



INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA AGRICOLA

**Avaliação do efeito do défice hídrico nas relações fonte-dreno na cultura de feijão
nhemba (variedade IT-16)**

Monografia apresentado e defendido como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura
em Engenharia Agrícola

Autor: Zacarias Dulcídio Manhique

Tutor: Dr. Custódio Paulo Ramos Tacarindua (PhD)

Lionde, Outubro de 2023



INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO DE GAZA

Monografia Científica com o tema “Avaliação do efeito do défice hídrico nas relações fonte-dreno na cultura de feijão nhemba (variedade IT-16)” apresentada ao Curso de Engenharia Agrícola na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Agrícola.

Monografia defendida e aprovada no dia 09 de Outubro de 2023.

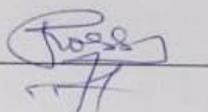
Júri

Tutor: Custódio Paulo Ramos Tacaríndua

(Dr. Custódio Paulo Ramos Tacaríndua, PhD)

Avaliador 1: Norberto Amândio Guilengue

(Dr. Norberto Guilengue, PhD)

Avaliador 2: António Rosse 

(dr. António Rosse, McS)

ÍNDICE

Índice de tabelas.....	iv
Índice de figuras.....	iv
Lista de abreviaturas	v
Resumo	ix
1. Introdução.....	11
1.1. Problema e justificativa de estudo	12
1.2. Objectivos.....	13
1.2.1. Objectivo geral.....	13
1.2.2. Objectivos específicos	13
1.3. Hipóteses de estudo.....	13
2. Revisão bibliográfica.....	14
2.1. Cultura de feijão nhemba.....	14
2.1.1. Classificação botânica, origem e evolução do feijão nhemba	14
2.1.2. Importância da cultura de feijão nhemba.....	14
2.1.3. Produção mundial de feijão nhemba.....	15
2.1.4. Produção de feijão nhemba em moçambique feijão nhemba.....	15
2.1.5. Aspectos morfológicos.....	16
2.1.6. Condições edafo climáticos da cultura de feijão nhemba.....	17
2.1.7. Necessidades hídricas	18
2.1.8. Efeitos de défice hídrica.....	18
2.1.9. Solos	19
2.1.10. Aspectos agro técnicos.....	19
2.2. Materiais translocados no floema	20
2.3. Efeito do défice hídrico nos processos fisiológicos	21
3. Materiais e métodos.....	22
3.1. Materiais	22

3.2. Métodos.....	23
3.2.1. Descrição do local do estudo	23
3.2.2. Delineamento experimental	24
3.2.3. Sementeira.....	25
3.2.4. Tratos culturais.....	25
3.2.5. Colheita de dados	26
3.2.5.1. Abscisão foliar (%)	26
3.2.5.2. Número de flores e vagens por planta.....	26
3.2.5.4. Número de sementes por vagem	26
3.2.5.5. Massa seca	27
3.2.6. Análise de dados	27
4. Resultados e discussão.....	28
4.1. Abscisão foliar	28
4.2. Número de flores por planta	28
4.3. Número de vagens por planta e eficiência reprodutiva.....	29
4.4. Número de sementes por vagem	29
4.5. Massa seca total da planta.....	30
4.6. Massa seca da fonte	30
4.7. Massa seca radicular	30
4.8. Massa seca total do dreno	31
4.9. Rácio fonte e dreno	31
5. Conclusão	31
6. Recomendações	33
7. Referências bibliográficas	34
Anexos	36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: composição nutricional das folhas e sementes maduras de feijão nhemba (100g da porção comestível)	15
Tabela 2: materiais e insumos usados no estudo.	22
Tabela 3: Resumo dos resultados do teste T para todas variáveis estudadas.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: mapa de localização do local do estudo.	23
Figura 2:: gráficos de variação de temperatura nos meses de Novembro de 2022, Dezembro de 2022 e Janeiro de 2023 respectivamente	24
Figura 3: Layout da unidade experimental.	24
Figura 4: gráfico de tendência do número de folhas por tratamento	29
Anexo 1: Unidade Experimental antes da imposicao ao stresse.....	36
Anexo 2: Plantas sob Efeito de defice hidrico	36
Anexo 3: Controlo fitossanitário.....	37
Anexo 4: Equipamentos usados na secagem e pesagem das amostras (estufa de secagem e balança de precisão respetivamente).....	37

LISTA DE ABREVIATURAS

T1- Tratamento 1 (défice hídrico)

T2 – Tratamento 2 (irrigação de controlo)

°C- Graus Celsius

g - Gramas

ml – Mililitros

l - Litros

h - Horas

EUA – Estados Unidos de America

% - Percentagem

ISPG – Instituto Superior Politécnico de Gaza

Cal - Calorias

P - Fosforo

Fe - Ferro

NPK – Nitrofosfato de Potássio

‘ - Minutos

“ - Segundos

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

DAS – Dias Após a Sementeira

Kg – Quilogramas

g/l – Gramas por litro

ha – Hectare

QA/p – Quantidade a Aplicar por Planta

Ec – Emulsivo concentrado

N – Nitrogênio

AF – Abscisão Folear

ER – Eficiência Reprodutiva

Nº - Número

GL – Grau de Liberdade

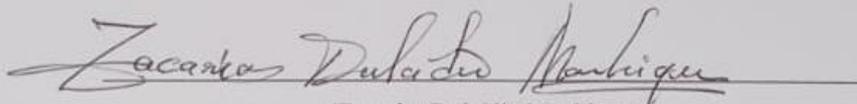


INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado **da minha** investigação pessoal e das orientações 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 para propósito Semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 20 de Outubro de 2023


(Zacarias Dulcídio Manhique)

DEDEICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais pela presença e apoio, pelo esforço e sacrifícios para a minha formação, apesar de não terem nenhuma formação profissional sacrificaram-se para que eu pudesse-me formar, vocês são a minha maior inspiração. Sem o vosso apoio não chegaria a nenhum sítio.

Aos meus irmãos mais novos nomeadamente Humberto, Alderino e Dulsângela para que sirva de exemplo e inspiração para continuarem a lutar para a realização dos seus sonhos, com esforço e dedicação podem chegar longe.

“O saber popular nasce da experiencia sofrida, dos mil jeitos de sobreviver com poucos recursos. O saber académico nasce do estudo, bebendo de muitas fontes. Quando esses dois saberes se unem, seremos invencíveis.”

(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus, pela minha saúde e das pessoas que ele colocou na minha caminhada. Sendo algumas fontes de inspiração, apoiantes, motivadores, e mais.

Quero nesta página expressar a particular gratidão aos meus pais, Dulcídio Gaide Marques e Angelina Zacarias, aos meus tios Zacarias Maoze Júnior e Maria Catarina e aos meus irmãos, Ednílio Anselmo, Lily Elaudia, Humberto Dulcídio, Alderino Juvencio e Dulsângela Da Catarina pelo apoio e amor incondicional, pelo aprendizado evolutivo diário, por serem o meu porto seguro e acreditarem no meu potencial durante esse longo percurso da vida acadêmica e pelo empenho e confiança em mim depositada;

Expressar também especial gratidão e honra ao meu supervisor, Doutor Custódio Paulo Ramos Tacaríndua, pela orientação sábia durante a realização do estudo, pelo apoio científico, moral e paciência prestada ao longo do estudo e, sobretudo pela grande abertura demonstrada na discussão de assuntos relacionados ao tema.

Por fim agradecer aos colegas da turma e do curso, aos amigos, nomeadamente, Edson Inguane; Gonçalo Luíz; Roberto Calado; e muito outro pelo apoio prestado um ao outro graças a essa união foi menos difícil e foi possível, muito kxanimabo.

