



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MOÇAMBIQUE

Faculdade de Ciências Agronómicas

**Estudo do Efeito de Diferentes Formulações de Adubos Líquidos na
Velocidade de Crescimento de Mudas de Citrus sinensis no Viveiro.**

Armando Pedro Ribeiro Langa

Cuamba, Fevereiro de 2024

**Estudo do Efeito de Diferentes Formulações de Adubos Líquidos na
Velocidade de Crescimento de Mudas de *Citrus sinensis* no Viveiro.**

Autor: Armando Pedro Ribeiro Langa

Dissertação submetida à Faculdade de Ciências
Agronómicas da Universidade Católica de
Moçambique como requisito para a obtenção do
grau de Mestre em Solos e Agricultura
Sustentável.

Supervisora: Mestre. Barreta Velasco Savanguane

Co - Supervisor: P^{hD}. José de Rosário Bofana

Cuamba, Fevereiro de 2024

**Estudo do Efeito de Diferentes Formulações de Adubos Líquidos na
Velocidade de Crescimento de Mudas de *Citrus sinensis* no Viveiro**

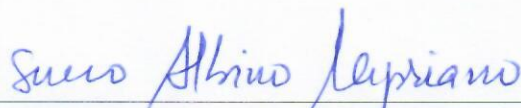
ARMANDO PEDRO RIBEIRO LANGA

O presente trabalho de dissertação é submetido à Universidade Católica de Moçambique (UCM), Faculdade de Ciências Agronómicas (FCA), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em **Solos e Agricultura Sustentável**.

Aprovação do Júri: Este trabalho foi sujeito a avaliação do júri em Maio de 2024 tendo sido aprovado com a classificação final de **14,0 valores**.

Júri examinador:

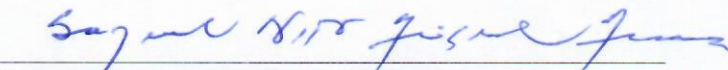
Presidente:



Mestre Suco Albino Cipriano, MSc

Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de
Ciências Agronómicas (UCM-FCA)

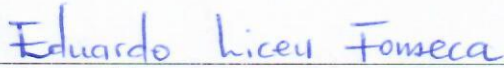
1º Oponente:



Mestre Samuel Nito Miguel Mussava, MSc

Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de
Ciências Agronómicas (UCM-FCA)

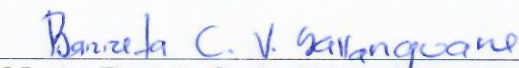
2º Oponente:



Mestre Eduardo Liceu Fonseca, MSc

Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de
Ciências Agronómicas (UCM-FCA)

Supervisor(a):



Mestre Barreta Carlos Velasco Savanguane, MBA

Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de
Ciências Agronómicas (UCM-FCA)

Cuamba,

Novembro de 2024

ARMANDO PEDRO RIBEIRO LANGA

Aprovação do Júri

O presente trabalho foi sujeito a avaliação do júri no dia / / de _____ de 2024, tendo sido aprovado com a classificação final de _____ valores.

Júri Examinador:

Presidente: _____

Mestre. Sueco Albino Cipriano

UCM- FCA

Oponente -1: _____

Mestre. Samuel Nito Miguel Mussava

UCM- FCA

Oponente -2: _____

Mestre. Eduardo Liceu Fonseca

UCM- FCA

Supervisora: _____

Mestre. Barreta Velasco Savanguane

UCM- FCA

Declaração de Honra

Eu, Armando Pedro Ribeiro Langa, declaro por minha honra que esta Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Solos e Agricultura Sustentável, com o tema: Estudo do Efeito de Diferentes Formulações de Adubos Líquidos na Velocidade de Crescimento de Mudas de *Citrus sinensis* no Viveiro, constitui o resultado do estudo individual, sob a orientação da minha supervisora e co-supervisor, as informações nela contidas, provêm de dados colhidos no local de estudo durante o experimento e consulta de literaturas com temas ligadas à nutrição, adubação líquida crescimento e desenvolvimento dos citrinos, nunca foi publicado para fins de conclusão de curso.

Cuamba, 09 de Fevereiro de 2024

(Armando Pedro Ribeiro Langa)

Dedicatória

Dedico

À minha mãe Violeta Alfredo Mbanze (em memória), ao meu pai Pedro Xavier Langa, ao meu filho Klyson Christopher, à minha esposa Hilária Hilário Mucussete, os que me deram apoio e me entenderam que o distanciamento da pessoa que amam, foi devida sua vida estar concentrada na pesquisa, o que fez com que muitas vezes não fosse possível de sempre estar juntos, sendo necessário o isolamento, contudo, a nossa conexão é mediante os corações, onde o nosso amor é cada vez mais fortalecido a cada dia que passa.

Agradecimentos

Os meus agradecimentos, em primeiro lugar vão para Deus Onnipotente, que de la dos Ceus, me guiou para que esta conquista se torne uma realidade, mesmo no meio de grandes desafios.

Agradeço a minha Supervisora Mestre. Barreta Velasco Savanguane, e Co-supervisor, Professor Doutor José de Rosário Bofana, e Eng^o. Mussa Juma Joaquim, Eng^o. Miquitaio João Rego, pelo aprendizado e paciência que tiveram de me aturar nas dificuldades que tive ao longo da redação desta dissertação.

A Universidade católica de Moçambique (UCM), Faculdade de Ciências Agronómicas (FCA) pela oportunidade que me deu de poder frequentar o curso, e pela concessão do espaço para montagem do ensaio no viveiro do campus universitário.

A todos docentes que me deram aulas do curso de mestrado em Solos e Agricultura Sustentável, pelo aprendizado e lições aprendidas.

Ao Instituto de Investigação Agronómica (IIAM) Centro Zonal Nordeste de Nampula, particularmente ao Professor Doutor Momade Amudo, Eng^a. Anabela Fonseca, Eng^a. Maria Clarinda Pereira, Técnicos Paulo e Luís Ismael e outros colaboradores do Laboratório de Análises de solos e Plantas, pelo acolhimento, ensinamento e acompanhamento nas análises laboratoriais.

A todos colaboradores da Faculdade de Ciências Agronómicas, e aos estudantes Venezia Tomas, Higino Paissone, Albino Manuel, Edson Chibequete, Argélio António Vatiua, pela forma abnegada em colaborar e ajudar no processo de montagem do ensaio e colecta de dados.

Aos colegas de curso pelo tempo e oportunidade impar que tivemos de cooperar para esta conquista e a todos que de certa forma contribuíram de forma directa e indirecta nesta jornada.

Lista de Abreviaturas

ANOVA – Análise de Variância

ATP - Adenosina Trifosfato

B - Boro

C- Carbono

Ca – Cálcio

C. sinensis – *Citrus sinensis*

Cu - Cobre

D – Diâmetro

DNA - Acido Desoxirribonucleico

FC – Factor de correção

FCA - Faculdade de Ciências Agronômicas

FV – Factor de Variação

G – Gramas

H- Altura

H_0 – Hipótese nula

H_1 – Hipótese alternativa

IQD - Índice de qualidade de Dickson

KCl – Cloreto de potássio

KOH – Hidróxido de potássio

K- Potássio

Ln- Logaritmo natural ou neperiano

MAE – Ministério de Administração Estatal

Mg – Magnésio

Mn – Manganês

Mo – Molibdénio

MO – Matéria Orgânica

MSC - Massa seca do Caule

MSR – Massa seca da Raiz

MST - Massa seca Total

MSPA - Massa seca da parte Aérea

MSPR - Massa seca da parte da Raiz

N – Nitrogénio

Na- Sódio

NPK- Nitrogénio, Fósforo E Potássio

P- Fósforo

Ppm – Parte por milhão

QM – Quadrado médio

RNA - Acido Ribonucleico

Rep – Repetição

RMC – Razão da massa do Caule

RMR – Razão da massa da Raiz

S - Enxofre

Si – Silício

SQ – Soma de quadrados

T – Tratamento

Tr- Taxa relativa do crescimento em altura e diâmetro

UCM - Universidade Católica de Moçambique

Y₁- Valor numérico da variável no tempo t₁

Y_2 - Valor numérico da variável no tempo t_2

Zn - Zinco

Lista de Tabelas

Tabela 1. Regra para mistura dos materiais que satisfazem as características físicas do solo ... e para a formação do substrato garantindo o bom desenvolvimento das plantas no viveiro	10
2.8.1. Tabela 2. Classificação de teores de fósforo e potássio de acordo com as classes de fertilidade	14
2.8.3. Tabela 3. Adubação no viveiro e sua dosagem	15
2.9.4.1. Tabela 4. Comparação percentual dos teores nutricionais em esterco de alguns gados	21
3.4. Tabela 5. Formulação de Adubo	28
3.5. Tabela 6. Quantidade de Adubo por elemento dos macronutrientes principais	28
3.6. Tabela 7. Quantidade do adubo por planta dissolvido a 1 Litro de água	29
4.1. Tabela 8. Tabela de resultados de análises laboratoriais dos Elementos totais do material para formulação de adubos líquidos	41
4.2. Tabela 9. Descrição de nível de fertilidade de solo	41
Tabela 10. Tipo de adubação em função do nível de fertilidade do solo	42
4.4. Tabela 11. Resultados de análises laboratoriais do solo e componentes para formulação do adubo líquido	43
4.5. Tabela 12. Resultados de análises laboratoriais para a salinidade do solo	44
4.6. Tabela 13. Teste de Normalidade	44
4.7. Tabela 14. Dados de análise de variância para variável altura após a aplicação do adubo	45
4.8. Tabela 15. Dados de análise de variância para variável diâmetro após a aplicação do adubo	46
4.9. Tabela 16. Médias dos tratamentos dos resultados da análise laboratorial	48
4.10. Tabela 17. Valores de Macronutrientes principais (NPK) em ppm	49
4.11. Tabela 18. Valores médios dos indicadores de crescimento e qualidade de mudas cítricas	50
4.12. Tabela 19. Valores médios das razões de massa seca de caule, de raiz, razão de altura e diâmetro, massa seca da parte aérea e radicular das mudas	51
Tabela 20. Apêndice 1. Layout do Ensaio e Tabela de Codificação dos Tratamentos	60
Tabela 21. Apêndice 2. Análise de Variância a 10% de probabilidade	61
Tabela 22. Apêndice 3. Análise de Variância a 10% de probabilidade	62
Tabela 23. Valores de K em cmol/kg	62

Tabela 24. Apêndice 4. Análise de Variância a 10% de probabilidade. Variável analisada:	
ALTURA.....	63
Tabela 25. Variável analisada: DIÂMETRO	63
Tabela 26. Apêndice 5. Dados biométricos, 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das	
Mudas em Cm) Rep 1.....	65
Tabela 27. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 2	66
Tabela 28. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 3	67
Tabela 29. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 4	68
Tabela 30. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 5	69
Tabela 31. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 1	70
Tabela 32. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 2	71
Tabela 33. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 3	72
Tabela 34. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 4	73
Tabela 35. 2ª Medição de Variáveis (Altura e Diâmetro das Mudas em Cm) Rep 5.....	74
Tabela 36. Anexo 4. Avaliação de salinidade no solo.....	82
Tabela 37. Anexo 5. Classificação da MO em função da textura e pH.....	82
Tabela 38. Anexo 6. Avaliação agronômica da fertilidade do solo.....	82
Tabela 39. Anexo 7: Limites de Classes dos teores foliares de nutrientes para citrinos	83

Lista de Figuras

Figura 1. Substrato composto por solo e esterco caprino	10
Figura 2. Terra fina Terra grossa	13
Figura 3. Carvão vegetal triturado	17
Figura 4. Casca de ovo antes da trituração	18
Figura 5. Casca de ovo triturada	19
Figura 6. Casca de banana fresca e seca Casca de banana triturada	20
Figura 7. Esterco caprino curtido	20
Figura 8. Esterco galináceo triturado	22
Figura 9. Cinza proveniente de carvão vegetal	22
Figura 10. Mapa da Área do Estudo	25
Figura 11. Momento de Preparação do adubo líquido	30
Figura 12. Fotografia de mudas após o pegamento	31
Figura 13. Curva do fósforo Curva de ferro	34
Figura 14. Espectrofotômetro Curva de manganês	34
Figura 15. Momento de determinação das curvas no espectrofotômetro	35
Figura 16. Análise de nitrogênio total pelo método de titulação	37
Figura 17. Fotografia do momento de destoragem e mistura das componentes do substrato	75
Figura 18. Fotografia das mudas de laranjeira no alfofre	76
Figura 19. Fotografias no momento de enchimento de vasos	77
Figura 20. Fotografia do momento de repicagem	78

Resumo

A Dissertação intitulada ao tema: Estudo do efeito de diferentes formulações de adubos líquidos na velocidade de crescimento de mudas de *Citrus sinensis* no viveiro, teve como principal objectivo: avaliar o efeito das diferentes formulações de adubos liquidados na velocidade de crescimento de mudas. As matérias - primas utilizadas para a formulação do adubo líquido foram: casca de ovo, casca de banana, carvão vegetal, esterco caprino, esterco galináceo e cinza proveniente da queima de carvão vegetal. O adubo líquido foi produzido através do processo de fermentação anaeróbica. Utilizou-se o paradigma quantitativo e método experimental onde foram avaliados as variáveis de crescimento como: altura das mudas, diâmetro do colo, comprimento da raiz e biomassa. O delineamento experimental utilizado é Completamente Casualizado DCC, esquema mono factorial, com 10 tratamentos e 5 repetições onde cada parcela tinha 10 plantas, no entanto, foram produzidas 500 mudas como universo e destas por cada parcela foram selecionadas apenas 5 para o estudo do comprimento da raiz e biomassa, totalizando 250 mudas que foram amostradas. Foram conhecidas as propriedades químicas do substrato e das soluções utilizadas na base de análise laboratorial dos elementos totais; Os resultados dos dados mostraram que não há diferenças significativas entre os tratamentos em termos estatísticos para todas as variáveis estudadas.

Palavras - Chave: *Citrus*, Formulações de Adubos líquidos, Nutrição, Crescimento

Abstract

The dissertation entitled: Study of the effect of different formulations of liquid fertilizers on the growth rate of *Citrus sinensis* seedlings in the nursery, had as its main objective: to evaluate the effect of different formulations of liquid fertilizers on the growth rate of *Citrus sinensis* seedlings. The raw materials used to formulate the liquid fertilizer were: eggshell, banana peel, charcoal, goat manure, chicken manure and ash from the burning of charcoal. The liquid fertilizer was produced through the anaerobic fermentation process. The quantitative paradigm and experimental method were used where growth variable such as: seedling height, stem diameter, root length and biomass were evaluated. The experimental design used in Completely Randomized DCC, mono factorial scheme, with 10 treatments and 5 replications where each plot had 10 plants, however, 500 seedlings were produced as universe and of these for each plot only 5 were selected for the study of the length of the plant. Root and biomass, totaling 250 seedlings that were sampled. The chemical properties of the substrate and the solutions used in the laboratory analysis of total elements were known; The results of the data, showed that there are no significant differences between the treatments in statistical terms for all the variables studied.

Keywords: *Citrus*, Liquid fertilizer formulations, Growth.

Índice

Declaração de Honra	v
Dedicatória.....	vi
Agradecimentos	vii
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras	xiii
Resumo	xiv
Abstract.....	xv
1.1. Generalidade	1
1.2. Definição do problema.....	2
1.3. Justificativa	3
1.4. Objectivos	5
1.4.1. Objectivo Geral:	5
1.4.2. Objectivos Específicos:	5
1.5. Hipóteses.....	5
2.1. Adubo	7
2.2. Produção de Mudas de Laranjeira.....	7
2.2.1. Viveiro.....	8
2.3.1. Substrato.....	8
2.3.2. Mistura dos componentes do substrato	10
2.8. Análise de solo	13
2.8.2. Adubação das mudas cítricas no viveiro	14
2. 9. Componentes utilizadas na formulação de adubos líquidos	16
2.9.1. Carvão vegetal.....	16

2.9.2. Casca de ovo.....	18
2.9.3. Casca de banana	19
2.9.4. Esterco caprino.....	20
2.9.5. Esterco Galináceo.....	21
2.9.6. Cinza proveniente de carvão vegetal.....	22
2.10. Crescimento e Desenvolvimento de Mudanças de <i>C. sinensis</i>	22
2.11. Uso de adubos líquidos para o melhor crescimento e desenvolvimento das mudas cítricas.....	23
2.11.1. Fertilização	24
CAPÍTULO III. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Descrição e Caracterização da Área do Estudo	25
3.1.1. Clima, Relevo e Solos	26
3.2. Materiais usados	26
3.2.1. Sementes de Laranjeira Variedade local	26
3.3. Métodos	27
3.7. Fermentação do Adubo.....	29
Fonte: Autor.....	30
3.8. Delineamento Experimental	30
3.9. Condução do Ensaio	31
3.10. População e Amostragem	32
3.11. Análise Química do Substrato e dos elementos do adubo	32
3.11.2. Análise dos Elementos totais.....	33
3.12. Variáveis de medição.....	38
Razão massa seca do caule por massa seca da raiz.....	39
Razão altura da parte aérea por diâmetro.....	39

Índice de qualidade de Dickson	39
.....	39
Massa seca Total, massa seca	39
3.13. Processamento e Análise de Dados	39
3.14. Limitações do Estudo.....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
V. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	53
5.1. Sugestões	53
6. BIBLIOGRAFIA	55
APÊDICES	59
ANEXOS.....	79
Anexo 1. Protocolos de Análise de NPK.....	80
Anexo 2. Resultados de análises laboratoriais.....	82

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO

1.1. Generalidade

As laranjeiras (*Citrus sinensis*), fazem parte das espécies pertencentes à família rutácea cujas suas origens é nas zonas tropicais e subtropicais como: Índia, África, Japão, China, Indonésia, Bangladesh, Austrália pese embora algumas espécies são produzidas em regiões temperadas. E actualmente se produz em quase todo o mundo conforme as exigências específicas e edafo-climáticas de cada região e da variedade (Alexandre, 2015).

A nível mundial o Brasil ocupa em segundo lugar depois da China e em terceiro lugar a União Europeia dos países maiores produtores da cultura de laranja, sendo esta prática feita maioritariamente por produtores do sector familiar pois trata-se de uma actividade com uma viabilidade económica no aumento da renda das famílias para além de melhorar a dieta alimentar das mesmas (Vidal, 2021).

No continente Africano, os maiores produtores de laranja são o Egipto e África do Sul que por sua vez estes países, fornecem a china para a recuperação da sua economia afectada pela eclosão da pandemia de Covid-19, entretanto, a demanda de citrinos lá é maior (Vidal, 2021).

De a cordo com Langa (2009), em Moçambique a actividade cítrica tem maior destaque nas províncias de Inhambane, Zambézia, Maputo, Manica, Gaza e Nampula, pese embora outras províncias produzem em pequenas escalas.

Em Moçambique a produção de citrino, para além de proporcionar maiores ganhos, como emprego e aumento de renda para a economia familiar, também tem sido fonte de divisas do país através de exportação de citrinos e seus subprodutos de vido ao seu grande valor nutricional (Langa, 2009).

Apesar dos maiores ganhos obtidos na produção citrícola, diversos são os estudos que revelam um fraco crescimento e desenvolvimento de mudas do género citro, pondo em causa a produção e produtividade desta cultura. O fraco fornecimento de macro e micro nutrientes, tem-se revelado como um dos maiores factores limitantes, resultando em mudas fracas e menos vigorosas.

A aplicação de adubos líquidos tem sido visto como uma alternativa viável para reverter o cenário. Por outro lado, a utilização e reaproveitamento de subprodutos naturais provenientes de agricultura e pecuária, impulsiona uma diminuição de dependência de importação de adubos inorgânicos, concorrendo na promoção de uma agricultura sustentável, pois quando

estes aplicados ao solo melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo para além de adicionar os macros e micronutrientes para responder as necessidades nutricionais da cultura em destaque (Corbo, 2019).

