da produção anual de m<sup>3</sup> de madeira no Brasil, considerando que para a florestas plantadas a estimativa de produtividade é de 375 m<sup>3</sup> de madeira por hectare. O gráfico (Figura 3) apresenta a cotação de *Khaya ivorensis*.

Figura 3. Gráfico da cotação de *Khaya ivorensis*



\*Dados obtidos dos relatórios ITTO, referentes a exportação do país de Gana utilizando o mês de novembro de cada ano como referência.

### 3. 5 Processamento e comercialização da madeira

Quando a madeira não foi cortada ou desbastada há a opção de o comprador adquirir a árvore direto com o produtor. Outra forma de vender a madeira é em tora, quando já foi feito o desbaste nos quais as árvores já apresentam cerne formado. Ou também em estaca, que são as madeiras retirada nos primeiros desbastes.

Madeira serrada e seca, ocorre quando a madeira já passou pelo processo de desdobro que consiste no corte em pranchas e secagem onde é retirada a umidade da madeira. De acordo com o formato de venda isso pode influenciar no custo da mão de obra. Além disso, a madeira pode ser seca ao ar ou em estufa, o segundo método apresenta valor mais elevado no mercado.



A documentação necessária para comercialização de madeira exótica em território nacional pode variar de estado para estado. Em regra, é necessário Licenciamento Ambiental (obtido no Instituto Ambiental do Paraná), Nota Fiscal emitida pelo produtor rural, Declaração de Colheita e Comercialização (emitida pelo Instituto Estadual de Florestas). Já para a exportação da madeira é necessário realizar cadastro no Siscomex (Sistema Integrado de Comércio Exterior).

### 3.6 Substrato Agroecológico

A prefeitura de Maringá produz mensalmente toneladas de resíduos sólidos advindos da poda das cascas de árvore da cidade. Esse resíduo é muito rico pois tem material advindo de diversas árvores que crescem em profundidades diferentes trazendo consigo nutrientes que se encontram mais profundamente nos diferentes solos, diferindo do substrato comercial que conta com resíduos de uma única espécie vegetal cujas raízes se localizam no mesmo estrato do solo. Sabe-se pela análise química desse material que ele possui teores nutricionais elevados, pH adequado ao cultivo das diversas culturas, além de muita matéria orgânica. Porém, não é feito um processamento mínimo desse resíduo, as condições de armazenamento são precárias e granulometria não separa material vegetal utilizável de frações maiores, como pedaços de troncos e cascalho, como ilustra a Figura 4.

Figura 4. Frações maiores do resíduo de poda de casca de árvores.



Dessa forma, a população e produtores de plantas locais optam por comprar um substrato comercial pela facilidade, deixando de utilizar o substrato oferecido de forma gratuita pela prefeitura o que gera excedentes de resíduos sólidos, abrigando vetores de doenças (ratos e escorpiões) e sendo, portanto, considerado um passivo ambiental do município. Assim, produtores florestais podem utilizar-se do substrato da poda para produzir o mogno africano.

### **3.7 Introdução a análise de solos**

O pH (potencial hidrogeniônico) mensura a acidez ativa do solo, que nada mais é do que a atividade do  $H^+$  presente na solução do solo. Esse pH sofre variação ao longo do tempo, podendo ser alterado de acordo com o manejo do solo e com a quantidade de adubações. Quando as plantas absorvem os nutrientes de carga positiva como  $Mg^{+2}$  e o  $Ca^{+2}$  por exemplo, liberam  $H^+$  das raízes para a solução do solo, reduzindo o pH. Dessa forma, para efeito de análise de solo, o pH pode ser determinado agitando-se 10  $cm^3$  de solo com 25 ml de água (1:2:5) fazendo a leitura em potenciômetro. Também pode ser determinado em  $CaCl_2$  (0,01 mol/L) que tem finalidade de reduzir a interferência de sais sobre a leitura.

Atualmente pouco se conhece sobre as exigências nutricionais do mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.), não se sabe com exatidão a faixa de pH ideal do solo para cultivo do mogno africano. Mas sabe-se que o mogno africano tem preferência por solos com moderada acidez. Seu sistema radicular não tolera solos ácidos devido a presença do alumínio tóxico, o que dificulta o desenvolvimento radicular e impede a planta de obter água e nutrientes em profundidade. A calagem deve ser a primeira prática de manejo da fertilidade do solo em áreas de cultivos de plantas, com o objetivo de adequar o ambiente de crescimento das plantas com a correção da acidez do solo e minimizar o efeito tóxico do Al trocável às plantas (ZOZ et al., 2009). A calagem não é necessária para o cultivo de mogno africano em Latossolos com saturação de bases de 38,5%, pois não contribui para o aumento do crescimento das plantas, disponibilidade de P no solo e da nutrição do elemento nas plantas. A adubação fosfatada é necessária para o aumento do crescimento do mogno africano em solos com baixa disponibilidade de P no solo, independente da calagem (ROS et al., 2019).

A matéria orgânica (M.O) é constituída de resíduos da parte aérea e radicular das plantas, além de micro-organismos e exsudatos. Constitui-se basicamente de C, H, O, N, S e P. A proporção destes elementos é variável e gira em torno de 58% de C, 6% de H, 33% de O e 3% de N, S e P. Para calcular a matéria orgânica do solo multiplica-se o teor de carbono orgânico do solo pelo fator 1,72 (obtido pela divisão de 100/58). A presença de matéria orgânica é um indicativo de fertilidade pois solos com mais matéria orgânica apresentam maiores valores de T (Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0) e maior capacidade de fornecimento de nutrientes, além de que as moléculas orgânicas liberadas complexam o  $Al^{+3}$  reduzindo a toxidez desse elemento e elevando o pH.

Segundo Tucci et al. (2009), foi observada influência positiva da adubação nitrogenada no crescimento de *S. macrophylla*. No entanto, a dose máxima aplicada (240 kg.t<sup>-1</sup> de substrato) causou efeito negativo no diâmetro do caule e matéria seca da parte aérea, prejudicando a qualidade das mudas, sugerindo que a dose recomendada é a de 57,5kg de N por tonelada de substrato. Tucci & Pinto (2003) também observaram a influência negativa de doses altas de N no crescimento das mudas de mogno brasileiro.

Foi observado por Souza et al. (2010) que o nitrogênio não interfere no crescimento inicial de mogno brasileiro. A justificativa apresentada foi que a matéria orgânica presente no solo, através do processo de mineralização, pode ter fornecido quantidade de N suficiente à demanda da espécie.

O Fósforo (P) estimula a formação das raízes, interfere nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia. Na análise de solo o P disponível é dado mg/dm<sup>3</sup> e a indicação de níveis altos significa que naquele solo há baixa probabilidade de resposta das culturas à aplicação de P.

Segundo Tucci et. al., 2007, observaram no geral, que se os únicos parâmetros para a qualidade de mudas fossem comprimento da planta e diâmetro do coleto, a fosfatagem corretiva seria uma prática fundamental na formação de mudas de mogno. Entretanto, quando se considera o conteúdo de nutrientes contido nas mudas, pode-se dizer que ela deve ser associada à calagem e à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. Nessa condição, as plantas de mogno apresentam expressivo crescimento. A correção da acidez do solo pode aumentar a disponibilidade de P para as plantas, principalmente em solos com predominância

de argilominerais 1:1 e com alta concentração de óxidos de ferro e alumínio, característica de solos argilosos em estágio avançado de intemperização (SOUZA et al., 2010; ZOZ et al, 2009).

O Potássio (K) é um nutriente muito importante pois participa do movimento estomático, da fotossíntese, da translocação dos sintetizados e ativação enzimática. É encontrado 98% de K nas estruturas minerais em forma não disponível para as plantas chamado de K estrutural. Também há o potássio trocável, aquele ligado às cargas negativas das argilas e K em solução de solo. Com a ação do intemperismo o K estrutural passa ser trocável e em solução, porém esse processo ocorre de forma muito lenta por esta razão pode ser importante realizar a adubação.

O Cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) é componente da parede celular, participa da germinação do grão de pólen e formação do tubo polínico e o Magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) é átomo central da molécula de clorofila, atua na síntese proteica e na separação e utilização de fotoassimilados.

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.

A CTC efetiva (t) indica a quantidade de cargas negativas ocupadas com cátions trocáveis e a Saturação de bases (V%) indica a porcentagem total de cargas negativas ocupadas por bases.

Cobre (Cu) tem por função aumentar a resistência das plantas ao ataque de doenças, diminui a esterilidade masculina, participa da fotossíntese e da respiração. O Zinco (Zn) estimula crescimento e a frutificação e atua na síntese do Triptofano precursor do AIA. O Ferro (Fe) participa da fixação de N e é normalmente abundante em solos tropicais. A sua disponibilidade é muito reduzida com o aumento do pH do solo. O Manganês (Mn) atua na fotossíntese e na síntese da clorofila, aumenta a resistência ao ataque de doenças. O Sódio ( $\text{Na}^{+}$ ) controla a pressão osmótica nas células vegetais melhorando a eficiência da água.

[...] Sobre a deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro submetidas à omissão de macro e micronutrientes. Para isso, realizou-se experimento com solução nutritiva, com os tratamentos: T1-Solução completa; T2-omissão de nitrogênio; T3-omissão de fósforo; T4-omissão de potássio; T5- omissão de cálcio; T6-omissão de magnésio; T7-omissão de enxofre; T8-omissão de ferro; T9-omissão de boro; T10-omissão de cobre; T11-com omissão de manganês; T12-com omissão de zinco; T13-com omissão de molibdênio e T14-água deionizada. As avaliações foram realizadas a partir de mudas comerciais prontas para o plantio, que permaneceram em casa de vegetação sendo irrigadas apenas com água deionizada. Após quinze dias as plantas passaram a receber diariamente 200 ml de solução nutritiva. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatorze tratamentos e dez repetições. Os dados dendrológicos foram descritos a cada quinze dias até tornarem-se bem definidos. As plantas tiveram desenvolvimento afetado apenas pela omissão de N, exibindo menores teores foliares do elemento. As omissões dos demais nutrientes afetaram levemente o desenvolvimento das plantas. (CORCIOLI, 2016).

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Local do experimento

O município da cidade de Maringá situa-se entre as coordenadas geográficas 23° 25' 38" S (Latitude) e 51° 56' 15" W (Longitude), tendo 551 metros de altitude. Limita-se ao sul com o município de Floresta, Marialva e Ivatuba, ao leste com o município de Sarandi e Marialva, a oeste com Paiçandu e Mandaguaçu e ao norte com Ângulo e Mandaguaçu. O clima da região é classificado como Aw, quente e úmido, de acordo com a classificação de Koppen.

O experimento foi conduzido na estufa do Centro Universitário Ingá (UNINGÁ), localizado na cidade de Maringá, a estufa continha um ventilador, um exaustor, sistema de irrigação de aspersão em névoa com acionamento por temporizador de programação digital, termômetro, teto com revestimento de filme plástico transparente, laterais com telas que evitam a passagem de insetos e quatro bancadas de madeira com altura de 1,10 m do chão. A Figura 5 ilustra a estufa utilizada para condução do experimento.

Figura 5. Foto aérea das estufas do Centro Universitário Ingá.



## 4.2 Desinfecção do local

A desinfecção das bancadas e exaustores foi realizada com o produto químico Hipoclorito de Sódio (solução a 2,5 % Cl ativo). A Figura 6, retrata a desinfecção dos ventiladores.

Figura 6. Aplicação de hipoclorito de sódio 2,5 % de Cl ativo nos ventiladores.



