



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Avaliação de tolerância à seca em variedades locais de feijão nhemba (*Vigna unguiculata*L. Walp) na fase de plântula pelo método de caixa

Monografia apresentada e defendida como requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Agrícola

Discente: Atália Crescêncio Gueba

Tutor: Prof. Dr. Custódio Ramos Paulo Tacaríndua (PhD)

Liondo, Novembro de 2023



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia sobre **Avaliação de tolerância à seca em variedades locais de feijão nhemba (*vigna unguiculata*L. Walp) na fase de plântula pelo método de caixa**, no distrito de Chókwè, apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção de grau de licenciatura em Engenharia Agrícola.

(Tutor: Prof. Dr. Custódio Ramos Paulo Tacaríndua (PhD))

Lionde, Novembro de 2023



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia Científica sobre **Avaliação de tolerância à seca em variedades locais de feijão nhemba (*Vigna unguiculata*L. Walp) na fase de plântula pelo método de caixa**, apresentado ao curso de licenciatura em Engenharia de Agrícola, na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção de grau de licenciatura em Engenharia de Agrícola

Apresentada e Defendida no dia 06 de Novembro de 2023

Júri

Supervisor: Custódio R. P. Tacarindua

(Prof. Dr. Custódio Ramos Paulo Tacarindua (PhD))

Avaliador 1: Norberto Armando Guilengue

(Prof. Doutor Norberto Armando Guilengue, PhD)

Avaliador 2: Ezequiel Azarias Manjate

(Eng. Ezequiel Azarias Manjate)

ÍNDICE

Declaração	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	iv
Índice de figuras	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Problema e Justificação	8
1.2 Objectivos.....	9
1.2.1 Geral	9
1.2.2 Específicos	9
1.3 Hipóteses	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Origem e classificação botânica	10
2.2 Cultura de feijão nhemba.....	10
2.3 Produção a nível mundial	11
2.3.1 Produção e consumo em Moçambique.....	11
2.4 Descrição das variedades	11
2.4.1 Variedade Nhatchengue	12
2.4.2 IT-16.....	12
2.5. Necessidades hídricas.....	12
2.6. Solos.....	12
2.7 Importância da água nas plantas.....	12
2.8. Défice Hídrico	13
2.8.1 Défice hídrico no feijão nhemba	13
2.9 Mecanismos adaptativos do estresse hídrico nas plantas	14
2.10 Métodos de Avaliação de tolerância ao défice hídrico	14
2.10.1 Triagem de campo.....	14
2.10.2. Triagem de vaso	14
2.10.3 Triagem de caixa	15
a) Vantagens	15
b) Desvantagens	15

3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	Materiais	16
	Tabela 1: Materiais e equipamentos usados durante a condução do experimento	16
3.2	Métodos	16
3.2.1	Caracterização da área de estudo e desenho experimental	16
3.2.2	Layout de experimento	18
3.2.3	Delineamento experimental e tratamentos	19
3.2.4	Condução do experimento	19
3.2.5	Sementeira	19
3.2.6	Rega	20
3.2.7	Indução a seca	20
3.2.8	Colecta de dados	20
3.2.8.1	<i>Altura da planta</i>	20
3.2.8.2	<i>Taxa de aumento da altura</i>	20
3.2.8.3	<i>Cumprimento e largura do folíolo central</i>	20
3.2.8.4	<i>Diâmetro do caule</i>	21
3.2.8.5	<i>Susceptibilidade à seca (SS)</i>	21
3.2.8.6	<i>Capacidade de Regeneração (CR)</i>	21
3.2.9	Análise de dados	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Resumo de anova	23
4.2	Altura de planta	24
4.2.1	Taxa de aumento de altura	24
	Tabela 4: Comparação média de taxa de aumento da altura	24
4.3	Diâmetro de caule	25
4.4	Comprimento e Largura de folíolo central	26
4.5	Susceptibilidade	26
4.6	Capacidade de recuperação	27
	Tabela 8: Classificação da Capacidade de recuperação	27
5	CONCLUSÃO	29
6	RECOMENDAÇÕES	30
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
8	APÊNDICES	34



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação e da orientação do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição por propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 13 de setembro de 2023

Atália Crescêncio Gueba

(Atália Crescêncio Gueba)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Inês Justino Mugabe que me deu um incentivo enorme desde o início da minha vida académica, ao meu pai que em vida lutou para que chegasse nessa etapa, aos meus familiares, amigos e colegas pelo apoio.

Com todo o meu amor, dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que fez com que meus objectivos fossem alcançados, durante os (4) quatro anos de estudo.

A minha mãe que lutou incansavelmente para que me formasse, que me incentivou nos momentos mais difíceis da minha vida.

Ao meu tio Manuel Gueba, a minha prima Sindy Gueba por todo o apoio financeiro e pela ajuda, que muito contribuíram para que eu começasse a me formar.

A minha tia Redina Armando Gueba, ao meu primo Avelino Armando Mucavel, a minha cunhada Elisa Cossa que compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Ao meu tutor Dr. Custódio Ramos Paulo Tacaríndua pelas correcções e ensinamentos, por conselhos, pela ajuda e paciência que teve comigo. Aí vai o meu profundo agradecimento!

Aos meus amigos e colegas em especial para o Herman Domingos Guente, Hileria Menia, Sofia com quem convivi durante quatro anos de estudo, por compartilharem momentos de aprendizado.

E a todos aqueles que directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Á todos

Serão lembrados eternamente!

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

ANOVA – Análise de Variância

AP – Altura da Planta

CDR – Capacidade de Regeneração CFC –

Comprimento do Foliolo Central cm –

Centímetro

DC – Diâmetro do Caule

DDS – Dias Depois da Sementeira

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FV – Fonte de Variação

GL – Grau de liberdade

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISPG – Instituto Superior Politécnico de Gaza

LFC – Largura do Foliolo Central mm –

Milímetros

NFC – Número de Folhas Compostas

SS – Suscetibilidade à Seca

TAA – Taxa de aumento de altura

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Materiais e equipamentos usados durante a condução do experimento	16
Tabela 2: Resumo da análise de variância representada pelos valores dos quadrados médios das variáveis Taxa de aumento da altura (TAA) e Comprimento e Largura do folíolo central (CFC e LFC), Diâmetro de Caule (DC)	23
Tabela 3: Tabela de resumo de anova	23
Tabela 4: Comparação média de taxa de aumento da altura	24
Tabela 5: Comparação média de diâmetro de caule.....	25
Tabela 6: Comparação média de Comprimento e Largura de folíolo central	26
Tabela 7: Classificação da susceptibilidade	27
Tabela 8: Classificação da Capacidade de recuperação	27
Tabela 9: Resumo de dados dos parâmetros analisados.....	34

Índice de figuras

Figura 1: Mapa da localização de Chokwe	23
Figura 2: Variação da temperatura de ar de Novembro	24
Figura 3: Variação da temperatura de ar de Dezembro.....	24
Figura 4: Layout do experimento	26
Figura 5: Grafico da taxa de aumento da altura planta	31

RESUMO

Um dos desafios que mais limitam a produtividade do feijão nhemba é a seca. A cultura actua, como importante fonte de emprego e renda nestas regiões. Nhatchengue, e Tchimanga são variedades locais produzidas no país incluindo na zona norte de Gaza, contudo ainda há poucas informações sobre o comportamento dessas variedades locais, por isso é importante identificar variedades tolerantes e susceptíveis à seca. O presente trabalho teve como objectivo avaliar a tolerância a seca de variedades locais de feijão nhemba na fase de plântula pelo método de caixa. O experimento foi desenvolvido no ano de 2022, na estufa do Instituto Superior Politécnico de Gaza. Para a realização deste trabalho 3 variedades de feijão-nhemba foram submetidas ao estresse hídrico usando o método de caixas de madeira, onde foi empregue o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três tratamentos e três repetições. As plântulas foram avaliadas baseando-se nos seguintes parâmetros, a saber: Altura da planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Comprimento e largura de folíolo (CLF), Susceptibilidade da seca (SS), e Capacidade de regeneração (CDR). Os dados foram colectados e submetidos à análise de variância a 5% de significância, usando o pacote estatístico Minitab 18, seguido do teste de Tukey a 5% de significância para a comparação de médias. Constatou-se que houve diferença significativa em todos os parâmetros excepto a Altura da planta de 7 e 14 dias. Entretanto, para recomendar a variedade local tolerante a seca é necessário que se observe cuidadosamente os parâmetros susceptibilidade a seca e a capacidade de regeneração das plântulas em outro ensaio similar.

Palavras-chave: Resistência, *Vigna unguiculata*, Água, Variedades tradicionais.