RESUMO

O feijão nhemba é considerado uma cultura rustica devido a sua adaptabilidade às condições climáticas e do solo, esta pode ser produzida em regiões tropicais, subtropicais e semiáridas, tem uma boa capacidade de adaptação à seca embora essa capacidade varie entre as variedades e os estágios fenológicos. Na produção a sequeiro do feijão nhemba nas regiões áridas e semiáridas da província de Gaza tem-se obtido rendimentos muito baixos que podem ser influenciados pelo défice hídrico, as condições térmicas e do solo. Compreender como é que o défice hídrico afecta a distribuição de fotoassimilados entre o dreno e a fonte pode contribuir na explicação para o baixo rendimento do feijão nhemba nas regiões acima citadas. Deste modo, foi realizado no ISPG de 01 de Novembro de 2022 até 02 de Fevereiro de 2023 (duração de 95 dias), um estudo com objecto de avaliar o efeito do défice hídrico nas relações fonte-dreno da variedade comercial de feijão nhemba (IT-16). O delineamento experimental usado foi o DIC com 2 tratamentos e 3 repetições (T1- défice hídrico na fase reprodutiva e T2- Irrigação de controlo) com 5 plantas por repetição, a sementeira foi feita em bolsas enchidos de solo de textura franco-argiloso onde foram semeadas 2 sementes por bolsa e procedeu-se com o desbaste após 7 dias ficando apenas uma planta por bolsa, foram feitas 2 adubações sendo a adubação de fundo com NPK e de cobertura com Ureia, as irrigações eram diárias tendo induzido-se o T1 ao stresse hídrico quando todas as plantas atingiram a floração e teve duração de 10 dias. Foram medidas as seguintes variáveis: abscisão foliar; flores por planta; vagens por planta; eficiência reprodutiva; sementes por vagem; massa seca total da planta; massa seca da fonte; massa seca da raiz; massa seca total do dreno e o rácio fonte e dreno. Houve uma diferença significativa entre os tratamentos em todas as variáveis estudadas, o tratamento de stresse teve menor tamanho da fonte (folhas mais velhas, pecíolo, caule, ramos, flores e raízes) e menor tamanho do dreno (folhas mais jovens, vagens e sementes) diferente do tratamento de controlo que teve maior tamanho da fonte e do dreno, concluindo-se que a relação fonte-dreno é directamente proporcional (quanto maior for o tamanho da fonte maior também será o tamanho do dreno), deste modo o défice hídrico na variedade IT-16 reduz o tamanho da fonte reduzindo também o tamanho do dreno, quanto à eficiência reprodutiva, o défice hídrico reduz a eficiência reprodutiva devido ao aborto floral causado pelo stresse hídrico. O tratamento de controlo teve o maior rácio fonte-dreno o que significa que teve a melhor distribuição de fotoassimilados. Recomenda-se a realização do mesmo estudo com outras variedades de modo a ter-se mais informações da relação Fonte-dreno nas variedades da cultura de feijão nhemba em condições de défice hídrico com finalidade de ter-se resposta desta cultura em condições de défice hídrico.

Palavras-chaves: *Vigna unguiculata* L., IT-16, irrigação, fotoassimilados.

ABSTRACT

Cowpea is considered a rustic crop due to its adaptability to climatic and soil conditions, it can be produced in tropical, subtropical and semi-arid regions, it has a good capacity to adapt to drought although this capacity varies between varieties and phenological projects. In dryland cowpea production in the arid and semi-arid regions of Gaza province, there are very low yields that can be influenced by water deficit, thermal and soil conditions. Understanding how water deficit affects the distribution of photoassimilates between the sink and the source can contribute to the explanation for the low cowpea yield in the regions mentioned above. Therefore, a study was carried out at ISPG from November 1, 2022 to February 2, 2023 (duration of 95 days), with the aim of evaluating the effect of water deficit on the source-sink relationships of the commercial cowpea variety (IT -16). The experimental design used was DIC with 2 treatments and 3 replications (T1- water deficit in the reproductive phase and T2- Control irrigation) with 5 plants per reproduction, sowing was done in bags filled with clay-loam textured soil where they were 2 seeds were sown per bag and thinning was carried out after 7 days, leaving only one plant per bag, 2 fertilizations were made, the bottom fertilization with NPK and the top dressing with Urea, the irrigations were daily and T1 was induced at water stress when all plants reached the depth and duration of 10 days. The following variables were measured: leaf abscission; flowers per plant; pods per plant; reproductive efficiency; feelings for pod; total dry mass of the plant; source dry mass; dry root mass; total dry mass of the drain and the source and drain ratio. There was a significant difference between treatments in all scientific research, the stress treatment had smaller source size (older leaves, petiole, stem, branches, flowers and roots) and smaller sink size (younger leaves, pods and seeds) different from the control treatment, which had a larger source and drain size, concluding that the source-drain relationship is directly proportional (the larger the source size, the larger the drain size will also be), thus the water deficit in The IT-16 variety reduces the size of the source by also reducing the size of the drain. Regarding reproductive efficiency, water deficit reduces reproductive efficiency due to floral abortion caused by water stress. The control treatment had the highest source-to-sink ratio, meaning it had the best distribution of photoassimilates. It is recommended that the same study be carried out with other varieties in order to obtain more information on the Source-sink relationship in cowpea varieties under water deficit conditions in order to obtain the response of this crop under water deficit conditions.

Keywords: *Vigna uguiculata* L., IT-16, transparency, photoassimilates.

1. INTRODUÇÃO.

O feijão nhemba é uma das leguminosas mais consumidas no mundo, com ampla distribuição contemplando as regiões tropicais e subtropicais de todo mundo. Estima-se que cerca de 12,5 milhões de hectares são ocupados de feijão nhemba em todo mundo, sendo 8 milhões (cerca de 60% da área mundial) na parte central e ocidental do continente Africano e a outra parte esta localizado na América de Sul, América Central, Asia, Oceânia, Sudoeste da Europa e dos EUA (DAUDA 2016).

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata L.*) é uma cultura bem adaptada às condições das zonas tropicais e subtropicais de todo o mundo. Por ser tolerante ao déficit hídrico, é uma das culturas mais preferidas para a produção em diferentes regiões secas do mundo (ALFREDO 2013).

Considera-se o feijão nhemba como uma cultura rustica devido a sua adaptabilidade às condições climáticas e do solo, pode ser produzida em regiões tropicais, subtropicais e semiáridas incluindo a zona agroecologia 3, tem uma boa capacidade de adaptação à seca embora essa capacidade varie entre as variedades e os estágios fenológicos.

As regiões áridas e semiáridas da província de Gaza estão incluídas na zona agroecológica 3, essas regiões são caracterizadas por temperaturas médias anuais acima de 25°C. a precipitação é escassa, com as médias anuais abaixo de 500mm, essas condições climáticas representam desafios para a produção nesta cultura à sequeiro, facto que faz com que as plantas do feijão nhemba experimentem o déficit hídrico durante o ciclo.

Vários parâmetros têm sido estudados para avaliar a resposta das plantas do feijão nhemba ao déficit hídrico, destacando-se o potencial hídrico foliar (estudado por FERREIRA et al 1991; COSTA et al 1997 e PIMENTEL & PEREZ 2000); o potencial osmótico e conteúdo relativo de água (estudado por GESCH et al 1992), a temperatura foliar (estudada por TÁVORA & MELO 1991 e CASCARDO et al 1993), a condutância estomática e a transpiração (estudada por ECKSTEIN & ROBINSON 1996). Apesar da existência de um volume significativo de pesquisas sobre a influência desse fator na produção, ainda há carência de informações, principalmente a respeito dos seus efeitos na relação fonte.

Devido a sua tolerância ao déficit hídrico, o feijão nhemba na província de Gaza é mais produzido de forma rudimentar (tradicional), principalmente nas zonas áridas e semiáridas que fazem parte da zona agroecologia 3. A boa adaptabilidade de feijão nhemba às diferentes condições edafoclimáticas, principalmente nas zonas áridas e semiáridas da zona sul e norte da

província de Gaza permitiu o desenvolvimento de variedades tradicionais e comerciais com adaptabilidade às condições edafoclimáticas específicas das regiões onde são produzidas, destacando-se a variedade IT-16. Deste modo, foi realizado um estudo de avaliação do efeito do défice hídrico nas relações fonte-dreno na cultura de feijão nhemba (variedade IT-16).

1.1. Problema e justificativa de estudo

O feijão nhemba é uma cultura muito produzida na zona agroecologia 3, onde estão incluídas as regiões áridas e semiáridas da província de Gaza. Essas regiões são caracterizadas por baixa precipitação (com as medias anuais inferiores a 500mm) e altas temperaturas (com medias anuais superiores a 25°C), o que faz com que as culturas experimentem o défice hídrico e altas temperaturas durante o crescimento e desenvolvimento, facto que culmina em stresse térmico e hidrico.

Na produção à sequeiro, os rendimentos do feijão nhemba nas regiões áridas e semiáridas da província de Gaza variam de devido às condições climáticas desafiadoras, em geral os rendimentos são baixos, variam de 250 a 500 kg/ha, isto é, 0.25 a 0.5 toneladas por hectare em comparação com o rendimento potencial da cultura que varia de 0.8 a 1.2 toneladas por hectare em condições de produção favoráveis. O baixo rendimento da cultura de feijão nhemba nessas regiões acima citadas pode ser influenciado por vários factores, incluindo o défice hídrico, as condições térmicas e do solo.

