

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MOÇAMBIQUE
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÓMICAS

**Avaliação do Desempenho Agronómico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a
Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba**

Érica Fadety Victor Monfort Sinoia

Cuamba, Outubro de 2024

**Avaliação do Desempenho Agronómico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a
Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba**

Érica Fadety Victor Monfort Sinoia

O presente trabalho de final de Curso, é submetido a Faculdade de Ciências Agronómicas da Universidade Católica de Moçambique, como condição para obtenção do grau de Licenciatura de Agronomia.

Supervisor: Mestre Mussa Juma Joaquim, MSc.

Co-Supervisor: Mestre Paulo Xavier Tebulo

Cuamba, Outubro de 2024

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÓMICO DE FEIJÃO-VERDE
(*Phaseolus vulgaris* L.) SUBMETIDO A DIFERENTES COMPASSOS NAS
CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE CUAMBA**

ÉRICA FADETY VICTOR MONFORT SINOIA

O presente trabalho é submetido a Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de Ciências Agronómicas, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Agronomia.

Aprovação do Júri:

O presente trabalho foi sujeito a avaliação do júri no dia 17 de Dezembro de 2024, tendo sido aprovado com a classificação final de 15 valores.

Júri Examinador:

Presidente: Sueco Albino Cipriano

Eng.º Sueco Albino Cipriano, MSc (UCM-FCA)

Oponente: Gregory Saxon

Eng.º Gregory Saxon, MSc (UCM-FCA)

Supervisor: Mussa Juma Joaquim

Eng.º Mussa Juma Joaquim, MSc (UCM-FCA)

Cuamba, Janeiro de 2025

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Érica Fadety Victor Monfort Sinoia, declaro sob minha honra que a presente Monografia, apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Agronomia, com o título “Avaliação do Desempenho Agronómico do Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba”, é uma obra original de minha autoria. Exceptuando-se as citações e referências devidamente indicadas, o conteúdo foi elaborado com base em um estudo experimental que seguiu as orientações do meu supervisor. Afirmo ainda que este trabalho nunca foi submetido a qualquer outra instituição de ensino superior para a obtenção de qualquer grau académico.

Cuamba, ____ de Outubro de 2024

Érica Fadety Victor Monfort Sinoia

DEDICATÓRIA

É com elevada Honra que dedico este trabalho aos meus pais, Victor Sinoia e Maria Cândida Monfort.

Ao meu Pai Victor Sinoia, em “Memória, e que a sua Alma esteja descansando em Paz”, que com o Avale de Allah disse minha filha vá e faça o curso de Agronomia. Naquele momento, ele só gostaria que eu fizesse o curso, mais hoje digo pai, valeu a pena o senhor ter me dado este avale, pois durante este período eu aprendi tudo que poderá me ajudar e ajudar a quem precise na área de produção animal e vegetal.

A minha mãe Maria Cândida Monfort, que desde o primeiro dia de faculdade, me apoiou, me incentivou e não permitiu que eu desistisse nunca mesmo com as inúmeras dificuldades que eu apresentava diariamente.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Allah todo poderoso, pelo dom da vida, e saúde que me proporcionou durante este período de aprendizado e experiências espectaculares.

Agradeço ao meu Pai Victor Sinoia *Em Memória, e que a sua alma esteja descansando em Paz do lado mais bom de Allah”, pela oportunidade de ter me deixado ingressar na UCM-FCA, muito obrigada meu eterno Pai.

Agradecer a minha mãe Maria Cândida Monfort, que incansavelmente, enriqueceu-me de força e encorajamento para que eu acordasse e me levantasse para mais um dia de aprendizado, muito obrigada minha mãe por tudo.

A minha família no geral, em Particular as minhas irmãs/os Ercelina, Octavia, Elsa, Vidjay, Helton, Regina, Zalale, Chicua, Marcelino, Gracelina, Paulo, e o meu cunhado Ângelo, pelo apoio moral e psicológico incondicional que sempre me deram, tornando assim a caminhada mais fácil e construtiva.

Ao meu melhor amigo e companheiro Beato, que todos os dias demonstrou o seu companheirismo e disponibilidade para me apoiar em tudo durante esta minha caminhada, muito obrigada meu companheiro.

A minha Amiga Cheila, e as minhas colegas que se tornaram amigas/os, Neima, Graciete, Helena, Lúcia, Sílvia, Albino e Argélio, pelo apoio que sempre demonstraram durante os 5 anos.

Ao meu Supervisor, Mussa Juma Joaquim, que não permitiu que eu desistisse perante as dificuldades que tive com o trabalho, dando as suas sugestões, e incentivo incondicional.

Ao meu co-supervisor, Paulo Xavier Tebulo e aos demais docentes que estiveram comigo durante os 5 anos, transmitindo o seu conhecimento com muita paciência, ensinaram-me a saber transformar o teórico em prático, para que me tornasse uma engenheira e futura profissional competente.

E a Universidade Católica de Moçambique, em particular a Faculdade de Ciências Agronómicas de Cuamba, pela oportunidade de me deixar se formar em sua instituição.