ABSTRACT

One of the challenges that most limit cowpea productivity is drought. The culture acts as an important source of employment and income in these regions. Nhatchengue, and Tchimanga are local varieties produced in the country including in the northern part of Gaza, however there is still little information about the behavior of these local varieties, so it is important to identify tolerant varieties and susceptible to drought. The present work aimed to evaluate the drought tolerance of local varieties of cowpea in the seedling stage by the box method. The experiment was carried out in the year 2022, in the greenhouse of the Instituto Superior Politécnico de Gaza. To carry out this work, 3 cowpea varieties were subjected to water stress using the wooden box method, where the Completely Randomized Design (DIC) was used, with three treatments and three replications. Seedlings were evaluated based on the following parameters, namely: Plant height (AP), Number of simple and compound leaves (NFS and NFC), Stem diameter (DC), Leaflet length and width (CLF), Susceptibility drought (SS), and regeneration capacity (CDR). Data were collected and subjected to analysis of variance at 5% significance, using the Minitab 18 statistical package, followed by Tukey's test at 5% significance for comparison of means. It was found that there was a significant difference in all parameters except for plant height 36 DDS, central leaflet length 22 DDS, central leaflet width 15 DDS, number of simple and compound leaves, stem diameter 29 DDS, drought susceptibility and Regeneration Capacity. However, in order to recommend the drought-tolerant local variety, it is necessary to carefully observe the parameters of drought susceptibility and seedling regeneration capacity in another similar test.

Keywords: Resistance, *Vigna unguiculata*, Water, Traditional varieties.

1. INTRODUÇÃO

O feijão nhemba é uma cultura originária da África e apresenta rusticidade e sua baixa exigência tanto em nutrição como em água tornando possível o seu cultivo em diferentes regiões (FREIRE FILHO, 2011). O feijão-nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma importante fonte de proteína consumida por populações de Moçambique. A cultura actual, também, como importante fonte de emprego e renda nestas regiões (FERREIRA, 2015).

Os maiores produtores e consumidores mundiais são a Nigéria, Níger e Brasil (SINGH *et al.*, 2002). Apresenta ciclo curto, em torno de 60 a 80 dias, baixa exigência hídrica, fertilidade do solo e é adaptado às condições de temperaturas elevadas (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2003).

Segundo COELHO *et al.* (2014), considera-se o feijão nhemba como sendo uma das principais fontes de proteína vegetal. O feijão nhemba apresenta em média 23 a 25%, de proteínas, é composto por todos aminoácidos essenciais redundância possui cerca de 62% de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura, com um teor médio de óleo de 2%, e, além disso, não contém colesterol (EMBRAPA, 2002).

O feijão nhemba é actualmente um dos alimentos mais consumidos em África, trata-se de uma rica fonte de proteínas, ferro, potássio e vitaminas do complexo B (FEITOSA *et al.*, 2017).

A tolerância ao estresse hídrico é uma das importantes defesas que a planta apresenta para manter a produção em condições de baixa disponibilidade de água, principalmente em áreas como o semiárido, onde a distribuição das chuvas é bastante irregular e o verão é extenso. Assim, é recomendado usar variedades mais rústicas, tolerantes ao estresse hídrico e com maior habilidade de recuperar-se após períodos de seca (BASTOS *et al.*, 2011).

Por possuir um elevado teor de nutrientes, o feijão nhemba é amplamente cultivado para a produção de grãos secos ou verdes e para o consumo humano, na forma in natura, de conserva ou desidratado, além de outras formas de consumo (ALVES *et al.*, 2009).

O presente trabalho foi desenvolvido na estufa do Instituto Superior Politécnico de Gaza com objectivo de avaliar a tolerância a seca de variedades locais de feijão nhemba na fase de plântulas na estufa num período de 50 dias.

1.1 Problema e Justificação

O feijão nhemba é uma cultura alimentar importante na economia e segurança alimentar da população em Moçambique. O feijão nhemba é uma leguminosa que desempenha um papel importante na composição da produção agrícola. Constitui alimento básico para a população,

exercendo a função social de suprir as necessidades alimentares das populações mais carentes (ABDULA, 2009).

O feijão nhemba é uma fonte de rendimento, no meio rural, onde os camponeses consomem e comercializam as folhas e o grão. Nos países menos desenvolvidos é amplamente cultivado pelos pequenos e médios produtores, sem o uso de irrigação, e, por isso, em mais de 60% do seu cultivo é observada deficiência hídrica em algum estágio de desenvolvimento da cultura (FERREIRA, 2015).

Nhatchengue, e Tchimanga são variedades locais produzidas no país incluindo na zona norte de Gaza, contudo ainda há poucas informações sobre o comportamento dessas variedades locais, por isso é importante identificar variedades tolerantes e susceptíveis à seca.

Portanto, o presente trabalho pretende estudar o grau de tolerância à seca das variedades locais de feijão nhemba para conhecer variedades tolerantes e não tolerantes à seca e recomenda-las para a produção em zonas áridas e sem-áridas.

1.2 Objectivos

1.2.1 Geral

- Avaliar diferentes variedades locais de feijão nhemba na fase plântula à tolerância ao estresse hídrico pelo método de caixa.

1.2.2 Específicos

- Analisar os parâmetros morfológicos (altura, diâmetro de caule, comprimento e largura de folíolo central, susceptibilidade) das plantas do feijão nhemba sob estresse hídrico;
- Analisar a capacidade de recuperação e a regeneração das plantas sob estresse hídrico;
- Identificar a variedade que pode ser potencialmente utilizada no desenvolvimento de variedades de feijão nhemba tolerantes à seca.

1.3 Hipóteses

Ho: As variedades locais de feijão nhemba usadas no presente estudo não são tolerantes à seca.

Ha: Pelo menos uma variedade local usada no presente estudo é tolerante à seca.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e classificação botânica

O feijão nhemba é considerado uma cultura de origem africana sobre tudo na parte do oeste e central, (FREIRE FILHO *et al.*, 2011).

O feijão nhemba é uma planta Dicotyledonea, que pertence a:

- Ordem: Fabales
- Família: Fabaceae
- Subfamília: Faboideae
- Tribo: Phaseoleae
- Género: *Vigna*
- Espécie: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

A subespécie *unguiculata* é subdividida em quatro cultigrupos, a saber: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (SANTOS, 2016).

2.2 Cultura de feijão nhemba

O feijão nhemba possui uma capacidade de adaptação, o que faz com que a possa ser cultivado em diferentes regiões, desde a latitude 40°N até 30°S, tanto em terras altas como baixas, é tolerante a temperaturas de 18 a 34°C, sendo que temperaturas fora dessa faixa torna o desenvolvimento insatisfatório com predominância do desenvolvimento da parte vegetativa em detrimento da produção de grãos (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2002). Além disso, o acúmulo térmico pode influenciar na duração do ciclo da cultura ou nos estágios fenológicos de uma determinada variedade (MEDEIROS *et al.*, 2000).

A mudança do ciclo pode ocorrer pelo aumento da radiação solar, que por sua vez pode ser considerada um factor de grande importância para o crescimento e desenvolvimento vegetal, uma vez que influencia directamente na fotossíntese das plantas. Sob condições favoráveis de solo e clima e quando pragas e doenças deixam de ser factores limitantes, a máxima produtividade de uma cultura passa a depender principalmente da taxa de interceptação de luz e da assimilação de CO₂ pelas plantas.

De acordo com SANTOS (2016), a interceptação da energia luminosa no feijão nhemba geralmente é alta devido às folhas e de coloração verde escura. Os autores, avaliando a taxa de fotossíntese líquida e a absorção da radiação fotossinteticamente activa por esta cultura,

observaram que apenas 4,3% da energia luminosa foi reflectida pelas folhas de feijão nhemba em condições óptimas de água no solo.

2.3 Produção a nível mundial

De acordo com os dados da FAO (2012), O feijão nhemba atingiu uma produção anual de 3,6 milhões de toneladas no ano de 2017 numa área de 12,5 milhões de hectares. O feijão nhemba é predominantemente produzido em África. Estatísticas da FAOSTAT (2012), indicam que cerca de 95% da produção total mundial da cultura estimadas em cerca de 5,737,836 toneladas e 98% da área total mundial estimada em cerca de 10,688,653 hectares são feitos em África. Dentre os maiores produtores da cultura destacam-se a Nigéria, seguida de Níger, Burkina Faso e República Unida da Tanzânia (ALFREDO e CHIULELE, 2013).

2.3.1 Produção e consumo em Moçambique

Segundo Gimo (2008), o feijão nhemba é cultivado numa área de aproximadamente 18.000 hectares com o rendimento de 300Kg por hectare, esta cultura é produzida em quase todo o país, Inhambane é a província com maior área seguida por Nampula, Zambezia, Maputo, Gaza e cabo delgado com áreas significativas.