Existem várias ferramentas usadas para a resposta das plantas ao défice hídrico, incluindo o potencial hídrico, potencial osmótico, temperatura foliar, condutância estomática e a transpiração. Um dos parâmetros que pode ser usado para avaliar o efeito do défice hídrico na produção é a relação fonte-dreno mas há carência de informações sobre este parâmetro (MENDES et al 2008).

Compreender como é que o défice hídrico afecta a distribuição dos fotoassimilados entre o dreno e a fonte pode contribuir na explicação para o baixo rendimento do feijão nhemba nas regiões semi-áridas e semiáridas da província de Gaza, deste modo, foi realizado no ISPG de 01 de Novembro de 2022 ate 02 de Fevereiro de 2023, um estudo de avaliação do efeito do défice hídrico nas relações fonte-dreno na cultura de de feijão nhemba (variedade IT-16).

1.2. Objectivos.

1.2.1. Objectivo geral:

- Avaliar o efeito do stresse hídrico nas relações fonte-dreno em feijão nhemba (*Vigna unguiculata L.*), variedade IT-16 em condições de déficit hídrico.

1.2.2. Objectivos específicos:

- Analisar a distribuição de fotoassimilados entre a fonte e os drenos nos diferentes tratamentos;
- Avaliar a capacidade de reprodução da variedade IT-16 em condições de déficit hídrico;
- Identificar o tratamento com melhor distribuição de fotoassimilados sob estresse hídrico.

1.1. Hipóteses de estudo

- **Hipótese nula (H0)**

O déficit hídrico nas plantas feijão nhemba (variedade IT-16) não tem uma influência significativa nas relações fonte e dreno.

- **Hipótese alternativa (H1)**

O déficit hídrico nas plantas feijão nhemba (variedade IT-16) tem uma influência significativa nas relações fonte e dreno.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura de feijão nhemba

2.1.1. Classificação botânica, origem e evolução da cultura de feijão nhemba

O feijão nhemba é uma planta dicotiledônea, pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseola, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) e subespécie *unguiculata* (MATEUS 2015).

“Segundo STEELE & MEHRA (1980) e NG & MARÉCHAL (1985), o feijão nhemba teve origem no oeste da África, mais precisamente na Nigéria. PADULOSI & NG (1997) afirmaram que a região de Transvaal, na República da África do Sul, seja a região de especialização do feijão feijão nhemba” (MATEUS 2015).

2.1.2. Importância da cultura da cultura de feijão nhemba

Para DAUDA (2016), o feijão nhemba é uma cultura com uma grande importância na alimentação humana. As suas folhas frescas, vagens e grãos são usados na alimentação, as folhas frescas são ricas em proteínas e minerais.

O feijão nhemba tem um papel importante na subsistência para a dieta de muitas famílias Africanas, Asiáticas e Sul Americanas por ser uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas (tiamina, niacina, riboflavina, piridoxina e ácido fólico) e minerais (ferro, zinco, potássio, e fosforo) (UAIENE 2006).

De acordo com UAIENE (2006) além da composição nutricional acima citada, o feijão nhemba contém aminoácidos essenciais ao ser humano (lisina, treonina, valina, isoleucina, leucina, fenilalanina, metionina, triptofano e arginina) e tem um bom valor calórico.

A cultura por ser rica em proteína, aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, torna-se de grande valor actual e estratégico para a segurança alimentar e nutricional de muitos países do mundo. Considera-se alimento básico da população de baixa renda, exercendo uma importante função social no suprimento das necessidades nutricionais dessa camada, pois trata-se de uma significativa fonte de proteína vegetal. Além da importância nutricional, as leguminosas tem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (NGOVENE 1998).

Tabela 1: composição nutricional das folhas e sementes maduras de feijão nhemba (100g da porção comestível)

Parte	Folha crua	Folha cozida	Grão cru	Grão cozido
Água (%)	85	89	10.5	80
Energia (cal)	44	Na	343	138
Proteína (g)	4.7	3.2	22.8	5.1
Gordura (g)	0.3	0.3	1.5	0.3
CHO (g)	8.3	Na	61.7	13.8
Ca (mg)	256	132	74	17
P (mg)	63	41	426	95
Fe (mg)	5.7	4.7	5.8	1.3
B- caroteno (mg)	2.4	6.5	0.02	0.1
Tiamina (mg)	0.20	Na	0.05	0.36
Riboflavina (mg)	0.37	Na	0.021	0.04
Niacina (mg)	2.1	Na	2.2	0.4
Ácido ascórbico (mg)	56	6.0	Na	na

Fonte: NIELSEN et al. (1997), IMUNG & POTTER (1983) e MERRIEL (1975) citados por NGOVENE (1998). na: dado não avaliado.

2.1.3. Produção mundial de feijão nhemba

Segundo MATEUS (2015) o feijão nhemba está presente em mais de 100 países. A produção mundial do feijão nhemba é estimada em 3,6 milhões de toneladas de grão seco dos quais 64% são produzidos no continente Africano.

De acordo com IITA (2015), a Nigéria é o maior produtor e consumidor da cultura de feijão nhemba, sendo responsável por 61% da produção em África e 58% no mundo. Estimativas sugerem que mais de 12,5 milhões de hectares são semeados anualmente com feijão nhemba em todo mundo e cerca de 9,8 milhões de hectares (78% da área mundial) são cultivadas na parte central e ocidental da África tornando-se as regiões maiores produtores da cultura no mundo (VICTORINO & PINTO-SINTRA 2012).

2.1.4. Produção de feijão nhemba em Moçambique

Em Moçambique o feijão nhemba é produzido numa área de aproximadamente 180000 hectares com o rendimento de 300kg por hectare CHILENGUE (1990) citado por (JIMO 2008). Esta cultura é produzida em quase todo país, sendo Inhambane a província com maior área de

produção, seguida por Nampula, Zambézia, Maputo, Gaza e Cabo Delgado também com áreas significativas (JIMO 2008).

Em termos de precipitação, o feijão nhemba é produzido em sequeiro, e na zona sul do país, é por vezes irrigado (ALFREDO 2013).

2.1.5. Aspectos Morfológicos da cultura de feijão nhemba

2.1.5.1. Morfologia vegetativa

O feijão nhemba é uma planta herbácea anual que apresenta variações na sua estrutura, com raízes amplamente distribuídas no solo (MELO & CARDOSO 2017)

Segundo BERTINI & BORÉM (2017, p.267) citados por ALVES (2018) feijão nhemba é classificado com hábitos de crescimento determinado e indeterminado arbustivo, indeterminado com ramificação ereta aberta, e trepador.

A germinação ocorre de 2 a 3 dias após a sementeira, em condições de 28°C e profundidade de 2 a 3 cm. Cinco dias após a germinação, ocorre a abscisão dos cotilédones, cujas reservas são drenadas para os órgãos em formação. O sistema radicular é composto por quatro classes de raízes: principal, origina-se da radícula já presente no embrião; basais, emergem quatro ou cinco dias após a embebição da semente; laterais e adventícias (ALVES 2018).

As raízes basais emergem na zona axial da parte inferior do hipocótilo, acima da interface raiz-parte aérea. A partir delas surgem as raízes laterais, mais eficientes na absorção de água e nutrientes. Já as raízes adventícias surgem após 15 dias, com funções de sustentação e nutrição, principalmente na fixação biológica de nitrogênio, apresentando 20% dos nódulos (FILHO et al 2016).

O caule pode chegar a quatro metros de comprimento, com formatos angular ou cilíndrico, pode ser ainda estriado, liso e possui folhas compostas com três folíolos presos a uma haste (pecíolo). A folha é constituída por dois folíolos laterais assimétricos (opostos) e um folíolo terminal simétrico que apresenta pecíolo mais longo (FILHO et al 2016).

2.1.5.2. Morfologia reprodutiva

BERTINI & BOREN (2017) citados por ALVES (2018) afirmam que o feijão nhemba multiplica-se, predominantemente, por autofecundação. A espécie apresenta baixa taxa de cruzamento natural, pode variar com o ambiente e genótipo. Os órgãos de reprodução são protegidos pelas pétalas e ocorre protoginia (maturação do gineceu antes do androceu) e cleistogamia (polinização antes da abertura da flor), favorecendo a autogamia.

A inflorescência é formada a partir de um eixo central, que consiste de um racemo modificado, com presença de seis a oito pares de gemas florais; podem ser simples, com apenas uma inflorescência, ou composta, com mais de uma inflorescência.