Constituem o centro do presente estudo as seguintes matérias-primas que fizeram parte da combinação das diferentes formulações de adubos líquidos: Carvão vegetal, Casca de Ovo, Esterco caprino, Casca de Banana, Cinza, Esterco galináceo e substrato, para avaliar o impacto das soluções propostas no desenvolvimento de mudas de laranjeira em viveiro.

Assim, o presente estudo pretende investigar até que ponto as diferentes formulações, quando forem aplicadas, poderão contornar a situação vivenciada no local de estudo.

1.2. Definição do problema

Em Moçambique, a produção de citrinos, tem sido uma das actividades que proporciona maiores ganhos no sector familiar, e maior parte dos produtores locais tomaram consciência de que com esta actividade, as condições de vida deles melhoram, e a sua preocupação incide em técnicas que possam trazer maior produção e produtividade (Mazive, 2016).

Nos citrinos bem como na maioria das fruteiras, torna-se necessário o uso de fertilizantes e seu balanço no solo. A qualidade da muda e do fruto, dependerá do aspecto nutricional no meio em que ela se encontra e pode interferir de forma directa no peso, tamanho do fruto e conservação do mesmo. Entretanto, o suprimento de necessidades nutricionais de planta no momento certo, requer um conhecimento sólido da cultura, pois existe variação da demanda de acordo com o estágio fenológico da planta, sua idade, sanidade e condições climáticas, (Castro, Mancuso & Giorgetti, 2015).

Todavia, desde 2019, nas mudas de *C. sinensis* produzidas no viveiro da Faculdade de Ciências Agronómicas da Universidade Católica de Moçambique, têm-se notado na parte foliar as seguintes características: cor verde-clara ou verde-amarelada, não só nesta espécie mas também em mudas do mesmo género e nas outras espécies de fruta. Verifica-se também que a adição de nutrientes, não tem sido uma prática, tanto no momento de lançamento das sementes no alfobre bem como depois da repicagem das mesmas, deixando-as susceptíveis a perda de nutrientes por lixiviação durante a rega. Não obstante, as mudas apresentam uma baixa qualidade e quando estas são estabelecidas no campo definitivo não apresentam uma boa performance. Neste caso, o cenário vivenciado, está aliado ao défice nutricional se o

substrato não estiver rico em macronutrientes principais e os micronutrientes necessários para o desenvolvimento delas, pois a boa formação das mudas depende da qualidade do substrato.

De acordo com (Bueno e Gasparatto, 1999), a deficiência nutricional dos macronutrientes principais NPK, podem ocasionar a perda da cor natural das folhas das mudas podendo se apresentar com cores verde-clara e verde-amarelada e até um retardamento de crescimento do sistema apical.

Segundo Gramasco (2021), a falta de nutrientes pode causar menor desenvolvimento da planta, menor produtividade, e para compreender e saber parte dos sintomas passíveis de ver a olho nu principalmente quando o déficit nutricional é crítico.

Entretanto, o processo de nutrição tem gerado inúmeros benefícios para todos os seres vivos sendo esta uma necessidade. As plantas e os animais, para a sua nutrição procuram elementos que lhes têm em falta no meio onde se encontram inseridos, tendo como solo e ar grandes reservas de nutrientes (Garcia, 2006).

No entanto, o conhecimento do potencial da fertilização líquida e o estudo sobre as reais formulações de adubos, constitui uma das principais ferramentas para o incremento da produção de espécie *Citrus sinensis*, sendo que a aplicação de uma adubação equilibrada no momento certo, é fundamental para o sucesso do cultivo do género *Citrus* bem como de outras culturas, não só, mas também a integração de diversas práticas agrícolas proporcionará a sustentabilidade produtiva (Júnior, 2011; Teccho, Merlin, Leonel & Filho, 2015; Barros 2020).

Diante do exposto acima, surge a seguinte questão de partida: **Qual é o efeito de diferentes formulações de adubos líquidos na velocidade de crescimento de Mudas de *Citrus sinensis* no Viveiro? Até que ponto as diferentes formulações quando forem aplicadas, poderão contornar a situação vivenciada no local.**

1.3. Justificativa

O conhecimento de melhores combinações para a formulação de adubos líquidos que possam gerar maior crescimento de mudas de *C. sinensis* no viveiro e com boa qualidade, pode garantir a produção e produtividade desta cultura e desta feita a expansão da técnica nos produtores bem como nas instituições de investigação agrária é crucial.

Geralmente para garantir mudas de boa qualidade no viveiro das fruteiras no caso concreto da espécie de laranjeira (*Citrus sinensis*), o manejo do substrato, a irrigação e adição de

nutrientes por meio de adubação líquida, têm sido umas das práticas a se tomar em consideração nos últimos 10 anos (Girardi, Filho & Alves, 2010).

No entanto, é fundamental a aplicação de técnicas que possam proporcionar a produção de mudas com bom vigor para melhor adaptabilidade no campo definitivo, capazes de mostrar um rápido crescimento na fase inicial após o plantio, minimizando assim a mortalidade de plantas durante a implantação do pomar (Alexandre, 2015). Neste sentido, a nutrição vegetal balanceada proporciona uma resistência das plantas à diversos estresses (Franco, Santiago, Lima, Cavalcante, 2019), é neste contexto que este estudo foi desenvolvido para contornar a situação vivenciada no viveiro, através de adição de macro e micronutrientes aplicando os adubos líquidos por via de fertirrigação nas mudas de laranjeira no viveiro.

A aplicação de adubos orgânicos líquidos foi o contributo deste estudo, pois eles garante a rápida e máxima assimilação dos nutrientes pela planta quando estes comparados com adubos no seu estado sólido que levam muito tempo para estarem disponíveis para a nutrição das culturas e às vezes as plantas não aproveitam todos os nutrientes porque parte deles acaba volatilizando-se quando haver um aumento excessivo da temperatura.

O presente estudo a nível social, poderá ajudar os intervenientes da cadeia de produção da laranja, a desenvolver técnicas alternativas de manejo de substrato e formulação de adubos orgânicos líquidos com material disponível a sua volta, oriundo do processo agropecuário, que por sua vez conhecendo o potencial dos mesmos, estes poderão proporcionar um bom crescimento de mudas no viveiro e consequentemente garantir um bom vigor no campo definitivo.

E por se tratar de materiais que facilmente o produtor tem à sua volta, resultado oriundo da actividade agropecuária, e por ele não conhecer a sua utilidade e importância, e que os mesmos podem ser reaproveitados e transformados em adubos orgânicos ao invés de descartar na lixeira, o estudo poderá ajudar a todos os produtores do sector familiar que produzem a cultura de *C. sinensis* a optarem em tecnologias ecológicas que são amigas do ambiente.

Muitas vezes os produtores do sector familiar bem como grandes investimentos, fazem a aquisição de adubos inorgânicos que acarretam custos que às vezes até não compensam os gastos investidos e estes a longo prazo poderão prejudicar o solo e porem em risco as futuras gerações, o meio ambiente e prejudicar o próprio homem.

A nível das ciências, os resultados desta pesquisa, poderão também servir de um elemento adicional para as futuras investigações trazendo aspectos técnicos científicos referentes a adubação líquida e seus efeitos no processo de produção de mudas em viveiros. A razão da escolha destes materiais (casca de ovo, carvão vegetal, casca de banana, esterco galináceo, esterco caprino, Cinza e substrato) além dos outros, deve-se primeiro: por estes materiais serem de fácil acesso e menos dispendiosos. Não só a relevância da pesquisa, incide na medida em que a nível da Faculdade não existem estudos feitos sobre as formulações de adubos líquidos para a produção cítrica.

Segundo, devida a contribuição destes materiais, na sua composição química em macro e micronutrientes necessários para adubação (Sousa, Costa, Silva, 2014; Santoro, 2019). De acordo com (Júnior, 2011) diz que muitos materiais são testados, na tentativa de selecionar um fertilizante que tenha macro e micronutrientes com baixo custo.

1.4. Objectivos

Constituem objectivos do presente estudo:

1.4.1. Objectivo Geral:

Avaliar o efeito de diferentes formulações de adubos líquidos na velocidade de crescimento de Mudas de *Citrus sinensis* no Viveiro.

1.4.2. Objectivos Específicos:

- ✓ Analisar os elementos totais do substrato e dos materiais utilizados na formulação do adubo;
- ✓ Determinar as variáveis de crescimento altura das mudas, diâmetro do colo, comprimento da raiz e biomassa em todos os tratamentos;
- ✓ Estabelecer o cálculo da Taxa de Crescimento das mudas em todos os tratamentos;

1.5. Hipóteses

De acordo com a formulação do problema para estudar o efeito das diferentes formulações de adubos líquidos na velocidade de crescimento de *C. sinensis*, considera-se as hipóteses seguintes do estudo:

H₀: As diferentes formulações de adubos líquidos não produzirão efeitos significativos para a Velocidade de Crescimento de Mudas de *Citrus sinensis*.

H₁: Pelo menos uma das diferentes formulações de adubos líquidos, produzirá efeitos significativos para a Velocidade de Crescimento de Mudas de *Citrus sinensis*.

CAPÍTULO II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Adubo

Adubos são substâncias sólidas ou líquidas que fornecem macro e micronutrientes às plantas com finalidade de aumentar a produtividade e qualidade das culturas. Os nutrientes para as culturas podem ser aplicados de forma separada utilizando adubos simples ou de forma conjunta fazendo uma mistura (Souza & Galdino, 2019).

A adubação teve a sua gênese na China numa região conhecida como Rio Amarelo a 8 mil anos antes de Cristo, onde se utilizava os resíduos vegetais e animais e húmus. E no Egito, por volta de 600 anos antes de Cristo, os povos aproveitavam as camadas de húmus depositadas durante as cheias para adubar as suas cultivares. Mais tarde na idade média, a França, Bélgica e Holanda, trataram a adubação como negócio, o que proporcionou a limpeza das cidades na Europa.

Quando se espalhou a prática de uso de esterco animal para adubação de culturas, o recurso tornou-se escasso, dando oportunidade para o investigador Justus Von Liebig quando publica em 1842 a química orgânica e suas aplicações morfológicas e patológicas, mostrando que a nutrição de plantas faz-se através dos elementos minerais do solo, daí o surgimento da fórmula mundial do adubo denominada NPK.

Onde a primeira fábrica de superfosfato simples foi na Inglaterra em 1843, e grandes avanços ocorreram quando se fez a síntese de amónia, dando origem de adubos nitrogenados,

Segundo Alexandre (2015), para o fabrico de adubo orgânico líquido, depende do material que estiver disponível à sua volta. O biofertilizante líquido é produzido a partir do processo de fermentação em ambiente aberto ou fechado, utilizando esterco e outros subprodutos provenientes de actividades agropecuárias, em que a fertirrigação tem sido a forma adequada de disponibilizar os macro e micro nutrientes para planta (Da Silva, 2016).

2.2. Produção de Mudas de Laranjeira

Citrus sinensis (Laranjeira), é uma das principais culturas do género *Citrus*, sendo que a fruta constitui uma matéria-prima no ramo de agronegócio. A planta adapta-se facilmente em condições de clima, relevo, litologia, temperatura, humidade do ar, radiação, tipo de solo entre outros, capaz de produzir de forma parcial o ano todo, dependendo da variedade e tratamentos (Silva, 2020).

O aumento de produção e produtividade na cultura de laranjeira pode ser obtido pela adopção de um conjunto de práticas agrícolas de manejo que possibilitem a melhoria na fitossanidade, no equilíbrio nutricional da plantas, no suprimento adequado de água bem como na escolha de melhores combinações de cultivares de copa (Portella, 2015).

2.2.1. Viveiro

De acordo com Rocha (2011), viveiro é um campo ou parcela de terra reservada para a multiplicação de plantas tanto lenhosas assim como anuais, até que elas atinjam a fase de transplante ou repicagem.

Trata-se de um espaço que se destina à produção de mudas, em que normalmente as sementes são lançadas no alfofre e depois de atingir 10 - 15cm de altura considerável para a repicagem, faz-se o transplante para os vasos e posteriormente quando estas estiverem prontas para o seu plantio no campo definitivo, são levadas para tal efeito. Também no viveiro da Faculdade de Ciências Agronómicas da Universidade Católica de Moçambique, as sementes são lançadas em duas possibilidades, no alfofre ou directamente nos vasos.

Segundo Bernardi (1999), a produção de mudas em recipientes, tem sido vantajoso na medida em que proporciona maior controlo de infeções, contaminação por doenças fúngicas e por nematoides, crescimento intenso das mudas pelo facto de ser fácil controlar a fertilidade do substrato, ausência de distúrbio radicular quando chegar o momento de transplante.

2.3. Preparo do Substrato

2.3.1. Substrato

Segundo Cabrera (2004), Oliveira, Ogata, Andrade, Santos, Souza, Guimarães, Júnior, Pereira e Ribeiro (2016), substrato é todo material sólido sintético ou natural, mineral orgânico ou residual que se coloca num recipiente de forma pura ou misturado, ajuda no desenvolvimento do sistema radicular assumindo a função do suporte da muda.

Substrato para plantas é um material sólido ou mistura matéria-prima de diversas matérias-primas que substituem o solo no cultivo, cuja sua função é de suporte das mudas e ancoragem das raízes possibilitando o fornecimento da quantidade balanceada de ar, água e nutrientes. O substrato, deve manter um volume adequado de ar e água facilmente disponíveis (Bono, Matias & Sguassabia, 2020).

Para que se utilize de forma correcta a escolha do substrato, é de suma importância, o conhecimento dos materiais que farão a composição do mesmo. Conhecer as características físicas, químicas e biológicas do substrato. Entretanto, as características físicas a se ter em conta na formulação do substrato são as seguintes: densidade, porosidade total, espaço de aeração e retenção de água a baixas tensões de humidade.

No estudo feito pelo Cabrera (2004), ressalta que a produção de mudas em vasos é vantajoso na medida em que os produtores de citrinos usam substratos preparados com materiais locais e de fácil acesso na base da terra de barranco, esterco bovino, esterco galináceo, areia grossa, bagaço de cana, casca de arroz carbonizada, compostos orgânicos, húmus de minhocas e materiais de menor custo com boa disponibilidade.

Bono, Matias e Sguassabia (2020), apresentam dois tipos de substratos (orgânico e mineral) quimicamente activos ou inertes. Os materiais orgânicos utilizados para formação do substrato são: casca de árvores, turfa, fibra de coco, casca de arroz carbonizada, outras fibras e cascas. E matérias-primas minerais são: vermiculita, perlita, espuma fenólica.

Os mesmos autores enfatizam que ao escolher o substrato deve-se tomar em consideração a disponibilidade dos nutrientes e as propriedades físicas do mesmo. Se o substrato apresentar baixa fertilidade, recomenda-se à adição de fertilizante. O substrato deve suprir as necessidades químicas e físicas com uma proporção significativa de água, ar e nutrientes essenciais para garantir o bom desenvolvimento da muda.

Na Faculdade de Ciências Agronómicas, o substrato utilizado para o enchimento de vasos e produção de mudas, geralmente tem sido na base de areia grossa, terra fina, esterco caprino ou esterco bovino. Poucas vezes se tem utilizado o produto de compostagem para enchimento de vasos.

E para este estudo durante a formulação do substrato, utilizou-se areia grossa, terra fina, esterco caprino, onde o substrato é igual para todos os tratamentos apenas, difere em que alguns tratamentos beneficiaram-se de suplementação com adubos líquidos resultante da combinação de diferentes materiais que passaram do processo de fermentação.

Segundo Cabrela (2004), um substrato ideal deve ter uma densidade baixa, boa fertilidade, uniformidade na composição física e química, alta capacidade de troca catiónica, boa capacidade de retenção de água, boa aeração, drenagem, coesão entre as partículas e aderência junto às raízes.

O autor acima diz que não existem informações precisas a respeito de melhores substratos para a produção de mudas cítricas em vasos, daí urge a necessidade de se investigar mais sobre aspectos relacionados com o assunto.

2.3.2. Mistura dos componentes do substrato

Antes da mistura das componentes do substrato, primeiro fez-se a destoragem para tornar mais finas as partículas dos componentes, de seguida a crivagem que permite a separação das pedras do da matéria-prima propriamente requerida e depois faz-se a mistura, de forma a garantir a homogeneidade entre as partículas utilizadas. E utilizou-se a proporção de 2:2:2. Vide a ilustração abaixo:

Figura 1. Substrato composto por solo e esterco caprino



Fonte: Autor

Tabela 1. Regra para mistura dos materiais que satisfazem as características físicas do solo e para a formação do substrato garantindo o bom desenvolvimento das plantas no viveiro

Tipo de solo no viveiro	Proporção das misturas
Para solos pesados	1 de solo local: 2 de areia e 2 de composto orgânico bem curtido
Para solos de textura media	1 de solo local: 1 de areia e 1 de composto orgânico bem curtido
Para solos de textura leve	1 de solo local: 0 de areia e 1 de composto orgânico bem curtido

Fonte: Adaptado (Mazive, 2016)

2.4. Sementeira

De acordo com Neves (2007), a sementeira pode ser feita em canteiros, tubetes e em vasos. Consiste em preparar o local onde será feita a sementeira, preparar o solo ou substrato, dependendo do meio onde se pretende produzi-las.

A sementeira é o processo de lançamento das sementes, podendo ser nos recipientes apropriados ou nos canteiros (alfobre), com finalidade de pô-las em emergência e desenvolvimento das mudas.

O lançamento das sementes deste estudo, foi feito na primeira quinzena de mês de Fevereiro de 2023, no dia 15, onde primeiro preparou-se o alfobre uma semana antes, adubou-se com o produto da cama de frangos de corte, fez-se a rega diária e lançou-se as sementes no alfobre e não directamente no vaso.

As sementes são lançadas abrindo um covacho de aproximadamente 1cm no substrato ou no canteiro, se for lançamento directo no recipiente coloca-se duas sementes depois vai-se desbastar a muda não vigorosa quando elas tiverem 3 a 4cm de altura, feito o lançamento, cobre-se as mesmas com o substrato ou com a terra em caso do processo ser feito no canteiro e depois segue-se com a rega. Geralmente, as sementes iniciam a emergir depois de 20 a 30 dias dependendo de variedade pois há variedades que levam até 40 dias para emergirem.

2.5. Enchimento de Vasos

No processo de enchimento de vasos, alguns aspectos técnicos devem serem acauteladas como por exemplo: deixar o substrato escorrer suavemente para dentro do recipiente, compactar um pouco para evitar espaços vazios que prejudicam o desenvolvimento do sistema das mudas, de referir que o substrato deve ser humedecido através da rega antes da sementeira e da repicagem. O vaso deve conter o substrato até à sua borda, pois ao regar o substrato fica compacto e reduz o seu volume podendo prejudicar a rega e o desenvolvimento das mudas.

2.6. Repicagem

A muda é um insumo crucial usado no estabelecimento de um pomar ou de um outro tipo de plantação, onde se inicia a obtenção de melhor nível de resposta a qualquer tecnologia a ser empregue no processo produtivo, na esperança de obter resultados satisfatórios em termos de qualidade do produto final e com uma boa viabilidade económica (Silva, 2020).

A repicagem tem sido no momento em que as mudas apresentam 12-15cm de altura (Sempionato, Stuchi & Donadio, 2016). A nutrição das mudas geralmente é feita quinze dias depois da repicagem ou transplante, usando formulações líquidas com macro e micronutrientes.

De acordo com Corbo (2019), desde a sementeira tanto directamente nos recipientes apropriados ou no alfobre, até ao processo de repicagem, há que considerar factores tais como: tamanho do recipiente, substrato, fertilização, manejo de ambiente, que irão ditar a qualidade da muda a ser produzida.

A repicagem das mudas deste estudo, foi feita 6 meses depois do lançamento das sementes, numa altura em que uma parte das mudas se apresentava entre 10-15cm de altura. Geralmente a repicagem é feita quando as mudas atingem a altura recomendada para cada espécie ou cultivar.