## 4.3 Aplicação de Fungicida

A partir do momento em que foi realizada a semeadura, iniciou-se a aplicação do fungicida Cercobin 875 WG, produto sistêmico do grupo químico Benzimidazol, princípio ativo Tiofanato Metílico, na dose de 10 g p.c/10 L por cima de todas as bandejas contendo as sementes.

Foi realizada também uma segunda aplicação do produto sessenta dias após o plantio como demonstrado na Figura 7.

*Figura 7. Aplicação do fungicida Cercobin*



#### **4.4 Organização do experimento**

O ensaio foi conduzido em estufa, com cinquenta bandejas da marca Nutriplan® de trinta e duas células cada, totalizando mil e seiscentas células, em cada célula foi colocada apenas uma semente. Do total de sementes plantadas apenas trezentas e vinte seis germinaram, acredita-se que em função de baixo vigor das sementes que provavelmente foram armazenadas por longos períodos e também em função do plantio no inverno. Essa população de trezentas e vinte seis plantas foram submetidas a avaliações de altura, diâmetro do caule e número de folhas por planta a cada quinze dias a contar dos trinta primeiros dias do plantio. Repetindo em igual período até completar noventa dias de plantio.

#### **4.5 Tratamentos**

Os substratos utilizados no ensaio, foram: T1: substrato comercial (Mec plant); T2: Poda de casca de árvore (Agroecológico); T3: Poda de casca de árvore + areia lavada; T4: Poda de casca de árvore + solo; T5: poda de casca de árvore + substrato comercial (Mec plant). Em T1 e T2 a proporção foi de 100% sem mistura. Já em T3, T4, T5 houve mistura na proporção de 50% de cada substrato.



A figura 8 ilustra os substratos que foram utilizados no trabalho.

Figura 8. (A) Substrato comercial Mec Plant; (B) Solo de barranco; (C) Poda de casca de árvore; (D) Areia fina lavada.



#### 4.6 Delineamento em Blocos Casualizado

Devido não haver homogeneidade das condições experimentais, optou-se por utilizar o Delineamento em Blocos Casualizado. Desse modo, pelo princípio do controle local foram estabelecidos subambientes homogêneos (blocos), instalando em cada um deles, todos os tratamentos igualmente repetidos. O delineamento foi conduzido de tal forma que a mesma parcela foi observada em 4 tempos, portanto, as medidas repetidas levam em consideração a correlação da variável resposta (cada uma) no tempo (dias). Na Figura 9, temos o croqui dos tratamentos realizados.

Figura 9. Croqui esquemático da casualização dos tratamentos.

<b>Bloco 1</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>
<b>Bloco 2</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>
<b>Bloco 3</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Bloco 4</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Bloco 5</b>	<b>T5</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>
<b>Bloco 6</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>
<b>Bloco 7</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>
<b>Bloco 8</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T5</b>
<b>Bloco 9</b>	<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>
<b>Bloco 10</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>

#### 4.7 Preparação das sementes e semeadura

As sementes de mogno africano foram adquiridas da empresa Sementes Caiçara e ficaram vinte e quatro horas imersas sob água em temperatura ambiente no intuito de quebrar a dormência antes de fazer o plantio nas bandejas. As sementes são recalcitrantes e, quando frescas, chegam a 90,00% de germinação (LEMMENS et al., 2008). Duas semanas após a coleta de sementes, a porcentagem de germinação diminuiu drasticamente (LAMPRECHT et al., 1990). Foi feita uma pré-seleção de sementes escolhendo as sementes com maior brilho e vigor em seguida foi feita a semeadura no dia 13 de julho de 2019, posicionando as sementes de forma vertical com o hilo voltado para baixo, como representado na Figura 10.

Figura 10. Semeadura do mogno africano nas bandejas.



#### 4.8 Avaliação de 30 dias

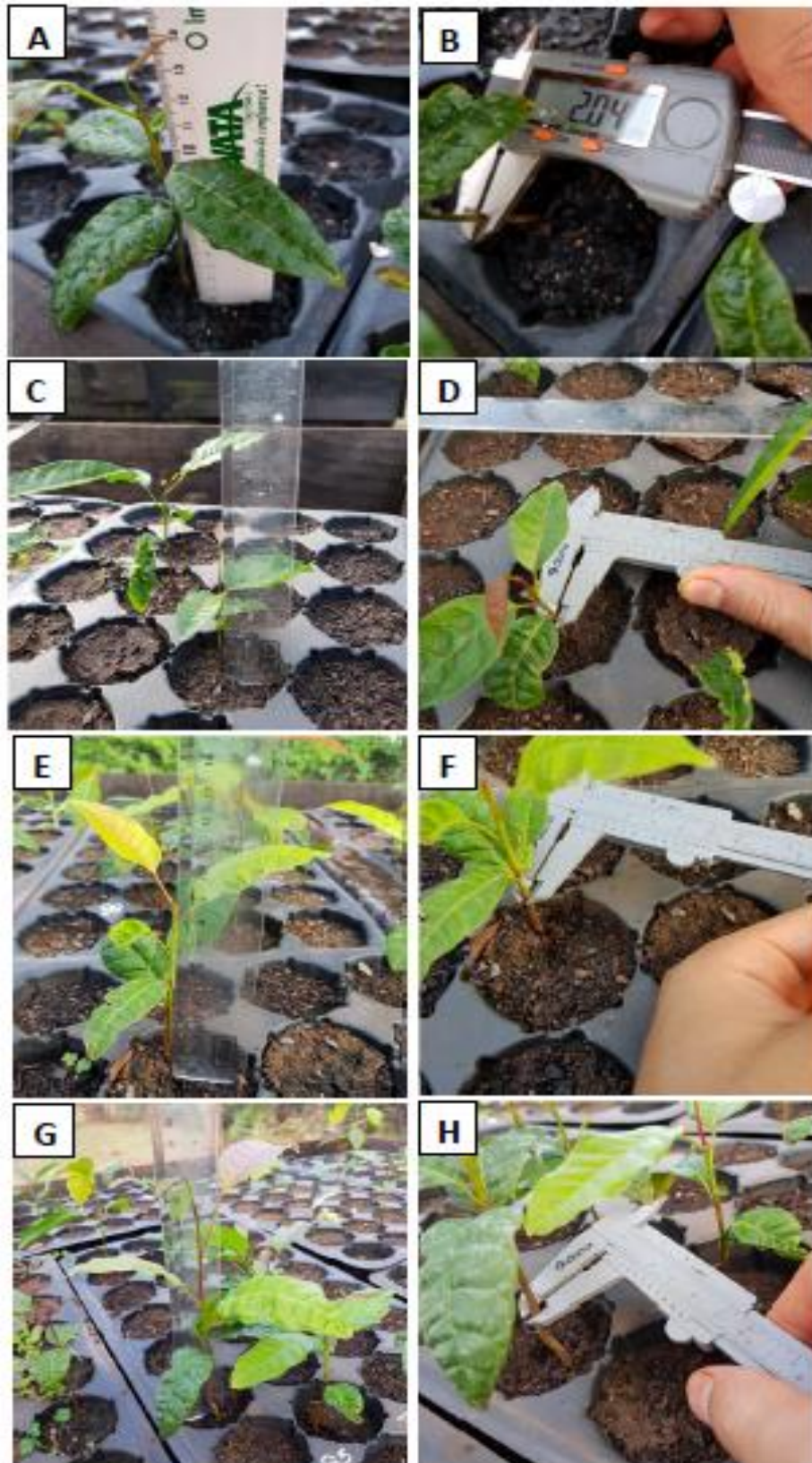
No dia 12 de agosto foi observada a germinação de algumas sementes, além disso, ficou evidente o escurecimento da cor da semente, o aumento do turgor celular, seguido de protrusão da radícula, sem presença de raízes secundárias, nem desenvolvimento de parte aérea. A Figura 11 retrata o processo de germinação da semente.



Figura 11. Semente de mogno africano germinada.

No dia 27 de agosto, contados quarenta e cinco dias após o plantio, foi feita a avaliação da altura, diâmetro do caule e número de folhas por planta, as plântulas apresentavam coloração verde escuro, sem sintomas de deficiência nutricional. Na avaliação de sessenta dias foi possível observar o desenvolvimento completo das folhas com a presença de pecíolo, bainha e limbo foliar. Nota-se que a folha do ápice caulinar adquire coloração avermelhada, devido a presença de antocianina, distinguindo-se fenotipicamente do mogno brasileiro que não apresenta tal característica. Na avaliação de setenta e cinco dias foi observado o crescimento acelerado da altura e do diâmetro e também o desenvolvimento de folhas novas. E por fim, na avaliação de noventa dias, as plantas já eram consideradas aptas ao transplante no solo, com características bem definidas, desenvolvimento completo das raízes e folhas. A Figura 12 ilustra perfeitamente o processo de evolução das plantas de mogno africano nos quatro tempos avaliados.

Figura 12. Avaliação da altura, diâmetro e número de folhas por planta respectivamente em (A e B) 45 dias, (C e D) 60 dias, (E e F) 75 dias, (G e H) 90 dias.



#### 4.9 Transplante no solo

Logo após a avaliação de noventa dias, foi realizado o transplante das mudas de mogno africano no solo e após alguns meses observamos a boa adaptação e desenvolvimento dessas mudas nos solos do Paraná, como apresentado na Figura 13.

Figura 13. Adaptação das mudas de mogno africano no solo do Paraná.



#### 4.10 Análise química e estatística

A análise de solos é necessária para determinar a fertilidade, a acidez e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Foram retiradas amostras de todos os tratamentos e encaminhadas ao laboratório de análises de solos (Laboratório Rural de Maringá). Lá foram determinadas as quantidades nutricionais de cada substrato e com base nessa análise foi determinado o melhor substrato.

No experimento em questão, foi avaliado o efeito de cinco tratamentos sob o crescimento e desenvolvimento do mogno africano e foi verificado em 45, 60, 75, 90 dias a altura, diâmetro e número de folhas e anotado apenas aqueles que germinaram. A análise das características dos dados referentes ao estudo em questão foi realizada a partir da utilização do Software estatístico R-Studio, e *software Statistical Analysis System (SAS)* utilizando suas principais ferramentas de análise descritiva, como cálculo da média, desvio padrão e criação de tabelas e

gráficos, para, deste modo, obter uma visão mais clara das principais características. Para obter o máximo de exatidão o experimento em questão foi submetido a análise de variância, teste de Tukey, análise de boxplot, teste F e soma dos erros tipo 3. A seguir, é apresentada uma análise descritiva das variáveis. Para realização destas, foi considerado um banco de dados com 326 observações realizadas em 4 tempos diferentes.

#### **4.11 Teste de Tukey**

Também conhecido como teste de Tukey da diferença honestamente significativa e teste de Tukey da diferença totalmente significativa. É um teste exato em que, para a família de todas as comparações duas a duas, a taxa de erro da família dos testes é exatamente  $\alpha$  (e o intervalo de confiança é exatamente  $1-\alpha$ ). Métodos de comparações múltiplas exatos são raros. A estratégia de Tukey consiste em definir a menor diferença significativa. Tal procedimento utiliza a amplitude da distribuição studentizada.

#### **4.12 ANOVA**

Compara médias de diferentes populações e verifica se essas populações tem médias iguais ou não. Assim, permite que vários grupos sejam comparados a um só tempo. ANOVA é uma coleção de modelos estatísticos no qual a variância amostral é particionada em diversos componentes devido a diferentes fatores (variáveis), que nas aplicações estão associados a um processo, produto ou serviço. Através desta partição, a ANOVA estuda a influência destes fatores na característica de interesse.