Para LOCATELLI et al (2014) “as flores do feijão nhemba são classificadas como perfeitas (pistilo e estame na mesma flor), zigomorfas (simetria bilateral) e estão distribuídas aos pares no racemo, na extremidade do pedúnculo, região que antecede a flor ou o fruto, o qual se desenvolve a partir da axila da folha. O cálice é pentâmero (cinco sépalas), persistente e gamossépalo (sépalas unidas ou soldadas entre si), podendo variar de completamente verde a completamente roxo. A corola é pentâmera e dialipétala (pétalas livres entre si). A maior pétala é denominada de estandarte e está localizada na parte posterior da flor”.

2.1.5.3. Fases fenológicas

No feijão nhemba pode haver variação nos estágios fenológicos dependendo da variedade ou do clima. Mas de forma geral existem duas fases bem definidas: vegetativa e reprodutiva. Para CAMPOS et al. (2000), a fase vegetativa é composta de 10 estágios: Em V0 ocorre a sementeira, em V1 os cotilédones são emergidos na superfície do solo, em V2 apresentam folhas unifolioladas abertas com margens separadas, em V3 a primeira folha trifoliolada encontram-se com os folíolos separados e abertos, em V4 e V5 surgem a segunda e terceira folhas trifolioladas. No V6 podemos ver os primórdios dos ramos secundários nas axilas das folhas unifolioladas, podendo também ser observadas nas axilas das folhas trifolioladas. Em V7, V8 e V9 a primeira, segunda e terceira folha do ramo secundário estão abertas, finalizando a fase vegetativa (LOCATELLI et al 2014).

Na fase reprodutiva observa-se cinco fases: R1 em que ocorre o surgimento dos primórdios do botão floral no ramo principal, R2 há a antese da primeira flor, oriundo do primeiro botão floral, ocorrendo abertura de botões florais por vários dias consecutivos. Ao terminar o florescimento as plantas atingem o estágio R3, em que ocorre a maturação da primeira vagem, caracterizado pelo início da mudança da coloração das vagens. Em R4 as plantas atingem 50% da maturação das vagens. Quando completam 90% de maturidade concluem a fase R5 e encerram seu ciclo (UASIQUETE 1993).

2.1.6. Condições edafo climáticas da cultura de feijão

2.1.6.1. Temperatura, luminosidade e fotoperíodo

O feijão nhemba é uma planta de metabolismo C₃ sendo a sua capacidade máxima fotossintética da folha alcançada a partir dos 20 dias após a sementeira o desenvolvimento do

feijão nhemba ocorre em uma faixa de temperatura entre 20°C e 35°C. A faixa Ideal de temperatura para germinação é de 23°C a 32,5°C (ARAÚJO et al 1984).

De acordo com ALFREDO (2013) “quando a temperatura noturna é baixa, a data de floração do feijão nhemba é retardada e seu ciclo de crescimento é prolongado, podendo ocorrer a completa inibição do florescimento das variedades mais sensíveis. Altas temperaturas durante o período de florescimento prejudicam a floração, enquanto baixas temperaturas prolongam o ciclo da planta. As plantas submetidas a temperaturas noturnas de 30°C apresentam baixa viabilidade dos grãos de pólen e anteras indeiscente”.

“Elevadas temperaturas podem prejudicar o crescimento e desenvolvimento do feijão nhemba, influenciando também o aborto floral, o vrigamento e a retenção final de vagem, além de afetar o número de sementes por vagem” (FERREIRASIMPLÍCIO 2015).

A quantidade de luz influencia no crescimento e desenvolvimento, além de alterar a quantidade de pigmentos foliares. O feijão nhemba apresenta uma alta interceptação da energia luminosa, sendo uma planta C3 satura-se fotossinteticamente a intensidade da luz relativamente baixa, essa saturação no processo fotossintético, pode reduzir a taxa fotossintética e consequentemente a produtividade da cultura (ALFREDO 2013).

2.1.7. Necessidades hídricas da cultura de feijão nhemba

A necessidade de água do feijão nhemba é variável em seus estágios de desenvolvimento, aumentando de um valor mínimo na germinação até um valor máximo na floração e na formação de vagens, e decrescendo a partir do início da maturação (LOCATELLI et al 2014). Pode variar de 300 mm a 450 mm durante o ciclo bem distribuído nos diferentes estádios de desenvolvimento, sendo esta variação dependente do cultivar, do solo e das condições climáticas locais (MARTINS et al 2011).

2.1.8. Efeitos de déficit hídrica na cultura de feijão nhemba

“Como as demais culturas, o rendimento do feijão nhemba é muito afectada pela disponibilidade de água no solo. Resultados dos trabalhos realizados com a cultura de feijão nhemba mostraram que os estágios de floração e enchimento de grãos são os mais críticos na restrição hídrica” (DAUDA 2016).

SANTOS & CARLESSO (1998) citados por FILHO et al (2016) afirmam que os resultados de déficit hídrico dependem de vários factores, como características das variedades, estagio fenológico, intensidade, duração, época de ocorrência e interação com os outros factores inerentes ao rendimento das culturas.

O feijão nhemba reage a deficiência hídrica do solo de acordo com sua intessidade. Assim, em níveis moderdos de agua a planta reduz o seu ciclo tornando-se mais procsse, em grau severo retarda a atividade reprodutiva (PEIXOTO 2013).

A avaliação do estado hídrico das plantas de feijão nhemba quando submetidas a deficiência hídrica nas fases vegetativa e reprodutiva, demonstra que as variedades sofrem reduções significativas do potencial hídrico foliar, condutância estomática e transpiração foliar, com consequente aumento na temperatura da folha (MENDES et al 2007) citados por (DAUDA 2016).

A deficiência hídrica em plantas de feijão nhemba diminui a condutância e aumenta a resistência difusiva ao vapor de agua, fecha os estomas, reduzindo a transpiração e em consequência reduz o suprimento de CO₂ para a fotossíntese, os estomas actuam como moduladores da perda de agua pela transpiração respondendo ao déficit hídrico com a alteração de abertura do poro a uma faixa crítica de valores do potencial hídrico foliar (MENDES et al 2008).

A redução da área foliar e mudança na orientação dos folíolos são os principais mecanismos morfofisiolocos que a cultura apresenta em ambiente de déficit hídrico, associado ao desenvolvimento profundo do sistema radicular e alta condutividade hidráulica na raiz, maximizando a captação de agua e o controlo da cobertura estomática (FEREIRA et al 1991). MACEDO (2015) citado por BASTOS et al (2011) ao avaliar o efeito de déficit hídrico em feijão nhemba durante a fase reprodutiva constatou que o déficit hídrico reduziu em 75% o número médio de vagens por planta e em 60% a produção de grãos secos de variedades de feijão nhemba sob déficit hídrico. A deficiência hídrica imposta no estágio vegetativo e enchimento de grãos pode causar uma redução de 38,8% na produção de grãos. O déficit hídrico na fase vegetativa e reprodutiva do feijão nhemba, tem efeitos negativos no o crescimento na cultura, redução da matéria seca total, redução de folhas, flores e componentes de produção.

2.1.9. Solos

O feijão nhemba pode ser produzido em quase todos os tipos de solos, de um modo geral, desenvolve-se em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, com média a alta fertilidade. Entretanto, solos com baixa fertilidade podem ser utilizados, mediante aplicações de fertilizantes químicos e/ou orgânicos (UAIENE 2006).

2.1.10. Aspectos agro técnicos

Padrões de translocação: da Fonte para o Dreno

Os materiais no floema não são transportados exclusivamente em uma direção e o processo de translocação também não é definido pela gravidade. Na realidade, os materiais são transportados de áreas de suprimento, conhecidas como **fontes**, para áreas de consumo (metabolismo) ou estoque, conhecidas como **drenos** (TAIZ & ZEIGER 2004).

O floema é formado por células longas, em forma de cilindros, compostas pelo meristema apical. Estas células são vivas quando jovens mas, quando amadurecem, apresentam o citoplasma reduzido a uma camada fina ao longo da membrana celular e as suas funções vitais são asseguradas por células companheiras. Nesta altura as paredes que separam as células estão presentes, mas apresentam vários crivos que originam uma comunicação entre o interior de uma célula e o interior da célula seguinte (MARTINS et al 2011).

O floema é encontrado geralmente no lado externo de tecidos vasculares primários e secundários. Nas plantas com crescimento secundário, o floema constitui a casca interna (SANTOS 2004).

As fontes incluem alguns órgãos, tipicamente folhas maduras, que são capazes de produzir fotoassimilados além da suas próprias necessidades. Também podem ser consideradas fontes, órgãos de armazenamento durante a fase de exportação (TAIZ & ZEIGER 2004).