RESUMO

O feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande relevância alimentar e económica, especialmente em regiões como Cuamba, onde a agricultura de subsistência é amplamente praticada. No entanto, o rendimento desta cultura pode ser significativamente influenciado pelo manejo adequado do compasso de sementeira. Este estudo teve como objectivo avaliar o desempenho agronómico do feijão-verde submetido a diferentes compassos nas condições Edafoclimáticas de Cuamba, na campanha 2023/2024, visando identificar o compasso ideal para maximizar a produtividade, onde para o efeito foram testados os compassos: 40/60, 40/40, 40/50, e 40/75. O experimento seguiu um delineamento de blocos completos casualizados, com análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância, usando o pacote estatístico Sisvar. As variáveis analisadas incluíram stand final, altura da planta, floração e frutificação (50%), número de vagens por planta, peso de 100 grãos, peso de vagens frescas e rendimento total. Os resultados indicaram que o compasso não influenciou significativamente a floração, frutificação, altura das plantas, número de vagens e peso de 100 grãos. No entanto, observou-se uma diferença significativa no stand final, com compassos maiores resultando em plantas mais robustas devido à menor competição por recursos. Curiosamente, os compassos menores (40x40 cm²) proporcionaram um rendimento significativamente superior, atingindo 6089,58 kg/ha, com uma diminuição gradual do rendimento à medida que o compasso aumentava. A análise de regressão revelou uma relação significativa entre o compasso e o rendimento da cultura, sublinhando a importância de ajustes no compasso para otimizar a produtividade do feijão-verde nas condições específicas de Cuamba.

Palavras-chaves: Feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.), compasso, desempenho agronómico.

ABSTRACT

Green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are a crop of great nutritional and economic importance, especially in regions like Cuamba, where subsistence farming is widely practiced. However, the yield of this crop can be significantly influenced by proper management of plant spacing, or sowing density. This study aimed to evaluate the agronomic performance of green beans subjected to different plant spacings under the edaphoclimatic conditions of Cuamba, in the campaign 2023/2024, with the objective of identifying the optimal spacing to maximize productivity, where the compasses were tested for this purpose: 40/60, 40/40, 40/50 and 40/75. The experiment followed a randomized complete block design, with variance analysis (ANOVA) and Tukey's test at 5% significance, using the Sisvar statistical package. The analyzed variables included final stand, plant height, 50% flowering and fruiting, number of pods per plant, weight of 100 seeds, fresh pod weight, and total yield. The results indicated that spacing did not significantly influence flowering, fruiting, plant height, number of pods, or weight of 100 seeds. However, a significant difference was observed in the final stand, with larger spacings resulting in more robust plants due to reduced competition for resources. Interestingly, smaller spacings (40x40 cm²) produced significantly higher yields, reaching 6089.58 kg/ha, with a gradual decrease in yield as spacing increased. Regression analysis revealed a significant relationship between plant spacing and crop yield, highlighting the importance of adjusting spacing to optimize green bean productivity under Cuamba's specific conditions.

Keywords: Green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), plant spacing, agronomic performance.

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura Explicação

ANAVA Análise de variância

DBCC Delineamento de Blocos Completos Casualizados

FCA Faculdade de Ciências Agronómicas

FAO Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

IIAM Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

IAM Instituto de Algodão de Moçambique

INE Instituto Nacional de Estatística

MAE Ministério da Administração Estatal

UCM Universidade Católica de Moçambique

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações da cultura de feijão verde utilizada no estudo.....	23
Tabela 2: Codificação dos tratamentos.....	25
Tabela 3: Esquema de Análise de Variância para um Factor de estudo.....	31
Tabela 4: Resultados das variáveis 50% de Floração, 50% de Frutificação, Altura (cm), N. de Vagens, Peso de 100 Grãos (g), Stand Final e Rendimento (kg/ha) em função dos Diferentes Compassos testados.....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperaturas (c°) mínimas, médias e máximas, registadas durante parte do ciclo da cultura.....	21
Gráfico 2: Regressão Exponencial entre compasso e rendimento.....	399

Índice

DECLARAÇÃO DE HONRA.....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	iv
LISTA DE ABREVIATURAS	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE GRÁFICOS.....	vi
CAPÍTULO I-INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problematização	2
1.3. Justificativa.....	3
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Geral:.....	5
1.4.2. Específicos:.....	5
1.5. Hipóteses	6
CAPÍTULO II-REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. Introdução à Cultura do Feijão Verde (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	7
2.2. Produção Mundial de Feijão Verde	7
2.3. Produção de Feijão Verde em Moçambique	7
2.3.1. Distribuição Geográfica.....	8
2.3.2. Impacto Socioeconómico.....	8
2.3.3. Desafios à Produção.....	8

Avaliação do Desempenho Agronómico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

2.3.4. Oportunidades de Crescimento	9
2.3.5. Técnicas de Produção e Compassos de Plantio.....	10
2.3.6. Sustentabilidade e Futuro da Produção de Feijão Verde em Moçambique.....	10
2.4. Morfologia e Fenologia do Feijão Verde	10
2.4.1. Fenologia do Feijão Verde	12
2.4.2. Influência das Condições Climáticas no Ciclo Fenológico.....	13
2.5. Condições de Produção do Feijão Verde.....	14
2.5.1. Clima Ideal para o Feijão Verde	14
2.5.2. Tipo de Solo	15
2.5.3. Irrigação.....	16
2.5.4. Maneio de Pragas e Doenças.....	17
2.6. Efeitos de Compassos na Produção do Feijão Verde.....	17
CAPÍTULO III-MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1. Descrição do Local de Estudo	21
3.2. Materiais	22
3.2.1. Sementes.....	23
3.2.2. Área Experimental	23
3.2.3. Instrumentos de Medição.....	23
3.3. Métodos	24
3.3.1. Delineamento Experimental.....	24
3.3.2. Condução do Ensaio	25
3.3.3. Variáveis colectadas.....	27
3.3.4. Modelo de Análise dos Dados.....	30
3.4. Constrangimentos.....	33