#### **4.13 Análise de Boxplot**

A análise exploratória de dados envolve o uso de técnicas estatísticas para identificar padrões que podem estar ocultos em um grupo de números. Uma dessas técnicas é o "Box plot", que é usado para resumir visualmente e comparar grupos de dados. O box plot usa a mediana, os quartis aproximados e

os pontos de dados mais baixos e mais altos para transmitir o nível, a dispersão e a simetria de uma distribuição de valores de dados. Ele também pode ser facilmente refinado para identificar valores de dados outliers (WILLIAMSON; PARKER; KENDRICK, 1989).

#### **4.14 Teste F**

O grau de liberdade (GL) é um estimador do número de categorias independentes em um teste particular ou experiência estatística. O grau de liberdade é dado por  $n-1$  justamente pelo fato de que no último indivíduo não se tem mais aleatoriedade. O valor F verifica se a variância de todos os tratamentos são equivalentes ou não. Esse valor é dado pelo Teste F. “ $Pr > F$ ” é o p-valor do teste, ou seja, ao utilizar um nível de significância fixado, pode-se rejeitar a hipótese nula caso esse valor seja menor que esse mesmo nível de significância, ou não rejeitar a hipótese nula caso seja maior que o nível. O teste utilizado é composto por duas hipóteses, a nula e a alternativa, a hipótese nula verifica se todos os tratamentos são iguais e a alternativa verifica se pelo menos um deles é diferente.

#### **4.15 Soma dos erros tipo 3**

A soma dos erros tipo 3 analisa a contribuição de cada efeito no modelo conforme o efeito dos outros fatores.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise química dos substratos

Foram analisadas e comparadas as tabelas presentes no apêndice e a partir disso chegamos aos resultados. Fazendo a interpretação do pH dos tratamentos analisados verifica-se que apenas o tratamento T1 (Substrato comercial Mec Plant 100%) apresenta valores de pH com acidez média devendo ser feito acompanhamento para efeitos de correção, se necessário. Os demais tratamentos apresentam acidez fraca em H<sub>2</sub>O e em CaCl<sub>2</sub> de acordo com a interpretação para parâmetros químicos do solo para o Estado do Paraná. É importante ressaltar que neste mesmo substrato (T1) foi verificada a presença de Alumínio (Al<sup>+3</sup>) na quantidade de 0,30 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> obtendo a classificação (Muito baixo), isso pode ter elevado a acidez do solo. Os demais tratamentos possuem 0% de alumínio em sua composição.

A calagem não é necessária para saturação de bases superior a 38,5%, dessa forma, como todos os tratamentos possuem V% maior que 38,5% não seria necessário proceder com a calagem. Na análise de solo a matéria orgânica é dada em g/dm<sup>3</sup> dividindo esse valor por 10 obtém-se a matéria orgânica em % ou dag/kg e analisando as tabelas de interpretação de matéria orgânica pode-se inferir que os valores encontrados em todos os tratamentos atendem a níveis satisfatórios. O Carbono orgânico (C) encontrado em todos os tratamentos recebe classificação alta pois ultrapassa 20 g dm<sup>-3</sup>. O Nitrogênio (N) não está presente na análise de solo, para algumas culturas perenes, as classes de resposta esperada a N são baseadas em resultados anteriores de N nas folhas.

O tratamento T1 (Substrato comercial Mec Plant 100%) apresenta um valor elevado de P disponível (487,72 mg/dm<sup>3</sup>), muito acima dos outros tratamentos. Também é observado no T5 (Poda de casca de árvore 50% + Substrato comercial Mec Plant 50%) um valor acima dos outros tratamentos, embora, ainda inferior ao valor encontrado no tratamento T1, onde há 100% do substrato comercial. Assim, pode-se concluir que a mistura trouxe consigo o fósforo presente no T1. O nível de fósforo encontrado em todos os tratamentos é muito alto não sendo necessário realizar qualquer tipo de correção.



Os valores encontrados de Potássio, Cálcio e Magnésio nos tratamentos são satisfatórios. Acidez potencial ou acidez total ( $H^+ + Al^{+3}$ ), o tratamento T1 apresenta “alta” acidez total, o T2, T3 e o T4 possuem baixa acidez total, já o T5 possuem acidez total “média”.

Soma de bases ( $K^+ + Na^+ + Ca^{+2} + Mg^{+2}$ ) recebe a classificação “alta” em todos os tratamentos. Capacidade de troca catiônica (CTC em pH 7,0) ou (T), solos argilosos ou dotados de muita matéria orgânica normalmente possuem elevada T pois adsorvem grande quantidade de nutrientes catiônicos. Apenas o tratamento T2 apresenta T com classificação “muito alta”, os demais tratamentos apresentam classificação “alta”. A CTC efetiva em todos os tratamentos, possui classificação “muito alta”. A Saturação de Bases em todos os tratamentos os valores encontrados estão acima de 70% sendo considerados altos.

Os valores encontrados de Cu em todos os tratamentos recebem a classificação alta, exceto o T4 que apresenta valores muito altos de cobre.

Em todos os tratamentos os níveis de Zn solo foram considerados altos.

Em todos os tratamentos os níveis de ferro podem ser considerados muito altos.

Em todos os tratamentos possuem níveis muito altos de manganês, exceto o T1 que possui classificação alta (31-100 mg  $dm^{-3}$ ).

Em todos os tratamentos nenhum substrato foi considerado sódico pois a ISNa não apresenta valor acima de 15% (RICHARDS,1970).

O substrato utilizado foi o Mec Plant Horta 3, que possui como matéria prima a casca de pinus bio-estabilizada, a sua vantagem em relação ao substrato proveniente da poda das árvores, é possuir granulometria uniforme, além de possuir um controle de patógenos, ervas daninhas e impurezas em geral, de acordo com a fabricante. Esse substrato possui na sua composição calcário, adubação de base e micronutrientes, de acordo com o fabricante, porém não especifica as fórmulas de adubação e quantidades dos nutrientes utilizados. Nesse sentido, não deveríamos ter encontrado  $Al^{+3}$  na quantidade de 0,30  $cmol/dm^3$ , já que o substrato tem calcário na sua composição.

Com base nos resultados apresentados pela análise química, verificou-se que o tratamento T2 (Poda de casca de árvore) apresentou melhores resultados, já que

possui melhores valores nutricionais, além de ter pH, V% e matéria orgânica (M.O) em quantidades adequadas a produção do mogno.

## 5.2 Avaliação estatística

A avaliação estatística através de testes e gráficos permite identificar padrões de desenvolvimento das plantas e dessa forma identificar qual substrato proporcionou melhor desenvolvimento.

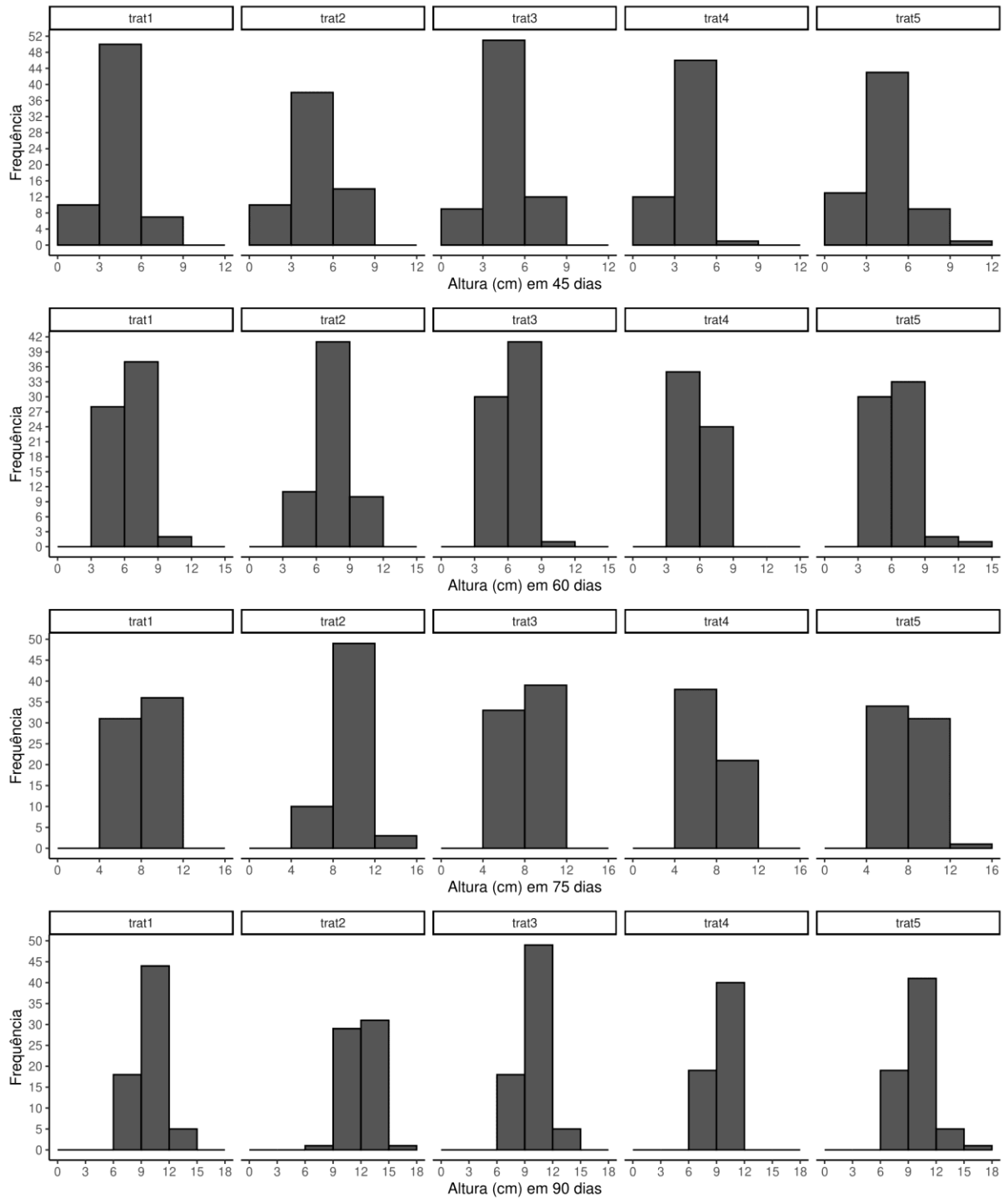
Na Figura 13, analisou-se que no dia 45 as alturas das plantas estavam parecidas em cada tratamento, com maior frequência entre 3 e 6 centímetros. Também, no dia 60 os tratamentos mantiveram parecidos, com alturas de 6 a 9 centímetros, exceto o tratamento 4 que teve maior número de plantas com alturas de 3 a 6 cm. Já no dia 75, houve grande discrepância do tratamento 2 comparado aos outros tratamentos; este, teve o maior número de plantas com alturas entre 8 e 12 cm.

Na Figura 14, foi observado que em 45 dias o tratamento 4 possui uma menor concentração no intervalo de 1.5(mm) à 2(mm) do que os demais tratamentos. Já em 60 dias o tratamento 5 é o único que a moda intervalar está entre 1.5(mm) e 2(mm). Ao passar 90 dias o tratamento 2 possui a maior frequência de diâmetros entre 1.5(mm) e 2.5(mm).