Os drenos incluem órgãos não fotossintéticos da planta e aqueles que produzem uma quantidade de fotoassimilado insuficiente para o seu crescimento ou necessidade de estoque. Raízes, órgãos de armazenamento, frutos em desenvolvimento e folhas imaturas, os quais importam carboidratos para o seu desenvolvimento normal, são exemplos de tecidos drenos (MARTINS et al 2011).

Em geral, folhas jovens se comportam como dreno. Em seguida ela passa por uma fase de transição e posteriormente ela passa a comportar-se como fonte. No caso de dicotiledôneas tem sido observado que a folha começa seu desenvolvimento como dreno, quando ela atinge em torno de 25% da sua expansão ela entra numa fase de transição dreno/fonte, quando ela atinge 40-50% da sua expansão, termina a fase de transição e a folha se torna uma fonte de fotoassimilados (SANTOS 2004).

2.2.10. Materiais translocados no floema

A água é quantitativamente a substância transportada em maior abundância no floema. Dissolvidos na água encontram-se os solutos a serem translocados, os quais consistem principalmente de carboidratos. Além dos carboidratos, são encontrados, também, ácidos orgânicos e aminoácidos, especialmente glutamato e aspartato e suas amidas, glutamina e

asparagina. Os níveis de aminoácidos e ácidos orgânicos são variáveis e, em geral, bem menores que os de carboidratos (MACEDO 2015).

2.2.11. Efeito do déficit hídrico nos processos fisiológicos

Uma situação de deficiência afecta praticamente todos os processos que se desenvolvem no interior da planta. Como o desenvolvimento do estresse hídrico é gradual, os processos mais sensíveis são afectados primeiramente; estas alterações por sua vez causam efeitos secundários e terciários que ocorrem com o agravamento da baixa disponibilidade de água no solo e nos tecidos da planta (PEIXOTO 2013).

Segundo PEIXOTO (2013); SANTOS (2004) TAIZ & ZEIGER (2004) o déficit hídrico afecta o desenvolvimento do sistema radicular; o crescimento da planta; absorção de água e transpiração; absorção de nutrientes e transporte; metabolismo de proteínas; metabolismo de carboidratos e fito hormônios.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Tabela 2: materiais e insumos usados no estudo.

Material	Função
Bolsas	Recipiente do solo e da planta
Regador	Rega
Balde	Recipiente de água para a rega
Garrafa de plástico	Rega
Enxada	Limpeza da estufa e enchimento das bolas com o solo
Estufa agrícola	Efeito estufa, proteção contra a incidência das águas de precipitação e pragas.
Estufa de secagem	Secagem das amostras de plantas
Balança de precisão	Pesagem das amostras
Envelopes	Recipientes das amostras
Tesoura	Corte das amostras
Pinça	Pegar amostras no laboratório
Pulverizador	Pulverizar
Máscara	Proteção contra produtos tóxicos no controlo fitossanitário
Botas	Proteção dos pés durante a realização das atividades do estudo
Fato macaco	Proteção do corpo durante a realização das atividades do estudo
Insumos	
Sementes de feijão nhemba (IT-16)	Material de propagação
Adubos (ureia e NPK)	Nutrição das plantas
Inseticidas	Controlo de insectos
Fungicida	Proteção de doenças fungicas
Água	Dissolução de nutrientes e alimentação da planta
Solo (textura franco argilosa)	Para a sementeira da planta

3.2. Métodos

3.2.1. Descrição do local do estudo

O estudo foi realizado na Estufa Agrícola do Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG), localizado no distrito de Chókwè, Sul da província de Gaza, no curso médio do rio Limpopo, tendo como limites a Norte o rio Limpopo que o separa dos distritos de Massingir, Mabalane e Guijá, a Sul o distrito de Bilene e o rio Mazimuchope por distrito de Bilene, Chibuto e Xai-Xai, a Este confina com os distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste com os distritos de Magude e de Massingir (MAE, 2014). Com coordenadas geográficas 34°35'28" latitude Sul e 33°01'29" longitude Oeste, com altitude de 724 metros (Google Maps). Os dados da variação da temperatura no período da realização do estudo constam nos gráficos na figura 2.

Figura 1: mapa de localização do local do estudo.

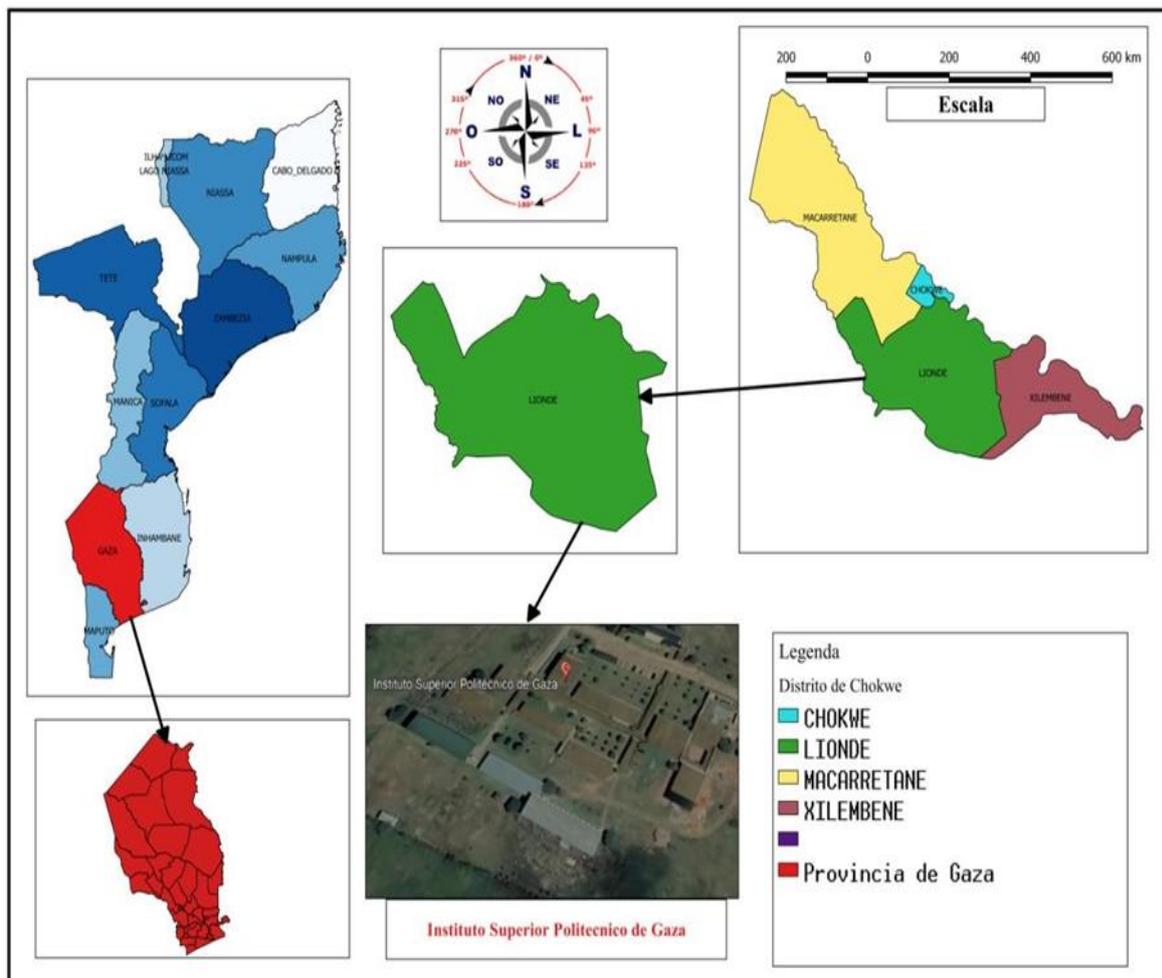
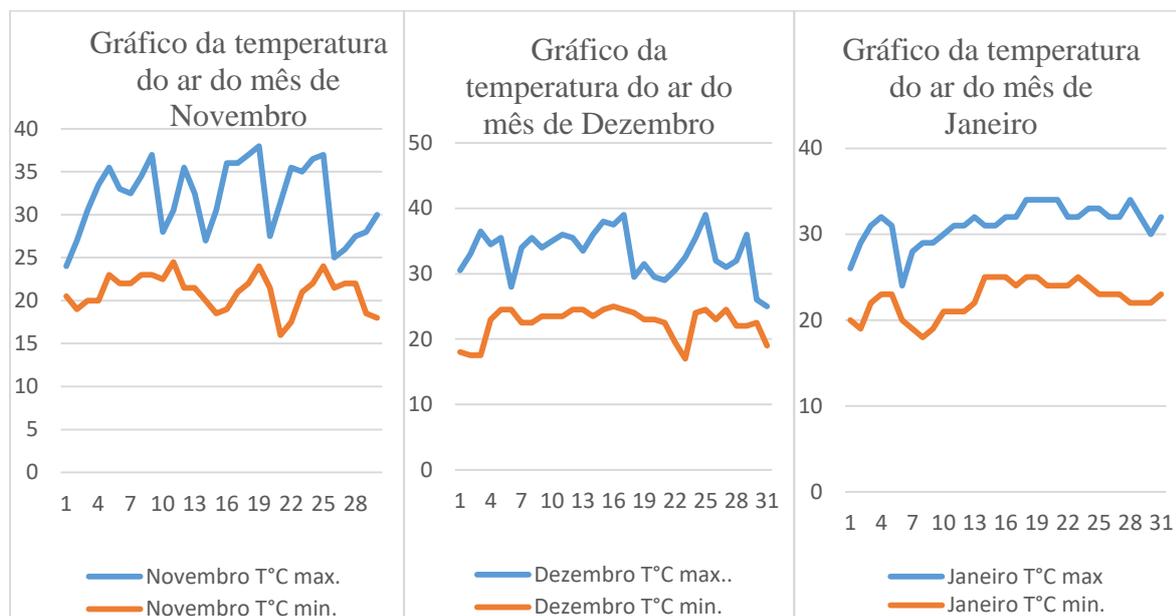