CAPÍTULO IV-ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	34
4.1. Número de dias para 50% de Floração	34
4.2. Número de dias para 50% de Frutificação.....	35
4.3. Altura das plantas (cm).....	35
4.4. Número de Vagens por planta.....	36
4.5. Peso de 100 Grãos (g).....	36
4.6. Stand Final.....	37
4.7. Rendimento (kg/ha)	38
4.8. Regressão Exponencial.....	38
CAPÍTULO V-CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	40
5.1. Conclusões.....	40
5.2. Recomendações.....	40
5.2.1. Recomendações para Estudos Experimentais Futuros.....	40
5.2.2. Recomendações para Produtores Singulares.....	41
5.2.3. Recomendações para Empresas Produtoras	41
5.2.4. Recomendações para Estudantes da Faculdade de Ciências Agronómicas.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
APÊNDICES	48
Apêndice 1: Croqui e Protocolo do ensaio	49
Apêndice 2: Cronograma de Actividades	52
Apêndice 3: Orçamento	53
Apêndice 4: Análise de Dados	54
Apêndice 5: Dados brutos.....	58
Apêndice 6: Teste de Normalidade dos dados (Shapiro Wilk)	58

Avaliação do Desempenho Agronómico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a
Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

Apêndice 7: Fotografias 59

CAPÍTULO I-INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

O Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.), amplamente cultivado em várias regiões do mundo, é uma cultura de grande importância agronómica, nutricional e económica. No contexto agrícola de Moçambique, especialmente na província de Niassa, onde se encontra o distrito de Cuamba, essa cultura tem demonstrado relevância crescente devido à sua capacidade de adaptação às condições agroecológicas locais, além de representar uma fonte significativa de renda para pequenos e médios agricultores (FAO, 2023). No entanto, o desempenho agronómico da cultura do feijão-verde está directamente relacionado a uma série de factores, como o manejo cultural, as condições Edafoclimáticas e, particularmente, o compasso de plantio, que tem um papel crucial na eficiência da utilização de recursos como água, nutrientes e luz solar (Silva et al., 2022).

O compasso de plantio, que se refere ao espaçamento entre as plantas e entre as linhas de cultivo, influencia directamente o crescimento, a produtividade e a qualidade do feijão-verde. Estudos indicam que diferentes compassos podem alterar significativamente o desenvolvimento da planta, com efeitos sobre a arquitectura, interceptação de luz e até a susceptibilidade a pragas e doenças (Oliveira, 2021). Em regiões com características Edafoclimáticas específicas, como o distrito de Cuamba, onde predominam solos arenosos a franco-arenosos e um clima tropical semiárido, a escolha do compasso adequado pode ser um factor determinante para a optimização da produtividade da cultura (Pedro et al., 2020). Assim, investigar o desempenho agronómico do feijão-verde sob diferentes compassos é uma contribuição valiosa para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes nessa região.

As condições Edafoclimáticas de Cuamba, caracterizadas por períodos de estiagem prolongados intercalados com curtos períodos de chuva intensa, tornam a escolha do compasso de plantio uma estratégia essencial para maximizar a eficiência do uso da água e a competição por recursos entre as plantas (Machado, 2021). Em sistemas agrícolas de base familiar, predominantes em Moçambique, optimizar o uso dos recursos disponíveis por meio da escolha do espaçamento adequado pode contribuir não só para o aumento da produtividade, mas também para a redução dos custos de produção e melhoria da segurança alimentar (Mungoi & Tamele, 2023).

Diversos estudos realizados em outras regiões de Moçambique e em países com condições agroecológicas semelhantes apontam para o facto de que o espaçamento entre plantas e linhas afectadirectamente a produção de feijão-verde. Silva et al. (2022), em estudo sobre o cultivo de feijão-verde no sul de Moçambique, observaram que compassos mais estreitos tendem a aumentar a competição intra-específica, reduzindo o desenvolvimento vegetativo e, por consequência, o rendimento. Por outro lado, compassos muito amplos podem resultar em uma subutilização dos recursos disponíveis, como luz solar e nutrientes, levando à redução da produtividade por unidade de área (Silva et al., 2022). Essas descobertas reforçam a importância de realizar estudos adaptados às condições locais, uma vez que as recomendações para compassos de plantio podem variar significativamente de acordo com o clima e o tipo de solo.

Nesse contexto, esta pesquisa visa contribuir para o desenvolvimento de directrizes agronómicas mais precisas para o cultivo do feijão-verde em Cuamba, oferecendo subsídios para que os agricultores locais possam adoptar práticas de plantio mais eficientes e rentáveis.

1.2. Problematização

A crescente demanda por alimentos e o aumento da população em regiões rurais de Moçambique, como o distrito de Cuamba, têm pressionado os sistemas agrícolas a adoptar práticas mais eficientes e sustentáveis (Machado, 2021). No contexto da agricultura familiar, predominante nessa região, uma das principais culturas alimentares é o feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), uma leguminosa de grande valor nutricional e económico (FAO, 2023). Contudo, apesar de sua importância, a produtividade dessa cultura ainda está aquém do seu potencial máximo nas condições edafoclimáticas de Cuamba, muitas vezes devido a práticas de manejo inadequadas, especialmente no que se refere ao espaçamento entre plantas, ou seja, o compasso de plantio (Oliveira, 2021).