Observa-se na Figura 15, que em 45 dias a moda do número de folhas entre todos os tratamentos era de 3. Já em 60 dias os únicos tratamentos a atingir uma moda de 4 foram os tratamentos 2 e o 3. Em 75 dias o tratamento 2 possuía uma frequência alta de 5 folhas em suas plantas. Aos 90 dias o tratamento 4 foi o único a possuir alguma planta com o número de folhas inferior a 4 e o tratamento 5 o único a possuir planta com o número de folhas superior a 6.

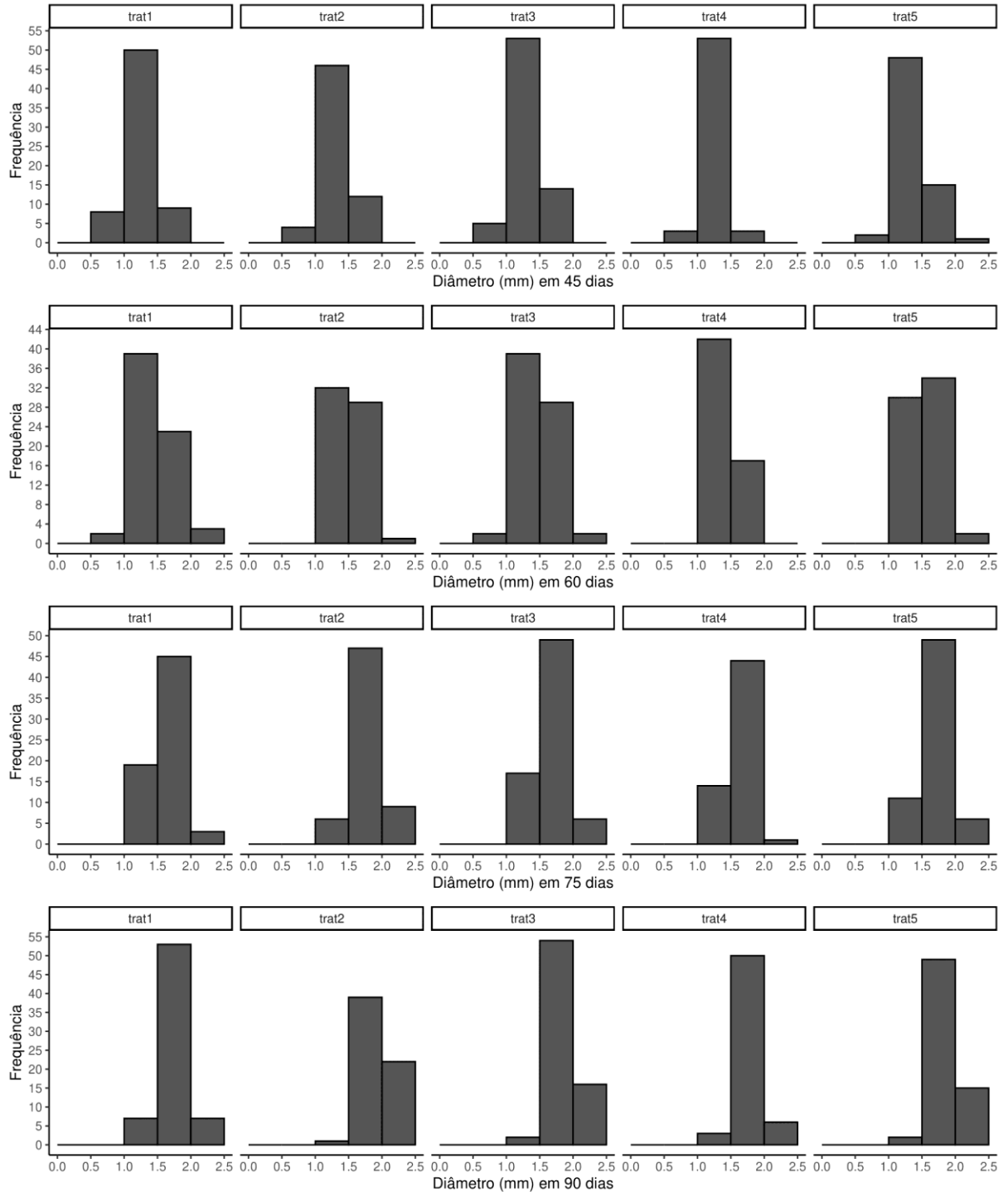
Na Figura 14, temos o histograma da altura nos quatro tempos analisados.

Figura 14. Histogramas da frequência das alturas em centímetros observadas em 4 tempos



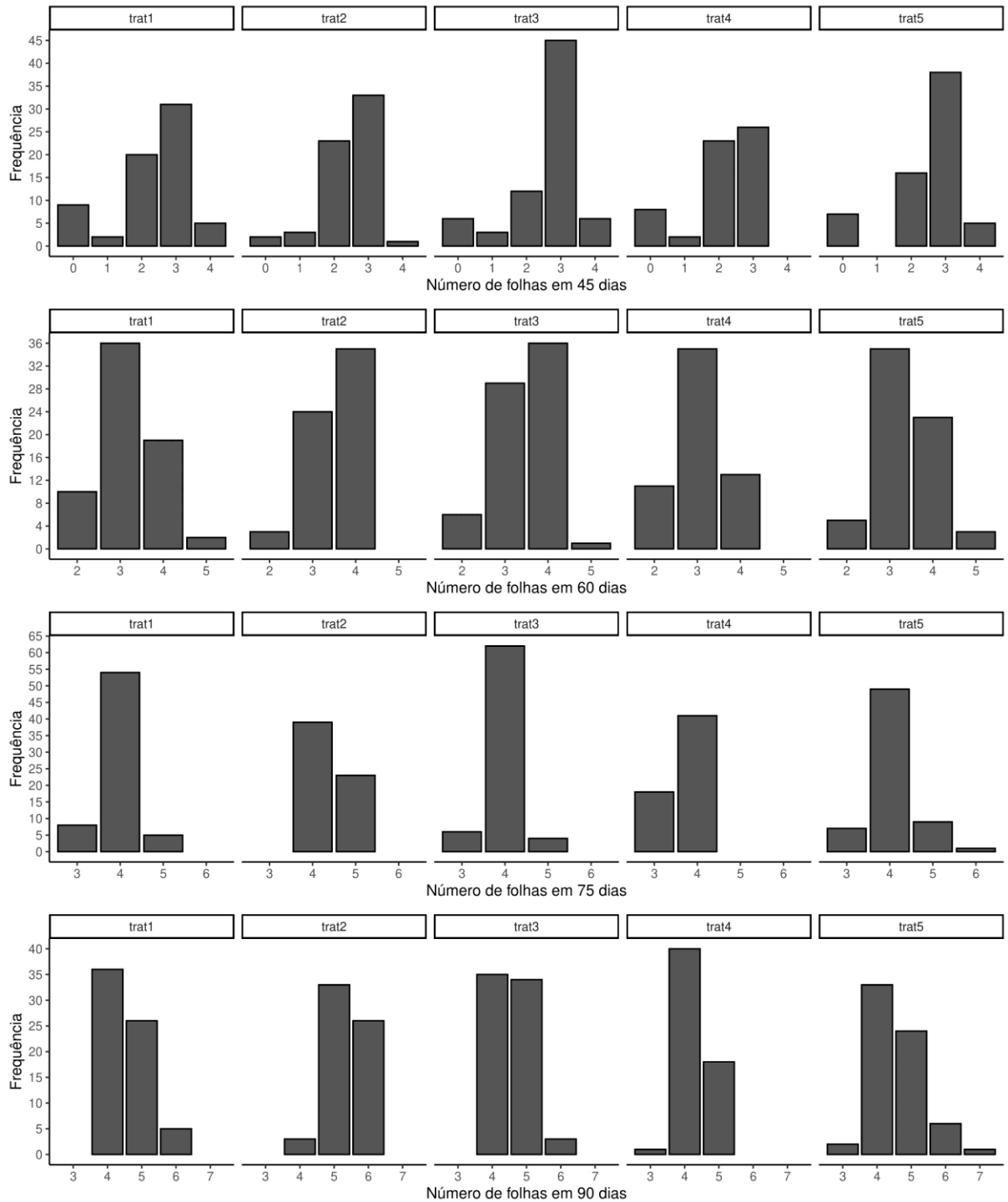
Na Figura 15 temos o histograma do diâmetro nos quatro tempos analisados.

Figura 15. Histogramas da frequência dos diâmetros em milímetros observados em 4 tempos.



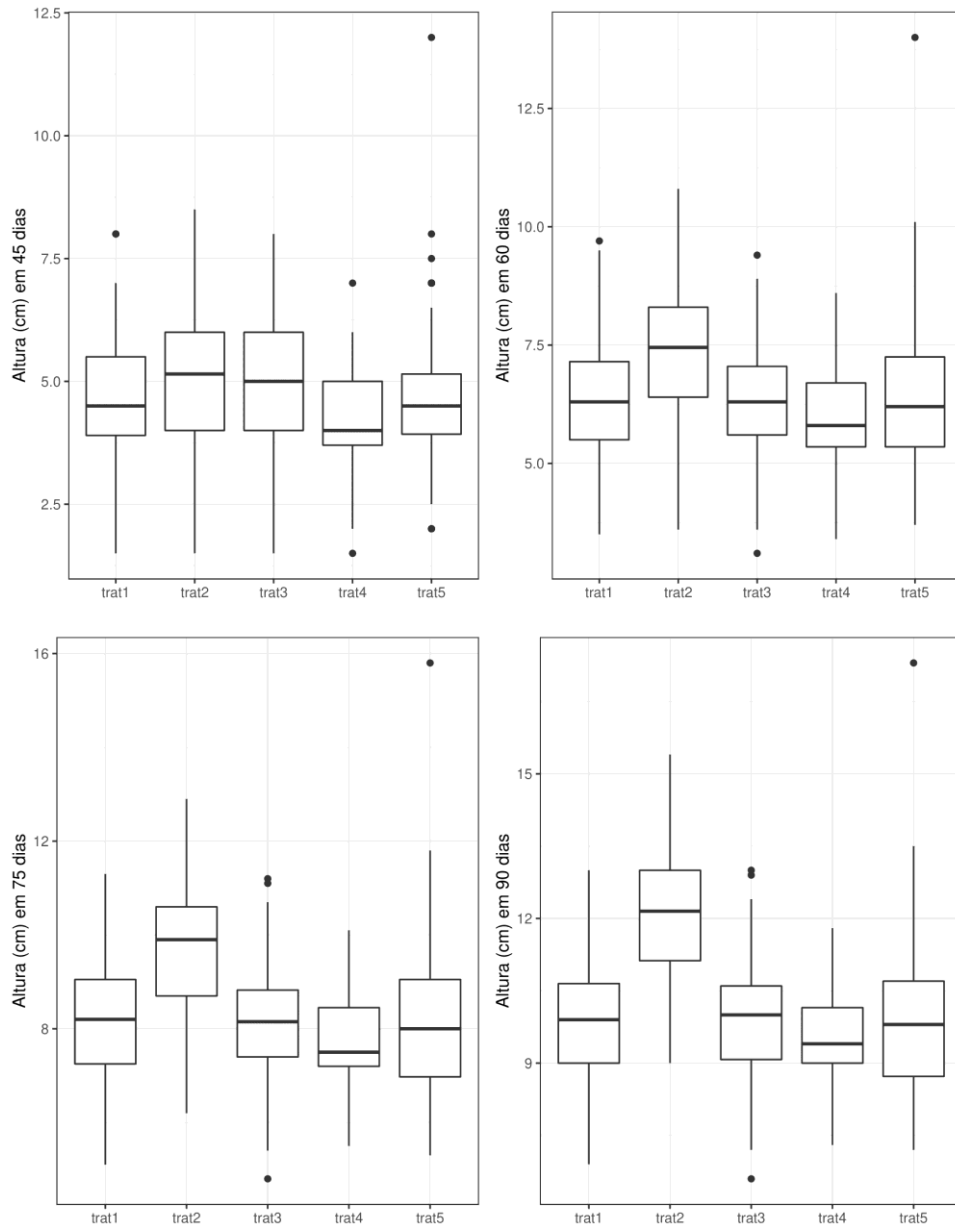
Na Figura 16, temos o histograma do número de folhas altura nos quatro tempos analisados.