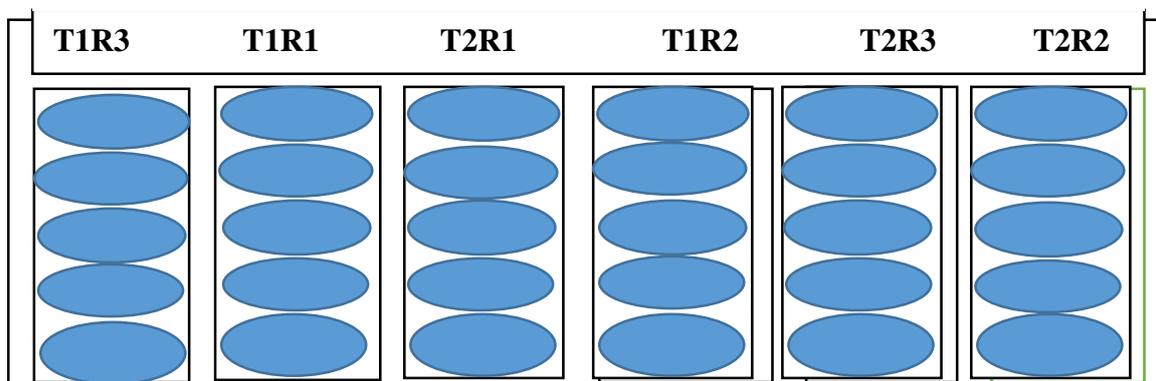
Figura 2: gráficos de variação de temperatura nos meses de Novembro de 2022, Dezembro de 2022 e Janeiro de 2023 respectivamente



3.2.2. Delineamento experimental

Considerando que as condições de solo, temperatura, luz e ar são homogêneas, para o estudo foi usado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 1 factor (irrigação). O estudo contou com 2 tratamentos, que são T1 (défice hídrico na fase reprodutiva) e T2 (irrigação de controlo) e 3 repetições, para a casualização dos tratamentos e repetições foi adotado o método de sorveteio usando papelinhos dobrados com escritas do tratamento e a respetiva repetição no seu interior.

Figura 3: Layout da unidade experimental.



Nota: Os círculos representam o número de bolsas por repetição.

3.2.3. Sementeira

A sementeira foi feita na estufa agrícola do ISPG no dia 01 de Novembro de 2022, as sementes foram semeadas em bolsas de 2,5L de volume contendo substrato (solo de textura franco argiloso). Foram semeadas 2 sementes por bolsa, onde prosseguiu com o desbaste no 7º dia após a sementeira e ficou apenas uma planta em cada bolsa. A estufa agrícola do ISPG é constituída por material metálico que serve de suporte para o filme polietileno que foi usado como cobertura, servindo como redutor da incidência de raios solares a 20% mas acumulando o calor e protector da incidência de água proveniente da precipitação, tendo assim o efeito estufa e impedindo a incidência de água, esta estimulava assim as condições climáticas das zonas semiáridas da zona norte da província de Gaza.

3.2.4. Tratos culturais

A irrigação era feita diariamente nas primeiras horas do dia (7h e 8h quando atrasado), para a irrigação usava-se uma garrafinha com tampa com muitos pequenos furos para servirem de crivo, onde aplicava-se água até saturação do substrato onde variava de 100-120 ml dependendo da temperatura do dia nas primeiras 4 semanas após a sementeira e 130-170 ml a partir da 4ª semana após a sementeira. O tratamento de stresse foi submetido ao défice hídrico quando 100% das plantas estavam floridas no 54º DAS e teve duração de 10 dias, isto é, a rega foi retomada no 64º DAS quando as plantas apresentavam sinais severos de stresse por défice hídrico.

De acordo com as recomendações de (MELO et al 2018) aplicar de 133kg/ha de Nitrogénio, 80 kg/ha de Fosforo e 40 kg/ha Potássio. As quantidades recomendadas foram convertidas através para uma bolsa, calculando a quantidade do adubo dividindo pela densidade de plantas por hectare $QA/p = \frac{\text{Necessidade por hectare}}{\text{Densidade de plantas por hectare}}$, de acordo com a fórmula anterior, na adubação de fundo foi aplicado 10g de NPK (12:24:12) por bolsa. Passados os 30 DAS, fez-se a adubação de cobertura, aplicando 6g de Ureia (46% N).

No controlo fitossanitário, no 16º DAS, fez-se controlo preventivo contra insectos destacando-se a mosca branca e a lagarta mineira aplicando-se o insecticida de nome comercial SNOW Explode 10EC tendo como substâncias ativas o Lambda-Cyhalothrin 60g/l e Acetamiprida 40g/l a uma dosagem de 30ml/16L de água. Passados 37 DAS e 23 dias após a primeira pulverização, foi realizada a segunda pulverização para o controlo da mosca branca, lagarta mineira e ferrugem, onde aplicou-se o insecticida de nome comercial Cypercel 25% EC que

contem Cipermetrina 250g/l (SA) a uma dose de 29ml/16L de água misturado com o fungicida de nome comercial Sucess 72% WP contendo mancozeb 640g/kg e Metalaxil 80g/kg a uma dose de 50g/16L de água. O controle de infestantes foi feito por meio de munda sempre que apareciam plantas de infestantes.

3.2.5. Colheita de dados

A colheita de dados teve início no dia em que foi paralisada a rega para o tratamento de stresse hídrico no 54° DAS, quando 100% das plantas em todos tratamentos estavam na fase reprodutiva (havia atingido a floração) e fazia-se no intervalo de 7 dias, onde as amostras foram tiradas nas 3 plantas centrais. Terminado a colheita de dados (que terminou no final do ciclo da cultura) calculou-se a média dos dados semanais.

3.2.5.1. Abscisão foliar (%)

Para a obtenção dos dados de abscisão foliar, contou-se o número total de folhas de uma planta e o número total de folhas “caídas”, no final do ciclo da cultura calculou-se a % abscisão foliar aplicando-se a seguinte fórmula de acordo com (ALFREDO, 2013): $AF (%) = \frac{\text{Número de folhas caídas}}{\text{Número total de folhas}} * 100$.

3.2.5.2. Número de flores e vagens por planta

O número de flores por planta foi obtido através da contagem de flores por planta, da mesma forma determinou-se o número de vagens por planta, contando-se as vagens por planta.

3.2.5.3. Eficiência reprodutiva (%)

Os dados de ER ou por outra reprodução das flores, foram obtidos através da divisão do número de vagens por planta pelo número de flores por planta, a eficiência reprodutiva é a reprodução por inflorescência, desde modo usou-se a seguinte fórmula (MENDES, et al., 2007):

$$ER (%) = \frac{\text{Número de vagens por planta}}{\text{Número de flores por planta}} * 100.$$

3.2.5.4. Número de sementes por vagem

Esta variável foi determinada também com a contagem, onde contou-se o número de sementes por vagens de uma planta de uma planta e calculou-se a média, dividindo o número total de sementes de uma planta pelo número de vagens da mesma planta.