A repicagem, de uma forma geral, faz-se com cuidado para evitar a poda das radículas, se deixa 1/3 das raízes, abre-se um orifício no substrato e introduz-se a raiz principal de forma erecta, deixar a mesma altura que as mudas se encontravam no alfobre para evitar danos das mesmas (Corbo, 2019).

2.7. Irrigação

Na sementeira, deve-se usar um microaspersor ou regador com crivo, para evitar uma compactação e lixiviação do substrato, não só poderão as sementes ficarem nuas, sem uma cobertura. A quantidade da água depende das necessidades da cultura, determinada a partir da água disponível no substrato ou no solo com base nas características da cultura e condições climáticas que provocam a demanda de evapotranspiração. Para além de garantir as exigências da cultura deve-se evitar a perda de água e de nutrientes.

As características da cultura, sua fase de desenvolvimento, o tipo de substrato, do solo, são factores determinantes para a frequência de rega muito mais quando as condições climáticas provocam a demanda evaporativa da atmosfera. Deve-se encher o vaso e deixar a água drenar até atingir o estado da capacidade do recipiente.

Geralmente a rega deve ser feita duas vezes ao dia em momentos de mais quentes e se o calor for menor, rega-se uma vez ao dia. O manejo das plantas cultivadas em recipientes, requer irrigação e adubação frequente.

2.8. Análise de solo

Para análise de solo, geralmente para os citrinos já implantados no campo definitivo, a amostragem é feita em talhões homogêneos tendo em conta a textura cor do solo, a idade de plantas posição no relevo. Onde as amostras do solo devem ser colectadas em faixas de adubação numa profundidade que varia de 0-20cm com vista a recomendar a adubação e de 20-40cm objectivando diagnosticar barreiras químicas ao desenvolvimento das raízes. Pelo menos 20 subamostras a ser encaminhadas para o laboratório, que farão a representação de amostra do talhão (Efrom & Sousa, 2018).

A análise de solo é uma ferramenta importante não só na produção cítrica mas também na nutrição de outro tipo de culturas, sendo uma base fundamental para diagnosticar a disponibilidade dos macronutrientes essenciais e micronutrientes para os citrinos. A adubação com macronutrientes primários NPK para os citrinos recomenda-se que se deve tomar em consideração a idade de plantas e resultados de análise do solo, para atender as necessidades de crescimento da planta. Neste caso, a análise do solo pode ser considerada como um indicador que poderá buscar o balanceamento dos atributos químicos do solo.

Figura 2. Terra fina



Terra grossa



Fonte:

Autor

Tabela de classificação de teores de fósforo e potássio de a cordo com as classes de fertilidade (Protocolo de análise de solo 2006).

2.8.1. Tabela 2. Classificação de teores de fósforo e potássio de acordo com as classes de fertilidade

Fosforo (P ₂ O ₅) e Potássio (K ₂ O) mg/kg	Classe de Fertilidade
≤ 25	Muito Baixa
26-50	Baixa
51-100	Média
101-200	Alta
> 200	Muito Alta

2.8.2. Adubação das mudas cítricas no viveiro

A fertilidade do solo é um dos principais factores a ser observado ao longo do desenvolvimento da muda. Pois o objectivo de se adubar é fornecimento de nutrientes às mudas ou plantas de forma a incrementar o seu desenvolvimento vegetativo e capacidade produtiva (Silva, 2020).

Para o processo de adubação no viveiro na fase de lançamento da semente, recomenda-se que a sua aplicação seja feita dissolvendo em água num processo designado de fertirrigação. Ao aplicar o adubo nitrogenado, aconselha-se uma monitoria para evitar o exagero de dosagem, onde se deve utilizar as seguintes dosagens: 0,1 g de nitrogénio dissolvido em 5 mL de água por muda a cada 15 dias.

De acordo com Neves (2007), a adubação no alfofre ou nos vasos em viveiro, deve ser feita mediante os resultados de análise laboratorial do solo ou substrato, em casos de não for possível a análise, deve-se basear nas recomendações patentes na tabela abaixo:

2.8.3.Tabela 3. Adubação no viveiro e sua dosagem

Adubo	Dosagem	Época de adubação
Ureia	10g/m ²	30 Dias após a germinação mais 5 aplicações quinzenais.
Superfosfato simples	30g/m ²	30 Dias após a germinação
Cloreto de potássio	5g/m ²	30 a 60 Dias após a germinação Não foi encontrada nenhuma entrada do índice de ilustrações.

Fonte: Adaptado (Neves, 2007)

A adubação é necessária para a obtenção do rápido desenvolvimento das mudas. No entanto, aconselha-se a adição de adubos dissolvidos em água, através de um processo designado fertirrigação.

Segundo Rocha (2011), a adubação é fundamental porque muitas vezes o substrato encontra-se pobre em macro e micronutrientes essenciais, e recomenda a análise química do mesmo e adubar baseando-se na recomendação técnica de análise.

Na fase de repicagem o nutriente mais recomendado é o nitrogénio que se pode fornecer a muda dissolvendo ureia em água, podendo ser aplicado no substrato, no solo ou na área foliar com o regador que possui aspersor ou com pulverizador. Aconselha-se a aplicação de 0,1g de nitrogénio dissolvido em 5ml de água por planta a cada 15 dias.

Segundo Bernardi (1999), nos viveiros, a adubação baseia-se nos mesmos princípios usados para plantas que se encontram no campo definitivo. As dosagens de adubo e o intervalo de adubação geralmente são feitas com base em experiências adquiridas no dia – a – dia dos produtores.

O nitrogénio desempenha grande função no metabolismo vegetal, pois ele é constituído por proteínas e ácidos nucleicos da planta, o fósforo em plantas, é responsável pelos fosfolípidos da membrana, pelos açúcares fosforilados e de proteínas, bem como faz parte integrante do ácido desoxirribonucleico DNA, ácido ribonucleico RNA, adenosina trifosfato ATP e outros compostos bioquímicos que usam o fosfato para armazenamento de energia para além de fixação de carbono nos cloroplastos (Bernardi,1999). O potássio actua como regulador do

potencial osmótico das células, balanceando as cargas negativas dos ácidos orgânicos dentro das células e dos aniões absorvidos pelas raízes e é ativador de muitas enzimas.

Cabrera (2004), diz que na literatura há poucas informações a respeito de produção de mudas cítricas em vasos e métodos de adubação como: adubos de libertação lenta, fertirrigação, adubação sólida, adubação foliar, no entanto cada produtor vai adotando uma metodologia que lhe proporciona melhores resultados.

Muitas vezes em viveiros de citrinos, utiliza-se as recomendações aplicadas em pomares para adubação nitrogenada, por causa da falta de informações claras nas literaturas, entretanto, o fornecimento de nutrientes com dosagens adequadas e equilibradas, torna-se necessário para o estímulo do crescimento máximo das mudas (Bernardi, Carmello & Carvalho, 2000).

De acordo com Cabrera (2004), o processo de fertirrigação para além de disponibilizar água para as plantas, também trás grandes vantagens na medida em que fornece nutrientes, criando condições favoráveis na absorção das duas componentes.

Segundo Oliveira, Ogata, Andrade, Santos, Souza, Guimarães, Júnior, Pereira e Ribeiro (2016), a reposição de nutrientes possivelmente pode ser imperiosa durante o desenvolvimento das mudas deva perda de nutrientes por lixiviação durante o processo de rega.

2. 9. Componentes utilizadas na formulação de adubos líquidos

A agricultura familiar caracterizada pela forma de organização social, cultural, económica e ambiental, pode ser beneficiada através de desenvolvimento de técnicas alternativas para produção de adubos à base de resíduos alimentares domésticos ou industriais. Neste sentido, a utilização de casca de vegetais (Casca de banana), resíduos de produtos de origem animal (Casca de ovo, esterco), torna-se uma alternativa viável para o produtor, de ponto de vista social, económico e ambiental (Castro & Freitas, 2015).

Entretanto, os adubos orgânicos caseiros, geralmente são feitos em casa, na base de matérias-primas fáceis de encontrar que possui mesmos elementos químicos. Depois de se ter escolhido os adubos a utilizar, segue-se com os procedimentos do seu preparo.

2.9.1. Carvão vegetal

O carvão na produção agrícola, é reconhecido como um adubo excelente, pois aumenta a fertilidade do solo e facilita a disponibilidade de fósforo no solo, devida sua grande

capacidade de adsorção, alta área superficial, maior capacidade de troca catiónica e aniónica, alteração de p^H e nutrientes como P, Ca e Mg (Gonçalves, 2021).

O carvão vegetal no substrato de mudas em viveiro, pode contribuir para seu crescimento aumentando o vigor das mesmas, desta feita garantir maior sucesso durante o plantio no campo definitivo. Pelas características que este resíduo possui, apresenta uma capacidade de retenção de água e nutrientes no solo por ser um material poroso e ajuda na absorção de compostos orgânicos solúveis (Souchie, Junior, Petter, Madari, Marimon & Lenza, 2011).

O carvão vegetal, para além dos benefícios referidos pelos autores destacados acima, tem sido uma das alternativas sustentáveis na mitigação de gases de efeito estufa, cria harmonia entre a produção de energia, de alimentos com aumento da fertilidade do solo e o sequestro de carbono, reduzindo também a lixiviação de nitrogénio (Lucon, 2019).

Carvalho, Silva, Miranda, Pimenta e Oliveira (2015), afirmam que a eficiência de carvão como condicionante do solo, deve-se às propriedades físicas, químicas e moleculares do mesmo, com elevada área superficial e aumenta a capacidade de troca catiónica com maior disponibilidade de nutrientes assemelhando a efeitos de matéria orgânica.

Trituração do Carvão vegetal

O carvão vegetal, a exemplo da casca de ovo, triturou-se num pilão para se obter o pó ou fino do mesmo, posteriormente fez-se a crivagem onde se separou as partículas mais finas das maiores. Este processo, é feito para facilitar a fase de mistura das componentes a participar na formulação do adubo, vide a fotografia a seguir:

Figura 3. Carvão vegetal triturado



Fonte: Autor

2.9.2. Casca de ovo

De acordo com Figueira (2014), a casca de ovo:

apresenta uma composição química com as seguintes percentagens: 94% de carbonato de cálcio, 1% de carbonato de magnésio, 1% de fosfato de cálcio e 4% de matéria orgânica essencialmente glicoproteína. É uma fonte rica em minerais, pode ser utilizada para fins medicinais não só mas também como aditivo alimentar e como componente de fertilizante (p 3).

A casca de ovo tem sido uma fonte rica em minerais, e pode ser usada para fins medicinais, como aditivo alimentar, como suplemento de cálcio bem como componente de fertilizante e constituinte de implantes ósseos (Figueira, 2014).

A composição da casca de ovo, geralmente maior parte é de carbonato de cálcio, fosfacto de cálcio, carbonato de magnésio e matéria orgânica em pequenas proporções.

Figura 4. Casca de ovo antes da trituração



Fonte: Autor

2.9.2.1. Trituração da casca de ovo

A casca de ovo para sua utilização como matéria-prima para vários fins, normalmente passa pelo processo de trituração para se obter partículas com dimensão reduzida e distribuição de tamanhos adequados a eventuais aplicações (Figueira). A trituração, foi feita na FCA, com o uso do pilão, pois na falta do liquidificador, o material usado serve como alternativo. No entanto, antes da trituração da casca de ovo, procedeu-se com a sua lavagem, para remoção da membrana.

2.9.2.2. Crivagem da casca de ovo

A crivagem da casca de ovo, foi feita com auxílio do crivo de 2mm, existente no laboratório da FCA, de modo a obter o pó que por sua vez continha algumas partículas pequena.

Figura 5. Casca de ovo triturada



Fonte: Autor

2.9.3. Casca de banana

Segundo Leobet (2016), a casca de banana é rica em potássio pese embora existem outros elementos químicos importantes para a nutrição de plantas como: cálcio, fósforo, magnésio, manganês, cobre, zinco, ferro.

De acordo com António (2020), a casca de banana pode ser combinada ou misturada com outras matéria-prima proveniente da produção agrícola ou animal para a produção de um excelente adubo orgânico, devidas as riquezas de macro e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Geralmente a casca de banana pode ser deixada a secar em ambiente sombrio, bem como se pode utilizar ainda no seu estado fresco, seccionando-a e posteriormente misturar com outras componentes para a formulação do abobo liquido por via de fermentação ou triturado também quando esta estiver seca. Estas matérias-primas, podem ser utilizadas como adubo na forma líquida através do processo de fermentação, via fertirrigação e no seu estado sólido. Este processo pode ser feito utilizando a casca de banana fresca, seca no ambiente sombrio ou triturada como se pode ver nas figuras a seguir:

Figura 6. Casca de banana fresca e seca



Casca de banana triturada



Fonte: Autor

2.9.4. Esterco caprino

Esterco é a mistura de fezes, urina e cama, cuja sua constituição pode ser na base de palha, folhas secas, turfa, serradura, casca de arroz e terra. A composição do esterco depende da espécie animal, da idade e condições do animal, natureza e quantidade de alimento que os animais recebem, do tipo de manipulação e conservação do esterco e composição de camas (Amorim, 2002).

Figura 7. Esterco caprino curtido



Fonte: Autor

2.9.4.1. Tabela 4. Comparação percentual dos teores nutricionais em esterco de alguns gados

Espécie animal	% de Nitrogénio (N)	% de Fosforo (P)	% de Potássio (K)
Coelho	2,48	2,50	1,33
Cabra	0,97	0,48	0,65
Carneiro	1,00	0,25	0,60
Galinha	1,75	1,25	0,85
Porco	1,00	0,40	0,30
Cavalo	0,60	0,25	0,50
Vaca	0,50	0,30	0,45

Fonte: Adaptado (Alves & Pinheiro, 2007)

De acordo com o estudo feito pelo Alves e Pinheiro (2007), ressaltam que o esterco caprino possui um alto valor em termos de nutrientes para disponibilizar ao solo ou nutrição de plantas quando este comparado com o esterco bovino. O esterco contém um valor fertilizante equivalente a 36 Kg de nitrato de sódio, 22 Kg de superfosfato e 10 Kg de cloreto de potássio, além do aporte de nitrogénio, fosforo e potássio (NPK) provenientes da urina.

2.9.5. Esterco Galináceo

O estudo feito pelo Hata, Paula, Moreira, Ventura, Lima, Fregonezi e Oliveira (2021), sobre o esterco galináceo fervido durante 4 horas de tempo numa quantidade de 30kg do produto para 200 Litros de água, realça que após a fervura, a partir da solução obtida, prepararam as concentrações para a fertirrigação das plantas de morango (nitrogénio $1,4 \text{ g.kg}^{-1}$, fósforo $0,18 \text{ g.kg}^{-1}$, potássio $2,96 \text{ g.kg}^{-1}$, cálcio $0,06 \text{ g.kg}^{-1}$, magnésio $0,11 \text{ g.kg}^{-1}$, enxofre $0,77 \text{ g.kg}^{-1}$, e zinco $0,01 \text{ g.kg}^{-1}$.

Os autores acima, afirmam que ao ferver o esterco galináceo, cria maior agilidade na liberação dos nutrientes, para além de reduzir a contaminação da solução pelos microrganismos patogénicos para saúde humana.

No presente estudo, o esterco galináceo serviu de matéria-prima para a formulação de adubo líquido, através do método de fermentação adicionado a outros materiais.

Figura 8. Esterco galináceo triturado



Fonte: Autor

2.9.6. Cinza proveniente de carvão vegetal

De acordo com Moro (1994), as cinzas são potenciais fontes de nutrientes para as plantas não só, mas também servem como insumos capazes de melhorar as condições físicas e químicas do solo. As cinzas melhoram o p^H do solo e ajudam no aumento da produção das culturas agrícolas assim como florestais.

Figura 9. Cinza proveniente de carvão vegetal



Fonte: Autor

2.10. Crescimento e Desenvolvimento de Mudas de *C. sinensis*

Devido ao carácter perene da cultura de laranjeira, a muda cítrica passa a ser um alicerce de um pomar produtivo, no entanto há inovações tecnológicas que proporcionam a melhoria na produção e produtividade desta cultura como é o caso de hidroponia e fertirrigação (Menezes, 2010).

Entretanto, no sistema de cultivo hidropônico, a nutrição de plantas realiza-se por meio de uma solução aquosa contendo macro e micronutrientes essenciais ao crescimento em quantidades e proporções definidas (Menezes, 2010).

A produção de citrinos em um ambiente protegido, proporciona um bom crescimento das culturas em um tempo reduzido e em espaço que possa garantir um excelente desenvolvimento do sistema radicular e de toda a biomassa. Entretanto, o fornecimento de nutrientes em dosagens adequadas e equilibradas, estimula o crescimento máximo das plantas (Bernardi, Carmello & Carvalho, 2000).

Entretanto, o manejo adequado do substrato, adubo, irrigação bem como outras práticas agrícolas, pode influenciar a velocidade de crescimento das mudas cítricas na relação: raiz, parte aérea bem como o desempenho das mesmas na fase do seu estabelecimento no campo definitivo.

Geralmente o crescimento máximo das mudas, ocorre quando a humidade do substrato é mantida, pois há necessidade de se obter distribuição uniforme de água e nutrientes em todo o volume do substrato.

Geralmente a adubação, gera maior influência no crescimento e produtividade de maior parte das plantas cultivadas, proporcionando neste caso maiores rendimentos e menores custos possíveis. A adubação depende da demanda nutricional da cultura para o seu crescimento vegetativo (Sousa & Galdino, 2019).

2.11. Uso de adubos líquidos para o melhor crescimento e desenvolvimento das mudas cítricas

A fermentação líquida da mistura da borra de café, casca de ovo em pó, casca de banana, proporcionou bom crescimento nas plantas fruteiras bem como em hortícolas e ornamentais (Casa Familiar Rural, 2020).

De acordo com Silva (2020), a finalidade de adubar é fornecer nutrientes às plantas com vista a incrementar o seu desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva. Geralmente os adubos líquidos, são fertilizantes que fornecem de forma rápida os nutrientes para as culturas, participando no aumento da produtividade e qualidade das mesmas.

2.11.1. Fertilização

Gramasco (2021), considera esta técnica, capaz de aumentar a eficiência de absorção de nutrientes pelas culturas, sendo uma forma ideal e económico para aplicar fertilizantes em plantas ao longo do seu ciclo. Não só, aconselha a utilização de biofertilizantes pois na forma líquida, permitem que haja rápida disponibilização de nutrientes para a cultura.

De acordo com Rodrigues (2014), o uso de biofertilizantes na forma fermentada possui forte influência na quantidade dos elementos, na diversidade de nutrientes e sua disponibilidade pela acção de actividade microbiana.

Segundo Gramasco (2021), geralmente a adubação e nutrição de plantas, constituem como fatores importantes na medida em que proporcionam ganho na produtividade e na qualidade do produto final. Também uma cultura bem nutrida, resiste mais à doenças, ao estresse hídrico bem como ao ataque de pragas.

De acordo com Rodrigues (2014), o processo mais usual no manejo de trofobióticos de plantas, tem sido o uso de biofertilizantes na forma de fermentação microbiana, onde contribui de maneira considerável no aumento de resistividade natural das culturas ao ataque de pragas e doenças, para além de exercerem acção directa sobre os fitoparasitas.

Na produção agroecológica, a utilização de biofertilizantes proporciona o equilíbrio nutricional das culturas ente os nutrientes necessários ao desenvolvimento das mesmas bem como sua aplicação em pulverizações foliares, dissolvendo em água numa proporção que varia entre 1- 5% para fruteiras numa aplicação mensal e 0,1-3% para hortaliças em aplicações semanais (Rodrigues, 2014).

Normalmente a utilização de biofertilizantes, tem sido feita em plantações comerciais, por duas via solo bem como foliar, com resultados satisfatórios aos aspectos nutricionais das culturas. A adubação foliar com biofertilizantes, deve ser usada para completar a adubação realizada via solo. Sua aplicação, exerce efeitos benéficos no crescimento, trocas gasosas e extração de nutrientes (Rodrigues, 2014).