Figura 16. Histogramas da frequência do número de folhas observados em 4 tempos.



Na Figura 17, observou-se que as medianas em 45 dias eram próximas, e conforme foi passando os dias a altura no tratamento 2 se mostrou superior às demais. Nota-se que a mediana no tratamento 4 em 75 dias estava visivelmente abaixo das demais.

Figura 17. Boxplots das alturas em centímetros observados nos 4 tempos em relação aos tratamentos.



Na Figura 18, analisou-se que em 45 dias mesmo as medianas dos tratamentos 1, 2 e 3 estarem próximas, no tratamento 1 os dados estão concentrados entre o primeiro quartil e a mediana, já nos tratamentos 2 e 3 os dados estão agrupados no intervalo da mediana com o terceiro quartil.

Figura 18. Boxplots dos diâmetros em milímetros observados nos 4 tempos em relação aos tratamentos.

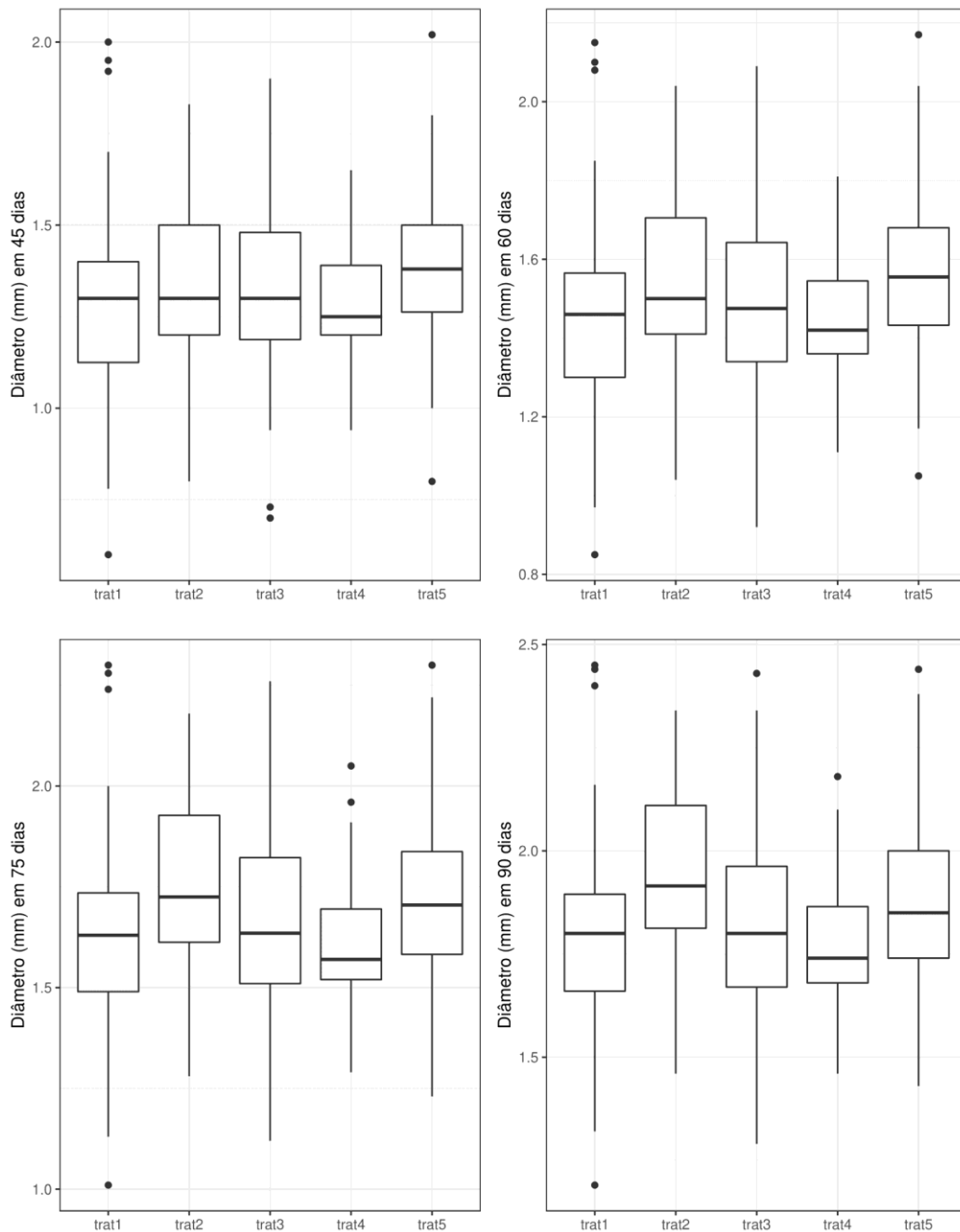


Tabela 1. Medidas calculadas da Altura de acordo com o tempo.

	Altura(45 dias)	Altura(60 dias)	Altura(75 dias)	Altura(90 dias)
Mínimo	1.500	3.100	4.800	6.600
1º Quartil	4.000	5.500	7.400	9.20
Mediana	4.750	6.400	8.300	10.050
Media	4.720245	6.489571	8.368712	10.23926
3º Quartil	5.500	7.500	9.300	11.200
Máximo	12.000	14.000	15.800	17.300
Desvio Padrão	1.462228	1.510909	1.561578	1.638271
C.V. %	30.97781	23.28210	18.65972	15.99989

Observando a Tabela 1, é possível perceber que as medidas calculadas são diretamente proporcionais ao tempo de estudo, com exceção do Coeficiente de Variação (C.V.), que à medida que o tempo passa, seu valor reduz, ou seja, pode-se dizer que a média se torna mais representativa com o passar dos dias.

Tabela 2. Medidas calculadas do Diâmetro de acordo com o tempo

	Diâmetro(45 dias)	Diâmetro(60 dias)	Diâmetro(75 dias)	Diâmetro(90 dias)
Mínimo	0.60	0.85	1.01	1.19
1º Quartil	1.200	1.360	1.530	1.702
Mediana	1.300	1.475	1.650	1,820
Média	1.323834	1.496595	1.669571	1.835767
3º Quartil	1.450	1.620	1.800	1.957
Máximo	2.020	2.170	2.300	2.450
Desvio Padrão	0.2210514	0.2201602	0.2179819	0.2159627
C.V. %	16.69781	14.71074	13.05617	11.76417

Referente a Tabela 2, ressalta-se a diminuição da variabilidade do diâmetro conforme o crescimento das plantas.



Tabela 3. Medidas calculadas do n<sup>o</sup> de folhas de acordo com o tempo.

	N <sup>o</sup> de folhas(45 dias)	N <sup>o</sup> de folhas(60 dias)	N <sup>o</sup> de folhas(75 dias)	N <sup>o</sup> de folhas(90 dias)
Mínimo	0	2	3	3
1 <sup>o</sup> Quartil	2	3	4	4
Mediana	3	3	4	5
Média	2.407975	3.315951	4.01227	4.659509
3 <sup>o</sup> Quartil	3	4	4	5
Máximo	4	5	6	7
Desvio Padrão	0.9995988	0.6849078	0.5082426	0.7129689
C.V. %	41.51200	20.65494	12.66721	15.30137

Observa-se que como esperado, todas as medidas descritivas apresentaram um acréscimo conforme o tempo. Já o coeficiente de variação após um tempo teve uma queda.

Para analisar os tratamentos foi utilizado o *software Statistical Analysis System* (SAS). As tabelas do teste F apresentadas podem ser interpretadas com as terminologias exemplificadas na metodologia.  $H_0$ : Nenhum tratamento se diferem vs  $H_1$ : Pelo menos um tratamento se difere dos demais.

Tabela 4. Número de folhas no dia 45

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	2.01660298	2.12	0.0781
Blocos	9	2.22277832	2.34	0.0146

Foi possível observar na Tabela 4 que, com 5% de significância, não se rejeitou a hipótese em que todos os tratamentos sejam iguais. Além disso, notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o número de folhas no dia 45 obteve-se que os blocos causam mais efeitos na planta que os tratamentos.

Tabela 5. Número de folhas no dia 60

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	2.37821597	5.39	0.0003
Blocos	9	0.57904607	1.31	0.2298

Observa-se que na Tabela 5, com 5% de nível de significância rejeita-se a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja, pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos não rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o número de folhas no dia 60 temos que os blocos não causam efeitos nas plantas.

Tabela 6. Número de folhas no dia 75

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	3.60175297	17.21	<.0001
Blocos	9	0.47183720	2.25	0.0187

Observa-se na Tabela 6, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja, pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o número de folhas no dia 75 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 7. Número de folhas no dia 90

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	10.48600367	28.31	<.0001
Blocos	9	0.85723565	2.31	0.0156

Observa-se na Tabela 7, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o número de folhas no dia 90 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

No geral tem-se que:

Tabela 8. Resumo do número de folhas dos 4 tempos observados

Efeito	GL	Soma dos Erros Tipo 3	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamento	4	57.4713812	14.3678453	12.60	<.0001
Bloco	9	20.8178627	2.3130959	2.03	0.0359
Erro	312	355.8519098	1.1405510		

Análogamente, analisa-se pelo exposto, na Tabela 8, teste F que há efeito de tratamento e de blocos (fixando  $\alpha = 0.05$ ) em todos os tempos.

Tabela 9. Resumo do número de folhas entre os 4 tempos observados

Efeito	GL	Soma dos Erros Tipo 3	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tempo	3	886.2392423	295.4130808	1065.98	<.0001
Tempo*Tratamento	12	21.7489468	1.8124122	6.54	<.0001
Tempo*Bloco	27	16.3602124	0.6059338	2.19	0.0005
Erro(tempo)	936	259.3924735	0.2771287		

Observa-se na Tabela 9 que há efeito de tratamento entre os tempos, assim como os tempos em conjunto com o tratamento e em conjunto com os blocos

### Altura das plantas

Tabela 10. Altura das plantas no dia 45

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	5.56159372	2.75	0.0284
Blocos	9	4.62762733	2.29	0.0169

Observa-se na Tabela 10, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para a altura das plantas no dia 45 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 11. Altura das plantas no dia 60

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	19.53272241	9.78	<.0001
Blocos	9	4.51233346	2.26	0.0184

Observa-se na Tabela 11, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para a altura das plantas no dia 60 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 12. Altura das plantas no dia 75

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	39.4508782	20.59	<.0001
Blocos	9	4.1158190	2.15	0.0254

Observa-se na Tabela 12, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais.

Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para a altura das plantas no dia 75 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 13. Altura das plantas no dia 90

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	66.7015672	36.58	<.0001
Blocos	9	4.0611003	2.23	0.0202

Observa-se na Tabela 13, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para a altura das plantas no dia 90 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

No geral tem-se que:

Tabela 14. Resumo da altura das plantas dos 4 tempos observados

Efeito	GL	Soma dos Erros Tipo 3	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamento	4	439.740668	109.935167	14.43	<.0001
Bloco	9	149.840214	16.648913	2.19	0.0229
Erro	312	2376.782827	7.617894		

Analogamente, analisa-se pelo teste F, na Tabela 14, que há efeito de tratamento e de blocos (fixando  $\alpha = 0.05$ ) em todos os tempos.