Em Moçambique calcula-se que, aproximadamente, 82% do feijão nhemba é produzido sob forma de consociação com mapira, milho, mandioca e batata-doce. Este sistema de cultivo do feijão-nhemba constitui a base alimentar de muitas populações rurais moçambicanas devido ao seu elevado valor nutritivo predomina em quase todo o país, com excepção de Nampula, Cabo Delgado e Niassa, onde é frequente o cultivo puro. A província de Nampula destaca-se por ser a maior produtora de feijão nhemba com uma área estimada em mais de 64 mil hectares. Em segunda, terceira, quarta, quinta e sexta posição encontram-se as províncias de Tete, Inhambane, Zambézia, Gaza e Cabo Delgado, ocupando áreas de cerca de 55 mil, 51 mil, 40 mil, 40 mil e 36 mil hectares, respectivamente (GUILENGUE, 2013).

Esta leguminosa é comercializada sob forma de grão. Os principais factores limitantes para os camponeses são a irregularidade da chuva, baixa fertilidade de solo, baixa qualidade da semente, pouca disponibilidade de meio de produção, fraco sistema de armazenamento, a falta de incentivos para a comercialização e deficiente assistência por parte da rede de extensão local (ALFREDO, 2014).

2.4 Descrição das variedades

Segundo GIMO (2008), as variedades de feijão nhemba podem ser divididas em três grupos característicos segundo o fotoperíodo:

- Variedade determinada insensível ao fotoperíodo;
- Variedade indeterminada insensível ao fotoperíodo; e Variedade indeterminada sensível ao fotoperíodo.

2.4.1 Variedade Nhatchengue

É uma variedade cultivada na região sul e norte de Moçambique em particular na província de Inhambane, distrito de Vilanculos. É uma variedade prostrada, com um crescimento indeterminado, propaga-se em todas direcções (VENTURA, 2008). É classificada como uma das variedades que não são muito sensíveis ao fotoperíodo (GIMO, 2008).

2.4.2 IT-16

É uma variedade de origem Moçambicana, de semente média, castanha, erecta, é uma variedade com crescimento determinado com um ciclo muito precoce (ALFREDO, 2013).

2.5. Necessidades hídricas

Segundo EMBRAPA (2002), o feijão nhemba é uma cultura que exige no mínimo uma precipitação de 300 mm para que produza sem a necessidade da prática de irrigação. O feijão nhemba é cultivado tanto nas regiões áridas e semi-áridas onde a precipitação média anual é inferior a 600 mm quanto nas regiões de florestas onde a precipitação média anual varia entre 1000 e 1500 mm (SINGH e RACHIE, 1985; ALFREDO e CHIULELE, 2013).

2.6. Solos

O feijão nhemba pode ser produzido em todos tipos de solo mas com destaque os Latossolos amarelos, Latossolos amarelos-vermelhos, argissolos vermelhos-amarelos. De uma maneira geral o feijão nhemba desenvolve-se em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e doptados de média a alta fertilidade (EMBRAPA, 2002).

2.7 Importância da água nas plantas

A entrada de água na planta ocorre por meio da absorção. As plantas absorvem água em toda a sua superfície, mas a maior parte do suprimento de água vem do solo. O crescimento, desenvolvimento e a produtividade de qualquer cultura é impactada directamente pela falta de água, algumas culturas sofrem mais com este efeito do que outras. No entanto, o factor hídrico é fundamental para o desenvolvimento e produtividade das culturas, uma vez que a presença de água torna possível todos os fenómenos físicos, químicos e biológicos, os quais são essenciais, para o desenvolvimento das plantas. A água é uma substância mais abundante em plantas em crescimento activo, podendo constituir cerca de 90 % do peso fresco de muitos

órgãos. Embora em sementes e em tecidos muito lignificados possam ter valores muito inferiores: 15 % ou mesmo menos. (DIAS, 2008).

2.8. Déficit Hídrico

O déficit hídrico se conceitua na falta de água no solo para a demanda, o que leva a absorção de água e alguns nutrientes pelo sistema radicular da planta a ser reduzido, causando prejuízos. Todas as plantas precisam de água para germinar, se desenvolver e produzir normalmente, sua falta possui vários efeitos diante ao crescimento vegetal, atrapalhando etapas como a inibição da fotossíntese, expansão radicular e outros, em casos extremos a falta de água no solo para a demanda pode levar a ocorrer a morte da planta, já que a escassez causa os fechamentos dos estomáticos em forma de defesa, para que haja redução da transpiração, mudanças anatômicas, alteração fotossintética e murchamento da folha. O estresse hídrico ocasiona mudanças na anatomia, fisiologia da planta, com grau de intensidade dependendo do tipo de cultura, afectando os estágios de desenvolvimento da planta. (MARENCO e LOPES, 2009).

O déficit hídrico pode afectar o desenvolvimento da cultura de feijão nhemba, principalmente quando a mesma encontra-se em fase de desenvolvimento, podendo isso acontecer em culturas de diferentes espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

TAIZ e ZEIGER (2013), reforçam que a prática da irrigação de culturas mostra que a água é um recurso chave que limita a produtividade agrícola. Tendo em conta que durante períodos de seca, as plantas sofrem défices hídricos que levam à inibição do crescimento e da fotossíntese.

2.8.1 Déficit hídrico no feijão nhemba

SILVA *et al* (2010), afirmaram que as plantas de feijão nhemba quando submetidas à deficiência hídrica, observaram reduções no potencial hídrico foliar, condutância estomática e transpiração, com aumento na resistência difusiva ao vapor de água, mediante o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, em consequência, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese.

De acordo com Sousa *et al.* (2009), o efeito do estresse hídrico no feijão nhemba causa reduções nos componentes de produção e é mais severo quando ocorre nas fases de floração e frutificação. GUIMARÃES *et al.* (2006), a deficiência hídrica nas plantas é tanto maior quanto menor o suprimento de água pelas raízes e o efeito do estresse hídrico nos diferentes estádios de crescimento e produção de grãos, principalmente, durante as fases de floração e formação

das vagens na cultura do feijão nhemba, reduz a produção em 44 e 29%, respectivamente, quando comparado com plantas que não sofreram estresse hídrico.

De acordo com GOMES FILHO e TAHIM (2002), o feijão nhemba é considerado uma cultura tolerante à seca, contudo pesquisas têm mostrado que a ocorrência de estresse hídrico no feijão nhemba, principalmente no período crítico da cultura, restringe a uma fase reactivamente curta entre a época de floração e o início da maturação (enchimento dos grãos).

2.9 Mecanismos adaptativos do estresse hídrico nas plantas

As plantas para sobreviverem ao déficit hídrico desenvolveram alguns mecanismos de resistência à seca que podem ser divididos em escape, retardo e tolerância. No *escape*, as plantas adaptam uma estratégia de “fuga” apresentando rápido desenvolvimento fenológico e alto grau de plasticidade, sendo capazes de completar seu ciclo de vida antes que o déficit hídrico torne-se severo o bastante para provocar dano fisiológico. O *retardo* da desidratação corresponde à manutenção do turgor e volume celular, tanto pela absorção de água por um sistema radicular abundante quanto pela redução da perda por transpiração através do fechamento estomático ou por vias não estomáticas como a cutícula. Por fim, a *tolerância* à seca é um mecanismo que permite à planta manter o metabolismo, mesmo com a redução do potencial hídrico dos tecidos, devido principalmente ao acúmulo de solutos compatíveis ou osmólitos, proteínas osmoprotetoras e à capacidade antioxidante (VERSLUES *et al.*, 2006).

2.10 Métodos de Avaliação de tolerância ao déficit hídrico

Vários métodos têm sido usados para estimar a tolerância à seca e o uso da água eficiência que envolvem a medição do potencial hídrico, turgidez relativa e difusão déficit de pressão, índice de estabilidade da clorofila e discriminação de isótopos de carbono.

2.10.1 Triagem de campo

A triagem de campo é difícil devido a chuvas incertas e diferentes fotoperíodo e temperaturas na estação seca. Com o grau de senescência prematura, produção de biomassa e rendimento de sementes, as variedades são classificados como tolerantes à seca ou susceptíveis (AGBICODO, 2009).

2.10.2. Triagem de vaso

A triagem em vaso é um método confiável que consiste em identificar genótipos tolerantes ou susceptíveis à seca, sendo que a sua prática é uma configuração fácil em ambiente controlado e adaptável para a triagem de um grande número de genótipos (AGBICODO, 2009).