3.2.5.5. Massa seca

Na fase final do ciclo da cultura (02 de fevereiro de 2023), isto é, ao 92º DAS, colheu-se dado da massa seca, que foi dividida em massa seca da fonte, massa seca do dreno e massa seca radicular. Com auxílio de uma tesoura, dividiu-se a planta em folhas mais velhas (fonte); folhas mais novas, pecíolo, caule, vagens, sementes e as raízes (dreno), mas como necessitava-se da massa radicular, a raiz foi separada do resto do dreno e foi lavada de modo a retirar todos restos de substrato, as partes divididas (fonte, dreno e a raiz) foram colocadas em dentro de envelopes.

Estando nos envelopes, as amostras foram levadas ao laboratório do ISPG, onde foram submetidas a secagem na estufa de secagem da marca OVEN – EcoTherm Labotec durante 48h a uma temperatura de 70° C.

Passadas as 48h, as amostras foram retiradas da estufa de secagem e prosseguiu com o processo de pesagem das mesmas na balança de precisão mesmo laboratório, da Marca ADAM, referencia AE9V0159 com peso máximo suportado de 220g, produzido pela ADAMEQUIPMENT – NIMBUS. Tendo os pesos da massa seca da fonte e do dreno, colheu-se a ultima variável que é o rácio fonte-dreno, onde fez-se a divisão da massa seca da fonte pela massa seca do dreno.

3.2.6. Análise de dados

Apos a colheita de todos os dados, os mesmos foram submetidos a uma análise estatística no pacote estatístico Minitab18, onde fez-se o teste T, onde testou-se a existência ou ausência de uma diferença significativa a nível de significância ou confiança de 5%, onde concluiu-se que a diferença é significativa se o valor de P (p-value) for inferior ao valor predeterminado (5% = 0,05).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Abscisão foliar

De acordo com as análises feitas com o teste t (Tabela 3), as médias das percentagens de abscisão foliar dos dois tratamentos foram estatisticamente diferentes a nível de significância de 5%.

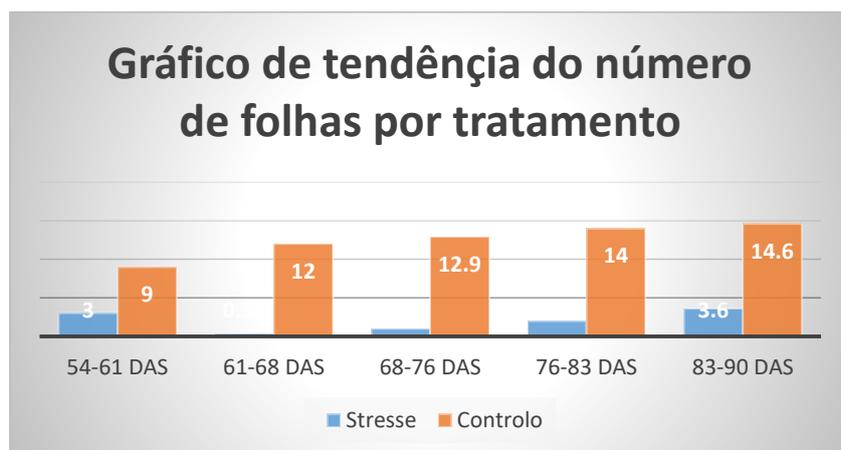
Pôde observar-se que as plantas sob déficit hídrico tiveram maior percentagem de abscisão foliar (média de 79,3% por planta) contra a média de 15,5% por planta no tratamento de controlo. Com uma diferença de 63,8% entre as suas médias, a maior abscisão foliar constatada nesse tratamento, pode ser explicada pela falta de água em um ambiente de temperatura elevada. No tratamento de stresse houve maior abscisão foliar no período de 54-61 DAS e teve uma redução significativa no período de 86-92 DAS, este facto é justificado pelas condições de temperatura, onde no período de 54-61 DAS teve uma temperatura máxima média de 36,6° C e no período de 86-92 DAS a temperatura máxima media foi de 31,1° C (ACCUWEATHER 2023).

Esses dados corroboram com os dados de (MENDES et al 2007) nas plantas estressadas na fase reprodutiva, a abscisão foliar foi maior no período de 50-60 DAS, enquanto, entre 80 e 90 DAS houve uma menor queda de folhas em relação ao controlo. Vale lembrar que o processo de abscisão ocorreu exatamente no período em que essas plantas foram submetidas à deficiência hídrica, tendo uma razão para uma maior perda de folhas para a redução da transpiração, sendo a perda de folhas (que é a principal fonte) reduz o tamanho da fonte.

4.2. Número de flores por planta

Constatou-se uma redução do número de flores no tratamento com stresse ao contrário do tratamento de controlo (figura 3), conforme o teste t, as medias dos números de flores por planta dos dois tratamentos tem uma diferença significativa (Tabela 3).

Figura 4: gráfico de tendência do número de folhas por tratamento



No início da floração todos os tratamentos tinham uma floração uniforme, tendo reduzido no tratamento de stresse após a submissão ao stresse hídrico, tiveram um pequeno aumento após a retoma da rega, a diferença na floração é justificada pelo déficit hídrico nas plantas durante 10 dias concordando com (MENDES et al 2007).

4.3. Número de vagens por planta e eficiência reprodutiva

Em relação ao número de vagens, foi maior no tratamento de controlo (T2) que teve uma média de 10 vagens por planta com eficiência reprodutiva de 63,8% contra o tratamento de stresse que teve uma média de 2 vagens por planta com 26,03% de eficiência reprodutiva. De acordo com os testes realizados (Teste t) abaixo, verifica-se que há uma diferença significativa no número de vagens e na eficiência reprodutiva (Tabela 3). O tratamento de controlo foi mais eficiente na reprodução em relação ao tratamento de stresse, justificado pelo aborto floral devido ao stresse hídrico. Esses resultados concordam com os de COSTA et al (1997) citada por (JIMO 2008) “estresse hídrico imposto tanto na fase vegetativa, como na reprodutiva, reduziu significativamente o número de vagens produzidas por planta”.

4.4. Número de sementes por vagem

Devido ao déficit hídrico que culminou em stresse, o tratamento de stresse teve menor número de sementes por vagem (uma média de 6 sementes por vagem) contra a média de 11 sementes por vagem do tratamento de controlo, segundo o teste t, houve uma diferença significativa entre os dois tratamentos (Tabela 3). Estes resultados convergem dos obtidos por (Costa et al 1997, Leite et al 2000) que encontraram reduções no número de sementes/vagem com a aplicação do estresse hídrico na fase reprodutiva.

4.5. Massa seca total da planta

Devido o défice hídrico, houve queda das folhas e consequentemente a redução da massa total das plantas. Em termos comparativos, o tratamento de stresse (T1) teve menor massa seca total (uma de 11,3g por planta) em relação ao tratamento de controlo com uma média de 18,98g por planta. De acordo com o teste t (Tabela 3), as médias da massa seca total dos dois tratamentos foram estatisticamente diferentes, onde observou-se maior média no tratamento de controlo, facto justificado pela redução da área foliar da planta como um mecanismo de sobreviver devido ao stresse, estes resultados são sustentados por HUANG et al (1997) que afirmam que a matéria seca total é reduzida significativamente em condições de stresse hídrico, porém SALISBURY & ROSS (1992) ressaltam que a biomassa seca de plantas nem sempre é afetada pelo défice hídrico.

4.6. Massa seca da fonte

O défice hídrico favoreceu a maior abscisão foliar, destacando-se as folhas mais velhas (fonte) no tratamento de stresse hídrico, deste modo, a massa seca da fonte foi menor no T1 (tratamento stressado) que teve uma média de 3,8g por planta em relação ao T2 (tratamento de controlo) que teve uma média de 6,49g por planta. O teste t confirmou que as médias dos dois tratamentos são estatisticamente diferentes (Tabela 3), com uma diferença de 2,69g. JIMO (2008) no seu estudo não encontrou uma diferença significativa no peso seco das folhas (fonte) entre os tratamentos com stresse e de irrigação de controlo, MENDES et al (2007) constaram que o peso seco das folhas nos tratamentos submetidas ao défice hídrico na fase reprodutiva foi significativamente diferente com os tratamentos de controlo.