Tabela 15. Resumo da altura das plantas entre os 4 tempos observados

Efeito	GL	Soma dos Erros Tipo 3	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tempo	3	5383.533513	1794.511171	38185.1	<.0001
Tempo*Tratamento	12	89.807440	7.483953	159.25	<.0001
Tempo*Bloco	27	6.011707	0.222656	4.74	<.0001
Erro(tempo)	936	43.987408	0.046995		

Observa-se na Tabela 15 que há efeito de tratamento entre os tempos, assim como os tempos em conjunto com o tratamento e em conjunto com os blocos

### Diâmetro das plantas

Tabela 16. Diâmetro das plantas no dia 45

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	0.10589184	2.68	0.0316
Blocos	9	0.34998487	8.87	<.0001

Observa-se na Tabela 16, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o diâmetro das plantas no dia 45 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 17. Diâmetro das plantas no dia 60

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	0.15442935	4.07	0.0031
Blocos	9	0.36734860	9.69	<.0001

Observa-se na Tabela 17, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o diâmetro das plantas no dia 60 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 18. Diâmetro das plantas no dia 75

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	0.23016392	6.42	<.0001
Blocos	9	0.37039935	10.33	<.0001

Observa-se na Tabela 18, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o diâmetro das plantas no dia 75 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

Tabela 19. Diâmetro das plantas no dia 90

Efeito	GL	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamentos	4	0.32103578	9.30	<.0001
Blocos	9	0.34508049	10.00	<.0001

Observa-se na Tabela 19, com 5% de nível de significância que se rejeita a hipótese em que todos os tratamentos sejam equivalentes, ou seja pelo menos um destes tratamentos se diferenciam dos demais. Além disso notou-se que para os blocos rejeita-se a hipótese nula, ou seja, para o diâmetro das

plantas no dia 90 temos que os blocos causam efeitos nas plantas, assim como o tratamento.

No geral tem-se que:

Tabela 20. Resumo do diâmetro das plantas dos 4 tempos observados

Efeito	GL	Soma dos Erros Tipo 3	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tratamento	4	3.79810346	0.94952587	6.50	<.0001
Bloco	9	12.83976758	1.42664084	9.77	<.0001
Erro	312	45.56918182	0.14605507		

Analogamente, analisa-se pelo teste F, na Tabela 20, que há efeito de tratamento e de blocos (fixando  $\alpha = 0.05$ ) em todos os tempos.

Tabela 21. Resumo do diâmetro das plantas entre os 4 tempos observados

Efeito	GL	Soma dos Erros Tipo 3	Média Quadrática	Valor F	Pr >F
Tempo	3	46.03103205	15.34367735	27421.4	<.0001
Tempo*Tratamento	12	0.32249477	0.02687456	48.03	<.0001
tempo*Bloco	27	0.05555213	0.00205749	3.68	<.0001
Erro(tempo)	936	0.52374066	0.00055955		

Observa-se na Tabela 21 que há efeito de tratamento entre os tempos, assim como os tempos em conjunto com o tratamento e em conjunto com os blocos

### Comparação 2 a 2

Média do tratamento j vs  $H_1$ : Média do tratamento i  $f$ = Média do tratamento j

### Número de folhas

Tabela 22. Comparação para o número de folhas no dia 45

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
5	2.581	A	0.4686	0.9475	1.0000	0.0655	
3	2.561	A	0.5112	0.9697		0.0757	1.0000
2	2.45	A	0.8993		0.9697	0.3299	0.9475
1	2.297	A		0.8335	0.3299	0.0757	0.0655
4	2.113	A	0.8335	0.3299	0.0757		0.0655

Tabela 23. Comparação para o número de folhas no dia 60

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	3.53211951	A	0.0461		0.2450	0.6023	0.4346
3	3.43753598	A	0.2450	0.9285		0.0060	0.9986
5	3.40454578	A	0.4346	0.8235	0.9986	0.0188	
1	3.20435760	AB		0.0461	0.2450	0.6023	0.4346
4	3.03198553	B	0.6023	0.0006	0.0060		0.0188

No caso da Tabela 23 o tratamento 1, tem-se que ele por mais que seja semelhante ao tratamento A, ele não é significativamente igual ao tratamento A.

Tabela 24. Comparação para o número de folhas no dia 75 Tratamentos

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	4.40272581	A	<.0001		<.0001	<.0001	0.0018
5	4.09228469	B	0.5097	0.0018	0.6397	<.0001	
3	3.98167830	B	0.9994	<.0001		0.0027	0.6397
1	3.96406621	B		<.0001	0.9994	0.0069	0.5097
4	3.68415291	C	0.0069	<.0001	0.0027		<.0001

Tabela 25. Comparação para o número de folhas no dia 90

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	5.39864166	A	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
5	4.59906115	B	0.9860	<.0001	0.9816	0.0194	
1	4.54371168	B		<.0001	1.0000	0.0734	0.9860
3	4.54021728	B	1.0000	<.0001		0.0725	0.9816
4	4.25898537	BC	0.0734	<.0001	0.0725		0.0194



Nota-se que na Tabela 25 o tratamento 4 apresentou semelhanças sobre o tratamento B, porém não é significativamente semelhante.

### Diâmetro das plantas comparação 2 a 2

Tabela 26. Comparação para o diâmetro no dia 45 Tratamentos

	Médias	$\alpha = 0.05$	P-valor para comparações 2 a 2				
		Comparação	1	2	3	4	5
5	1.39626093	A	0.0454	0.8914	0.1044	0.0148	
2	1.36358593	A	0.3512		0.5642	0.1747	0.8914
3	1.31104549	A	0.9961	0.5642		0.9243	0.1044
1	1.29851082	AB		0.3512	0.9961	0.9909	0.0454
4	1.28210771	B	0.9909	0.1747	0.9243		0.0148

Tabela 27. Comparação para o diâmetro no dia 60 Tratamentos

	Médias	$\alpha = 0.05$	P-valor para comparações 2 a 2				
		Comparação	1	2	3	4	5
5	1.56699643	A	0.0228	1.0000	0.1121	0.0051	
2	1.56332715	A	0.0323		0.1497	0.0087	1.0000
3	1.48449003	A	0.9668	0.1497		0.7641	0.1121
1	1.46287062	AB		0.0323	0.9668	0.9825	0.0228
4	1.44375437	B	0.9825	0.0087	0.7641		0.0051

Verifica-se que nas Tabelas 26 e 27, tem-se que o tratamento 1 apresenta semelhança no tratamento 3, porém eles são significativamente diferentes.

Tabela 28. Comparação para o diâmetro no dia 75 Tratamentos

	Médias	$\alpha = 0.05$	P-valor para comparações 2 a 2				
		Comparação	1	2	3	4	5
2	1.77028622	A	0.0003		0.0063	<.0001	0.7750
5	1.73080049	A	0.0196	0.7750	0.1608	0.0031	
3	1.65592257	AB	0.9094	0.0063		0.5747	0.1608
1	1.62786848	B		0.0003	0.9094	0.9685	0.0196
4	1.60605785	B	0.9685	<.0001	0.5747		0.0031

Observa-se que na Tabela 28, o tratamento 3 apresenta semelhanças com o tratamento A, porém eles são significativamente diferentes.

Tabela 29. Comparação para o diâmetro no dia 90

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	1.96247715	A	<.0001		<.0001	<.0001	0.2070
5	1.89100059	A	0.0134	0.2070	0.1269	0.0032	
3	1.81403434	AB	0.9031	<.0001		0.6481	0.1269
1	1.78595068	B		<.0001	0.9031	0.9863	0.0134
4	1.76886223	B	0.9863	<.0001	0.6481		0.0032

Tem-se que na Tabela 29, o tratamento 3 apresenta semelhanças com o tratamento A, porém eles não são significativamente iguais.

### Altura das plantas comparação 2 a 2

Tabela 30. Comparação para a altura no dia 45 Tratamentos

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	5.05537085	A	0.4745		0.8441	0.0091	0.7508
3	4.79826495	A	0.9674	0.8441		0.1113	0.9996
5	4.74789732	A	0.9932	0.7508	0.9996	0.1919	
1	4.64115058	A		0.4745	0.9674	0.3882	0.9932
4	4.18556359	AB	0.3882	0.0091	0.1113		0.1919

Observa-se que na Tabela 30, o tratamento 4 apresenta semelhanças ao tratamento A, porém eles são significativamente desiguais.

Tabela 31. Comparação para a altura no dia 60

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	7.40158025	A	0.0003		0.0003	<.0001	0.0028
5	6.47183335	B	0.9813	0.0028	0.9878	0.0683	
3	6.34958108	B	1.0000	0.0003		0.1825	0.9878
1	6.33307306	B		0.0003	1.0000	0.2209	0.9813
4	5.79732824	B	0.2209	<.0001	0.1825		0.0683

Tabela 32. Comparação para a altura no dia 75

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	9.74589888	A	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
5	8.24172277	B	0.9854	<.0001	0.9928	0.0639	
3	8.13735700	B	1.0000	<.0001		0.1513	0.9928
1	8.11446459	B		<.0001	1.0000	0.1960	0.9854
4	7.57468508	B	0.1960	<.0001	0.1513		0.0639

Tabela 33. Comparação para a altura no dia 90

Tratamentos	Médias	$\alpha = 0.05$ Comparação	P-valor para comparações 2 a 2				
			1	2	3	4	5
2	12.0699442	A	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
5	10.0327378	B	0.9646	<.0001	0.9751	0.0412	
3	9.8911510	B	1.0000	<.0001		0.1507	0.9751
1	9.8748714	B		<.0001	1.0000	0.1857	0.9646
4	9.3417800	BC	0.1857	<.0001	0.1507		0.0412

Com base nos resultados estatísticos constatou que T2 (Poda de casca de árvore) permitiu melhor desenvolvimento em altura, diâmetro e número de folhas por planta. Nesse sentido, esse substrato é o mais recomendado para produzir mudas de mogno africano na fase inicial de desenvolvimento.

## 6 DISCUSSÃO

Foi observado no decorrer do experimento que o mogno africano teve seu processo de germinação retardado devido as temperaturas do inverno no Paraná. De acordo com Moraga, Escobar, Valenzuela. (2006), trabalhando com espécies do gênero *Eucalyptus* no Chile, chegaram à conclusão que a concentração de açúcares solúveis total é um bom indicador da resistência a baixas temperaturas. Diante do exposto por Moraga, Escobar, Valenzuela. (2006) teria então o *Khaya ivorensis* A Chev. baixa concentração de açúcares solúveis, já que seu desenvolvimento foi retardado pelo frio. Esse questionamento é importante, pois infere-se disso uma relação entre a resistência ao frio devido a presença de açúcares solúveis total no *Eucalyptus*, o mesmo poderia acontecer com o gênero *Khaya*. O acúmulo de açúcares solúveis totais, ao longo da aclimação, também foi encontrado em mudas de *Eucalyptus* spp. por Floriani, Steffens, Chaves. (2013), e em plantas de quinoa, por Jacobsen, Monteros, Corcuera, Bravo. (2007). Esses autores ressaltam que a relação entre a tolerância ao frio e a concentração de carboidratos solúveis totais pode possibilitar a identificação de genótipos tolerantes.