2.10.3 Triagem de caixa

É um método de triagem simples que discrimina com precisão a tolerância ou susceptibilidade à seca. É um método simples, rápido e eficiente utilizado para a identificação de tolerância à seca em plântulas de feijão nhemba, para a avaliação usam-se caixas de madeira preenchidas com substrato como local para a sementeira das plantas a serem avaliadas. As caixas são então irrigadas até as plantas alcançarem o estágio de plântulas para então ser suspensa a irrigação. Contam-se os dias até a murcha severa das plantas na caixa e com esses dados é possível fazer um teste de médias para identificar variedades que tenham maior tolerância ao estresse hídrico.

Esse método tem sido utilizado para avaliar variedades de feijão nhemba sensíveis e tolerantes ao estresse hídrico severo, e sua utilização tem gerado bons resultados, conseguindo revelar diferenças no comportamento das variedades quanto à tolerância à seca (AGBICODEO *et al.*, 2009). Além disso, os resultados obtidos com esse método, demonstraram uma estreita semelhança com os resultados obtidos com experimentos realizados em campo para diversas culturas (soja, batata doce e feijão) tanto na fase de plântula, como na fase reprodutiva tendência que permite a utilização apenas desse método em avaliações futuras, o que diminuiria gastos e tornaria as avaliações mais simples e rápidas.

a) Vantagens

- É um método rápido, eficiente e simples;
- As mudas das caixas de madeira podem ser salvos e transplantados para mais testes e selecção de progénies.

b) Desvantagens

- Necessidade de avaliação diária das variedades até a morte de todas as variedades susceptíveis;
- Os dados anotados podem variar entre avaliadores, pois o parâmetro de murcha permanente é visual e, relativamente, subjectivo;
- Exige a uniformidade das plantas no experimento para garantir a avaliação correcta.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os materiais que foram usados no decurso do estudo encontram-se dispostos na tabela abaixo:

Tabela 1: Materiais e equipamentos usados durante a condução do experimento

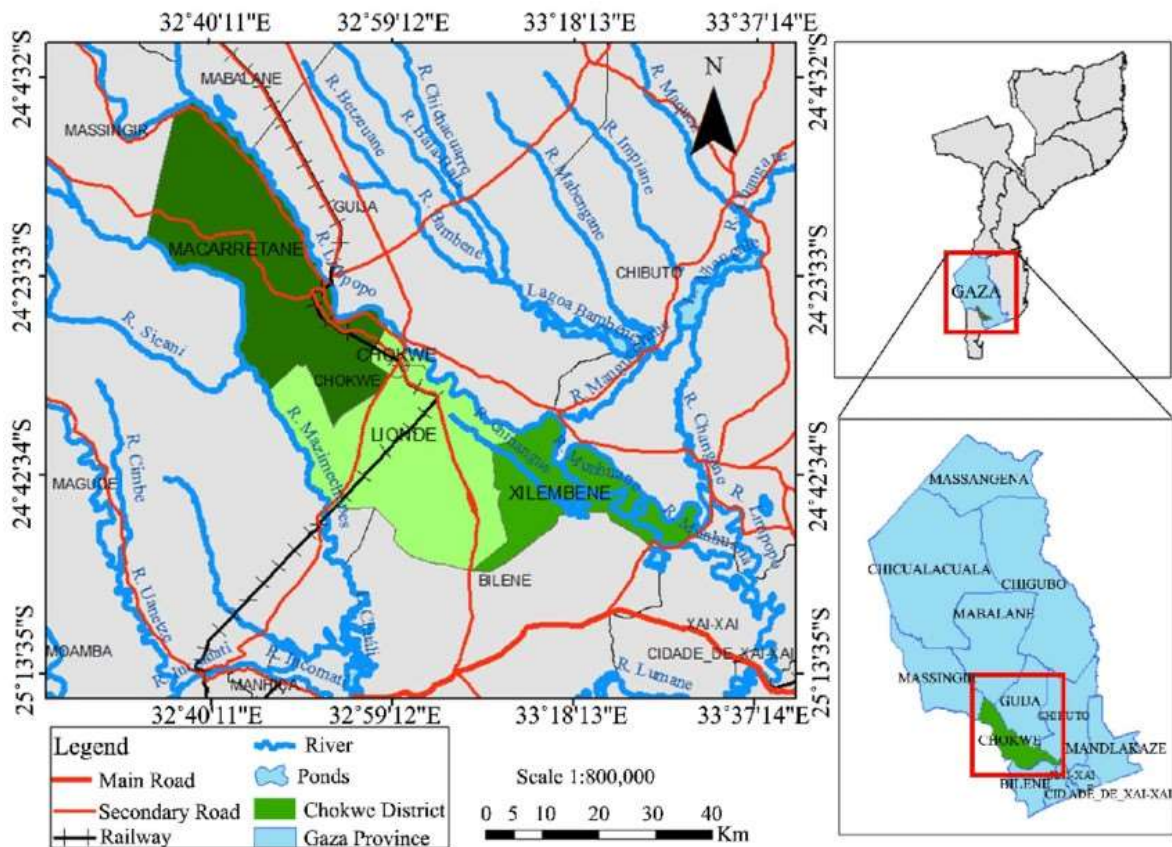
Caixas de madeira	Solo	Etiquetas
Regador	Água	Régua graduada de 30cm
Paquímetro digital	NPK	Bloco de Notas
Sementes de feijão nhemba	Pá	Esferográfica

3.2 Métodos

3.2.1 Caracterização da área de estudo e desenho experimental

O estudo foi realizado na estufa agrícola do Instituto Superior Politécnico de Gaza, posto administrativo de Lionde, distrito de Chókwè, província de Gaza. O distrito de Chókwè esta situado a sul da província de Gaza, no curso médio do Limpopo, tendo como limites a Norte o rio Limpopo que o separa dos distritos de Massingir, Mabalane e Guija, a Sul o distrito de Bilene e o rio Mazimuchope que o separa do distrito de Magude, a Este confina com os distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste com os distritos de Magude e de Massingir (MINISTÉRIO ESTATAL, 2005). O distrito de Chókwè tem a sua sede especificamente nas seguintes coordenadas geográficas: 24°05' e 24°48' Latitude Sul; 32°33' e 33°35' Longitude Este (INE, 1999). O clima é dominado pelo tipo semiárido (seco de savana), onde a precipitação varia dos 500 a 800mm, temperaturas médias variam entre os 22°C e 26°C e a humidade relativa média anual entre 60-65%, confirmando o gradiente do litoral para o interior, enquanto a evapotranspiração potencial de referência é de ordem dos 1400 á 1500mm.

Figura 1: Mapa da localização de Chokwe



Fonte: Sousa e tal. 2020

Segundo os dados meteorológicos, o distrito de chokwe registou uma temperatura média de máxima média de 31,9 °C e mínima média de 20,9 °C para o mês de Novembro e o mês de Dezembro registou uma temperatura média de máxima de 33,8 °C e mínima média de 22,5 °C. (Ver figura 2 e 3).