De acordo com Pillon e Oliveira (2016), a formulação de adubos e a frequência de aplicação, tem variado de acordo com a cultura e da composição do substrato, para além de que também o estágio de crescimento da mesma influencia também. Recomenda-se o monitoramento do estado nutricional das culturas através de análise foliar e do substrato.

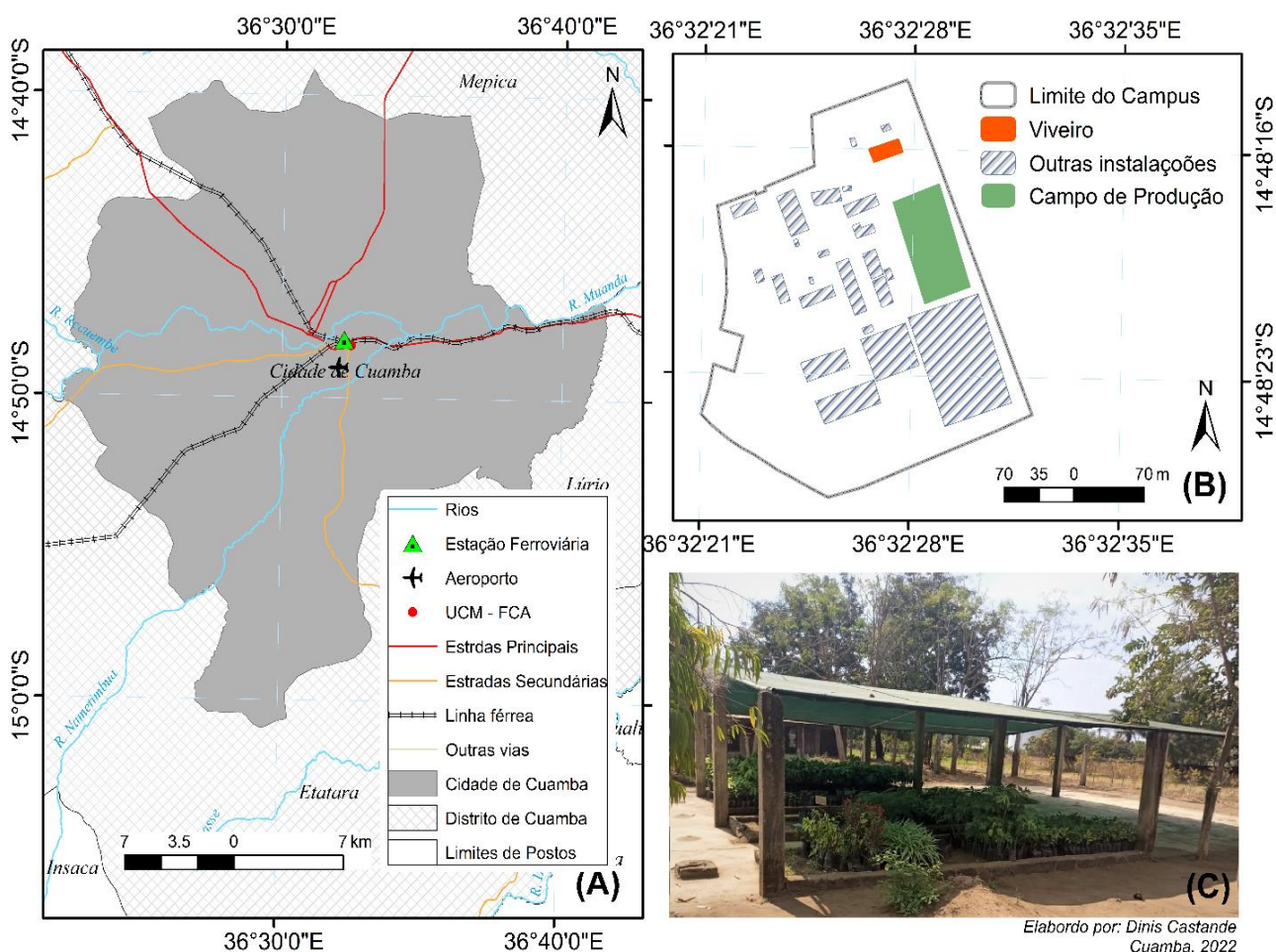
CAPÍTULO III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição e Caracterização da Área do Estudo

O estudo será conduzido no viveiro da Faculdade de Ciências Agronômicas localizada no Bairro 4 Mutxora, Rua de aeroporto da Cidade de Cuamba, a Sul da Província do Niassa. Tomando como ponto de referência a Estação dos Caminhos-de-Ferro da Cidade de Cuamba, a Faculdade, localiza-se no extremo sul.

Entretanto, a cidade de Cuamba faz limite a Norte com o Posto Administrativo de Mepica, a Sul com o Posto Administrativo de Lúrio, a Este com o Posto Administrativo de Mitucue e a Oeste com o Posto Administrativo de Etatara, Ministério da Administração Estatal (MAE, 2016).

Figura 10. Mapa da Área do Estudo



3.1.1. Clima, Relevo e Solos

De acordo com o Ministério da Administração Estatal (MAE, 2016), a região possui clima tropical húmido e clima moderada pela altitude na região de Mitucue, Matias e Lúrio. Este tipo de clima é consequência de existência de duas estações do ano, a seca e chuvosa. A estação chuvosa tem a duração de aproximadamente quatro a cinco meses, podendo estar sujeita durante esta época, um pequeno risco de período seco. Os solos geralmente são argilosos vermelhos e profundos com uma boa permeabilidade e bem drenados, fertilidade baixa e suscetível à erosão.

A temperatura média anual é de 26°C, com exceção das regiões com altitudes elevadas que são acompanhadas por pluviosidade nos meses de Novembro a Março. A precipitação mínima é de 800mm e máxima de 1400 mm dependendo do tipo de clima, dos factores de continentalidade e do relevo e com uma humidade média de 65%.

3.2. Materiais usados

Para a realização do estudo, foram utilizados os seguintes materiais:

Sementes, casca de ovo, casca de banana, carvão vegetal, cinza, esterco galináceo, esterco caprino, substrato, vasos polietileno, régua de 30cm, baldes, coador ou tecido branco, pulverizador, materiais laboratoriais para análise química das soluções e do substrato, enxada, placas de identificação, computador, garrafas de tipo pet, mangueira, carrinha de mão, rede de crivagem do solo, regador.

3.2.1. Sementes de Laranjeira Variedade local

As sementes provêm das laranjas colhidas localmente no Distrito de Cuamba. As sementes, foram a matéria-prima muito crucial para o experimento, onde lançou-se no alfobre e posteriormente depois de completar os 6 meses, fez-se a repicagem para os vasos polietileno porque o objectivo do estudo é de avaliar o crescimento das mudas.

As sementes de *C. sinensis*, são poliembriónicas, para além do embrião zigótico, têm produzido embriões nucleares com tamanhos e formas diferenciados, a partir de células somáticas que compartilham a constituição genética da planta - mãe. Também possuem ácidos graxos insaturados (Salomão, Santos & Mundim, 2017).

Muitas vezes durante a germinação de sementes de laranjeira, os embriões nucleares nascem mais vigorosos dominando os provenientes da fecundação, cujas mudas pouco se

desenvolvem. No entanto, o viveirista seleciona as plantas através do seu vigor, descartando as que possuem menor desenvolvimento que provavelmente são oriundas da germinação do embrião zigótico (Menezes, 2010).

Casca de ovo- Foi utilizada como matéria-prima para a fabricação de adubo líquido, triturando-a e misturando com as seguintes componetes: carvão vegetal, esterco caprino e esterco galináceo;

Casca de banana- Foi utilizada durante a produção do adubo, seccionando-a e misturar com as componentes: carvão vegetal, esterco caprino e esterco galináceo;

Carvão vegetal- Foi triturado e misturado para além das substâncias acima referenciadas, também misturou-se com cinza para o fabrico de adubo;

Esterco galináceo - Foi usado juntando com as componentes já apresentadas acima e cinza para a produção de adubo líquido;

Esterco caprino – Foi utilizado para fabrico de adubo líquido misturando-o com outras substâncias para a formulação do adubo liquido;

Cinza- a cinza foi utilizada como catalisadora para ajudar os microrganismos durante o processo de fermentação do adubo não só, mas também como uma das componentes para a composição do adubo; Todas as formulações de adubos líquidos, passaram do processo de fermentação.

Substrato – Foi usado para o enchimento de vasos para o lançamento das mudas em todo o ensaio e serviu como tratamento testemunha;

3.3. Métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi usado o paradigma quantitativa devida a natureza do estudo e de acordo com Alexandre (2015), para avaliar os parâmetros de crescimento de mudas recomenda o uso deste tipo de paradigma utilizando o método experimental quanto aos procedimentos pois os dados que serão obtidos são dados quantificáveis, e no presente estudo, foram avaliados os parâmetros de crescimento de mudas de *C. sinensis* como: altura das mudas, diâmetro do colo, comprimento da raiz e biomassa.

3.4. Tabela 5. Formulação de Adubo

Tratamento	Codificação dos Tratamentos
Substrato sem adubação: Terra Fina + Areia Grossa + Esterco Caprino 1:1	T1 (Testemunha)
Carvão vegetal + Casca de Ovo 1:1	T2
Esterco caprino + Casca de Ovo 1:1	T3
Esterco galináceo + Casca de Ovo 1:1	T4
Carvão vegetal + Casca de Banana 1:1	T5
Esterco caprino + Casca de Banana 1:1	T6
Esterco galináceo + Casca de Banana 1:1	T7
Carvão vegetal + Cinza de carvão vegetal 1:1	T8
Esterco caprino + Cinza de carvão vegetal 1:1	T9
Esterco galináceo + Cinza de carvão vegetal 1:1	T10

Durante o presente estudo, usou-se as fórmulas descritas abaixo para a determinação do adubo necessário por nutriente e por planta:

$$\text{Dose de Adubo} = \text{Necessidade da Cultura} - \text{Disponibilidade/ Eficiência}$$

Adaptado por: Casa Familiar Rural (2020)

Neste caso, desprezou-se a eficiência no entanto utilizou-se a seguinte formula:

$$\text{Dose de Adubo} = \text{Necessidade da Cultura} - \text{Disponibilidade}$$

Adaptado por: Casa Familiar Rural (2020)

3.5. Tabela 6. Quantidade de Adubo por elemento dos macronutrientes principais

Codificação de Tratamentos	Tratamento	Quantidades/nutrição		
		N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)
T2	Carvão V. + Casca de Ovo	12.2	0.4	10
T3	E. Caprini+Casca Ovo	5.3	0	0
T4	E. Galináceo+Casca de Ovo	7.3	0	0
T5	Carvão V.+Casca Banana	10.2	0.7	8.5
T6	E. Caprino+Casca Banana	7	0	0
T7	E. Galináceo+Casca Banana	6.9	0	0
T8	Carvão V+ Cinza	10.7	0	0
T9	E. Caprino+Cinza	0	0.7	0
T10	E. Galináceo +Cinza	0	0	0

$$\text{Dose de Adubo} = \frac{\text{Quantidade de Adubo do nutriente necessário}}{\text{percentagem do nutriente necessário}}$$

Adaptado por: Casa Familiar Rural (2020)

Na tabela 7 abaixo, encontram-se as quantidades do adubo necessário para cada tratamento num litro de água, equivalente a quantidade de adubo por planta, no entanto é preciso multiplicar esta quantidade por número de repetições para se obter a quantidade total do adubo num tratamento. Importa referir que o tratamento 10 de Esterco galináceo com cinza, não foi aplicado e nem se fez a fermentação devido aos cálculos feitos que os valores encontrados excedem às necessidades da cultura razão pela qual tem o valor zero ao invés de negativo para criar uma percepção de que nada se aplicou, no entanto se evitou provocar o excesso, pese embora na medida em que a cultura cresce vai diminuindo os nutrientes.

3.6.Tabela 7. Quantidade do adubo por planta dissolvido a 1 Litro de água

Codificação de Tratamentos	Tratamento	Adubo (g/L)
T1 (Testemunha)	Substrato sem adubação: Terra Fina + Areia Grossa + Esterco Caprino	0
T2	Carvão V. + Casca de Ovo	610
T3	E. Caprini+Casca Ovo	265
T4	E. Galináceo+Casca de Ovo	365
T5	Carvão V.+Casca Banana	510
T6	E. Caprino+Casca Banana	350
T7	E. Galináceo+Casca Banana	345
T8	Carvão V+ Cinza	535
T9	E. Caprino+Cinza	700
T10	E. Galináceo +Cinza	0

3.7. Fermentação do Adubo

O processo de fermentação dos materiais para a produção do adubo líquido, obedeceu a seguinte sequência:

- 1º - Fez-se a trituração do material para reduzir o seu tamanho em partículas mais finas;
- 2º – Pesou-se o material de acordo com as quantidades necessárias para cada tratamento;
- 3º – Colocou-se o material já misturado em recipientes apropriados com forma se pode ver nas figuras a seguir;

5º – Adicionou-se a água necessária para a formulação do adubo, agitou-se com um agitador manual;

6º - Deixou-se durante 30 dias a fermentar;

7º – Após a fermentação estiver pronta, coou-se e adicionou-se um pouco de água para diminuir um pouco da concentração do adubo e aplicou-se às mudas 1litro de água por vaso por via fertilização.

Figura 11. Momento de Preparação do adubo líquido



Fonte: Autor

Para este estudo, usou-se a fermentação anaeróbica, onde se colocou o pó dos materiais propostos para a formulação do adubo, nuns baldes de 20 Litros, onde furou-se as tampas por cima para pôr uma mangueira na qual esta, foi ainda introduzida numa garrafa pet de 1,5 Litros, contendo água nela. Neste estudo, parcelou-se a aplicações do adubo em duas vezes de 15 em 15 dias, pois era necessário 1 litro de água por vaso o que não foi prático porque o vaso tem um volume de 1,5 Litro do qual foi preenchido por substrato e, não seria possível uma única aplicação. No entanto, a medição dos parâmetros biométricos fez-se duas vezes antes de aplicar o adubo e depois de fazer a primeira aplicação.

3.8. Delineamento Experimental

A pesquisa utilizou o Delineamento Completamente Casualizado DCC, esquema mono factorial, com 10 tratamentos e 5 repetições, totaliza 50 parcelas. A razão do estudo usar este tipo de delineamento, é porque não há muitas fontes de variação para estratificar as parcelas, o substrato utilizado foi o mesmo em todos os tratamentos, apenas a diferença houve nas

formulações de adubo. E de acordo com *Teccho et al (2015)*, num estudo similar utilizou o mesmo tipo de delineamento quando estudava a aplicação de cobre sobre mudas cítricas.

3.8.2. Unidade Experimental

A unidade experimental deste estudo foram os tratamentos (T), aplicados aos vasos nos quais se produziu mudas de laranjeira (*Citrus sinensis*), no entanto, foram vasos de polietileno, como ilustra a imagem abaixo, com uma dimensão de 27cm x 8,5cm, (altura e diâmetro, respectivamente), perfazendo 1,5 Litros de volume do substrato por vaso. Eles contêm pequenas aberturas laterais que possibilitam a drenagem de água durante a irrigação.

Figura 12. Fotografia de mudas apos o pegamento



Fonte: Autor

3.9. Condução do Ensaio

O experimento foi feito no viveiro da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da (UCM). A primeira análise laboratorial foi realizada no mês de Outubro de 2023, onde analisou-se o substrato e as componentes que compõem as diferentes formulações de adubos líquidos: (substrato, casca de ovo, carvão vegetal, casca de banana, esterco galináceo, esterco caprino e Cinza).

- ✓ O lançamento das sementes fez-se no alfobre, durante a primeira quinzena de Fevereiro de 2023, no dia 15;
- ✓ A análise laboratorial do p^H de água utilizada para a rega, fez-se no laboratório da Faculdade de Ciências Agronómicas da Universidade Católica de Moçambique na segunda quinzena de Abril de 2023, no dia 28 onde o resultado foi de 6,32;
- ✓ A formulação do adubo foi feita na segunda quinzena de mês de Outubro de 2023, e a aplicação foi feita logo que a solução esteve pronta de 15 em 15 dias;
- ✓ Na primeira quinzena do mês de Novembro, fez-se a retirada das mudas necessárias amostradas para a avaliação da biomassa e do comprimento da raiz.

3.10. População e Amostragem

O presente estudo teve como população 500 mudas, com 10 tratamentos e 5 repetições, na razão de 10 mudas úteis por parcela, usando a amostragem aleatória simples, cuja amostra foi de 5 mudas por parcela totalizando 250 mudas que foram medidas de acordo com a fórmula matemática abaixo, numa margem de erro de 5%, correspondente a 95% de probabilidade.

$$no = \frac{1}{(E)} \quad no = \frac{1}{(E)} 2 \quad no = \frac{1}{(0,05)} 2 \quad no = 400$$

$$n = \frac{N \times no}{(N + no)}$$

$$n = \frac{500 \times 400}{(500 + 400)} \quad n = \frac{200000}{(900)} \quad n = \frac{223}{(50)} \quad n = 5 \text{ Plantas por parcela } n = \frac{500 \times 400}{(500 + 400)}$$

3.11. Análise Química do Substrato e dos elementos do adubo

As amostras para análise química, foram submetidas no laboratório do Instituto de Investigação Agronómica de Nampula pois não foi possível a partir do laboratório da Faculdade de Ciência Agronómicas onde analisou-se os elementos totais, cujo cada elemento apresenta seu protocolo, e é com base nele que foram especificados os reagentes e suas quantidades. Foi assim possível saber a partir da análise laboratorial, a contribuição nutricional de cada componente em macro e micronutrientes existentes tanto no substrato bem como nas soluções do adubo.

3.11.1. A análise do solo e substrato para a textura

A análise do solo e substrato para a textura, fez-se a pesagem de 20g de solo tanto do substrato e colocou-se em separado num copo plástico de 250 ml, adicionou-se 90 ml de água destilada e 10 ml de solução de hexametáfosfato de sódio, tamponado com carbonato de sódio, mas também na ausência desta solução pode se usar o hidróxido de sódio (NOH) na

mesma quantidade de 10 ml. Feito este processo, agitou-se os frascos e deixou-se durante uma noite, para facilitar a separação das partículas.

Apos 24h, pesou-se os frascos de silte e argila, levou-se as amostras para dentro do colmem e pôs-se no agitador horizontal, durante uma hora. Retirou-se as amostras do colmem e colocou-se nas provetas de 1000 ml, colocou-se o silte e argila, completou-se o volume e agitou-se com agitador manual. Pipetou-se para retirar argila e silte, nos frascos de 25 ml e colocou-se na estufa a uma temperatura de 40°C, durante 4 dias, depois deste processo, retiraram-se as amostras para pesagem final e anotou-se o resultado nas fichas próprias.

Separou-se areia fina e a grossa, colocou-se nos copos de alumínio deixou-se na estufa durante 1 dia a uma temperatura de 105°C, daí, retirou-se as amostras para pesagem e os resultados foram preenchidos nas fichas próprias.

3.11.2. Análise dos Elementos totais

A análise de elementos totais, obedeceu a seguinte regra: Primeiro pesou-se 0,10 e 0,20g das 24 amostras usou-se a proporção 3:1, das seguintes soluções, 75% de ácido nítrico e 25% de ácido perclórico. Pipetou-se para os tubos de ensaio, colocou-se no digestor a uma temperatura de 200°C pois este tipo de análise do material digerido, passa pelo processo de digestão, depois é que seguirá outros processos de análise. No entanto estes elementos têm as suas ondas.

3.11.2.1. Análise de Cálcio e Magnésio

Durante a Análise de magnésio, pipetou-se 5 ml do estrato da solução das amostras mais 20 ml de cloreto de potássio (KCl 1N) num peso de 74,56 para 1 litro. Esta análise é feita através do processo de titulação. Utilizou-se 4 ml de coquetel tampão mais 30 mg de ácido ascórbico mais 3 gotas do indicador negro. Fez-se a contagem das gotas até a mudança da cor da amostra, primeiro a cor é rocha persistente e muda para a cor azul.