O compasso de plantio é um factor de manejo que influencia directamente a eficiência no uso de recursos como água, nutrientes e luz solar, impactando o desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas (Silva et al., 2022). Em condições agroecológicas como as de Cuamba, caracterizadas por solos predominantemente arenosos e um regime hídrico irregular, a escolha do espaçamento

adequado pode ser crucial para otimizar o desempenho agronómico do feijão-verde (Pedro et al., 2020). No entanto, estudos específicos sobre o impacto de diferentes compassos de sementeira na cultura do feijão-verde sob essas condições são escassos, limitando a capacidade dos agricultores de tomar decisões informadas que maximizem a produtividade (Mungoi & Tamele, 2023).

Embora haja consenso na literatura sobre a importância do compasso de plantio para o desempenho agronómico, o desafio é identificar o espaçamento ideal que permita maximizar a produtividade sem comprometer a sustentabilidade do sistema agrícola (Machado, 2021). Em regiões com características edafoclimáticas semelhantes às de Cuamba, estudos indicam que compassos mais estreitos podem levar a uma maior competição intra-específica por recursos, resultando em plantas mais frágeis e com menor rendimento (Silva et al., 2022). Por outro lado, compassos mais amplos podem reduzir o uso eficiente da área disponível e dos recursos naturais, resultando também em perdas de produtividade por unidade de área cultivada (Oliveira, 2021). Assim, a falta de recomendações claras e específicas para as condições de Cuamba gera incertezas para os agricultores, que muitas vezes adoptam práticas baseadas em experimentação empírica ou orientações genéricas que não consideram as particularidades locais (Pedro et al., 2020).

Nesse sentido, surge a seguinte questão central: *qual é o compasso de plantio mais adequado para maximizar o desempenho agronómico do feijão-verde nas condições edafoclimáticas de Cuamba?*

Este questionamento é relevante, pois envolve a busca por práticas de manejo que possam garantir maior produtividade e qualidade da cultura, contribuindo para a segurança alimentar e a geração de renda dos produtores locais (FAO, 2023).

1.3. Justificativa

O cultivo de leguminosas, especialmente o feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), desempenha um papel essencial na segurança alimentar e na geração de renda para pequenos agricultores em regiões como Cuamba, Moçambique. Esta cultura é amplamente consumida, devido ao seu alto

valor nutritivo, contendo proteínas, vitaminas e minerais essenciais, o que a torna uma fonte de alimento fundamental para as populações rurais (FAO, 2023). Além disso, o feijão-verde contribui para a sustentabilidade agrícola, actuando na fixação biológica de nitrogénio no solo, o que reduz a necessidade de fertilizantes químicos e melhora a fertilidade dos solos (Oliveira et al., 2021). Entretanto, o potencial produtivo desta cultura em Cuamba ainda está limitado por práticas agrícolas tradicionais que, muitas vezes, não maximizam o uso dos recursos naturais disponíveis (Silva & Mendes, 2022).

Dentre as práticas agronómicas que influenciam directamente o rendimento das culturas, o compasso de plantio é uma das variáveis mais importantes. O espaçamento entre plantas afecta diversos factores, como a eficiência no uso da água, luz e nutrientes, além de influenciar a incidência de pragas e doenças (Machado & Pedro, 2020). Em regiões com solos de baixa fertilidade e clima imprevisível, como é o caso de Cuamba, a escolha do compasso de plantio adequado pode representar a diferença entre uma colheita produtiva e uma produção insatisfatória (Pedro et al., 2020). No entanto, há uma carência de estudos específicos que explorem o impacto de diferentes espaçamentos na produtividade do feijão-verde nas condições edafoclimáticas particulares desta região.

Neste sentido, a relevância desta pesquisa reside no facto de que, ao se avaliar o desempenho agronómico do feijão-verde sob diferentes compassos de plantio em Cuamba, será possível gerar informações científicas e práticas que possam guiar os agricultores locais na adopção de técnicas mais eficientes. A identificação de um espaçamento optimizado pode não só aumentar a produtividade por unidade de área, mas também melhorar a sustentabilidade do cultivo ao promover o uso eficiente dos recursos naturais, reduzindo o impacto ambiental (Silva & Mota, 2022).

Além disso, a produção agrícola em Moçambique tem enfrentado desafios como a degradação do solo, mudanças climáticas e acesso limitado a insumos agrícolas modernos (Mungoi & Tamele, 2023). O desenvolvimento de práticas de manejo que estejam alinhadas com a realidade dos pequenos agricultores, que muitas vezes dispõem de poucos recursos, é fundamental para o fortalecimento da agricultura familiar, uma componente crucial do sistema agrícola do país

(Machado et al., 2021). Assim, ao contribuir com o conhecimento sobre o manejo adequado do feijão-verde, esta pesquisa poderá apoiar não apenas a melhoria da produtividade agrícola, mas também o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias de extensão rural que promovam a resiliência e sustentabilidade dos sistemas de produção em Cuamba e outras regiões similares.