Figura 2: Variação da temperatura de ar de Novembro

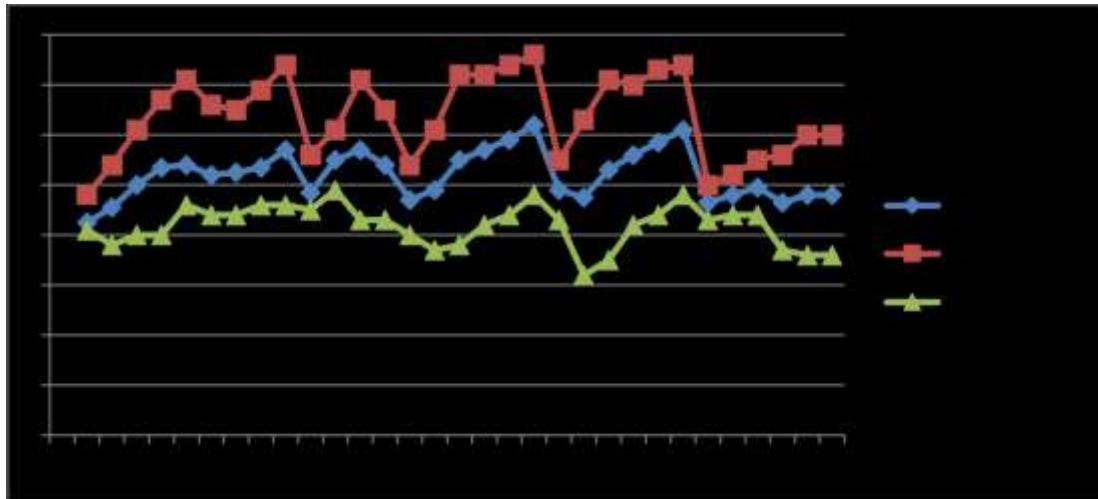
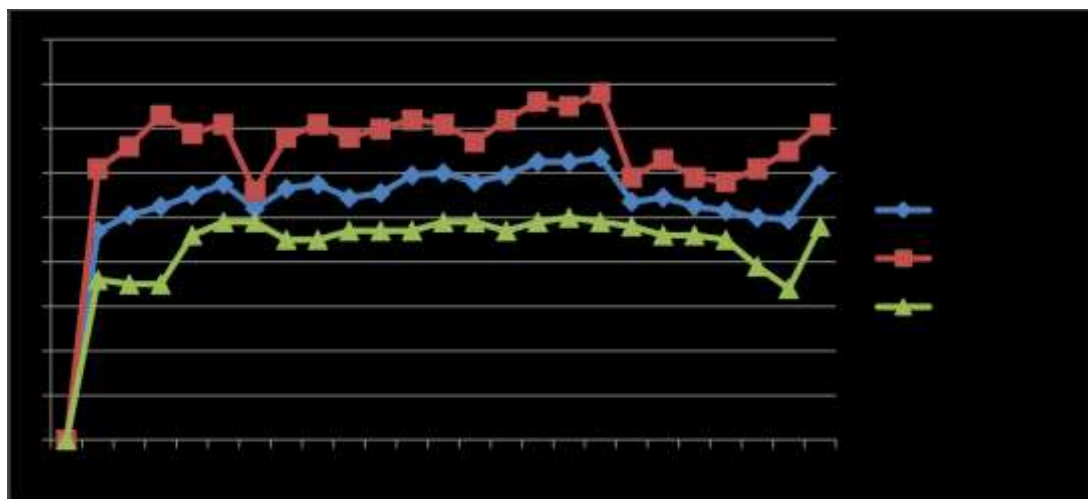
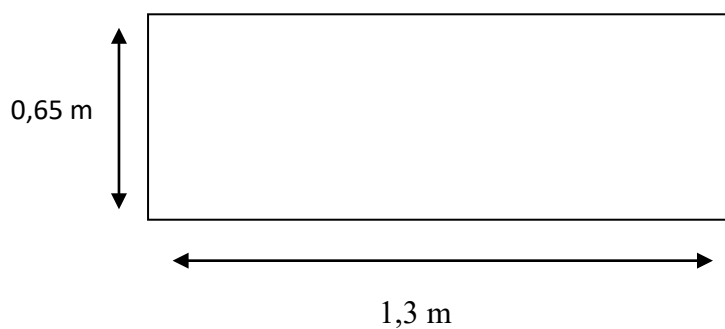


Figura 3: Variação da temperatura de ar de Dezembro



3.2.2 Layout de experimento



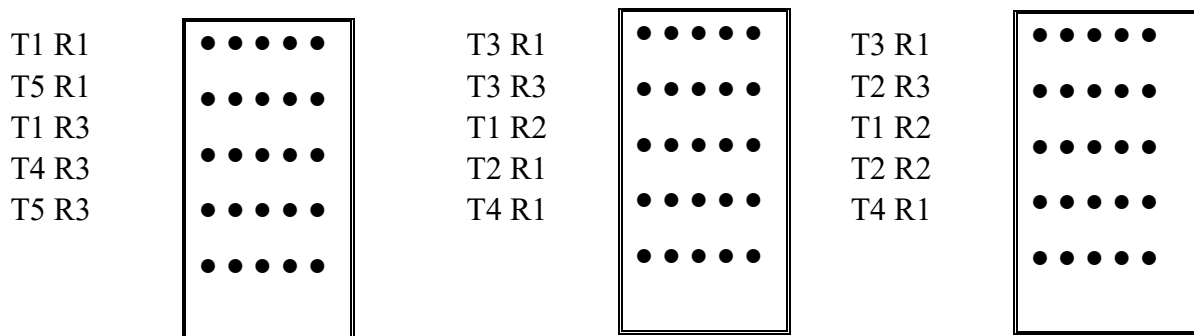


Figura 4: Layout do experimento

3.2.3 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido na estufa do Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG) no Distrito de Chókwe, foi usado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 3 repetições. Foram avaliadas cinco (5) variedades de feijão nhemba (T3Nhatchengue, T2-Tchimanga, T4-Desc8, T-5Sakana, T1-IT16) que constituíam os tratamentos repetidos 3 vezes.

3.2.4 Condução do experimento

O ensaio teve no total 3 caixas de madeira e inicialmente cada caixa continha 25 plântulas, sendo 5 de cada tratamento, passado 4 dias 3 variedades(IT-16, Tchimanga e Nhatchengue) emergiram e duas variedades não emergiram(Desc8 e Sakana) devido a qualidade da semente, ficando assim 45 plântulas no total. O ensaio foi implementado seguindo as seguintes fases: desenho experimental, indução a seca, recolha de dados, análise de dados.

3.2.5 Sementeira

Três (3) caixas de madeira de 130cm de comprimento e 65cm de largura e tábuas de 2,5cm de espessura foram dispostas em uma estufa com condições ambientais não controlados (pois a estufa ainda encontrava-se em construção). Estas caixas, foram foradas equidistantemente em fileiras para permitir a saída de água durante a irrigação e foram preenchidas até 12cm com o solo franco-argiloso, deixando 3cm para a rega. O solo foi adubado com o fertilizante NPK com a formulação 12-24-12 com uma quantidade de 42.25g por caixa totalizando 126.75g para todas as caixas.

A sementeira foi feita, colocando-se duas sementes em cada cova e uma semana depois as plântulas foram desbastadas deixando apenas uma plântula por covacho.

3.2.6 Rega

A rega foi feita diariamente nas primeiras horas do dia até 15 dias depois da sementeira, este processo era realizado uma vez por dia, com ajuda de um regador de 10L.

3.2.7 Indução a seca

As plantas foram induzidas à seca 15 dias depois da sementeira, quando 60% das variedades apresentavam a primeira folha trifoliada/composta. As plantas foram induzidas à seca em condições ambientais da estufa não controladas, foram apenas medidas as temperaturas de Chókwè nos meses de Novembro e Dezembro e as mesmas variaram entre 20-28°C.

3.2.8 Colecta de dados

Os dados foram colectados no período de manhã, a partir do dia em que a rega foi suspensa. Para a colecta de dados foram usadas três plantas centrais como área útil para cada tratamento e foram medidas as seguintes variáveis:

3.2.8.1 *Altura da planta*

A altura da planta foi colectada a partir da medição do tamanho da plântula da base da planta até a primeira folha composta. Para medir a altura da planta usou-se uma régua de metro, foram feitas três (3) medições, que tiveram seu início no dia da indução da rega e aos 7 e 14 dias após serem induzidas a seca as plantas.

3.2.8.2 *Taxa de aumento da altura*

Após determinar a altura das plantas por meio de medições com auxílio a régua graduada, nos intervalos de 1-14 dias, calculou-se a taxa de aumento da altura, pela seguinte equação:

$$TAA = (AP_2 - AP_1)/(T_2 - T_1) \quad \text{Fórmula 1}$$

Onde:

- TAA – Taxa de aumento da altura;
- AP₂ e AP₁ – Altura da Planta final e inicial, respectivamente;
- T₂ – T₁ – Tempo de colecta final e inicial, respectivamente.

3.2.8.3 *Cumprimento e largura do folíolo central*

Para a medição dessas variáveis também usou-se uma régua graduada em cm, após sete dias de estresse não foi mais possível medir esses parâmetros, visto que, as folhas ficaram murchas.

3.2.8.4 Diâmetro do caule

Foi possível medir esse parâmetro com ajuda de um parquímetro digital a 2cm acima da superfície do solo com precisão de milímetro. A medição foi feita durante duas vezes (1 e 7) dias de imposição de estresse hídrico e determinou-se a média das repetições e tratamentos.

3.2.8.5 Susceptibilidade à seca (SS)

Esse parâmetro foi avaliado quando 60% da variedade susceptível apresentava murcha permanente. Após sete (7) dias da imposição da rega a variedade Nhatchengue apresentou murcha permanente nas folhas e determinou-se a susceptibilidade usando uma escala de 17, onde:

- 1-3,9 – plantas com baixa susceptibilidade (Baixa); □ 4-5,9-plantas com média susceptibilidade (Media);
- 6-7: plantas com alta susceptibilidade (Alta).

3.2.8.6 Capacidade de Regeneração (CR)

Após 21 dias da imposição da seca a rega foi retomada por catorze dias para medir a capacidade de regeneração das plantas.

Para medir essa variável usou-se a escala feita por Ajayi et al. (2018). Esta variável foi determinada aos catorze (14) dias após a retomada da rega. Usou-se o verde do caule e o recrescimento para se determinar a capacidade de regeneração.