Para o cálcio, depois de pipetar 5 ml do estrato da solução da amostra mais 20 ml de cloreto de potássio, adicionou-se 3 ml de hidróxido de potássio (KOH), mais 30 mg de ácido ascórbico, mais 30 mg de calcon. Tanto para magnésio assim como para cálcio, o titulante é EDTA de 0,0125 N. Não só cálcio e magnésio que usam o método de titulação, o nitrogénio total, alumínio. A matéria orgânica é determinada por via dicromato, também por titulação.

3.11.2.2. Análise de Fósforo, Ferro e Manganês

Em um balão volumétrico de 1 litro, adicionou-se 200 ml de solução 725, mais 1,6 de ácido ascórbico (vitamina C), estes são conhecidos como reagentes das cores ou do trabalho, cujo

indicador da cor é naftalina 0,25%. Para a curva de ferro, sódio e potássio, usou-se 2 ml da solução ao passo que para fósforo usou-se 5 ml para um volume de 10 ml, cuja sua curva é de cor azul. A solução tampão para ferro é o ácido acético glacial, e a sua curva de coloração é da cor de laranja.

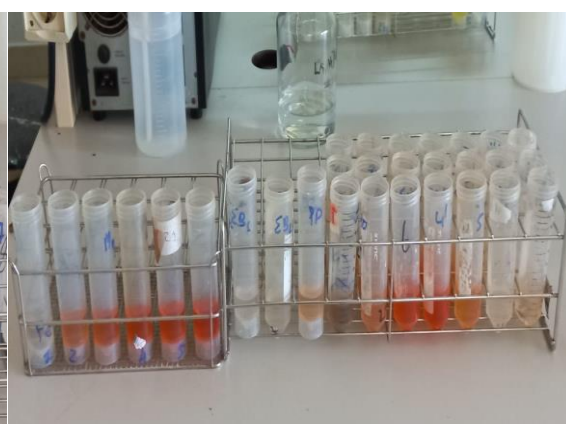
A curva do manganês é de cor lilage. O manganês, fósforo e ferro, para a obtenção das suas curvas, são submetidas as amostras no espectrofotômetro e se faz a leitura.

Conforme se pode ver nas imagens abaixo:

Figura 13. Curva do fósforo



Curva de ferro

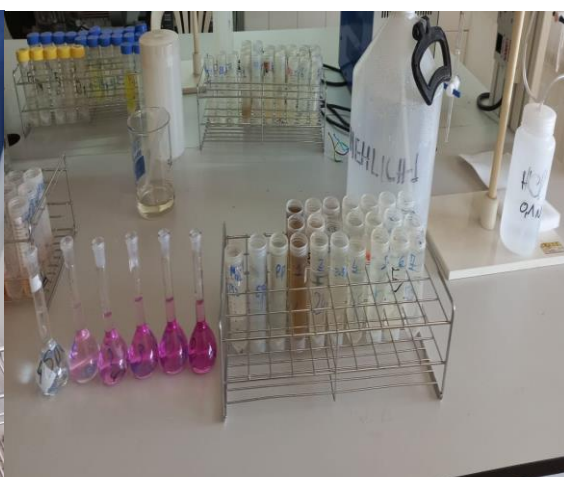


Fonte: Autor

Figura 14. Espectrofotômetro



Curva de manganês



Fonte: Autor

Figura 15. Momento de determinação das curvas no espectrofotômetro



Fonte: Autor

O fósforo (P) é necessário para a fotossíntese, transferência de energia, síntese e decomposição de carboidratos, se concentrando em partes mais jovens da palanta, flores, sementes e se envolve na captação e translocação de nutrientes (Silva, 2020).

O (P) não é lixiviado facilmente a menos que seja solos muito arenosos e tenham pouca MO. Ele é actualmente móvel quando ocorre uma deficiência, o nutriente pode passar de folhas velhas para as novas e em outras áreas de crescimento activo, onde necessita-se de energia para formar sementes e frutos. Os sintomas da sua falta, aparecem também aparecem em primeiro lugar nas folhas mais velhas, tornando-as com coloração arroxeada ou bronze sem brilho e algumas folhas ficam necróticas, e as folhas mais jovens, têm o crescimento reduzido (Silva, 2020).

3.11.2.3. Análise de Sódio e Potássio

A análise de sódio e potássio, obedece os mesmos princípios de análise feita para fósforo, manganês e ferro, no que diz respeito aos reagentes, e a sua determinação da curva, foi feita no espectrofotômetro de chama, com base no método de queima, a onda de sódio e potássio é incolor.

Para as plantas citricas, o potassio (K) desempenha um papel fundamental na movimentacao dos açucars do local da fotossintese para outros locais de armazenamento para além de determinar tamanho, qualidade do fruto e rendimento. Controla a abertura e fechamento de estômatos, graças ao fluxo dos íons K^+ , para dentro das células guarda, alterando o seu potencial hídrico (Silva, 2020).

Este elemento químico, melhora a saúde da planta, conferindo-a maior resistência a doenças e tolerância aos nematoides e insetos. A deficiência deste nutriente, resulta em menor rendimento e baixa qualidade de frutos, e os sintomas aparecem primeiro nas folhas mais velhas, porque o K, tende a se concentrar nos tecidos que crescem rapidamente, de forma visível, começando com um amarelamento das pontas e margens e que posteriormente torna-se mais amplo e o crescimento vegetativo da muda fica mais lento (Silva, 2020).

3.11.2.4. Análise de Nitrogénio total

O nitrogénio total, foi obtido seguindo os seguintes passos: pesou-se primeiro 10g para cada amostra, em seguida adicionou-se 3 ml de ácido sulfúrico a 98%, mais 1 ml de peróxido de hidrogénio a 30%, numa proporção de 3:1, daí colocou-se as amostras no digestor aquecendo lentamente a uma temperatura de 2000°C, até o líquido viscoso esverdear, através do processo de digestão, cujos reagentes desta etapa, foram: ácido sulfúrico concentrado, peróxido de hidrogénio a 30% e hidróxido de sódio a 35%.

Depois da digestão, seguiu-se com o processo de destilação e por fim a titulação. No entanto para a destilação pôs-se a solução digerida num balão volumétrico e acrescentou-se 50 ml de água destilada, adicionou-se ácido clorídrico a 0,1, mais 4% de ácido bórico. Durante a titulação usou-se ácido clorídrico a 0,1 e 3 gotas de naftalina para cada amostra, foram no total 24 amostras.

O nitrogénio (N), é o elemento mineral mais absorvido pelas plantas citricas na produção de folhas, flores e frutos. A sua deficiência, tem como primeiro sintoma nas folhas mais velhas, por conta da mobilidade do mesmo, em caso de agravamento desta falta, os sintomas também irão se manifestar nas folhas jovens, tornando-as com coloração verde-amarelada, finas e frágeis, a copa fica fina e plantas atrofiam-se comprometendo a produção (Silva, 2020).

O (N), desempenha diversas funções essenciais na planta, onde a mesma depende deste nutriente para a vida. Ocorre principalmente em enzimas, aminoácidos e proteínas,

contribuindo de forma significativa no auxílio da respiração e crescimento celular. Dada a sua importância, em relação às suas funções no metabolismo da planta, verifica-se na participação como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos e clorofila (Silva, 2020).

A maioria das plantas como é o caso dos citrinos, requer o nitrogênio em grandes quantidades, há espécies que preferem absorver este nutriente na forma amoniacal e outras na forma nítrica. E para haver um desempenho balanceado, é preciso haver a presença de outros nutrientes em quantidades adequadas, como o potássio, fósforo, magnésio e cálcio (Silva, 2020).

Fórmula de cálculo de Nitrogénio Total: proposta pela Associação de Solo Japonês (2001).

$$N-T \text{ (g kg}^{-1}\text{)} = (V_a - V_b) * 0,05 * 14 * 100 / 20 / 1000 * 1000 / 0,2 \text{ ou } 0,1$$

N- T: nitrogénio total; V_a : valor de titulação da amostra (ml); V_b : valor de titulação da prova em branco (ml); 0,05: concentração determinada do ácido clorídrico para uso em titulação; 14: 1 ml de ácido clorídrico 1N = 14 mg de $\text{NH}_4^+ \text{N}$; 100: qualidade da amostra do volume estabelecido após a decomposição (ml); 20: quantidade da amostra do volume usado para destilação (ml); 1000:1000g; 0,2 ou 0,1: quantidade da amostra de solo coletada (g).

Figura 16. Análise de nitrogénio total pelo método de titulação



Fonte: Autor

E de acordo com (Yara, 2020), citrinos têm como necessidade nutricional os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, Bo, C, Mn, MO, Mo Cu, Zn, S, Si. Entretanto para o presente estudo espera-se encontrar estes elementos nos materiais utilizados para a formulação das soluções de adubo:

Macronutrientes primários: N, P, K; macronutrientes secundários: S, Mg, Ca; e micronutrientes B, Mn, Zn, Cu, Cl, Fe, Mo. Não só, mas também conhecer a contribuição das componentes nutricionais de macro e micronutrientes existentes em termos percentuais.

Para a nutrição dos citrinos é fundamental o equilíbrio entre as quantidades dos diferentes nutrientes com base nas exigências da planta. E tem destacado os principais macronutrientes em peso que as plantas têm retirado do ar: o C- carbono, O- oxigênio e H- hidrogênio correspondente a 95% do seu peso, macronutrientes minerais N- nitrogênio, P- fósforo, K- potássio, Ca- cálcio, Mg- magnésio e S- enxofre, também os micronutrientes essenciais: Zn- zinco, B - boro, Mn- manganês, Cu- cobre, Fe- ferro e Mo – molibdênio (Gonçalves, 2021).

3.12. Variáveis de medição

A altura e o comprimento da raiz das mudas, foram medidas com auxílio da régua de 30cm onde a altura começou a partir do colo até ao ápice caulinar e a raiz, partindo do colo até ao seu ápice também.

O diâmetro do colo, a sua medição foi possível utilizando um paquímetro e a determinação da taxa de crescimento de altura e diâmetro, foi com base na seguinte expressão matemática proposta por (Alexandre, 2015): Feito o cálculo a partir da primeira medição e a segunda.

$Tr = \frac{\ln Y_2 - \ln Y_1}{t_2 - t_1}$, Onde: Tr- taxa relativa do crescimento em altura e diâmetro; Y_1 - Valor numérico da variável no tempo t_1 ; Y_2 - Valor numérico da variável no tempo t_2 e ln- logaritmo natural ou neperiano.

De referir que a altura e o diâmetro das mudas, as suas medições foram feitas 2 vezes, após o transplante depois do pegamento das mudas antes de aplicação do adubo e depois da aplicação. Ao passo que o comprimento de raiz foi medido após a retirada das mudas amostradas para serem separada a parte radicular e a aérea, onde este para a sua medição, utilizou-se a régua graduada de 30cm. E a biomassa, foi determinada a partir da separação da parte aérea da radicular, onde as amostras foram bem identificadas, fez-se a primeira pesagem da matéria fresca ou verde e foram submetidas ao processo de secagem na estufa do

laboratório da FCA, depois seguiu-se com a segunda pesagem do material seco Expressões matemáticas propostas por (Avelino, 2021)

Razão massa seca do caule por massa seca da raiz

$$\text{Razão} = \text{MSC} / \text{MSR}$$

Razão altura da parte aérea por diâmetro

$$\text{Razão} = H / D$$

Índice de qualidade de Dickson

$$\text{IQD} = \text{MTS} / [(H/D) + (\text{MSP} / \text{MSPR})]$$

Razão massa do caule

$$\text{RMC} = \text{MSC} / \text{MST}$$

Razão massa da raiz

$$\text{RMR} = \text{MSR} / \text{MST}$$

Massa seca Total, massa seca

$$\text{MST} = \text{MSC} + \text{MSR}$$

3.13. Processamento e Análise de Dados

Os dados foram organizados no Microsoft Excel e posteriormente processados no Pacote Estatístico SISVAR, devido ao domínio do mesmo, onde antes foi feito o teste de Shapiro - Wilk para ver se os dados provêm de uma distribuição normal e posteriormente submeteu-se a análise de variância ANOVA, usando o Teste de Tukey a nível de significância de 5 e 10% de probabilidade onde se averiguou se houve ou não diferenças significativas entre as médias dos tratamentos.

De acordo com Alexandre (2015), no desenvolvimento do seu estudo sobre a eficiência do boro no crescimento de mudas cítricas, utilizando o teste de Fisher a 10% de probabilidade e teste de Tukey a 5%, notou uma diferença significativa entre as médias das alturas das mudas dos citrinos.

3.14. Limitações do Estudo

O presente estudo, teve como limitação: Falta de análise laboratorial das soluções após a fermentação dos adubos, para poder conhecer os elementos disponíveis nas soluções do adubo líquido produzido, devida a insuficiência financeira. Seria de facto muito importante o conhecimento do que realmente as soluções dispõe e sugere-se que os próximos estudos desta natureza, incluam a análise química das soluções para enriquecer mais a pesquisa. Não só as

soluções mas também a parte foliar das mudas bem como o substrato após a adição do adubo líquido.

Outro facto limitante do estudo, os resultados obtidos podem ser influenciados por não se ter adubado no tempo recomendado por alguns autores que ressaltam que após o transplante, se deve adubar as mudas logo que mostrarem o pegamento. Isto se deveu por no momento de transplante não se ter ainda os resultados de análise laboratorial de elementos totais dos materiais propostos para a formulação de adubos líquidos, pois não era possível fazer a formulação sem os resultados para se determinar a quantidade de nutrientes a serem aplicados nas mudas de acordo com as necessidades da cultura e a disponibilidade no substrato. Pois de certa forma o crescimento e desenvolvimento das mudas se calhar teria outro comportamento.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do desenvolvimento deste estudo, chegou-se aos seguintes resultados:

Os resultados da análise laboratorial do solo, e das componentes utilizadas para formulação de adubos líquidos, de acordo com o anexo 3, mostram claramente que o solo não é salino.

4.1. Tabela 8. Tabela de resultados de análises laboratoriais dos Elementos totais do material para formulação de adubos líquidos.

Resultado de análises laboratoriais dos Elementos totais do substrato e dos materiais utilizados para formulação de adubos líquidos								
Materiais	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Na (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Fe (g/kg)	Mn (g/kg)
Carvão vegetal	13.7	1.6	11.9	0.5	226	124	3.305	3.679
Cinza	21	10	25.7	1.1	242	76	4.520	0.226
Esterco Caprino	50.3	1	47.7	0.5	288	106	19.775	0.473
Substrato: Solo + E. Caprino	57.7	0.6	4.4	0.5	288	94	18.281	0.123
Esterco Galináceo	22.7	1.1	8.2	9.1	226	79	5.757	0.247
Casca de Ovo	22	0.8	0.3	3.8	284	48	0.204	0.370
Casca de Banana	17.7	1.4	61.8	0.5	180	41	0.537	0.349

Dados processados no IIAM- Nampula 2023, vide no anexo 3.

Dos elementos que compõe a formulação do adubo líquido, a cinza, carvão vegetal e casca de banana, se destacaram em macronutrientes principais comparativamente com o esterco galináceo, casca de ovo e esterco caprino, pese embora o esterco caprino tenha apresentado maior percentagem da presença do nitrogénio.

4.2. Tabela 9. Descrição de nível de fertilidade de solo

Níveis	Descrição
Muito baixa	Indica que a quantidade do nutriente disponível no solo é muito reduzida e que com a sua aplicação espera-se, em princípio grandes aumentos de produção.
Baixa	A quantidade do nutriente disponível no solo é insuficiente para satisfazer as necessidades da cultura, com a sua aplicação prevê-se um aumento significativo da produção.
Média	A quantidade do nutriente disponível no solo é satisfatório mas com a sua aplicação ainda se prevê na maioria dos casos, um aumento da produção.

Alta	A disponibilidade do nutriente é elevada, podendo em alguns casos e em alguns anos verificarem-se produções cada vez mais decrescente.
Muito alta	A disponibilidade de nutriente é muito alta, não havendo resposta da planta , na maioria dos casos podendo até haver decréscimo da produção.

Fonte: Adaptado por (Casanella, 1982)

Tabela 10. Tipo de adubação em função do nível de fertilidade do solo

Nível de fertilidade	Tipo de adubação
Muito baixo baixo médio	Adubação de correção
Alto	Adubação de manutenção (faixa adequada)
Muito alto	Adubação de reposição

Fonte: Adaptado por (Bingham, 1962)

O tipo de adubação aplicada neste estudo, foi a adubação de correção pois o nível de fertilidade do solo era muito baixo. Utilizou-se este tipo de adubação de modo a elevar os níveis de fertilidade até aos intervalos adequados de acordo com as tabelas dos anexos 6 e 7.

De acordo com os resultados da análise laboratorial do presente estudo, apresentados na tabela 12, o valor de p^H em água do solo, é de 6.73, e de acordo com a classificação da tabela do anexo 5, em conformidade com o triângulo da textura do solo, o solo é arenoso e a MO tem o valor 0.32% menor que 0.8% e isto significa que o solo é muito pobre em matéria orgânica.

O valor de fósforo de acordo com a tabela 12, é de 5 ppm e de acordo com o anexo 5 que retrata da avaliação agronómica da fertilidade do solo, diz que, se o valor do P estiver entre 5-10 ppm é classificado como muito baixo devendo ao menos estar entre 10-20 ppm que é o valor médio. A saturação por base classifica-se como muito alto devido seu valor que se encontra acima de 75%.

O potássio se encontra no intervalo de 0.2 - 0.4, pois os resultados de análise do solo deste estudo indicam para o potássio 0.29 cmol/kg, sendo classificado como médio. Também há necessidade de adição dos macronutrientes principais NPK, pois os resultados laboratoriais

mostram claramente que o solo utilizado no viveiro da FCA para a formulação do substrato e enchimento de vasos, é pobre em macro e micronutrientes.

De acordo com estudo feito pelo Sousa e Galdino (2019), em conformidade com os resultados do anexo 6, revelam que o substrato utilizado neste estudo, precisa de adição de macro e micronutrientes para proporcionar o bom crescimento e desenvolvimento das mudas. Na visão do Júnior (2011), a nutrição de plantas é um aspecto mais crítico dado que o volume do substrato presente num vaso, é pequeno com uma possibilidade baixa de armazenamento de nutriente.

4.4. Tabela 11. Resultados de análises laboratoriais do solo e componentes para formulação do adubo líquido

n	Materiais	pH (1:2.5)		CE (1:2.5)	Dr	Hr	Ha
		H ₂ O	KCl	µs/Cm	g/cm ³	%	
1	Carvão Vegetal	9.86	9.36	3	1.26	6.93	6.84
2	Cinza	11.56	11.94	13	1.34	1.2	1.01
3	Esterco Caprino	9.31	8.79	5	1.28	6.98	6.16
4	Substrato: Solo + E. Caprino	8.3	8.04	1041	2.58	3.88	2.04
5	Esterco Galináceo	7.16	7.16	6	1.48	3.89	3.95
6	Casca de Ovo	7.54	6.73	6	1.34	0.92	0.6
7	Casca de Banana	8.85	9.57	282	1.19	10.88	9.41

A tabela 11 acima, apresenta os valores de p^H em água e em cloreto de potássio, condutividade eléctrica densidade relativa, Humidade Relativa e Humidade absoluta dos materiais utilizados para a formulação do adubo líquido.

Os resultados de análise laboratoriais deste estudo, apresentam o seguinte valor da MO (matéria orgânica) 0,32%, e de acordo com a tabela do anexo 6 que fala de avaliação agronómica da fertilidade do solo, diz – se que quando o valor de MO estiver abaixo de 1% a mesma, classifica – se como muito baixo, e neste caso, mostra-se claramente que o solo do presente estudo é muito pobre em MO. De facto, há necessidade de se fazer a adição de nutrientes para elevar a percentagem dela de modo a estar nos padrões aceitáveis de 2. 1- 5%.