O mogno-africano (*K. ivorensis* A. Chev) apresenta boa adaptabilidade aos solos brasileiros e ótimas características silviculturais, como fuste retilíneo, ausência de bifurcações e baixos índices de infestação de pragas e doenças, características que favorecem o desenvolvimento, com produtividade média de 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> em ciclo de 21 anos (VERZIGNASSI et al., 2009; RIBEIRO et al., 2017). Essas características foram observadas no desenvolvimento da espécie estudada e condizem exatamente com o exposto pelos autores.

Para Souza et al. (2010), o P é o nutriente que mais limita o crescimento de *Swietenia macrophylla*. O autor observou que a omissão de P limita o crescimento em altura, diâmetro e a produção de matéria seca da parte aérea, raiz e total em mudas de mogno brasileiro. Diante desse fato, verificou-se que entre os tratamentos analisados o T1 (substrato comercial) teve o fósforo em maior quantidade, como esse nutriente é o fator de maior limitação ao crescimento do mogno brasileiro, pode ser que seja também fator limitante ao crescimento do mogno africano. Em outro estudo realizado por Moretti et al. (2011) a omissão de fósforo limitou o crescimento de cedro australiano (*T. cilliaata*).

Segundo Tucci et al. (2011), estudando o efeito da adubação potássica em mogno brasileiro, observaram que a adição de potássio ao solo não afetou de forma significativa a altura e o diâmetro das plantas. No entanto, a menor dose empregada apresentou-se satisfatória ao desenvolvimento da cultura. Estudos realizados por Silva et al. (1997) afirmam que os efeitos relativos ao K são muito pequenos, inexistentes e até mesmo depressivos para o crescimento inicial de certas espécies florestais.

Plantas jovens de *Swietenia macrophylla* (Cordeiro et al., 2009) e *Carapa guianensis* (Gonçalves et al., 2009) toleram satisfatoriamente períodos de 15 a 30 dias de deficiência hídrica. Essas espécies pertencem à família Meliaceae e são típicas do bioma amazônico. Os autores constataram que esses períodos de deficiência hídrica diminuíram o potencial hídrico foliar para valores entre -2,0 e -3,0 Mpa. Essas espécies pertencem à família Meliaceae. Portanto, os resultados permitem inferir que plantas jovens de mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) toleram bem períodos curtos de déficit hídrico, já que esta espécie é da família Meliaceae. Esse tipo de estudo não foi realizado para *K. ivorensis*, se constatado em experimentos boa tolerância ao déficit hídrico, plantios comerciais teriam sua viabilidade aumentada.

Em experimento com mudas de umbuzeiro sob omissão de macronutrientes, Gonçalves et al., (2006) observaram as maiores reduções na altura das plantas nos tratamentos com omissões de Ca, N e Mg. Em relação ao diâmetro, ocorreu fato semelhante ao observado com a altura, sendo que as plantas, nos tratamentos com omissão de Ca, N, Mg e K apresentaram caules mais finos. O mesmo é observado em *K. ivorensis*, uma vez que esta planta necessita de macronutrientes em quantidades adequadas para o bom desenvolvimento, sendo que seu melhor desenvolvimento no experimento em questão foi verificado no tratamento T2 (poda de casca de árvore) que forneceu nutrientes em quantidades ideais para o bom desenvolvimento dessas plantas na fase inicial de crescimento.

Segundo Trevisan (2010), toras de *Eucalyptus grandis* de 18 anos de idade apresentaram índice de rachadura de topo 1,6% para árvores dominantes e 1,2% para árvores centrais. O mogno africano com 7 anos tende a rachar mais do que o *E. grandis* em idade bem mais avançada próxima de 20 anos isso pode afetar drasticamente o preço da madeira. É importante destacar que o desenvolvimento

inicial de uma planta pode afetar todo o ciclo desta, isso pode acontecer por uma deficiência nutricional, déficit hídrico, resistência mecânica das raízes a penetração no solo, patógenos, entre outras razões. Dessa forma, fica clara a necessidade de utilizar um substrato de qualidade na produção de mudas, pois isso pode evitar danos futuros.

O substrato pode ser formado de matéria-prima de origem mineral, orgânica ou sintética, de um só material ou de diversos materiais em misturas, sendo que alguns não possuem características desejáveis de qualidade (KANASHIRO, 1999). No caso em questão, utilizamos 5 tipos diferentes de substratos sendo o substrato T2 (poda de casca de árvore) o que garantiu melhor desenvolvimento do mogno na fase inicial. Ele garantiu melhor germinação das sementes, devido a presença de nutrientes em doses adequadas, a melhor aeração e a maior quantidade de matéria orgânica.

## 7 CONCLUSÕES

Em virtude do que foi mencionado no decorrer deste trabalho, conclui-se que o tratamento T2 (Poda de casca de árvore - Agroecológico) foi significativamente melhor que os demais tratamentos analisados, pois garantiu as plantas melhor aporte de nutrientes, melhor enraizamento e o melhor desenvolvimento da parte aérea. Fato que ficou evidente com os resultados da estatística que avaliou a altura, o diâmetro e o número de folhas por planta. Além disso, do ponto de vista da análise química o substrato T2 também foi considerado o melhor substrato, pois, apresentou maiores teores de matéria orgânica, maior saturação de bases (V%), 0% de alumínio tóxico, além de ter macro e micronutrientes de forma equilibrada, garantindo melhor desenvolvimento das plantas e não apresentando sintomas de deficiência de nutrientes. Portanto, o substrato T2 pode substituir o substrato comercial na produção de mudas de mogno africano, sem causar prejuízos ao desenvolvimento da planta.

## 8 REFERÊNCIAS

ACAJOU D'Afrique. Revue Bois et Forêts des tropiques, n2 183, p.33-48, 1979.

ACTION, P. **Portal Action**. [S.l.]. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

ACTION, P. **Portal Action**. [S.l.]. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova/31-teste-de-tukey>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

BANZATTO, Davi A. e KRONKA, Sérgio do Nascimento. Experimentação Agrícola. 4ª. ed., FUNEP, Jaboticabal-SP, 237p., 2006.

BARROSO, A. B. Silvicultura especial de arboles maderables trapicales. Impresa Universitária, UFV, 1984. 377p.

CABI. Compêndio florestal. Wallingford: CAB Internacional; 2013 [citado em 13 de ago de 2013]. Disponível em: <[www.cabi.org/fc](http://www.cabi.org/fc)>. Acesso em: 30 dez. 2019.

CASAROLI, D. et al. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 357-368, mar., 2018

CORCIOLI, Graciella; BORGES, Jácomo Divino; JESUS, Roberta Paula de. DEFICIÊNCIA DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM MUDAS MADURAS DE KHAYA IVORENSIS ESTUDADAS EM VIVEIRO. **CERNE**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 121-128, mar. 2016. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010477602016000100121&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010477602016000100121&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 08 out. 2020.

CORDEIRO, Y.E.M.; PINHEIRO, H.A.; SANTOS-FILHO, B.G. dos; CORRÊA, S.S.; DIAS-FILHO, M.B. Physiological and morphological responses of young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants to drought. **Forest Ecology and Management**, v.258, p.1449-1455, 2009. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.06.054.

FLORIANI, M. M. P; STEFFENS, C.A; E CHAVES, D. M. Relação entre Concentrações Foliaves de Carboidratos Solúveis Totais E Tolerância ao Frio em Diferentes Espécies de *Eucalyptus spp*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 165-174, jan.-mar. 2013.

FREITAS, E. C. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 509-519, 2017.

GBIF. Open Geospatial Consortium services, 2019. Disponível em: <<https://www.gbif.org/species/3852012#>>. Acesso em: 30 dez. 2019.



GONÇALVES, F. C.; NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1053-1057, 2006.

GONÇALVES, J.F. de C.; SILVA, C.E.M. da; GUIMARÃES, D.G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.8-14, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000100002.

IBAMA. **Banco de dados meteorológicos**. Disponível em: <Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/search/dadosmeteorologicos> >. 2019. Acesso em: dez. 2019.

IBGE. **Mapas de solos brasileiros**. Disponível em: <Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos> >. 2019. Acesso em: dez. 2019.

JACOBSEN, S. E; MONTEROS, C.; CORCUERA, L.J.; BRAVO, L.A Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **European Journal of Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 471-475, 2007.

JEYANNY V, Ab RasipAG, Wan RasidahK, Ahmad Zuhaidi Y. Effects of macronutrient deficiencies on the growth and vigour of *Khaya ivorensis* seedlings. *Journal of Tropical Forest Science* 2009; 21(2): 73-80.

KANASHIRO, S. **Efeito de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz deQueiroz , Piracicaba, 1999.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: **ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: TZ – Verl-Ges. (GTZ), 1990. p. 297 ou 299-300.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.

LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis* A. Chev. A.Chev. In: LOUPPE, D., OTENG-AMOAKO, A.A.; BRINK, M. **P 7(1) Timbers/Bois d'ceuvre**. Netherlands, 2008

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. Disponível em: . Acesso em: 21 abr. 2019.

MORAGA S. P.; ESCOBAR, R.; VALENZUELA, A. S. Resistance to freezing in three *Eucalyptus globulus Labill* subspecies. **Electronic Journal of Biotechnology**, v.9, n.3, p.310-314, 2006.

MORETTI, B. S.; FURTINI NETO, A. E.; PINTO, S. I. C; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro

australiano 453 (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463, out./dez. 2011.

OLIVEIRA, C. S. **Efeito do fósforo no desenvolvimento inicial de plantas de mogno-africano**. 2015. 18 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2015.

OLIVEIRA, R.; SOUZA, N. F.; PIETROSKI, M.; FERBONINK, G. F.; CAIONE, G. Mudanças de *Tectona grandis* produzidas em diferentes níveis de saturação por bases do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 5, n. 2, p. 31-38, 2018.

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

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, C. A.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.24, n.1, p.1-11, 2017.

RICHARDS, L.A. **Diagnóstico e reabilitação de solos salinos e sódicos**. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, Manual de Agricultura Núm. 60, 1970.172p.

ROS, C. O et al. Scientia forestalis: Efeito da calagem e da adubação fosfatada no crescimento inicial e na nutrição das plantas de *Khaya ivorensis*. Piracicaba, v.47, n.123, p.430-439, set. 2019.

SILVA, I. R. da; FURTINI NETO, A. E.; CURI, VALE, F. R. do. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 205 - 212, 1997.

SOUZA, C. A. S.; TUCCI, C. A. F.; SILVA, J. F.; RIBEIRO, W. O. Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 515-522, 2010.

SOUZA, M. M. Calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de *Swietenia macrophylla*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 459-470, 2011.

TREVISAN R. **Efeito do desbaste nos parâmetros dendrométricos e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-RS, Tese (Doutorado), 2010, 174 p.

TUCCI, C. A. F., SANTOS, J. C. L.; SILVA JÚNIOR, C. H. DA; SOUZA, P. A.; BATISTA, I. M. P.; VENTURIN, N. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 471-490, jul./set. 2011.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla King*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 289 - 294, 2009.

TUCCI, C. A. F.; PINTO, F. Nitrogen in the production of seedlings of mahogany. In: Brazilian Congress of Soil Science, 29. Ribeirão Preto. **CD-ROM do 29º CBCS** (in Portuguese). 2003.

TUCCI, C.A.F.; SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; BARROS, J.G. **Calagem e Adubação para a Produção de Mudas de Mogno (*Swietenia macrophylla King*)**. Cerne, Lavras, v. 13, n. 3, p. 299-307, jul./set. 2007.