O verde de caule foi determinado usando uma escala de 0 a 3 onde:

- 0 demonstra plantas mortas,
- 1 demonstra plantas com caule amarelo (planta recuperada),
- 2 demonstra plantas com caule amarelo esverdeado (planta recuperada) e
- 3 demonstra caule completamente verde (planta viva).

O recrescimento foi determinado usando uma escala de 0 a 3, onde:

- 0 demonstra plantas mortas,
- 1 demonstra planta sem recrescimento,
- 2 demonstra planta com recrescimento das gemas axilares e
- 3 planta com recrescimento dos meristemas apicais.

3.2.9 Análise de dados

Os dados foram analisados com auxílio do software Minitab 18, em que foram analisados os seguintes pressupostos de normalidade, homogeneidade de variância dos tratamentos e actividade do modelo para permitir a realização da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resumo de anova

Os resultados de ANOVA ilustram que as variedades diferem significativamente quanto a Taxa de aumento da altura, Comprimento do folíolo central, Largura do folíolo central e Diâmetro do caule. Contudo, não houve efeito significativo das variedades na Taxa de aumento de altura nas medições de 7 e 14 dia.

Tabela 2: Resumo da análise de variância representada pelos valores dos quadrados médios das variáveis Taxa de aumento da altura (TAA) e Comprimento e Largura do folíolo central (CFC e LFC), Diâmetro de Caule (DC).

Tabela 3: Tabela de resumo de anova

FV Quadrados Médios (QM)

	GL	TAA	TAA	TAA	CFC	LFC	DC	DC
		1	7	14	1	1	1	7
Trat	4	1252,8*	542,6 ^{ns}	6828 ^{ns}	4,70*	2,133*	1,70*	1,51*
Erro	10	93,52	122,9	8157	0,76	0,09	0,06	0,08

Legenda: * – significativo e ^{ns} – não significativo a 5% de probabilidade (P <0.05); 1 e 7 – número e intervalo de colectas e m – média das colectas.

4.2 Altura de planta

4.2.1 Taxa de aumento de altura

A análise de variância demonstrou que houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos a nível de 5% de probabilidade quanto a taxa de aumento da altura no primeiro dia da colecta de dados, e não houve diferenças estatísticas nos tratamentos aos 7 e 14 dias da colecta de dados. Portanto observa-se que na primeira semana da indução a seca as plantas aumentaram de altura e a partir da segunda semana e na terceira as plantas diminuíram da altura (ver gráfico 5).

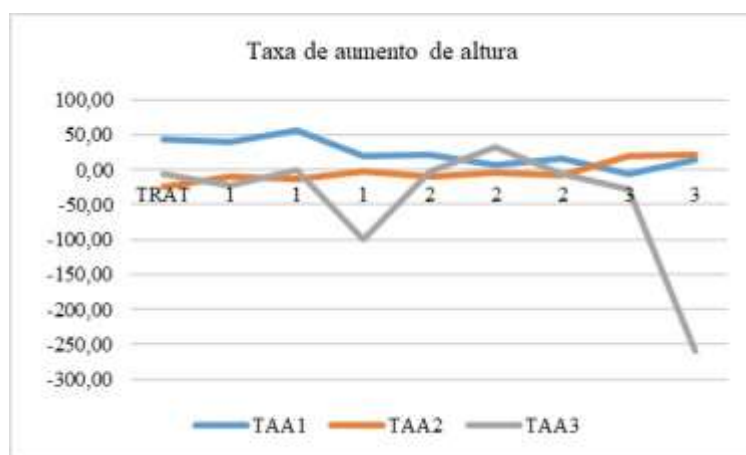


Figura 5: Gráfico da taxa de aumento da altura planta

Tabela 4: Comparação média de taxa de aumento da altura

Tratamento	Variedade	Altura 1	Altura 7	Altura 14
T1	IT16	46,52A	-15,76A	-10,14A
T2	Tchimanga	16,33B	-4,71A	-22,6A
T3	Natchengue	7,57B	11,00A	-98,3A

*As médias seguidas pela mesma letra na vertical (entre variedades) não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de *Tukey*.

De acordo com Portes *et al.* (2000), o crescimento é resultado da influência de factores exógenos (água, O₂, CO₂, temperatura, luz envolvidos na fotossíntese e nutrientes minerais procedentes do solo) e endógenos (tecidos em estágio potencial de crescimento, controlo genético, síntese e acção de hormónios de crescimento). Portanto Pinto (2006), ao estudar respostas morfológicas e fisiológicas do feijão nhemba, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica, observa reduções da altura nas plantas avaliadas.

Resultados achados por Correia e Nogueira (2004) demonstraram reduções na altura da planta na cultura de amendoim sob deficiência hídrica. As reduções da taxa de aumento de altura da planta, pode estar associada a suspensão da rega, que dificultou a absorção de nutrientes minerais tais como o nitrogénio (N), procedentes do solo.

Conforme Marcos Filho, (2005), a escassez hídrica pode afectar as diferentes fases do desenvolvimento do feijão, dentre elas, o desenvolvimento inicial, pois, a água é um dos factores que mais compromete esta fase, já que é a responsável pela activação do metabolismo e por outras etapas envolvidas no processo no desenvolvimento da planta.

4.3 Diâmetro de caule

A análise de variância demonstrou que houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos a nível de 5% de probabilidade quanto ao diâmetro de caule no primeiro dia da medição e no segundo dia da medição. Por tanto o tratamento T2 obteve maior média de diâmetro de caule nos dois dias da medição. O diâmetro de caule reduziu após a primeira semana da indução a seca.

Tabela 5: Comparação média de diâmetro de caule

Tratamento	Variedade	Diâmetro 1	Diâmetro 7
T1	IT16	2,83B	2,86B
T2	Tchimanga	3,95A	3,71A
T3	Natchengue	2,52B	2,30B

*As médias seguidas pela mesma letra na vertical (entre variedades) não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Bertolli *et al.* (2012) ao submeter plantas de soja e feijão-caupi à seca e avaliar a recuperação da taxa fotossintética dessas plantas, observaram reduções do caule quando as plantas são submetidas ao estresse hídrico. Por tanto os mesmo resultados foram observados no presente trabalho.

Resultados similares foram encontrados por Pinto (2006) estudando respostas morfológicas e fisiológicas do amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica onde observou reduções drásticas de diâmetro de caule sob défice hídrico, portanto a redução de diâmetro de caule das plantas constitui um mecanismo morfológico de defesa contra a deficiência hídrica. Os mesmos resultados consolidam-se com os encontrados por Soares (2021) estudando desenvolvimento do feijoeiro submetido ao estresse por déficit hídrico, observou maior

reduções de diâmetro de caule no tratamento com 100% de água disponível, e menor média foi observada nos tratamentos com 40% de água disponível.

4.4 Comprimento e Largura de folíolo central

A análise de variância demonstrou que houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos a nível de 5% de probabilidade quanto ao comprimento e largura de folíolo central. Portanto observa-se que no CFC o tratamento T2 teve maior média e no LFC o tratamento T3 obteve a maior média.

Tabela 6: Comparação média de Comprimento e Largura de folíolo central

Tratamento	Variedade	CFC	LFC
T1	IT16	6,64AB	2, 34 B
T2	Tchimanga	7,50A	2, 78 B
T3	Natchengue	4,89B	3, 98 A

*As médias seguidas pela mesma letra na vertical (entre variedades) não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de *Tukey*.

Silva *et al* (2010), ao estudarem plantas de feijão nhemba submetidas à deficiência hídrica, observaram reduções no potencial hídrico foliar, que causava condutância estomática e transpiração, com aumento na resistência difusiva ao vapor de água, mediante o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, em consequência, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese.

De acordo com QUILAMBO (2000), o estresse hídrico provoca o alongamento da raiz, a produção da matéria seca dos componentes vegetativos entre as plantas, a expansão das folhas e a alongação do caule, além de alterar o processo de absorção de nutrientes devido a baixa disponibilidade hídrica no ambiente e à baixa actividade fotossintética.

Segundo AJAYI *et al.* (2018), ao fazer a Triagem para tolerância à seca em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na fase de mudas sob condição de casa de tela, observou o comprimento e a largura dos folíolos terminais apenas no dia 7 de estresse hídrico, e constatou que, a maioria dos folíolos terminais marcados em todos os acessos murcharam antes do dia 14 de estresse hídrico.

4.5 Susceptibilidade

Observou-se após 7 dias da indução da rega das plantas onde constatou-se que os T1 e T3 foram classificadas na escala de média susceptibilidade e o T2 foi classificado como da baixa

susceptibilidade. Aos 14 dias o T1 foi classificado como da média susceptibilidade e o T2 foi classificado como da baixa susceptibilidade e o T3 foi classificado como da alta susceptibilidade. Aos 21 dias o T1 foi classificado como da alta susceptibilidade, o tratamento T2 foi classificado como de média susceptibilidade e o T3 foi classificado como da alta susceptibilidade.