4.5. Tabela 12. Resultados de análises laboratoriais para a salinidade do solo

n	Solos	pH (1:2.5)		CE (1:2.5)	Dr	Hr	Ha	Granulometria %			
		H ₂ O	KCl	µs/Cm	g/cm ³	%		AG	AF	Si	Ar
1											
2	Solo	6.73	6.35	9	2.81	0.11		94	1	1	4

n	Micronutrientes		Macronutrientes											
2	Fe	Mn	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al	S.B	T	V	Na	MO	P
	ppm		Cmol/Kg								%		ppm	
1	52	18	0.29	0.5	0.75	0.02		0.4	1.56	1.96	80	1	0.32	5
2	52	14	0.29	0.5	0.75	0.02		0.4	1.56	1.96	80	1	0.32	5
3	52	24	0.29	0.5	0.75	0.02		0.4	1.56	1.96	80	1	0.32	5

Quanto à salinidade dos solos, o solo deste estudo, de acordo com a tabela 12, dos resultados das análises laboratoriais para a salinidade do solo, o solo tem 9 $\mu S/cm$, que se encontra no intervalo de 0-2000 $\mu S/cm$, de acordo com o a nexa 4, tabela de avaliação de salinidade no solo. E com este resultado, o solo utilizado neste estudo não é salino.

4.6. Tabela 13. Teste de Normalidade

Teste de normalidade W de Shapiro-Wilk e seu valor de significância. Algoritmo usado: AS R94. T. Applied Statistic - Serie C (1995) vol.44, n4.			
Variável	n	W	Pr<W
ALTURA (Cm)	50	0.9687934837319	0.2066296
DIAMETRO (Cm)	50	0.9735448981353	0.3206407

Com base nos valores do teste de normalidade, os resultados mostram que a hipótese nula é valida, pois os dados provêm duma distribuição normal, tanto para a variável altura bem como

o diâmetro, utilizando o teste de Shapiro- Wilk. Se diz que os valores provêm de uma distribuição normal quando os mesmos estão próximo da média.

4.7. Tabela 14. Dados de análise de variância para variável altura após a aplicação do adubo

Variável analisada: ALTURA (Cm)					
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	9	88.928200	9.880911	1.590	0.1514
Erro	40	248.572000	6.214300		
Total corrigido	49	337.500200			
CV (%) =	15.97				
Média geral: 15.6140000		Número de observações:		50	
Teste Tukey para a FV TRATAMENTO					
DMS: 5.27930733055726 NMS: 0.05					
Média harmónica do número de repetições (r): 5					
Erro padrão: 1.11483631085465					
Tratamentos		Médias	Resultados do teste em (Cm)		
Carvao V. + Casca de Ovo			13.700000 a1		
Carvao V+ Cinza			14.140000 a1		
Substrato Sem adubacao			14.440000 a1		
E. Galinaceo+Casca Banana			14.780000 a1		
Carvao V.+Casca Banana			14.840000 a1		
E. Caprino+Casca Banana			16.340000 a1		
E. Caprino+Cinza			16.460000 a1		
E. Caprini+Casca Ovo			16.480000 a1		
E. Galinaceo +Cinza			17.080000 a1		
E. Galinaceo+Casca de Ovo			17.880000 a1		

4.8. Tabela 15. Dados de análise de variância para variável diâmetro após a aplicação do adubo

Variável analisada: DIAMETRO (Cm)					
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	9	0.066712	0.007412	0.472	0.8848
Erro	40	0.628520	0.015713		
Total corrigido	49	0.695232			
CV (%) =	20.70				
Média geral:	0.6056000	Número de observações:		50	
Teste Tukey para a FV TRATAMENTO					
DMS: 0.265466908599133 NMS: 0.05					
Média harmónica do número de repetições (r): 5					
Erro padrão: 0.0560588975988647					
Tratamentos			Médias	Resultados do teste em (Cm)	
Carvão V.+Casca Banana			0.546000	a1	
E. Caprino+Cinza			0.562000	a1	
E. Caprini+Casca Ovo			0.580000	a1	
E. Galináceo +Casca Banana			0.588000	a1	
Carvão V+ Cinza			0.600000	a1	
Substrato Sem adubação			0.610000	a1	
E. Caprino+Casca Banana			0.610000	a1	
Carvão V. + Casca de Ovo			0.650000	a1	
E. Galináceo +Cinza			0.654000	a1	
E. Galináceo +Casca de Ovo			0.656000	a1	

Os resultados de análise de variância para variável altura e diâmetro, mostram que em termos estatísticos não houve diferenças significativas entre os tratamentos, a nível de significância de 5 e 10% de probabilidade. Este facto pode estar aliado ao facto de que o que foi adicionado for menor e não chegou de produzir efeito, pois, com base nos resultados de análise laboratorial, viu-se que o substrato utilizado tinha nutrientes abaixo dos níveis ideais.

No estudo desenvolvido pelo Alexandre (2015), quando pretendia avaliar a eficiência do boro sobre o crescimento, composição mineral e variáveis fisiológicas em mudas cítricas, notou nos seus resultados que a variável altura foi influenciada pelo factor adubação a partir de 2 mg/L da dose do boro apenas numa variedade de tangerineira (Mexerica) e outras variedades bem como o diâmetro não sofreram nenhuma influência.

Segundo Galdino (2019), o fluxo da ceiva nas plantas cítricas, está estreitamente relacionada com o diâmetro do caule. No entanto as plantas com maior diâmetro, desenvolvem melhor, pois elas possuem maior capacidade de absorção de água e nutrientes no solo, sofrendo menos stress hídrico bem como a perda dos nutrientes.

No estudo desenvolvido pelo Ribeiro (2016), misturou finos de carvão com esterco galináceo, numa proporção 1:1, com granulometria de finos de carvão de (4-2, 2-1, 1-0,29 e <0,29mm), mesmo sabendo que as duas matérias-primas possuíam características diferentes, investigou para ver a solução onde concluiu que podem ser complementares e mais adequados para condicionamento do solo, sendo que os finos de carvão para além de servirem como correctivos de acidez do solo, também contribui para fornecimento de nutrientes para as plantas.

4.9. Tabela 16. Médias dos tratamentos dos resultados da análise laboratorial

Valores Médios									
Codificação dos Tratamentos	Tratamentos	N(g/kg)	P(g/kg)	K(g/kg)	Na(g/kg)	Ca(g/kg)	Mg(g/kg)	Fe(g/kg)	Mn(g/kg)
T1	Solo+ Esterco Caprino	28.750	1.283	9.425	2.442	274.125	67.250	5.327	0.67816667
T2	Carvão Vegetal +Casca de Ovo	17.833	1.217	6.067	2.167	255.000	86.333	1.754	2.02433333
T3	Esterco Caprino+Casca de Ovo	24.750	1.783	19.896	4.958	217.917	73.500	6.822	0.34445833
T5	Casca de Banana +Carvão Vegetal	19.854	0.919	7.592	2.617	220.917	66.375	3.709	0.79766667
T6	Casca de Banana +Esterco Caprino	23.052	1.684	25.423	1.781	201.542	63.115	5.943	0.46697917
T7	Casca de Banana +Esterco Galináceo	23.167	3.206	32.027	1.300	223.375	64.333	3.336	0.83752083
T8	Carvão Vegetal +Cinza	19.333	5.683	43.750	0.800	211.000	58.333	2.529	0.28783333
T9	Cinza +Esterco Caprino	30.417	0.908	25.883	1.083	229.667	81.583	10.323	0.6525
T10	Cinza +Esterco Galináceo	38.667	2.542	17.783	0.767	256.000	81.083	10.367	0.75516667

4.10. Tabela 17. Valores de Macronutrientes principais (NPK) em ppm

Codificação dos Tratamentos	Tratamentos	N(mg/kg)	P(mg/kg)	K(mg/kg)
T1	Solo+ Esterco Caprino	0.02875	0.001283	0.009425
T2	Carvão Vegetal +Casca de Ovo	0.017833	0.001217	0.006067
T3	Esterco Caprino+Casca de Ovo	0.02475	0.001783	0.019896
T4	Esterco Galináceo +Casca de Ovo	0.02275	0.001992	0.042013
T5	Casca de Banana +Carvão Vegetal	0.019854	0.000919	0.007592
T6	Casca de Banana +Esterco Caprino	0.023052	0.001684	0.025423
T7	Casca de Banana +Esterco Galináceo	0.023167	0.003206	0.032027
T8	Carvão Vegetal +Cinza	0.019333	0.005683	0.04375
T9	Cinza +Esterco Caprino	0.030417	0.000908	0.025883
T10	Cinza +Esterco Galináceo	0.038667	0.002542	0.019896

Os valores apresentados na tabela 17 acima, mostram a contribuição nutricional em macronutrientes principais dos materiais propostos para formulação de adubos líquidos. De acordo com a tabela, se pode observar os valores exíguos do substrato que é utilizado no viveiro da FCA para o enchimento de vasos e produção de mudas, que se encontram longe da média conforme recomenda a tabela 9 por exemplo que o valor de N deveria estar no intervalo de 0.11-0.20% ou ppm, para se considerar adequado, e nota-se claramente que o substrato é muito pobre em nitrogénio.

Outro sim, não só é muito pobre em nitrogénio, mas também em P e K, pois o valor de fósforo deve estar no intervalo de 10-20 ppm, valores ideais para uma adubação de manutenção, o potássio deverá se encontrar entre 0.2-0.4 cmol/kg. Logo a partir dos valores apresentados na tabela acima, o presente estudo utilizou a adubação de correção, dado que o solo era muito pobre em macro e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento e crescimento das mudas cítricas.

No presente estudo através dos elementos totais, nota-se que a combinação dos materiais proposto dentro do estudo para a formulação do adubo líquido, trouxe um grande ganho no crescimento e desenvolvimento das mudas cítricas pese embora os materiais usados são da constituição química diferente e os resultados mostraram quem em termos estatísticos não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

O adubo na base líquida triturado no liquidificador, para sua aplicação na cultura de abacate, fez-se as seguintes proporções que deram melhores resultados: 1 xícara da borra de café, 10 cascas de ovo trituradas e 5 cascas de banana, fermentados durante 3 dias numa garrafa pet (Casa Familiar Rural, 2020).

Após a análise química do material utilizado para a formulação dos adubos, foi possível conhecer os elementos totais como nutrientes essenciais para as mudas cítricas. Foram medidos os parâmetros de crescimento como: altura das mudas, o diâmetro do colo, em todos os tratamentos antes da aplicação do adubo.

4.11. Tabela 18. Valores médios dos indicadores de crescimento e qualidade de mudas cítricas

Tratamento	H (Cm)	D (Cm)	MFC (g)	MFR (g)	MSC (g)	MSR (g)	MST (g)
Substrato Sem adubação T1	14.44	0.61	38.79	13.43	15.22	7.54	22.76
Carvão V. + Casca de Ovo T2	13.7	0.65	34.36	9.44	18.33	10.67	29
E. Caprini+Casca Ovo T3	16.48	0.58	40.62	11.08	19.70	8.06	27.76
E. Galináceo+Casca de Ovo T4	17.88	0.66	41.13	14.11	15.38	7.91	23.29
Carvão V.+Casca Banana T5	14.84	0.55	24.20	6.29	10.44	4.23	14.67
E. Caprino+Casca Banana T6	16.34	0.61	29.16	9.93	11.90	5.94	17.84
E. Galináceo+Casca Banana T7	14.78	0.59	12.66	6.06	5.96	2.84	8.8
Carvão V+ Cinza T8	14.14	0.6	18.50	6.61	7.47	3.87	11.34
E. Caprino+Cinza T9	16.46	0.56	49.31	18.50	19.52	8.16	27.68
E. Galináceo +Cinza T10	17.08	0.65	44.10	13.55	16.23	6.29	22.52

De acordo com a tabela acima, se pode ver que a maior e menor altura média, foi obtida nos tratamentos 4 composto por esterco galináceo mais casca de ovo e 2 (Carvão vegetal mais casca de ovo), respectivamente tanto que o maior e menor diâmetro médio foi obtido nos tratamentos 4 e 5 (Carvão vegetal mais casca da banana). Quanto à massa seca do caule, o maior valor foi do tratamento 3 (Esterco caprino mais casca de ovo) e o menor valor foi do tratamento 7 (Esterco galináceo mais casca de banana). A maior e menor massa seca da raiz foram obtidas pelos tratamentos 2 (Carvão vegetal mais casca de ovo) e 7 (Esterco galináceo mais casca de banana).

No presente estudo, o valor do IQD (índice de qualidade de Dickson), foi de 0.73 considerado ideal para determinar a qualidade das mudas, e no estudo similar feito pelo Avelino (2021),

fez cálculo do IQD para algumas espécies florestais e encontrou que a alocação preferencial da biomassa da parte aérea em relação à da parte das raízes, possuía influência mínima ou quase negativa para os valores do IQD.

4.12. Tabela 19. Valores médios das razões de massa seca de caule, de raiz, razão de altura e diâmetro, massa seca da parte aérea e radicular das mudas

Tratamento	RMC	RMR	H/D	MSPA/MSPR
Substrato Sem adubação T1	0.11	0.16	23.67	2.02
Carvão V. + Casca de Ovo T2	0.13	0.12	21.08	1.72
E. Caprini+Casca Ovo T3	0.14	0.12	28.41	2.44
E. Galinaceo+Casca de Ovo T4	0.11	0.12	27.09	1.94
Carvão V.+Casca Banana T5	0.07	0.06	26.98	2.47
E. Caprino+Casca Banana T6	0.08	0.09	26.79	2
E. Galinaceo+Casca Banana T7	0.04	0.04	25.05	2.09
Carvão V+ Cinza T8	0.05	0.06	23.57	1.93
E. Caprino+Cinza T9	0.14	0.12	29.39	2.39
E. Galináceo +Cinza T10	0.12	0.09	26.28	2.58

Com base nos resultados da tabela acima, nota - se que 4 tratamentos apresentaram o valor de 0.12 para RMR (Razão da massa da raiz), pese embora o tratamento 1 teve o valor maior de 0.16 e os restantes tratamentos, tiveram valores menores.

Neste estudo, a razão MSPA e MSPR, muitos tratamentos têm valores no intervalo de 2 pese embora alguns tratamentos apresentam valores menores ou próximos de 2 e, segundo Avelino (2021), para este parâmetro, é recomendado o valor máximo de 2, pois se for mmias altos que

2, poderá resultar em desbalanço entre a absorção de água pelas raízes e a perda da mesma pelo processo de transpiração, indicando menor qualidade das mudas.

V. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

De acordo com os resultados obtidos durante análises laboratoriais e na formulação dos adubos, tendo em conta, o tema, a problemática, os objectivos e hipóteses do estudo, concluiu-se que:

As matérias - primas utilizadas para a formulação dos adubos líquidos, dada sua contribuição em macro e micronutrientes, quando foram utilizadas de forma combinada, enriqueceram o substrato, pois cada um deles desempenhou um papel de complementaridade.

A análise laboratorial, revela através dos elementos totais dos resultados obtidos que o substrato utilizado para enchimento dos vasos durante a produção de mudas no viveiro da FCA, é muito pobre em macro e micronutrientes, razão pela qual há necessidade de adição dos nutrientes.

As variáveis de crescimento altura e o diâmetro das mudas não mostraram diferenças significativas em termos estatísticos em todos os tratamentos.

Os resultados obtidos neste estudo, apresentam uma eficiência na relação de biomassa da parte aérea com a radicular juntamente com o índice de qualidade de Dickson (IQD). No entanto, as mudas revelam uma boa qualidade, pese embora existe algumas com menor qualidade.

O tratamento 4 apresentou maior taxa de crescimento em altura e diâmetro em relação aos restantes tratamentos.

5.1. Sugestões

- ✓ À FCA: Que crie mecanismo de mobilizar recursos financeiros para apetrechar o laboratório de modo a tornar exequíveis as actividades de práticas sustentáveis em formulação de adubos líquidos e as mesmas sejam ensinadas aos estudantes;
- ✓ Aos futuros investigadores: Que façam mais estudos desta natureza e apliquem o adubo duas ou mais vezes para ver se o factor adubação vai ou não influenciar nas variáveis biométricas aqui estudadas;
- ✓ Aos futuros investigadores: Que façam a medição dos parâmetros biométricos sempre que aplicarem o adubo para verem até que ponto o factor adubação pode influenciar os parâmetros de crescimento;
- ✓ Aos futuros investigadores: Que façam adubação no momento ideal para ver o comportamento das variáveis vegetativas das mudas;

- ✓ Aos futuros investigadores: Que façam análise laboratorial das soluções do adubo, do substrato e análise foliar após aplicação do adubo para ver o quanto a planta se beneficiou.

6. BIBLIOGRAFIA

- Alexandre, P. da. S. (2015). *Eficiência do Boro sobre o Crescimento, Composição Mineral e Variáveis Fisiológicas em Mudanças Cítricas*.
- Alves, F. S. F, Pinheiro, R. R. (2007). *O Esterco Caprino e Ovino como Fonte de Renda*.
- Amorim, A. C. (2002). *Caracterização dos Dejectos de Caprinos: Reciclagem Energética e de Nutrientes*.
- Antônio, A. A. (2020). *Estudo da Possibilidade de Reaproveitamento de Casca de Banana Combinada com Restos de Hortaliça para a Produção de Adubo Orgânico*.
- Associação de Solos Japonês. (2001). *Manual para análise de solo, água e planta*.
- Barros, J. F. C. (2020). *Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*.
- Bernardi, A. C. de C. (1999). *Produção de citrinos em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio*. São Paulo.
- Bernardi, A. C. de C, Carmello. Q. A. de. C & Carvalho. S. A. de. (2000). *Desenvolvimento de Mudanças de Citros cultivadas em Vaso em resposta à Adubação NPK*.
- Bono, J. A. M, Matias, R, Sguassabia, N. S. F. (2020). *Rotina para Análise Física e Química de Substrato*.
- Cabrera, R. A. D. (2004). *Produção de Mudanças Cítricas em Viveiro: Uso de Substrato Alternativo e Inoculação com Xylella fastidiosa*.
- Carvalho, M. A. B. de, Silva. G. G. da. C, Miranda. N. de O, Pimenta. A. S & Oliveira. E. M. M. (2015). *Propriedades químicas do solo após aplicação de carvão vegetal e nitrogênio na sucessão arroz de sequeiro- caupi*.
- Casa Familiar Rural. (2020). *O uso da Química na produção Agrícola- Os adubos orgânicos Caseiros Naturais preparados por alunos da casa Familiar Rural de Zé Doca- MA envolvidos nos experimentos educacionais para as suas comunidades*.
- Castro, G.S.A, Mancuso. M.A.C, Giorgetti. A. A. (2015). *Parcelamento de nitrogênio na adubação dos citros*.
- Castro, E. De. A, Freitas, De. R. M. (2015). *Adubo Líquido Orgânico Melhorador de Solo à Base Resíduos Alimentícios*.