VARGAS, G.; MARQUES, R. Crescimento e nutrição de angico e canafístula sob calagem e gessagem. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p. 1-10, 2017.

VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L. Mancha-alvo em mogno-africano no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.35, n.1, p.70-71, 2009.

WILLIAMSON, D. F.; PARKER, R. A.; KENDRICK, J. S. O box plot: Um método visual simples para interpretar dados. **Anais de medicina interna**. Faculdade Americana de Médicos, v. 110, n. 11, p. 916–921, 1989.

ZOZ, T.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F.; FEY, R. Influência do pH do solo e de fertilizantes fosfatados sobre a adsorção de fósforo em Latossolo vermelho. **Synergismus Scientifica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2009.

## ANEXO

Tabela 34. Denominações vernaculares de *Khaya ivorensis* A. Chev. em diversos países.

Denominações vernaculares	País
<i>Acajou D' Afrique</i>	França e Bélgica
<i>African mahogany</i>	Inglaterra e Estados Unidos
<i>Khaya mahagoni</i>	Alemanha
<i>Afrikaans mahoganie</i>	Holanda
Mogno-africano	Portugal
Dukuma, Acajou de Bassam, Kra-lah, Krala Ira e Acajou blanc.	Costa do Marfim
Dubine, Duku makokre, Duku mafufu, Ahafo mahogany.	Gana
Oganwo, Ogwango nofwa.	Nigéria
N'Gollo, Acajou N' Gollon, Zamenguila e Mangona	Camarões
Samanguilla.	Guiné espanhola
Zaminguila, Ombega.	Gabão
N'Dola e Ewé	Congo
Deké	África Central
Udianuno e Quibala	Angola

Fonte: Acajou D' Afrique, 1979.

## APÊNDICE

### ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS T1 - SUBSTRATO COMERCIAL MEC PLANT 100%

<b>MACRONUTRIENTES</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH em CaCl <sub>2</sub>	4,80
pH em H <sub>2</sub> O	5,40
pH em SMP	5,80
Matéria orgânica (M.O)	199,54 g/dm <sup>3</sup>
Carbono (C)	115,74 g/dm <sup>3</sup>
Fósforo (P)	487 mgP/dm <sup>3</sup>
Potássio (K <sup>+</sup> )	1,08 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio + Magnésio (Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> )	12,94 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio (Ca <sup>+2</sup> )	8,84 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Magnésio (Mg <sup>+2</sup> )	4,10 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Hidrogênio + Alumínio (H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> )	5,76 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Acidez total (H <sup>+</sup> )	5,46 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Alumínio (Al <sup>+3</sup> )	0,30 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Soma de bases (SB)	14,02 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca (CTC em pH 7,0)	19,78 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
CTC efetiva	14,32 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Saturação de bases (V%)	70,88 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Enxofre (S)	***
<b>MICRONUTRIENTES</b>	
Cobre (Cu)	2,43 mg/dm <sup>3</sup>
Zinco (Zn)	11,70 mg/dm <sup>3</sup>
Ferro (Fe)	140,10 mg/dm <sup>3</sup>
Manganês (Mn)	60,33 mg/dm <sup>3</sup>
Sódio (Na <sup>+</sup> )	17,30 mg/dm <sup>3</sup>
Boro (B)	***
<b>SAT. COMPL. TROCA</b>	
Cálcio (Ca)	44,71 %
Magnésio (Mg)	20,71 %
Potássio (K)	5,46 %
Alumínio (Al)	1,52 %
Hidrogênio (H)	27,6%
<b>RELAÇÕES</b>	
Ca/Mg	2,16
Ca/K	8,19
Mg/K	3,8
Ca+Mg/K	11,98

---

**ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS T2 - SUBSTRATO PODA DE  
CASCA DE ÁRVORE(AGROECOLÓGICO) 100%**

---

<b>MACRONUTRIENTES</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH em CaCl <sub>2</sub>	6,90
pH em H <sub>2</sub> O	7,70
pH em SMP	7,25
Matéria orgânica (M.O)	150,95 g/dm <sup>3</sup>
Carbono (C)	87,56 g/dm <sup>3</sup>
Fósforo (P)	83,85 mgP/dm <sup>3</sup>
Potássio (K <sup>+</sup> )	3,15 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio + Magnésio (Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> )	20,33 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio (Ca <sup>+2</sup> )	16,97 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Magnésio (Mg <sup>+2</sup> )	3,36 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Hidrogênio + Alumínio (H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> )	1,96 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Acidez total (H <sup>+</sup> )	1,96 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Alumínio (Al <sup>+3</sup> )	0,00 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Soma de bases (SB)	23,49 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca (CTC em pH 7,0)	25,45 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> 23,49 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
CTC efetiva	92,30 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Saturação de bases (V%)	***
Enxofre (S)	
<b>MICRONUTRIENTES</b>	
Cobre (Cu)	2,30 mg/dm <sup>3</sup>
Zinco (Zn)	17,24 mg/dm <sup>3</sup>
Ferro (Fe)	163,40 mg/dm <sup>3</sup>
Manganês (Mn)	126,50 mg/dm <sup>3</sup>
Sódio (Na <sup>+</sup> )	17,47 mg/dm <sup>3</sup>
Boro (B)	***
<b>SAT. COMPL. TROCA</b>	
Cálcio (Ca)	66,69 %
Magnésio (Mg)	13,21 %
Potássio (K)	12,39 %
Alumínio (Al)	0,00 %
Hidrogênio (H)	7,70%
<b>RELAÇÕES</b>	
Ca/Mg	5,05
Ca/K	5,39
Mg/K	1,07
Ca+Mg/K	6,4

---

**ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS T3 - SUBSTRATO PODA DE  
CASCA DE ÁRVORE + AREIA LAVADA**

---

<b>MACRONUTRIENTES</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH em CaCl <sub>2</sub>	7,00
pH em H <sub>2</sub> O	7,80
pH em SMP	7,45
Matéria orgânica (M.O)	78,31 g/dm <sup>3</sup>
Carbono (C)	45,42 g/dm <sup>3</sup>
Fósforo (P)	69,63 mgP/dm <sup>3</sup>
Potássio (K <sup>+</sup> )	2,17 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio + Magnésio (Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> )	13,91 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio (Ca <sup>+2</sup> )	11,44 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Magnésio (Mg <sup>+2</sup> )	2,47 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Hidrogênio + Alumínio (H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> )	1,69 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Acidez total (H <sup>+</sup> )	1,69 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Alumínio (Al <sup>+3</sup> )	0,00 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Soma de bases (SB)	16,08 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca (CTC em pH 7,0)	17,77 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> 16,08 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
CTC efetiva	90,49 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Saturação de bases (V%)	***
Enxofre (S)	
<b>MICRONUTRIENTES</b>	
Cobre (Cu)	2,77 mg/dm <sup>3</sup>
Zinco (Zn)	16,96 mg/dm <sup>3</sup>
Ferro (Fe)	190,50 mg/dm <sup>3</sup>
Manganês (Mn)	122,20 mg/dm <sup>3</sup>
Sódio (Na <sup>+</sup> )	16,07 mg/dm <sup>3</sup>
Boro (B)	***
<b>SAT. COMPL. TROCA</b>	
Cálcio (Ca)	64,37 %
Magnésio (Mg)	13,92 %
Potássio (K)	12,21 %
Alumínio (Al)	0,00 %
Hidrogênio (H)	9,51%
<b>RELAÇÕES</b>	
Ca/Mg	5,14
Ca/K	7,05
Mg/K	1,38
Ca+Mg/K	8,4

---

**ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS T4 - SUBSTRATO PODA DE  
CASCA DE ÁRVORE + SOLO DE BARRANCO**

---

<b>MACRONUTRIENTES</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH em CaCl <sub>2</sub>	7,00
pH em H <sub>2</sub> O	7,80
pH em SMP	7,15
Matéria orgânica (M.O)	68,62 g/dm <sup>3</sup>
Carbono (C)	39,80 g/dm <sup>3</sup>
Fósforo (P)	51,78 mgP/dm <sup>3</sup>
Potássio (K <sup>+</sup> )	1,99 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio + Magnésio (Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> )	16,77 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio (Ca <sup>+2</sup> )	14,03 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Magnésio (Mg <sup>+2</sup> )	2,73 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Hidrogênio + Alumínio (H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> )	2,11 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Acidez total (H <sup>+</sup> )	2,11 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Alumínio (Al <sup>+3</sup> )	0,00 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Soma de bases (SB)	18,75 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca (CTC em pH 7,0)	20,86 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> 18,75 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
CTC efetiva	89,89 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Saturação de bases (V%)	***
Enxofre (S)	
<b>MICRONUTRIENTES</b>	
Cobre (Cu)	7,42 mg/dm <sup>3</sup>
Zinco (Zn)	18,60 mg/dm <sup>3</sup>
Ferro (Fe)	162,30 mg/dm <sup>3</sup>
Manganês (Mn)	136,30 mg/dm <sup>3</sup>
Sódio (Na <sup>+</sup> )	14,00 mg/dm <sup>3</sup>
Boro (B)	***
<b>SAT. COMPL. TROCA</b>	
Cálcio (Ca)	67,26 %
Magnésio (Mg)	13,10 %
Potássio (K)	9,53 %
Alumínio (Al)	0,00 %
Hidrogênio (H)	10,11%
<b>RELAÇÕES</b>	
Ca/Mg	5,14
Ca/K	7,05
Mg/K	1,38
Ca+Mg/K	8,43



---

**ANÁLISE QUÍMICA DOS SUBSTRATOS T5 - SUBSTRATO PODA DE  
CASCA DE ÁRVORE + SUBSTR. COMERCIAL MEC PLANT**

---

<b>MACRONUTRIENTES</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH em CaCl <sub>2</sub>	6,50
pH em H <sub>2</sub> O	7,30
pH em SMP	6,80
Matéria orgânica (M.O)	147,40 g/dm <sup>3</sup>
Carbono (C)	85,50 g/dm <sup>3</sup>
Fósforo (P)	255,02 mgP/dm <sup>3</sup>
Potássio (K <sup>+</sup> )	2,26 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio + Magnésio (Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> )	16,58 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Cálcio (Ca <sup>+2</sup> )	12,97 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Magnésio (Mg <sup>+2</sup> )	3,60 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Hidrogênio + Alumínio (H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> )	2,74 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Acidez total (H <sup>+</sup> )	2,74 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Alumínio (Al <sup>+3</sup> )	0,00 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Soma de bases (SB)	18,83 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca (CTC em pH 7,0)	21,57 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> 18,83 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
CTC efetiva	87,30 cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
Saturação de bases (V%)	***
Enxofre (S)	
<b>MICRONUTRIENTES</b>	
Cobre (Cu)	2,23 mg/dm <sup>3</sup>
Zinco (Zn)	19,03 mg/dm <sup>3</sup>
Ferro (Fe)	187,10 mg/dm <sup>3</sup>
Manganês (Mn)	116,60 mg/dm <sup>3</sup>
Sódio (Na <sup>+</sup> )	17,65 mg/dm <sup>3</sup>
Boro (B)	***
<b>SAT. COMPL. TROCA</b>	
Cálcio (Ca)	60,14 %
Magnésio (Mg)	16,70 %
Potássio (K)	10,46 %
Alumínio (Al)	0,00 %
Hidrogênio (H)	12,70%
<b>RELAÇÕES</b>	
Ca/Mg	3,60
Ca/K	5,74
Mg/K	1,60
Ca+Mg/K	7,34