Tabela 7: Classificação da susceptibilidade

Tratamentos	SS		
	7	14	21
IT16	Média	Média	Alta
Tchimanga	Baixa	Baixa	Média
Natchengue	Média	Alta	Alta

Segundo ARAUJO (2021), o déficit hídrico é um factor abiótico que afecta directamente o desenvolvimento das plantas, provocando alterações morfológicas. A murcha das plantas é a consequência do estresse hídrico, e pode ser observado visualmente e avaliar diferentes intensidades do estresse nas plantas de feijão nhemba.

Segundo Mwale et al. (2017) num estudo sobre resposta de génotipos de feijão nhemba à seca onde observaram génotipos de feijão nhemba apresentaram altos índices de murcha das folhas após a primeira semana de estresse hídrico, e génotipos que apresentaram índices de murcha mais baixos durante todo o período de estresse. Esses dados foram observados no presente estudo, onde destaca-se altos inde no T1 e T3. E baixos indeces de estrsse são observados no T2.

4.6 Capacidade de recuperação

Observa-se na tabela abaixo que nenhuma plantas da variedade em estudo recuperaram-se.

Tabela 8: Classificação da Capacidade de recuperação

Tratamento	Variedade	Verde Caule	Recrescimento
T1	IT16	0	0
T2	Tchimanga	0	0
T3	Natchengue	0	0

Algumas plantas estavam vivas com a retoma da rega, por tanto mesmo assim não recuperaram-se mesmo com a rega diária. Esses resultados corroboram com os achados por Ajayiet al.

(2018) num estudo de Triagem para tolerância à seca em feijão nhemba na fase plântula usando o método de vaso, onde observaram mortes de algumas plantas após a retoma da rega. Resultados similares foram achados por Gondim (2016) onde não verificou plantas recuperadas após serem induzidas ao estresse hídrico a tolerância à seca por meio do parâmetro “número de dias para a murcha permanente” usando método de caixas.

Portanto Fiege (2017) estudou tolerância ao estresse hídrico em diferentes variedades de feijão-caupi em fase de plântula em 22 variedades, identificou 10 variedades tolerantes a seca e 12 susceptíveis a seca, usou a murcha e a percentagem de recuperação como parâmetros indicadores de tolerância ao estresse hídrico.

Vários factores podem ter contribuído para a não recuperação das plantas, como por exemplo: a não caracterização prévia das variedades para se observar se o desenvolvimento é semelhante ou não; combinação de estresse hídrico e estresse térmico, pós o experimento foi realizado na época quente e as temperaturas durante o período eram muito elevadas;

5 CONCLUSÃO

Após a realização do presente trabalho conclui-se que:

- O estresse hídrico exerceu efeito significativo nas variáveis estudadas no experimento, alterando o desenvolvimento vegetativo das mudas de feijão nhemba, pois, as plântulas apresentaram efeito morfológico durante todas as avaliações.
- Constatou-se que a variedade Tchimanga apresentou a média susceptibilidade e as variedades IT16 e Nhatchengue apresentaram a alta susceptibilidade.
- Conclui-se que a variedade Tchimanga apresentou mecanismos de tolerância à seca.
- Não foi possível identificar variedade tolerante a seca por meio de parâmetros de recuperação das plantas.

6 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se:

- A realização de um experimento idêntico com o aumento de tratamentos ou de repetições.
- O apoio da instituição de ensino no financiamento dos experimentos realizados pelos estudantes.
- Que se faça as medições da temperatura interna da estufa no período de ensaio.
- Se observe cuidadosamente os parâmetros susceptibilidade a seca e a capacidade de regeneração das plântulas em outro ensaio similar com o período de estresse reduzido para 7-14 dias.
- A não realização de um ensaio similar em condições em que a estufa se encontra (condições não controladas).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdula, C. G. *Efeito de Stress Hidrico no crescimento de tres variedades de Feijão Nhemba (Vigna unguiculata (L.) Walp.)*, UEM, Maputo: s.n, 2009

Agbicodo, E. M. *et al. Breeding drought tolerant cowpea: constraints, accomplishments, and future prospects*. Euphytica, 2009.

Agbicodo, E. M. *et al. Breeding drought tolerant cowpea: constraints, accomplishments, and future prospects*. Euphytica, 2009.

Alfredo, J. A. *Avaliação do Desempenho de Genótipos de Feijão Nhemba (Vigna unguiculata (L.) Walp.) e Estabilidade de Rendimento do Grão na região sul de Moçambique*, Maputo: s.n, 2014.

Alves, J. M. A.; Araújo, N. P.; Uchôa, S. C. P.; Albuquerque, J. A. A.; SILVA, A. J.; Rodrigues, G. S.; Silva, D. C. O. *Avaliação agro econômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima*. Agro@ambiente, v. 3 n. 1, p. 15-30, 2009.

Bastos, E. A.; Nascimento, S. P.; Silva, E. M. DA; Freire Filho, F. R.; Gomide, R. L. *Identification of cowpea genotypes for drought tolerance*. Revista Ciência Agronômica, v.42, p.100-107, 2011.

Coêlho, JLS, Silva, RM, Baima, WDS, Gonçalves, HRO, Neto, SFC & Aguiar, AVM, *Diferentes substratos na produção de mudas de pimentão*, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. *Revista ACSA*, 9 (2), 2013.

Coelho, D. S.; Marques, M.A.D; Silva, J. A. B.; Garrido, M. S.; Carvalho, P.G. S. *Respostas fisiológicas em variedades de feijão caupi submetidas a diferentes níveis de sombreamento*. Revista Brasileira de Biociências. Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 14-19, 2014.

Dias, B.L. *Água nas plantas*, UFLA, Brasil, 2008.

Embrapa meio-norte -Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, *Sistemas de Produção – Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. Teresina, 2002.

Embrapa meio-norte -Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, *Sistemas de Produção – Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. Teresina, 2002.

FAO.FAOSTAT *Commodity Balances Database*. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>, 2012.

Freire Filho, F. R.; Rocha, M. de M.; Ribeiro, V. Q.; Ramos, S. R. R.; Machado, C. de F. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. *Revista Ciência Agronômica*. v. 38, n. 3, p.286- 290, jul./set. 2007.

Gimo, J. A. *Efeito de stress hidrico no crescimento de tres variedades de feijao nhemba [Vigna unguiculata (L.) Walp.]*, Maputo: s.n, 2008.

Guimaraes, C. M.; Stone, L. F.; Brunini, O. *Adaptação do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.) à seca*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 10, n. 1, p.70-75, 2006.

Manuel, J.M e Tacarindua, C.R. Tolerancia de 5 genotipos de feijão nhemba ao déficit hídrico na fase inicial da cultura em condições de estufa, ISPG, Chokwe, 2021

Marengo, R. A. & Lopes, N. F. *Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*, Viçosa: s.n, 2009.

Medeiros, G. A.; Arruda, F.B.; Sakai, E.; Fujiwara, M.; Boni, N.R. *Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 9. p.1733-1742, 2000.

Oliveira Júnior, J. O. L.; Medeiros, R. D.; Silva, P. R. V. P.; Smiderle, O. J.; Mourão Júnior, M. *Técnicas de manejo para o cultivo do caupi em Roraima*. Circular Técnica 03. Boa Vista, RR, Dezembro de 2002.

Santos, P.L. *Respostas fisiológicas do feijão-caupi submetidos a restrição hídrica e aplicação de óxido de cálcio sobre as folhas*, Universidade Federal de Sergipe, Brasil, Sergipe, 2016.

Silva, C. D. S.; Sants, P. A. A.; Lira, J. M. S.; Santana, M. C.; Junior, C. D. S. *Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica*. Revista Caatinga, v. 23, p. 7-13, 2010.

Sousa, M. A.; Lima, M. D. B.; Silva, M. V. V.; Andrade, J. W. S. *Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro*. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.39, 2009.

Taiz, L. Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

Verslues, P.E. *Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status*. The Plant Journal, 2006.

Zandamela, M e Tacarindua C.R. Avaliacao da resposta ao déficit hídrico de 4 genotipos de feijão nhemba na fase de plantulas em condições de estufa, ISPG, Chokwe, 2021.

Embrapa meio norte, sistema de produção. *Cultivo de feijão nhemba*, Teresinha, 2002.

Alfredo,J.R, Chiulele,R.M, *Avaliação dp desempenho de genótipos de feijão nhemba e estabilidade de rendimento do grão na região sul de Moçambique*, Maputo, 2013.

Guilengue,N.A. *Avaliação da eficiência da adubação orgânica e o uso de feijão nhemba como fixador de nitrogénio no rendimento do tigo*, UEM,Maputo,2013.