Adicionalmente, ao abordar um tema de grande relevância para a economia agrícola e para a subsistência dos agricultores locais, o presente estudo também pode ter implicações directas no aumento da renda das famílias rurais, fortalecendo sua segurança alimentar e contribuindo para a redução da pobreza. Dessa forma, a realização desta pesquisa se justifica tanto pelos seus potenciais benefícios agronómicos quanto pelo seu impacto social e económico, promovendo o desenvolvimento rural sustentável e a melhoria das condições de vida das comunidades agrícolas em Cuamba, quer pela contribuição com material documentado contendo informações científicas para os estudantes e demais leitores, bem como pela contribuição pessoal a medida que estará a aumentar o meu conhecimento na área de produção vegetal.

1.4. Objetivos

1.4.1. Geral:

- Avaliar o desempenho agronómico do feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a diferentes compassos de plantio nas condições edafoclimáticas de Cuamba.

1.4.2. Específicos:

- Determinar o stand final de plantas em função dos diferentes compassos.
- Comparar os parâmetros de crescimento da cultura de feijão-verde (altura da planta, 50% de floração e frutificação) em função dos diferentes compassos de plantio.
- Determinar os parâmetros de rendimento (número de vagens por planta, peso de 100 grãos, peso de vagens frescas) em função dos diferentes compassos de plantio.
- Comparar o rendimento total do feijão-verde em função dos diferentes compassos;
- Realizar uma análise de regressão entre os diferentes compassos de plantio e o rendimento da cultura de feijão-verde.

1.5. Hipóteses

- **Hipótese Nula (H0):** Não há diferenças significativas entre os quatro compassos de plantio utilizados na cultura do feijão-verde, ou seja, os diferentes compassos não exercem influência significativa sobre o desempenho produtivo da cultura.
- **Hipótese Alternativa (H1):** Pelo menos um dos quatro compassos de plantio utilizados na cultura do feijão-verde resulta em diferenças significativas no desempenho produtivo da cultura, influenciando positivamente o rendimento.

CAPÍTULO II-REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução à Cultura do Feijão Verde (*Phaseolus vulgaris* L.)

O feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas leguminosas mais amplamente cultivadas no mundo. Originário da América Latina, é amplamente consumido e cultivado devido ao seu alto valor nutricional, servindo como uma importante fonte de proteínas, vitaminas, e minerais para várias populações (Singh, 2001). Ao longo dos anos, a cultura expandiu-se para diversas regiões, desde as Américas até a Europa, África e Ásia.

2.2. Produção Mundial de Feijão Verde

A produção mundial de feijão verde varia significativamente de região para região, dependendo das condições climáticas, solos e práticas de manejo utilizadas. Em 2021, os principais produtores mundiais incluíram China, Índia, Myanmar e Brasil, que juntos contribuíram com uma grande parcela da produção global (FAO, 2021). A China, por exemplo, lidera o ranking mundial, com sua produção concentrada em regiões como Hainan e Guangdong, que possuem condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo (Zhanget al., 2019). A produção mundial totaliza milhões de toneladas anuais, evidenciando a importância da cultura para a segurança alimentar global.

2.3. Produção de Feijão Verde em Moçambique

Em Moçambique, o feijão verde é uma cultura essencial, particularmente em regiões como Niassa, Tete e Nampula. No distrito de Cuamba, as condições edafoclimáticas, que incluem solos férteis e um clima adequado, tornam a cultura bastante promissora. No entanto, o desempenho agronómico do feijão-verde nessas regiões ainda enfrenta desafios, especialmente em termos de manejo de pragas e doenças e práticas de cultivo inadequadas (Chongo, 2015). A implementação de diferentes compassos de plantio é uma estratégia comum para melhorar o rendimento da cultura e a adaptação às condições locais.

A produção de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.) em Moçambique é de grande importância tanto para o consumo interno quanto para o mercado de exportação, principalmente em regiões rurais. A cultura é uma das principais fontes de renda para pequenos agricultores, além de ser

fundamental na dieta das populações locais, uma vez que o feijão-verde é uma importante fonte de proteína vegetal.

2.3.1. Distribuição Geográfica

Moçambique possui uma grande diversidade de zonas agroecológicas, o que permite a produção de diversas culturas, incluindo o feijão-verde. As principais áreas de cultivo do feijão-verde estão concentradas nas províncias do norte, como Niassa (distritos de Cuamba e Lichinga), Nampula e Cabo Delgado. O feijão-verde é também cultivado nas províncias centrais, como Tete e Zambézia, onde o clima tropical é favorável ao seu crescimento (Masese et al., 2022).

No caso do distrito de Cuamba, a produção de feijão-verde é feita principalmente por pequenos agricultores, que utilizam métodos de cultivo tradicional, muitas vezes limitados pela falta de acesso a insumos agrícolas modernos, como sementes melhoradas, fertilizantes e equipamentos de irrigação (Masese et al., 2022). As condições edafoclimáticas da região, caracterizadas por solos argilosos e períodos de chuvas sazonais, influenciam directamente no desempenho da cultura.

2.3.2. Impacto Socioeconómico

O feijão-verde desempenha um papel crucial na economia agrícola de Moçambique. Muitos pequenos agricultores, especialmente nas regiões norte e centro do país, dependem da venda do feijão-verde como sua principal fonte de renda. De acordo com estudos realizados pela FAO (2019), o feijão-verde em Moçambique é cultivado tanto para consumo doméstico quanto para venda nos mercados locais e regionais.