- Corbo, J. Z. F. (2019). *Métodos para a Estimativa do Nitrogénio Disponível para Plantas em Resíduos Orgânicos*.
- Da Silva, M. V. T. (2016). Doses e Formas de Aplicação do Biofertilizante no Cultivo de Melancia sem Semente no Vale do São Francisco.
- Efrom, C. F. S. & Sousa, P. V. D. (2018). *Citricultura do Rio Grande do Sul*. 1ªed. Porto Alegre.
- Figueira, C. H. (2014). *Aproveitamento de Casca de Ovo para Aplicações Industriais*.
- Franco, L. da. R., Santiago, B. dos. S., Lima, G. N. & Cavalcante, J. M. M. (2019). *Initial Development of Brs Ponta Negra Sorghum Fertilized With Bovine Biofertilizer in Acid and Low Natural Fertility Soil of the Piaui State Cerrado*.
- Garcia, J. L. A. (2006). *Composição e uso de fertilizantes Químicos*.
- Girardi, E. A., Filho, F. de. A. A. M. Alves, A. S. R. (2010). *Mudas de Laranjeira Valência sobre dois Porta-enxertos e sob Diferentes Maneios de Adubação*. São Paulo.
- Goncalves, K. Y. (2021). *Análise da Influência das Variáveis de Produção do Biochar para Adsorção de Nutrientes*.
- Gramasco, G. A. P. (2021). *Fertirrigação: Técnicas e Práticas de Manejo*.
- Hata, F.T, Paula, M. T. de, Moreira, A. A, Ventura, M. U, Lima, R. F. de, Fregonezi, G. A. de. F& Oliveira, A. L. M. de. (2021). *Adubos Orgânicos e Fertirrigação com Esterco Aviário Fervido para o Cultivo de Morangueiro*.
- Júnior, B. A. L. (2011). *Desenvolvimento da Laranja Pera (Citrus sinensis. L), Osbeck Enxertada em Limoeiro Cravo (Citrus Limonia) e Cultivada com Pó de Basalto*.
- Langa, M. T. (2009). *Avaliação do Efeito da infestação pela planta parasita Erianthemum dregei*
- (Eckl & Zeyh) *Tiegh na disponibilidade de nitrogénio nas tangerineiras*.
- Leobet, J. (2016). *Casca de Banana (Musa cavandishii) como Fonte de Energia e Caracterização do Resíduo Mineral Fixo*.
- Lucon, I. M. (2019). *Bio - carvão nos Atributos Físicos, Químicos e Produtividade do Milho em Solos sob Clima Tropical*.

- Mazive, G. dos Santos. V. (2016). *Avaliação fenológica de duas variedades de Laranjas (Natal e Valencia) enxertadas sobre três variedades de limoeiros Rugoso, Cravo e Volkameriano*.
- Menezes, T. P. de. (2010). *Crescimento de Porta- Enxertos Cítricos em Sistema Hidropônico*.
- Ministério da Administração Estatal. (2016). *Perfil do Distrito de Cuamba*. Maputo.
- Neves, I. P. (2007). *Produção de Mudanças de Frutíferas de Citros e Manga em Viveiro*.
- Oliveira, M. C. de, Ogata, R. S, Andrade, G. A, Santos, D. da. S, Souza, R. M, Guimarães, T. G, Júnior, M. C. da. S, Pereira, D. J. de. S, Ribeiro, J. F. (2016). *Manual de Viveiro e Produção de Mudanças: Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado*.
- Pillon, C. N & Oliveira, R. P. de. (2016). *Sistema de Produção de Mudanças de Citros*. 2ª edição.
- Portella, C. G. (2015). *Crescimento e Produção Inicial de Cultivares de Citros de Mesa Enxertadas sobre os Porta-Enxertos Flying Dragon e Limoeiro Cravo*.
- Ribeiro, P. H. (2016). *Uso de Finos de Carvão e Esterco de Galinha em Solo Cultivado com Milho e na Produção de Mudanças de Café*.
- Rocha, M. do. S. (2011). *Viveiricultura, Jardinagem e Paisagismo*.
- Rodrigues, J. S. (2014). *Frequência e Doses de Biofertilizantes na Fertirrigação da Cultura de Milho (Zea mays L.) no Vale do São Francisco*.
- Santoro, M. (2019). *Adubação em Citrinos*.
- Sempionato, O. R, Stuchi. E. S & Donadio. L. C. (2016). *Viveiro de Citros*.
- Silva, G. R. da. (2020). *Influência do Nitrato de Cálcio em Porta- Enxerto Cítrico*.
- Simão, A. N, Santos, I. R. I, Mundim, R. C. (2017). *Estabelecimento de Protocolo Simplificado para a germinação in - vitro de Sementes de Citrus sinensis L. Osbec var. Pera*. Brasília.
- Souchie. F. F, Junior. B. M, Petter. F. A, Madari. B. E, Marimon. B. S & Lenza. E. (2011). *Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudanças de Tachigali vulgaris*.
- Sousa, G.N., Costa, N. M. & Silva. (2014). *Produção de Biofertilizantes Líquidos*. 7ª. edição.

Souza, M. do. S. P & Galdino, M. S. Da. S. (2019). *Crescimento inicial de Laranjeiras Cultivadas com Recomendações de Adubação no Nordeste Paraense*.

Tecchio, M. A., Merlin, T. P. de. A., Leonel, S. & Filho, H. G. (2015). *Aplicação de cobre em mudas cítricas*.

Vidal, M. de Fátima. *Produção de Laranja na área de atuação do BNB*.

Yara, (2020). *Importância dos Nutrientes nos Estágios de Desenvolvimento dos Citrinos*.

Access: <https://www.researchgate.net/publication/291331897>.

APÊDICES

Tabela 20. Apêndice 1. Layout do Ensaio e Tabela de Codificação dos Tratamentos

50 cm	Rep1	Rep2	50 cm	Rep3	Rep4	Rep5	50 cm
	T9	T4		T3	T7	T6	
	T5	T3		T9	T10	T2	
	T7	T1		T10	T9	T1	
	T6	T8		T6	T8	T9	
	T3	T5		T2	T5	T8	
	T1	T6		T4	T1	T10	
	T2	T10		T8	T2	T7	
	T4	T7		T7	T4	T4	
	T8	T2		T5	T3	T3	
	T10	T9	50 cm	T1	T6	T5	

Legenda

Tratamento	Codificação dos Tratamentos
Substrato sem adubação: Terra Fina + Areia Grossa + Esterco Caprino	T1
Carvão vegetal + Casca de Ovo	T2
Esterco caprino + Casca de Ovo	T3
Esterco galináceo + Casca de Ovo	T4
Carvão vegetal + Casca de Banana	T5
Esterco caprino + Casca de Banana	T6
Esterco galináceo + Casca de Banana	T7
Carvão vegetal + Cinza de carvão vegetal	T8
Esterco caprino + Cinza de carvão vegetal	T9
Esterco galináceo + Cinza de carvão vegetal	T10

Tabela 21. Apêndice 2. Análise de Variância a 10% de probabilidade

Variável analisada: Altura (Cm)					
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	9	21.051200	2.339022	0.368	0.9437
Erro	40	254.392000	6.359800		
Total corrigido	49	275.443200			
CV (%) =	28.16				
Média geral:	8.9560000	Número de observações:		50	
Teste Tukey para a FV TRATAMENTO					
DMS: 4.86821768048915 NMS: 0.01					
Média harmónica do número de repetições (r): 5					
Erro padrão: 1.12781204107777					
Tratamentos		Médias	Resultados do teste em (Cm)		
Carvão V+ Cinza		8.000000 a1			
Carvão V. + Casca de Ovo		8.080000 a1			
Carvão V.+Casca Banana		8.580000 a1			
E. Galináceo +Casca Banana		8.700000 a1			
Substrato Sem adubacao		8.700000 a1			
E. Caprini+Casca Ovo		9.060000 a1			
E. Galináceo +Casca de Ovo		9.360000 a1			
E. Caprino+Casca Banana		9.380000 a1			
E. Galináceo +Cinza		9.460000 a1			
E. Caprino+Cinza		10.240000 a1			

Tabela 22. Apêndice 3. Análise de Variância a 10% de probabilidade

Variável analisada: Diâmetro (Cm)					
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	9	0.008258	0.000918	0.298	0.9712
erro	40	0.123280	0.003082		
Total corrigido	49	0.131538			
CV (%) =	14.68				
Média geral:	0.3782000	Número de observações:		50	
Teste Tukey para a FV TRATAMENTO					
DMS: 0.107167864637462 NMS: 0.01					
Média harmónica do número de repetições (r): 5					
Erro padrão: 0.0248274042138924					
Tratamentos			Médias	Resultados do teste em (Cm)	
Substrato Sem adubação			0.356000	a1	
E. Galináceo+Casca de Ovo			0.364000	a1	
Carvão V.+Casca Banana			0.372000	a1	
Carvão V+ Cinza			0.372000	a1	
Carvao V. + Casca de Ovo			0.374000	a1	
E. Galináceo +Casca Banana			0.374000	a1	
E. Galináceo +Cinza			0.390000	a1	
E. Caprino+Casca Banana			0.390000	a1	
E. Caprini+Casca Ovo			0.394000	a1	
E. Caprino+Cinza			0.396000	a1	

Tabela 23. Valores de K em cmol/kg

Tratamentos	K(cmol/kg)
Carvão Vegetal +Cinza	0.000111893
Carvão Vegetal +Casca de Ovo	0.000015517
Casca de Banana +Carvão Vegetal	0.000019417
Casca de Banana +Esterco Caprino	0.00006502
Casca de Banana +Esterco Galinaceo	0.00008191
Cinza +Esterco Caprino	0.000066197
Cinza +Esterco Galinaceo	0.000045481
Esterco Caprino+Casca de Ovo	0.000050885
Esterco Galinaceo +Casca de Ovo	0.00010745
Solo+ Esterco Caprino	0.000024105

Tabela 24. Apêndice 4. Análise de Variância a 10% de probabilidade. Variável analisada: ALTURA

Variável analisada: ALTURA (Cm)					
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	9	88.928200	9.880911	1.590	0.1514
erro	40	248.572000	6.214300		
Total corrigido	49	337.500200			
CV (%) =	15.97				
Média geral:	15.6140000	Número de observações:		50	
Teste Tukey para a FV TRATAMENTO					
DMS: 4.81220774533268 NMS: 0.1					
Média harmónica do número de repetições (r): 5					
Erro padrão: 1.11483631085465					
Tratamentos			Médias	Resultados do teste em (Cm)	
Carvão V. + Casca de Ovo			13.700000	a1	
Carvão V+ Cinza			14.140000	a1	
Substrato Sem adubação			14.440000	a1	
E. Galináceo +Casca Banana			14.780000	a1	
Carvão V.+Casca Banana			14.840000	a1	
E. Caprino+Casca Banana			16.340000	a1	
E. Caprino+Cinza			16.460000	a1	
E. Caprini+Casca Ovo			16.480000	a1	
E. Galináceo +Cinza			17.080000	a1	
E. Galináceo +Casca de Ovo			17.880000	a1	

Tabela 25. Variável analisada: DIÂMETRO

Variável analisada: DIAMETRO					
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr> Fc
TRATAMENTO	9	0.066712	0.007412	0.472	0.8848
Erro	40	0.628520	0.015713		
Total corrigido	49	0.695232			
CV (%) =	20.70				
Média geral:	0.6056000	Número de observações:		50	
Teste Tukey para a FV TRATAMENTO					
DMS: 0.2419790767429 NMS: 0.1					
Média harmónica do número de repetições (r): 5					

Erro padrão: 0.0560588975988647		
Tratamentos	Médias	Resultados do teste em (Cm)
Carvao V.+Casca Banana	0.546000	a1
E. Caprino+Cinza	0.562000	a1
E. Caprini+Casca Ovo	0.580000	a1
E. Galinaceo+Casca Banana	0.588000	a1
Carvao V+ Cinza	0.600000	a1
Substrato Sem adubacao	0.610000	a1
E. Caprino+Casca Banana	0.610000	a1
Carvao V. + Casca de Ovo	0.650000	a1
E. Galinaceo +Cinza	0.654000	a1
E. Galinaceo+Casca de Ovo	0.656000	a1

Tabela 26. Apêndice 5. Dados biométricos, 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 1

Tabela de 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 1																			
T9		T5		T7		T6		T3		T1		T2		T4		T8		T10	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
6	0.32	8.5	0.42	10.5	0.37	7	0.32	10	0.32	15	0.47	9	0.42	8	0.32	6	0.32	12	0.52
5.5	0.32	10	0.37	3	0.2	8	0.32	10	0.32	5	0.36	6	0.32	2.5	0.2	7.5	0.47	5	0.36
7	0.37	8	0.32	7	0.32	8	0.32	4	0.2	8.5	0.42	6.5	0.32	10	0.47	3	0.2	4	0.26
4	0.32	10	0.44	12	0.56	6.5	0.32	7	0.32	9.5	0.47	8.5	0.47	5.5	0.2	3	0.36	5	0.32
4.5	0.2	4.5	0.32	9.5	0.32	10.5	0.32	8.5	0.35	5.5	0.32	5	0.36	5.5	0.26	7	0.32	5.5	0.36
3.5	0.26	5	0.33	10	0.32	6	0.32	10	0.32	6.5	0.32	4.5	0.25	3	0.2	4.5	0.2	6.5	0.32
9	0.32	5	0.35	5.5	0.21	5.5	0.21	7	0.32	3.5	0.2	3	0.36	4	0.2	4	0.36	7.5	0.47
8	0.32	11	0.37	15.5	0.6	13.5	0.47	11.5	0.4	3.5	0.2	5.5	0.32	5	0.32	3	0.2	12	0.56
6.5	0.4	10	0.5	5.5	0.32	5.5	0.32	7	0.32	4	0.21	6	0.32	8	0.47	9	0.46	3	0.3
7.5	0.32	8	0.32	3	0.21	11	0.5	7	0.32	7.5	0.32	4	0.32	5	0.2	3	0.2	8	0.42
6.15	0.315	8	0.374	8.15	0.343	8.15	0.342	8.2	0.319	6.85	0.329	5.8	0.346	5.65	0.284	5	0.309	6.85	0.389

Tabela 27. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 2

+Tabela de 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 2																			
T4		T3		T1		T8		T5		T6		T10		T7		T2		T9	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
12.5	0.47	8.5	0.47	4.5	0.32	3.5	0.2	10	0.32	7.5	0.32	11	0.47	10	0.35	5	0.36	9	0.32
8.5	0.47	9	0.47	8	0.32	7.5	0.37	9.5	0.32	5	0.36	8	0.32	6.5	0.32	7.5	0.37	7	0.47
8.5	0.37	13	0.48	4.5	0.36	13	0.54	3.5	0.32	9	0.32	11	0.5	6	0.32	10	0.47	4	0.36
8.5	0.47	9	0.42	4	0.36	4	0.36	6	0.32	19	0.69	9	0.46	5	0.32	7	0.32	22	0.54
9.5	0.37	4.5	0.2	4.5	0.32	7	0.32	3.5	0.2	14	0.58	5	0.32	12	0.56	15	0.69	17.5	0.54
13.5	0.47	9.5	0.32	4.5	0.36	4.5	0.32	8.5	0.32	19	0.54	17.5	0.59	5	0.47	10	0.47	8	0.32
4	0.36	13	0.54	5	0.32	7.5	0.32	7	0.32	12	0.5	8.5	0.47	4.5	0.32	12	0.46	11.5	0.4
6	0.32	12	0.47	5.5	0.32	5	0.26	2	0.26	10.5	0.5	9	0.47	6.5	0.32	4	0.36	19	0.69
9.5	0.47	12.5	0.58	4.5	0.31	4.5	0.2	7	0.32	12.5	0.56	5	0.36	8	0.47	7.5	0.32	3.5	0.35
11.5	0.43	12	0.6	5.5	0.36	5	0.36	4	0.37	8.5	0.42	2.5	0.2	9	0.47	3.5	0.21	7	0.32
9.2	0.42	10.3	0.455	5.05	0.335	6.15	0.325	6.1	0.307	11.7	0.479	8.65	0.416	7.25	0.392	8.15	0.403	10.85	0.431

Tabela 28. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 3

Tabela de 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 3																			
T3		T9		T10		T6		T2		T4		T8		T7		T5		T1	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
13	0.46	13	0.32	12	0.5	8	0.47	9	0.47	8.5	0.32	18	0.5	10	0.32	4	0.34	3	0.32
20	0.52	22	0.69	5.5	0.36	18	0.56	7	0.42	28	0.54	5.5	0.32	9	0.32	15	0.54	7	0.32
13	0.52	14	0.56	10	0.47	15.5	0.46	9.5	0.56	25.5	0.65	5	0.32	4.5	0.36	3.5	0.36	7.5	0.36
6	0.32	17.7	0.56	9	0.47	14	0.32	14.5	0.54	4	0.2	4	0.26	6	0.32	3.5	0.21	11.5	0.46
10	0.32	9	0.32	10	0.32	13	0.56	3	0.21	7	0.32	15	0.69	12	0.35	16	0.46	12	0.5
9	0.47	16	0.46	10.5	0.47	6.5	0.32	6	0.21	7.5	0.32	11	0.5	20	0.46	10	0.32	17	0.45
12.5	0.56	9	0.47	6	0.36	7	0.36	15	0.64	9.5	0.47	9	0.46	18	0.56	7.5	0.47	4.5	0.36
15.5	0.54	11.5	0.56	7	0.32	13.5	0.47	13	0.54	7	0.32	17	0.69	14	0.52	2.1	0.5	7	0.32
9	0.47	7.5	0.32	7	0.32	7	0.32	20.5	0.69	14.5	0.46	12.5	0.56	7	0.32	7.5	0.32	17	0.58
3	0.36	9	0.47	5.5	0.32	8	0.36	13.5	0.47	5.5	0.32	13	0.47	4	0.2	3	0.21	3	0.2
11.1	0.454	12.87	0.473	8.25	0.391	11.05	0.42	11.1	0.475	11.7	0.392	11	0.477	10.45	0.373	7.21	0.373	8.95	0.387

Tabela 29. 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 4

Tabela de 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 4																			
T7		T10		T9		T8		T5		T1		T2		T4		T3		T6	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
22	0.54	12.5	0.46	18	0.47	11	0.47	12	0.35	9	0.32	21.3	0.45	3.5	0.32	3.5	0.21	3.4	0.32
6	0.32	6	0.28	26	0.69	6	0.26	3	0.22	30	0.46	12.8	0.35	5.5	0.32	6	0.32	10	0.32
6	0.25	9	0.28	12	0.42	14	0.32	13	0.46	7	0.22	10.5	0.47	24.4	0.48	4.5	0.26	6.9	0.32
9	0.37	18	0.49	16	0.42	4	0.4	9	0.5	22	0.52	11.5	0.5	5	0.32	4.5	0.36	5	
9	0.32	15	0.39	2.5	0.25	9.5	0.32	9.5	0.32	7.5	0.32	3.5	0.21	14	0.45	5.5	0.32	11	0.32
7.5	0.32	23	0.32	14	0.47	11	0.35	22	0.54	23	0.54	3.5	0.21	22.5	0.59	4	0.22	9.8	0.49
11.5	0.48	23	0.46	9	0.4	12	0.5	5	0.32	6.5	0.36	10.3	0.46	8	0.32	3.5	0.39	9	0.45
4.5	0.32	12	0.47	19	0.54	13.5	0.44	17	0.44	16.5	0.47	6.5	0.32	14	0.54	5.5	0.32	7	0.32
7.5	0.32	18.5	0.47	11.5	0.32	4.5	0.38	10.5	0.46	7.5	0.49	7.5	0.32	9	0.5	6.5	0.44	10.5	0.47
9	0.47	11	0.32	6	0.32	6	0.37	22	0.56	13.5	0.5	6.5	0.32	3.5	0.26	10	0.5	5.5	0.4
9.2	0.371	14.8	0.394	13.4	0.43	9.15	0.381	12.3	0.417	14.25	0.42	9.39	0.361	10.94	0.41	5.35	0.334	7.81	0.341

Tabela 30.1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudás em Cm) Rep 5