4.7. Massa seca radicular

Em relação a parte radicular, o tratamento stressado teve raízes mais profundas devido a défice de água (mecanismo de sobrevivência) mas o seu peso seco foi menor que o do tratamento de controlo. As médias do peso seco dos dois tratamentos tiveram uma diferença significativa a nível de significância de 5% (Tabela 3), diferença esta de 2,7g, sendo o tratamento de stresse com 0,74g por planta e tratamento de controlo com uma média de 3,44g por planta, essa diferença é justificada pela redução da fonte por deficiência hídrica uma vez que a raiz constitui o dreno. Estes resultados convergem com a afirmação do (SANTOS 2004, TAIZ & ZEIGER 2004, PEIXOTO 2019) citados por (PEIXOTO, 2019) “o défice hídrico afecta também o sistema radicular”.

4.8. Massa seca total do dreno

Devido a deficiência hídrica que teve como uma das consequências a maior redução da fonte (abscisão das folhas mais velhas) no tratamento com stresse, o mesmo tratamento teve também a menor massa do dreno reduzido com uma média de 7,44g por planta, ou seja, menor em relação ao tratamento de controlo que teve uma média de 10,26g por planta. Constituiu dreno os pecíolos, as folhas mais novas, os ramos, o caule e a radícula, as vagens e as sementes. O teste de t afirmou que existe uma diferença significativa entre os dois tratamentos no que tange a massa seca total do dreno (tabela 3), diferença esta de 2,82g discordando com (VICTORINO & PINTO-SINTRA 2012) que concluiu que a deficiência hídrica na fase reprodutiva determinou o aumento na matéria seca da parte aérea e no tamanho do dreno.

4.9. Rácio fonte e dreno

O teste t demonstrou que existe uma diferença significativa das médias dos rácios fonte-dreno dos dois tratamentos (Tabela 3) onde o tratamento de déficit hídrico teve a menor média (0,51g por planta) e o tratamento de irrigação de controlo teve a maior média (0,63g). Por causa do stresse, o tratamento de stresse teve uma redução da sua área foliar que é a fonte, como resultado houve também a redução do dreno por isso o rácio fonte-dreno nesse tratamento foi menor enquanto no tratamento de controlo (T2) não houve muita redução da área foliar (fonte), deste modo, houve muita produção de fotoassimilados e teve como resultado o maior dreno que é o local onde os mesmos (fotoassimilados) são drenados, justificando a maior diferença da fonte-dreno nesse tratamento.

Tabela 3: Resumo dos resultados do teste T para todas variáveis estudadas

Resumo dos resultados do teste T em para todas variáveis estudadas			
Variável	Valor-T	GL	Valor-P
Abscisão foliar (%)	-16.35	2	0.004
Número flores/planta	-5	2	0.015
Número de vagens/planta	-11.5	2	0.001
Eficiência reprodutiva	-13.63	2	0.001
Número sementes/vagem	-10.61	2	0
Massa seca total	-18.25	2	0
Massa seca da fonte	-15.4	2	0.004
Massa seca do dreno	-21.2	2	0
Massa seca radicular	-21,20	2	0.000
Rácio fonte-dreno	-12.83	2	0.006

5. CONCLUSÃO

Com a realização do presente estudo, pode concluir-se que o déficit hídrico no feijão nhemba (variedade comercial IT-16) favorece a maior abscisão foliar reduzindo o tamanho da fonte afectando a capacidade do dreno (folhas mais jovens, ramos, caule, radícula, o número de flores, a eficiência reprodutiva e o número de sementes por vagem), a relação fonte-dreno é directamente proporcional (quanto maior for o tamanho da fonte maior também será o tamanho do dreno), deste modo o déficit hídrico na variedade IT-16 reduz o tamanho da fonte reduzindo também o tamanho do dreno.

No que concerne à capacidade de reprodução, na cultura de feijão nhemba (variedade IT-16), conclui-se que o déficit hídrico tem uma influência significativa, ou por outra, o déficit hídrico reduz a eficiência hídrica devido ao aborto floral causado pelo stresse hídrico.

Apos a análise dos resultados obtidos no estudo, pode afirmar-se que o tratamento de controlo tem a melhor distribuição de fotoassilados em relação ao tratamento de déficit hídrico, isso significa que, o déficit hídrico afecta significativamente a distribuição do material produzido pela fotossíntese entre os drenos.

4. RECOMENDAÇÕES

É recomendado a realização do mesmo estudo para confirmar ou sustentar os resultados obtidos nesse estudo e outras variedades de modo a ter-se mais informações das relações fonte-dreno das variedades de feijão nhemba em condições de déficit hídrico de modo a ter-se resposta do baixo rendimento desta cultura em condições de déficit hídrico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCUWEATHER 2023. *Meteorologia mensal em Chókwè, Gaza, mocambique*, Mocambique: s.n.

ALFREDO, J 2013. *Avaliação do desempenho agronomico dos genotipos de feijao (vigna unguiculata L.) e estabilidade de rendimento de grao na regio sul de Mocambique*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Agronomia e Engenharia Agronomica.

ALVES, NF 2018. *Introducao, classificacao morfoagronomicas e fisiologica de sete acessos de feijao caupi no banco de germoplasma da Universidade Federal do Ceara*. Fortaleza - Brasil: Universidade Federal do Ceara. Centro de Ciencias Agrarias - Departamento de Agronomia.

DAUDA, GA 2016. *Lamina de irrigacao no desenvolvimento de feijao-caupi na regio do rio grande do Sul, Brasil*. Santa Maria - Rio de Janeiro: Universidade Federal de Santa Maria - Centro das Ciencias Rurais.

FERREIRASIMPLÍCIO, S., 2015. *características de crescimento e produção do feijão-caupi (vigna unguiculata (L.) walp.) sob aplicação de herbicidas*. areia-pb, brasil: universidade federal da paraíba, centro de ciências agrárias.

HUANG, B. R. R., DUNCAN, R. N. & CARROW, 1997. *Resistence mechanism of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying*. s.l.:Turfgrasses science.

JIMO, J. A., 2008. *Efeito de Stress Hidrico no Crescimento de tres Variedades de Feijao Nhemba (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Ciencias - Departamento de Ciencias Biologicas.

MACEDO, P. D. W. R., 2015. *Translocacao organica: transporte da sacarose e incorporacao no colmo*. Vicoso: Universidade Federal de Vicoso - Campus do Rio Paracibaiba.

MATEUS, A. M., 2015. *Avaliacao da qualidade fisiologica de sementes de feijao-caupi (Vigna unguiculata) pelo teste de condutividade electrica*. Brasilia : Universidade de Brasilia - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinaria .

MELO, F. d. B. & CARDOSO, M. J., 2017. *Cultivo de Feijão-Caupi*, Brasil: EMBRAPA.

MELO, f. d. B., CARDOSO, M. J., BASTOS, E. A. & Ribeiro, V., 2018. *Recomendacao de adubacao e calagem para feijao-caupe*. Teresina, Brasil: Embrapa.

MENDES, R. M., TAVORA, F. J., PITOMBEIRA, J. B. & NOGUEIRA, J., 2007. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. *Revista Ciência Agronômica*, xxxviii(1), pp. 95-103.

NGOVENE, V. S., 1998. *Feijao nhemba, cultura de duplo proposito: frequencia de colheita de folhas e a sua influencia no rendimento de graos e folhas de duas variedades*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal - Departamento de Producao e Protecao Vegetal.

PEIXOTO, C. P., 2019. *Curso de fisiologia vegetal: teoria e pratica*. Bahia, Brasil: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Grupo de Pesquisa MaPENeo.

SALISBURY, F. B. & ROSS, C. W., 1992. *Plant physiology*. California: Wadsworth,inc Fouth edition.

SANTOS, P. D. D. M. M. d., 2004. *Fisiologia Vegetal*. Jaboticabal, Brasil: UNESP.

TAIZ, L. & ZEIGER, E., 2004. *Fisiologia Vegetal*. 3 ed. s.l.:Editora Arned.

UAIENE, R., 2006. *Introdução de Novas Tecnologias Agrícolas e Estratégias de Comercialização no Centro de Moçambique*, Moçambique: IIAM - Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.

UASIQUETE, A., 1993. *Estudo da pustula bacteriana no feijao nhemba*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane (UEM).

VICTORINO, I. M. M. & PINTO-SINTRA, A. L. R., 2012. *estabelecimento de um protocolo de transformação genética e regeneração de feijão nhemba (vigna unguiculata l. walp)*. Lisboa, Universidade Eduardo Mondlane (UEM) - Moçambique & Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) - Portugal.

ANEXOS

Anexo 1: Unidade Experimental antes da imposição ao stresse



Anexo 2: Plantas sob Efeito de defice hidrico



Anexo 3: Controlo fitossanitário



Anexo 4: Equipamentos usados na secagem e pesagem das amostras (estufa de secagem e balança de precisão respetivamente)