Além disso, projectos de desenvolvimento agrícola em Moçambique têm incentivado a produção de feijão-verde com o objectivo de melhorar a segurança alimentar e aumentar a renda familiar. Segundo Chongo (2018), iniciativas como o Programa de Agricultura Sustentável têm oferecido apoio técnico e financeiro aos agricultores, promovendo a adopção de práticas agrícolas mais eficientes, como o uso de sementes de alta qualidade e técnicas de manejo integrado de pragas.

2.3.3. Desafios à Produção

Apesar de sua importância, a produção de feijão-verde em Moçambique enfrenta diversos desafios. Um dos principais obstáculos está relacionado à falta de acesso a sementes melhoradas, fertilizantes e pesticidas, o que limita a produtividade. Além disso, as práticas tradicionais de

cultivo, como o plantio em monocultura e o uso inadequado de irrigação, podem contribuir para a degradação do solo e para a redução dos rendimentos das colheitas (Hall, 2018).

Outro desafio significativo é o manejo inadequado de pragas e doenças que afectam a cultura. O feijão-verde é vulnerável a uma variedade de pragas, como o pulgão-preto (*Aphis fabae*) e a broca-do-feijão (*Callosobruchus maculatus*), além de doenças fúngicas, como o míldio e a ferrugem do feijoeiro. Segundo estudos realizados por Magalhães et al. (2020), muitos produtores moçambicanos carecem de conhecimento sobre o manejo integrado de pragas, o que resulta em perdas significativas na produção.

Além dos factores biológicos, as mudanças climáticas também representam uma ameaça crescente para a produção de feijão-verde. As variações nos padrões de chuva, especialmente nas regiões norte e central de Moçambique, têm levado a períodos de seca prolongada, o que afecta a disponibilidade de água e reduz o rendimento das produções. A escassez de água e o uso limitado de irrigação agravam ainda mais a vulnerabilidade dos agricultores (FAO, 2020).

2.3.4. Oportunidades de Crescimento

Apesar dos desafios, a produção de feijão-verde em Moçambique apresenta várias oportunidades de crescimento. A demanda por feijão-verde nos mercados internacionais está aumentando, especialmente em países europeus, onde há um crescente interesse por produtos agrícolas de origem africana, incluindo leguminosas orgânicas e de comércio justo (Gomes, 2021). Essa demanda pode abrir novas oportunidades para os agricultores moçambicanos, principalmente se forem adoptadas práticas de cultivo sustentável e certificações de qualidade.

Além disso, investimentos em infra-estrutura agrícola, como sistemas de irrigação, podem melhorar significativamente a produção. Iniciativas do governo moçambicano e de organizações internacionais, como o Programa Mundial de Alimentos (PMA), estão implementando projectos voltados para a modernização da agricultura familiar, com foco na melhoria da irrigação e no fornecimento de insumos agrícolas a preços acessíveis (Chongo, 2018).

2.3.5. Técnicas de Produção e Compassos de Plantio

Em termos de práticas agronómicas, o espaçamento entre plantas, ou compasso de plantio, tem sido identificado como um factor crucial que pode influenciar o rendimento do feijão-verde em Moçambique. Estudos conduzidos por Mondlane et al. (2019) indicam que a adopção de compassos adequados, que variam de acordo com o tipo de solo e as condições climáticas locais, pode resultar em aumentos significativos na produtividade.

O compasso ideal depende de vários factores, incluindo a disponibilidade de água, a fertilidade do solo e a densidade de plantio. Em Cuamba, experimentos realizados com diferentes espaçamentos mostraram que compassos mais amplos (por exemplo, 50 cm x 20 cm) proporcionam uma melhor ventilação e uma maior penetração de luz solar, o que ajuda a reduzir a incidência de doenças fúngicas e promove um crescimento mais vigoroso das plantas (Mondlane et al., 2019).

2.3.6. Sustentabilidade e Futuro da Produção de Feijão Verde em Moçambique

A longo prazo, a produção de feijão-verde em Moçambique deve se concentrar em práticas agrícolas mais sustentáveis, que minimizem o impacto ambiental e melhorem a resiliência dos agricultores diante das mudanças climáticas. A pesquisa agronómica desempenha um papel vital nesse processo, proporcionando aos agricultores as ferramentas e o conhecimento necessário para aumentar sua produtividade e, ao mesmo tempo, proteger os recursos naturais (FAO, 2020).

A introdução de novas variedades de feijão-verde, mais resistentes a pragas e doenças, bem como o desenvolvimento de sistemas de irrigação eficiente e técnicas de manejo de solo, são algumas das estratégias que podem contribuir para o crescimento sustentável da produção de feijão-verde no país (FAO, 2020).

2.4. Morfologia e Fenologia do Feijão Verde

O feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa amplamente cultivada em todo o mundo, com uma estrutura morfológica e ciclo fenológico bem definidos que influenciam directamente seu desempenho agronómico (Smith et al., 2019). A compreensão desses aspectos é essencial para otimizar as práticas de manejo, como o espaçamento entre plantas, controle de

pragas e doenças, e estratégias de irrigação. Esta secção explora em detalhes a morfologia e a fenologia do feijão-verde, com foco em suas fases de desenvolvimento e as características que determinam sua produtividade.

O feijão-verde é uma planta herbácea anual que pode apresentar hábito de crescimento erecto ou trepador, dependendo da variedade. Suas principais partes incluem as raízes, caule, folhas, flores, vagens e sementes.