Tabela de 1ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudás em Cm) Rep 5																			
T6		T2		T1		T9		T8		T10		T7		T4		T3		T5	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
12	0.47	8.5	0.32	9	0.32	6.5	0.22	9.5	0.32	5	0.32	5	0.32	8.5	0.32	4	0.2	16	0.47
3.7	0.22	6	0.32	9	0.42	7	0.32	11	0.46	9.5	0.32	7	0.32	10	0.32	11	0.42	7	0.36
12	0.58	2.5	0.26	9	0.32	5	0.4	6	0.36	7	0.32	8.5	0.47	5.5	0.32	16.5	0.69	7.5	0.32
8	0.46	5	0.32	6.5	0.32	7.5	0.32	7	0.32	7	0.32	8	0.32	4	0.21	11	0.47	5.5	0.39
6	0.35	7.7	0.32	9.5	0.13	11	0.46	6.5	0.32	11	0.46	7	0.32	10.5	0.32	11	0.47	5.5	0.36
12	0.32	7	0.36	5.5	0.32	9	0.32	8.5	0.32	5	0.32	8.5	0.32	9.5	0.32	16.5	0.47	10.5	0.42
13	0.32	9	0.32	7	0.36	10	0.32	9	0.32	12	0.42	7	0.47	13.5	0.29	7.5	0.32	9.5	0.32
2.5	0.26	3.5	0.2	6	0.32	8	0.32	6.5	0.39	6.5	0.32	12	0.47	15.5	0.47	10.5	0.42	9	0.42
6	0.32	6	0.2	9.5	0.25	9	0.32	6.5	0.36	15	0.45	12.5	0.47	4.5	0.28	7.9	0.32	12	0.47
5.5	0.42	4	0.2	11	0.23	5	0.26	15	0.39	8	0.32	7.5	0.47	11.5	0.32	7	0.32	10	0.32
8.07	0.372	5.92	0.282	8.2	0.299	7.8	0.326	8.55	0.356	8.6	0.357	8.3	0.395	9.3	0.317	10.29	0.41	9.25	0.385

Tabela 31. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 1

Tabela de 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 1																			
T9		T5		T7		T6		T3		T1		T2		T4		T8		T10	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
20	0.315	9	0.5	20	0.21	10	0.629	13	0.312	26	0.833	24	0.938	29	0.9	8	0.3	25	0.9
16	0.4	11	0.21	10	0.753	13	0.934	18	0.21	10	0.314	24	0.939	10	0.2	17	0.55	14	0.52
20	0.55	10	0.15	10	0.416	10	0.29	8	0.2	20	0.615	13	0.629	32	0.941	11	0.5	10	0.73
9	0.21	25	0.525	40	0.94	19	0.94	10	0.15	24	0.525	32	0.834	21	0.73	6	0.21	15	0.625
9	0.627	27	0.315	11	0.21	12	0.314	17	0.628	12	0.417	10	0.625	6	0.21	26	0.73	10	0.5
11	0.21	16	0.47	10	0.73	8	0.94	18	0.52	8	0.831	6	0.3	10	0.9	12	0.73	14	0.934
9	0.1	8	0.625	9	0.311	10	0.729	10	0.21	6	0.15	6	0.3	12	0.625	8	0.73	23	0.74
9	0.21	10	0.417	24	0.629	16	0.21	30	0.94	11	0.73	8	0.315	17	0.939	11	0.21	38	0.64
18	0.525	37	0.421	10	0.629	21	0.315	12	0.521	10	0.312	10	0.21	31	0.5	28	0.9	12	0.625
9	0.21	12	0.316	10	0.415	31	0.94	10	0.415	24	0.628	13	0.73	14	0.315	8	0.3	24	0.9
13	0.3357	16.5	0.3949	15.4	0.5243	15	0.6241	14.6	0.4106	15.1	0.5355	14.6	0.582	18.2	0.626	13.5	0.516	18.5	0.7114

Tabela 32. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 2

Tabela de 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 2																			
T4		T3		T1		T8		T5		T6		T10		T7		T2		T9	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
24	0.419	12	0.21	12	0.21	10	0.21	11	0.52	11	0.32	16	0.33	14	0.73	12	0.625	11	0.21
11	0.2	24	0.73	15	0.42	14	0.94	13	0.315	10	0.209	12	0.13	14	0.625	6	0.73	9	0.115
14	0.52	21	0.9	12	0.6	20	0.94	12	0.624	8	0.115	22	0.94	12	0.42	14	0.725	6	0.1
14	0.835	22	0.43	8	0.15	10	0.21	8	0.15	33	0.14	16	0.4	11	0.21	11	0.9	30	0.84
10	0.73	10	0.415	11	0.8	10	0.15	11	0.625	25	0.835	11	0.21	15	0.525	28	0.94	30	0.73
30	0.621	22	0.94	6	0.15	12	0.21	6	0.115	26	0.625	20	0.94	17	0.419	12	0.52	11	0.4
14	0.21	25	0.84	6	0.2	13	0.21	6	0.113	20	0.9	13	0.625	12	0.21	17	0.9	6	0.21
17	0.73	16	0.8	10	0.73	12	0.83	8	0.312	23	0.34	15	0.419	14	0.84	12	0.4	17	0.94
17	0.8	27	0.939	10	0.32	8	0.15	10	0.21	20	0.14	11	0.729	24	0.938	15	0.53	13	0.417
30	0.9	27	0.629	10	0.21	10	0.52	8	0.2	6	0.15	6	0.115	15	0.9	13	0.325	15	0.8
18.1	0.5965	20.6	0.6833	9	0.379	11.9	0.437	9.3	0.3184	18.2	0.3774	14.2	0.4838	14.8	0.5817	12.7	0.6595	14.8	0.4762

Tabela 33. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 3

Tabela de 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 3																			
T3		T9		T10		T6		T2		T4		T8		T7		T5		T1	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
13	0.21	21	0.42	17	0.94	10	0.315	13	0.73	18	0.625	21	0.9	20	0.52	10	0.625	10	0.9
27	0.6	30	0.94	12	0.8	23	0.9	10	0.52	30	0.9	11	0.84	8	0.21	22	0.9	12	0.9
17	0.625	26	0.84	14	0.325	24	0.9	12	0.73	31	0.94	10	0.52	11	0.315	11	0.315	14	0.625
12	0.52	30	0.84	16	0.73	20	0.73	20	0.94	10	0.52	10	0.625	11	0.21	11	0.625	16	0.42
14	0.21	15	0.21	14	0.73	17	0.9	9	0.52	13	0.52	21	0.73	16	0.315	20	0.8	13	0.52
20	0.64	21	0.94	16	0.52	11	0.21	8	0.415	11	0.832	16	0.84	18	0.625	8	0.8	24	0.54
17	0.94	13	0.625	12	0.52	13	0.825	24	0.94	23	0.94	18	0.625	21	0.9	13	0.73	10	0.83
21	0.94	22	0.625	14	0.94	20	0.8	15	0.73	12	0.94	25	0.84	21	0.6	23	0.9	11	0.9
16	0.625	14	0.52	12	0.625	11	0.21	26	0.9	24	0.9	22	0.73	12	0.315	13	0.15	22	0.9
13	0.21	17	0.42	10	0.32	14	0.52	17	0.84	13	0.52	12	0.625	10	0.726	13	0.42	8	0.44
17	0.552	20.9	0.638	13.7	0.645	16.3	0.631	13.7	0.7265	18.5	0.7637	16.6	0.7275	14.8	0.4736	14.4	0.6265	14	0.6975

Tabela 34. 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 4

Tabela de 2ª Medição de Parâmetros (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 4																			
T7		T10		T9		T8		T5		T1		T2		T4		T3		T6	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
28	0.9	17	0.73	28	0.63	21	0.73	19	0.8	13	0.625	27	0.63	8	0.52	12	0.42	14	0.52
11	0.9	11	0.73	30	0.73	10	0.415	10	0.5	37	0.8	21	0.73	12	0.9	15	0.429	22	0.73
12	0.21	29	0.94	16	0.42	17	0.73	24	0.9	14	0.525	14	0.73	26	0.9	10	0.34	18	0.94
14	0.73	29	0.422	19	0.9	12	0.521	14	0.4	32	0.94	13	0.9	11	0.52	10	0.625	15	0.52
16	0.73	27	0.43	10	0.625	14	0.73	15	0.52	8	0.14	10	0.315	23	0.8	13	0.73	15	0.52
10	0.9	20	0.9	23	0.9	15	0.73	28	0.9	25	0.73	8	0.24	28	0.8	8	0.34	14	0.73
17	0.425	17	0.625	17	0.52	18	0.94	16	0.312	13	0.73	13	0.8	15	0.52	8	0.625	19	0.84
10	0.625	24	0.43	32	0.42	19	0.9	22	0.625	19	0.9	11	0.325	20	0.73	14	0.52	20	0.9
12	0.52	16	0.42	18	0.9	8	0.26	15	0.73	12	0.94	13	0.42	22	0.73	19	0.84	17	0.8
15	0.73	15	0.9	15	0.9	11	0.21	28	0.9	18	0.9	10	0.7	11	0.325	16	0.73	19	0.625
14.5	0.667	20.5	0.6527	19.3	0.6945	14.5	0.6166	19.1	0.6587	19.1	0.723	14	0.579	17.6	0.6745	12.5	0.4974	17.3	0.7125

Tabela 35. 2ª Medição de Variáveis (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 5

Tabela de 2ª Medição de Variáveis (Altura e Diâmetro das Mudanças em Cm) Rep 5																			
T6		T2		T1		T9		T8		T10		T7		T4		T3		T5	
H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
15	0.73	16	0.8	17	0.73	12	0.9	14	0.84	14	0.73	11	0.625	16	0.9	11	0.425	21	0.73
13	0.625	16	0.9	13	0.64	14	0.94	14	0.73	20	0.94	13	0.9	18	0.73	14	0.4	17	0.64
17	0.9	10	0.6	15	0.64	11	0.625	12	0.625	11	0.73	15	0.625	14	0.52	22	0.94	13	0.73
14	0.5	12	0.73	13	0.52	16	0.635	12	0.52	13	0.52	13	0.73	11	0.52	19	0.9	13	0.625
17	0.84	14	0.8	20	0.73	16	0.635	14	0.84	25	0.8	16	0.9	18	0.73	19	0.94	13	0.425
16	0.8	17	0.73	11	0.9	18	0.73	16	0.73	19	0.9	11	0.625	24	0.73	29	0.8	27	0.94
20	0.73	14	0.9	14	0.52	17	0.52	20	0.73	25	0.8	13	0.625	15	0.52	15	0.9	25	0.73
10	0.52	11	0.625	12	0.94	14	0.625	11	0.52	13	0.74	20	0.525	21	0.625	18	0.9	19	0.73
15	0.73	13	0.52	18	0.625	14	0.73	13	0.52	26	0.9	16	0.73	14	0.525	16	0.73	21	0.8
12	0.73	12	0.42	17	0.64	11	0.3	16	0.9	19	0.73	16	0.7	19	0.625	14	0.64	19	0.9
14.9	0.7105	13.5	0.7025	15	0.6885	14.3	0.664	14.2	0.6955	18.5	0.779	14.4	0.6985	17	0.6425	17.7	0.7575	18.8	0.725

Figura 17. Fotografia do momento de destoragem e mistura das componentes do substrato



Fonte: Autor

Figura 18. Fotografia das mudas de laranjeira no alfobre



Fonte: Autor

Figura 19. Fotografias no momento de enchimento de vasos



Fonte: Autor

Figura 20. Fotografia do momento de repicagem



Fonte: Autor

ANEXOS

Anexo 1e 2. Protocolos de Análise de NPK

	Laboratório de Solos e Fertilidade		Método: PTE-LSF-SOLOS 8	
	Procedimento Técnico de Ensaio		Página: 27 / 4	
			Edição: 8	Revisão: 1
		Data:	Data:	

Azoto "Total"

1 Preâmbulo

Este documento especifica um método para a determinação de azoto em solos. O método de *Kjeldahl* permite determinar a presença de azoto na forma de amónio, nitritos, nitrato e compostos orgânicos. A contribuição de azoto presente em compostos com ligações N-N, N-O e de forma heterocíclica (especialmente compostos como a piridina) é apenas parcialmente determinado (Bremner, 1979; Póvoas & Barral, 1992).

2 Resumo do processo

O ácido sulfúrico concentrado, em presença de determinados catalisadores, atua sobre os constituintes azotados orgânicos do solo, transformando o azoto em amónio (NH_4^+), que é fixado pelo excesso de ácido, sob a forma de sulfato de amónio. Este sal, por ação de uma solução concentrada de hidróxido de sódio, liberta amoníaco, que é recebido numa solução de ácido bórico, em presença de um indicador misto. Titula-se em seguida com ácido clorídrico de título conhecido.

A partir da quantidade de amoníaco libertado calcula-se o teor em azoto da amostra.

O Sistema Completo *Kjeltec* apresenta 3 unidades:

- **Digestão**, em tubos especiais, com sistema de exaustão acoplada e ligado a uma trompa de água. A amostra é digerida com ácido sulfúrico concentrado, na presença de uma mistura catalítica (sulfato de potássio, sulfato de ferro e sulfato de cobre): $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- **Destilação**: por arrastamento de vapor do azoto amoniacal formado na digestão, depois de libertado em meio alcalino e recolha do destilado em ácido bórico na presença de indicador misto:
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{BO}_3^-$
- **Titulação**, com uma microbureta automática de sensibilidade 0,01 ml, do destilado com uma solução de HCl de concentração conhecida.
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$

3 Reagentes e Soluções

Usar apenas reagentes com qualidade analítica reconhecida.

3.1 Água desmineralizada, com condutividade elétrica $<1 \mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C (sistema de resinas mistas de troca iónica com pré-tratamento: água de grau 3 de acordo com a ISO 3696).

3.2 Mistura de catalítica: Misturar 90g de sulfato de ferro [$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$], 20 g de sulfato de cobre anidro [CuSO_4] e 500 g de sulfato de potássio [K_2SO_4].

3.3 Ácido sulfúrico [H_2SO_4] a 95-97%, quimicamente puro.

Elaborado por: Rosinda Pato	Verificado por:	Aprovado por:	Distribuição:
Data: 21-03-2022	Data:	Data:	

Mod. 01 Rev. 1

 Escola Superior Agrária Politécnica de Coimbra	Laboratório de Solos e Fertilidade	Método: PTE-LSF-SOLOS 21	
	Procedimento Técnico de Ensaio	Página: 81 / 5	
		Edição: B	Revisão: 1
		Data:	Data:

Fósforo e Potássio extraíveis

1 Preâmbulo

Este documento especifica um método instrumental para a determinação do fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) extraíveis – Método de *Egnér-Riehm*, em amostras de solo para culturas ao ar livre.

2 Resumo do processo

Extração simultânea do fósforo e do potássio por meio de uma solução de lactato de amónio e ácido acético, tamponizada a pH compreendido entre 3,65 e 3,75. A reação do solo é tamponizada de modo a obter-se um valor de pH semelhante ao que na realidade existe na zona à volta da porção absorvente da raiz quando se realiza a utilização dos nutrientes pela planta.

O solo é agitado durante duas (2) horas com a solução extratante. No extrato obtido determina-se o fósforo e o potássio extraível.

Doseamento do fósforo pelo método colorimétrico do molibdato de amónio em meio ácido e ácido ascórbico, e doseamento do potássio diretamente (ou realizando as diluições necessárias) por espectrofotometria de absorção atómica (Balbino, 1968; L.Q.A.R.S., 1986; Póvoas e Barral, 1992).

3 Reagentes e Soluções

- 3.1 Água desmineralizada, com condutividade elétrica $<1 \mu S/cm$ a $25^\circ C$ (sistema de resinas mistas de troca iónica com pré-tratamento: água de grau 3 de acordo com a ISO 3696).
- 3.2 Acetato de amónio $[CH_3COONH_4]$, 77,0825 g/mol
- 3.3 Ácido acético glacial $[CH_3COOH]$ a 99,8%, 60,052 g/mol, 1,05 g/cm³
- 3.4 Ácido ascórbico $[C_6H_8O_6]$, 176,12 g/mol
- 3.5 Ácido láctico $[CH_3CHOHCOOH]$ a 90-92%, 90,08 g/mol
- 3.6 Ácido nítrico $[HNO_3]$ a 65%, 63,01 g/mol, 1,51 g/cm³
- 3.7 Ácido sulfúrico $[H_2SO_4]$ a 95-97%, 98,079 g/mol, 1,83 g/cm³
- 3.8 Etanol absoluto $[C_2H_5OH]$ a 99,8%, 46,07 g/mol, 0,789 g/cm³ a $20^\circ C$
- 3.9 Hidróxido de sódio $[NaOH]$ 1N, 39,997 g/mol: Num copo de precipitação de 600 ml, dissolver 40,00g de hidróxido de sódio em água desmineralizada (3.1). Transferir para um balão volumétrico de 1000 ml e aferir com água desmineralizada
- 3.10 Indicador de fenolftaleína $[C_{20}H_{14}O_4]$, 318,32 g/mol: Dissolver 1,00 g de fenolftaleína em etanol a 60% e completar o volume de 100 ml.
- 3.11 Molibdato de amónio $[(NH_4)_6(Mo_7O_{24}) \cdot 4H_2O]$, 1163,9 g/mol
- 3.12 Tartarato de potássio antimónio $[K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 0,5H_2O]$, 228,28344 g/mol
- 3.13 Tímol $[C_{10}H_{14}O]$, 150,22 g/mol

Elaborado por: Rosinda Pato	Verificado por:	Aprovado por:	Distribuição:
Data: 17-09-2020	Data:	Data:	

Mod. 01 Rev. 1

Anexo 3. Resultados de análises laboratoriais

Tabela 36. Anexo 4. Avaliação de salinidade no solo

dS/m a 25°C	µS/cm a 25°C	Qualificativo
0 – 2	0 – 2000	Não salino
2 – 4	2000 – 4000	Ligeiramente salino
4 – 8	4000 – 8000	Salino
>8	>8000	Muito salino

Fonte: Adaptado por (Josep, 1995)

Tabela 37. Anexo 5. Classificação da MO em função da textura e pH

pH		Diagnóstico				
Textura		Muito pobre	Pobre	Correcto	Rico	Excessivo
< 5.8	Qualquer	< 2%	2 – 2.5%	2.3 - 3%	3 - 3.5%	>3.5
5.8 - 8.3	Arenoso	< 0.8	0.8 - 1.2	1.2 - 1.5	1.5 - 2	>2
	Médio	< 1.2	1.2 – 1.8	1.8 – 2.3	2.3 - 3	>3
	Argiloso	< 2	2 - 2.5	2.5 - 3	3 – 3.5	>3.5

Fonte: Adaptado por (Spring *et al*, 1993)

Tabela 38. Anexo 6. Avaliação agronómica da fertilidade do solo

	NÍVEL				
Característica	<i>Muito baixo</i>	<i>Baixo</i>	<i>Médio</i>	<i>Alto</i>	<i>Muito alto</i>
<i>Mg trocável (cmol/kg argila)</i>					
- Solos argilosos	< 0.3	0.3 - 1	3 - 3	3 - 6	> 6
- Solos arenosos (francos)	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1	1 - 2	> 2
<i>K trocável (cmol/kg argila.)</i>	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.8	> 0.8
<i>Capacidade de troca catiónica (cmol/kg argila)</i>	< 5	5 - 15	15 - 25	26 - 40	> 40
<i>Saturação por bases (%)</i>	< 15	15 - 35	36 - 50	51 - 75	>75

<i>N (%)</i>	< 0.05	0.06- 0.1	0.11- 0.20	0.21- 0.30	> 0.31
<i>P - Olsen (mg/kg solo)</i>	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
<i>Matéria orgânica (%)</i>	< 1	1 - 2	2.1 - 5	> 5	
<i>B (Hot.W.S) (mg/kg solo)</i>	< 0.15	0.15-0.35	0.35 – 0.8	0.8-2	> 2
<i>Zn (AAAc-EDTA) (mg/kg solo)</i>	< 0.5	0.5-1.5	1.5 - 5	5-15	< 15
<i>C/N</i>	3 - 15 Boa		> 15 Mal		

Fonte: Adaptado por (Josep, 1995)

Tabela 39. Anexo 7: Limites de Classes dos teores foliares de nutrientes para citrinos

Limites de Classes dos teores foliares de nutrientes para citrinos			
Nutriente	Baixo	Adequado g kg⁻¹	Alto
N	< 25	25-30	> 30
P	< 1.2	1.2-1.6	> 1.6
K	< 12	12 – 16	> 16
Ca	< 5	35 – 50	> 50
Mg	< 3.5	3.5 - 5	> 5
S	< 2	2 -3	> 3

Fonte: Adaptado por (Sousa e Galdino, 2019)