Departamento de agricultura da UCT do estado livre. *Fenotipagem de acessos de feijão nhemba na fase de muda para tolerância à seca pelo método de vaso*, RSA, 2020.

Ferreira,S. *Características e produção do feijão nhemba de herbicidas*, universidade Federal da Paraíba, 2015.

8 APÊNDICES

Tabela 9: Resumo de dados dos parâmetros analisados

TRAT	REP	AP	TAA1	TAA2	TAA3	CFC	LFC	DC	SUSC	CR
1	1	18,22	44,29	-24,86	-6,14	5,73	1,85	2,35	3,83	0
1	2	22,37	39,57	-9,57	-23,29	8,39	2,60	2,56	3,98	0
1	3	18,86	55,71	-12,86	-1,00	7,15	4,14	2,56	3,00	0
2	1	20,63	20,57	-1,43	-99,14	8,04	4,17	3,46	3,56	0
2	2	25,62	20,86	-9,00	-1,86	7,65	3,90	3,43	4,00	0
2	3	20,75	7,57	-3,71	33,29	0,42	3,37	2,99	4,09	0
3	1	15,41	15,71	-8,57	-6,71	4,60	2,38	1,93	4,56	0
3	2	15,40	-6,71	19,57	-28,57	5,42	2,54	2,25	4,38	0
3	3	12,62	13,71	22,00	-259,57	5,85	2,99	2,27	3,83	0

Resultados da análise de variância dos parâmetros analisados

Tabela 1: Análise de Variância (AP1)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	66,51	33,257	7,58	0,023
Erro	6	26,34	4,390		
Total	8	92,86			

Tabela 2: Análise de Variância (AP2)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	84,94	42,469	9,14	0,015
Erro	6	27,87	4,645		
Total	8	112,81			

Tabela 3: Análise de Variância (AP3)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	56,87	28,437	5,32	0,047
Erro	6	32,09	5,348		
Total	8	88,96			

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	228,0	113,99	3,37	0,104
Erro	6	202,8	33,80		
Total	8	430,8			

Tabela 4: Análise de Variância (AP4)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	94,52	47,261	9,63	0,013
Erro	6	29,45	4,909		
Total	8	123,98			

Tabela 5: Análise de Variância (AP média)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	2505,5	1252,76	13,40	0,006
Erro	6				
Total	8				

Tabela 6: Análise de Variância (TAA1)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	2505,5	1252,76	13,40	0,006
Erro	6				
Total	8				

Avaliação de tolerância à seca em variedades locais de feijão nhemba (*Vigna nunguiculata*L. Walp) na fase de plântula pelo método de caixa

Erro	6	561,1	93,52
Total	8	3066,7	

Tabela 7: Análise de Variância (TAA2)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT 2		1085,2	542,6	4,42	0,066
		122,9			737,2
		1822,3			

Tabela 8: Análise de Variância (TAA3)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT 2		13656	6828	0,84	0,478
Erro 6		48943	8157		
Total 8		62599			

Tabela 9: Análise de Variância (CFC1)

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Valor-P
TRAT 2		10,649	5,3246	6,97	0,027
Erro 6		4,587	0,7644		
Total 8		15,236			

Variância (CFC2)					
Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT 2		8,416	4,2082	5,13	0,050
Erro 6		4,919	0,8198		
Total 8		13,335			

Tabela 11: Análise de Variância (CFC média)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT 2		9,440	4,7202	6,23	0,034
Erro 6		4,546	0,7577		
Total 8		13,987			

Tabela 12: Análise de Variância (LFC1)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT 2		2,224	1,112		
Erro 6		10,678	1,780		
Total 8		12,902			

Tabela 13: Análise de Variância (LFC2)

	SQ	QM	Valor	Valor-	
Fonte	GL		F	P	
(Aj.)	(Aj.)				
TRAT	2	4,2666	2,13330	22,77	0,002
Erro	6	0,5622	0,09370		
Total	8	4,8288			

Tabela 14: Análise de Variância (LCF média)

	SQ	QM	Valor	Valor-	
Fonte	GL		F	P	
(Aj.)	(Aj.)				
TRAT	2	2,338	1,1692	2,15	0,197
Erro	6	3,257	0,5429		
Total	8	5,596			

Tabela 15: Análise de Variância (NFS2)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	0,9682	0,4841	3,58	0,095
		0,8119	0,1353		
		1,7800			

Tabela 16: Análise de Variância (NFS3)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	0,6198	0,30988	5,03	0,052
Erro	6	0,3697	0,06161		
Total	8	0,9894			

Tabela 17: Análise de Variância (NFS4)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	0,09976	0,04988	0,81	0,488
Erro	6	0,36967	0,06161		
Total	8	0,46942			

Tabela 18: Análise de Variância (NFS média)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	0,2342	0,11710	4,24	0,071
Erro	6	0,1658	0,02763		
Total	8	0,4000			

Tabela 19: Análise de Variância (NFC1)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
-------	----	----------	----------	---------	---------

Avaliação de tolerância à seca em variedades locais de feijão nhemba (*Vigna unguiculata*L. Walp) na fase de plântula pelo método de caixa

TRAT	2	0,6983	0,3491	0,75	0,514
------	---	--------	--------	------	-------

Erro	6	2,8119	0,4686
------	---	--------	--------

Total	8	3,5102
-------	---	--------

Variância (NFC2)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
-------	----	----------	----------	---------	---------

TRAT	2	0,1768	0,08841	1,19	0,366
------	---	--------	---------	------	-------

Erro	6	0,4445	0,07408
------	---	--------	---------

Total	8	0,6213
-------	---	--------

Tabela 21: Análise de Variância (NFC3)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
-------	----	----------	----------	---------	---------

TRAT	2	0,4709	0,2354	1,37	0,324
------	---	--------	--------	------	-------

Erro	6	1,0341	0,1724
------	---	--------	--------

Total	8	1,5050
-------	---	--------

Tabela 22: Análise de Variância (NFC4)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
-------	----	----------	----------	---------	---------

TRAT	2	1,069	0,5347	1,04	0,411
------	---	-------	--------	------	-------

Erro	6	3,098	0,5163
------	---	-------	--------

Total	8	4,167
-------	---	-------

Tabela 23: Análise de Variância (NFC média)

Valor-P

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F
-------	----	----------	----------	---------

TRAT	2	0,5050	0,2525	1,62	0,273
------	---	--------	--------	------	-------

Erro	6	0,9339	0,1557
------	---	--------	--------

Total	8	1,4389
-------	---	--------

Tabela 24: Análise de Variância (SUS1)

Valor-P

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F
-------	----	----------	----------	---------

TRAT	2	0,9682	0,4841	0,38	0,701	7,7097
------	---	--------	--------	------	-------	--------

		1,2849
--	--	--------

		8,6778
--	--	--------

Tabela 25: Análise de Variância (SUS2)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
-------	----	----------	----------	---------	---------

TRAT	2	0,9827	0,4913	0,18	0,843
------	---	--------	--------	------	-------

Erro	6	16,7241	2,7873
------	---	---------	--------

Total	8	17,7068
-------	---	---------

Tabela 26: Análise de Variância (SUS3)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	1,403	0,7015	1,53	0,290
Erro	6	2,749	0,4582		
Total	8	4,152			

Tabela 27: Análise de Variância (SUS média)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	0,6446	0,3223	1,92	0,227
Erro	6	1,0074	0,1679		
Total	8	1,6520			

Tabela 28: Análise de Variância (DC1)

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
TRAT	2	3,3954	1,69770	30,70	0,001
Erro	6	0,3318	0,05530		
Total	8	3,7272			

Variância (DC2)

Tabela 29: Análise de

Fonte GL SQ (Aj.) QM (Aj.) Valor F Valor-P

TRAT	2	3,0111	1,50554	17,83	0,003
Erro	6	0,5067	0,08444		
Total	8	3,5178			

Tabela 30: Análise de Variância (DC3)

Fonte GL SQ (Aj.) QM (Aj.) Valor F Valor-P

TRAT	2	0,5772	0,2886	0,84	0,475	2,0493
						0,3415
						2,6264

Tabela 31: Análise de Variância (DC média)

Fonte GL SQ (Aj.) QM (Aj.) Valor F Valor-P

TRAT	2	2,0682	1,03408	25,78	0,001
Erro	6	0,2407	0,04011		
Total	8	2,3088			



Figura 1: Preenchimento das caixas



Figura 2: Identificação e sementeira



Figura 3: Emergência e rega



Figura: 7 dias depois da sementeira



Figura 5: Colecta da AP e DC



Figura 6: Contagem do NFS e NFC



Figura 7: Colecta da Susceptibilidade



Figura8:Retomada Rega



Figura 9: Colecta da CR