- **Raízes:** O sistema radicular do feijão-verde é predominantemente pivotante, com uma raiz principal que se aprofunda no solo, podendo atingir até 1 metro de profundidade. No entanto, a maioria das raízes laterais está concentrada nos primeiros 30-40 cm do solo, sendo essa camada mais explorada pela planta em busca de nutrientes e água. Além disso, como leguminosa, o feijão-verde forma nódulos radiculares que contêm bactérias fixadoras de nitrogénio (*Rhizobium spp.*), essenciais para a melhoria da fertilidade do solo (Smith et al., 2019).
- **Caule:** O caule pode ser de hábito erecto ou prostrado. Nas variedades trepadeiras, o caule se alonga e precisa de suporte, como estacas ou fios, para se desenvolver adequadamente. Já nas variedades anãs ou de hábito erecto, o caule é mais curto e robusto. Os caules são pubescentes, ou seja, possuem pequenos pelos que auxiliam na retenção de umidade e na protecção contra pragas (Kumar & Prakash, 2018).
- **Folhas:** As folhas do feijão-verde são compostas, trifoliadas, com três folíolos de formato ovalado. Elas têm uma cor verde intensa e são dispostas alternadamente ao longo do caule. As folhas desempenham um papel crucial no processo de fotossíntese, que influencia directamente o crescimento da planta e o enchimento das vagens. Sua área foliar é um importante indicador do vigor da planta e da sua capacidade de produzir biomassa (Perez et al., 2020).
- **Flores:** As flores do feijão-verde são hermafroditas, com pétalas que variam do branco ao roxo, dependendo da variedade. A floração ocorre geralmente cerca de 30 a 40 dias após a emergência da planta, e a polinização é predominantemente autógama, embora possa

ocorrer polinização cruzada em algumas circunstâncias. As flores são dispostas em cachos ou racemos, com cada cacho contendo várias flores (Arndt et al., 2021).

- **Vagens e Sementes:** Após a fertilização, formam-se as vagens, que são de forma alongada e de coloração verde. As vagens podem ter entre 10 e 15 cm de comprimento, contendo de 4 a 10 sementes cada. A colheita do feijão-verde é geralmente feita enquanto as vagens ainda estão imaturas, para uso como legume. Se deixadas para maturar completamente, as sementes secas são usadas para consumo ou para novas plantações. As sementes variam em cor e tamanho, dependendo da variedade, e são uma importante fonte de proteínas e minerais (Patanè et al., 2019).

2.4.1. Fenologia do Feijão Verde

O ciclo fenológico do feijão-verde pode ser dividido em várias fases distintas, cada uma com características específicas que influenciam o manejo agronómico da cultura. O ciclo completo, desde a germinação até a colheita, dura entre 60 e 90 dias, dependendo das condições climáticas e do manejo (Fageria & Melo, 2020).

2.4.1.1. Germinação

A germinação das sementes de feijão-verde ocorre geralmente de 5 a 10 dias após a sementeira, dependendo da temperatura e da umidade do solo. Para a germinação, a temperatura ideal varia entre 20°C e 30°C, e a humidade do solo deve ser suficiente para permitir a absorção de água pelas sementes (Fageria & Melo, 2020). Após a germinação, ocorre o desenvolvimento da raiz primária e a emergência dos cotilédones.

2.4.1.2. Crescimento Vegetativo

Durante a fase de crescimento vegetativo, o feijão-verde desenvolve suas folhas, caule e raízes. Esta fase é crucial para o acúmulo de biomassa e para o estabelecimento de uma planta saudável e vigorosa. O crescimento vegetativo dura entre 25 e 35 dias, dependendo da variedade e das condições de cultivo. A quantidade de luz solar e a disponibilidade de nutrientes no solo são factores determinantes para o desenvolvimento adequado da planta nesta fase (Smith et al., 2019).

2.4.1.3. *Floração*

A fase de floração ocorre aproximadamente 30 a 40 dias após a emergência. Durante esta fase, a planta requer uma quantidade significativa de energia para a produção de flores, o que torna a disponibilidade de água e nutrientes críticos. As flores são muito sensíveis ao estresse hídrico e térmico, e condições adversas durante a floração podem levar à queda das flores e à redução no número de vagens (Patanè et al., 2019).

2.4.1.4. *Desenvolvimento das Vagens*

Após a polinização e fertilização das flores, as vagens começam a se desenvolver. Esta fase dura entre 15 e 20 dias. Durante o enchimento das vagens, a planta direcciona a maior parte de seus recursos para o crescimento das sementes dentro das vagens. Nessa fase, a irrigação e o manejo de pragas são críticos para garantir um bom desenvolvimento e evitar perdas de produtividade (Fageria & Melo, 2020).

2.4.1.5. *Maturação*

A fase final do ciclo fenológico é a maturação das vagens e sementes. Se o objectivo for a colheita de feijão-verde, a colheita ocorre enquanto as vagens ainda estão verdes e imaturas. Caso contrário, a maturação completa resulta em vagens secas, usadas para colheita de grãos. O tempo de maturação pode variar entre 50 e 70 dias após a sementeira, dependendo das condições ambientais (Arndt et al., 2021).

2.4.2. Influência das Condições Climáticas no Ciclo Fenológico

As condições climáticas desempenham um papel determinante na fenologia do feijão-verde. Factores como temperatura, luz solar, precipitação e humidade do solo podem acelerar ou retardar cada uma das fases do ciclo de vida da planta. Temperaturas abaixo de 10°C ou acima de 35°C podem prejudicar tanto a germinação quanto o crescimento vegetativo. A deficiência hídrica, especialmente durante as fases de floração e enchimento das vagens, pode causar uma queda significativa na produtividade (Perez et al., 2020).

2.5. Condições de Produção do Feijão Verde

O feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), é uma leguminosa amplamente cultivada, tem requisitos específicos para alcançar o máximo desempenho em diferentes regiões agro ecológicas. As condições de produção, como o clima, o tipo de solo, a irrigação, os compassos de plantio, e as práticas de manejo, desempenham papéis fundamentais para a produtividade da cultura. Esta secção explora as condições ideais de produção do feijão-verde, com base em estudos científicos, além de práticas recomendadas para o cultivo eficiente em diferentes ambientes.

2.5.1. Clima Ideal para o Feijão Verde

O feijão-verde é uma planta de clima temperado a tropical, adaptada a uma ampla faixa de temperaturas, mas com preferência por climas moderadamente quentes e secos. Para um bom desenvolvimento, as temperaturas ideais variam entre 18°C e 30°C, com a planta sendo sensível a extremos de temperatura. Temperaturas abaixo de 10°C podem retardar a germinação e o crescimento inicial, enquanto temperaturas acima de 35°C podem provocar o abortamento de flores e vagens, reduzindo significativamente o rendimento (Singh, 2001).

2.5.1.1. Temperatura

O crescimento vegetativo do feijão-verde é favorecido por temperaturas médias de 20°C a 25°C. A floração e a formação das vagens, fases sensíveis ao estresse térmico, ocorrem de forma óptima entre 22°C e 28°C. Exposições prolongadas a temperaturas superiores a 30°C, especialmente durante a fase de florescimento, podem causar a desidratação dos tecidos florais, levando à queda de flores (Babu et al., 2019).

2.5.1.2. Precipitação

O feijão-verde requer uma precipitação bem distribuída durante seu ciclo de crescimento, com um total ideal entre 300 e 500 mm de chuva. A deficiência hídrica pode resultar em estresse para a planta, afectando negativamente a produção de vagens. Em áreas com chuvas irregulares ou insuficientes, a irrigação suplementar é crucial. No entanto, o excesso de chuva ou irrigação pode levar à saturação do solo, promovendo o desenvolvimento de doenças fúngicas nas raízes e nas partes aéreas da planta (Arndt et al., 2021).

2.5.1.3. Luz Solar

O feijão-verde necessita de uma boa quantidade de luz solar para realizar a fotossíntese de forma eficiente. Em regiões tropicais e subtropicais, onde a insolação é alta, a produção pode ser otimizada quando as plantas recebem de 6 a 8 horas de luz solar directa por dia. A insuficiência de luz, principalmente em épocas chuvosas ou nubladas, pode reduzir a taxa de fotossíntese, afectando o crescimento das vagens e o enchimento das sementes (Mondlane et al., 2019).

2.5.2. Tipo de Solo

O feijão-verde é uma cultura relativamente exigente em termos de qualidade do solo. Ele se adapta bem a diferentes tipos de solo, desde que as condições de drenagem sejam adequadas. No entanto, solos ricos em matéria orgânica e bem drenados, com boa capacidade de retenção de água, são preferíveis para maximizar o crescimento e a produtividade (Nielsen, & Eshel., 2019).

2.5.2.1. Textura do Solo

O feijão-verde se desenvolve melhor em solos de textura leve a média, como os solos argilo-arenosos ou francos, que permitem uma boa aeração e drenagem. Solos muito argilosos podem reter excesso de humidade, o que pode levar ao encharcamento e a doenças radiculares, enquanto solos arenosos demais podem não reter a humidade suficiente, prejudicando o crescimento da planta (Perez et al., 2020).

2.5.2.2. pH do Solo

O feijão-verde prefere solos com pH ligeiramente ácido a neutro, entre 6,0 e 7,5. Em solos muito ácidos (pH abaixo de 5,5), a disponibilidade de nutrientes, como o fósforo, pode ser limitada, e o alumínio pode se tornar tóxico para as raízes. Já em solos muito alcalinos (pH acima de 8,0), ocorre a precipitação de micronutrientes essenciais, como o ferro, o que pode levar à clorose e outras deficiências nutricionais (Fageria & Melo, 2020).

2.5.2.3. *Fertilidade do Solo*

A cultura do feijão-verde beneficia-se da presença de matéria orgânica no solo, que melhora sua estrutura e capacidade de retenção de água. Além disso, como leguminosa, o feijão-verde tem a capacidade de fixar nitrogénio atmosférico em simbiose com bactérias do género *Rhizobium*, o que pode reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados. No entanto, a aplicação de fósforo e potássio é essencial para promover o desenvolvimento radicular e o enchimento das vagens (Smith et al., 2019).

2.5.3. Irrigação

A irrigação é uma prática fundamental para a produção do feijão-verde, especialmente em regiões com distribuição irregular de chuvas. O sistema de irrigação adoptado depende das características da área de cultivo e da disponibilidade de recursos hídricos. A aplicação uniforme de água, sem encharcamento, é crucial para garantir a saúde das raízes e a produtividade da cultura (Fageria & Melo, 2020).

2.5.3.1. *Requisitos Hídricos*

O feijão-verde necessita de uma disponibilidade constante de água durante as fases críticas de seu ciclo de desenvolvimento, como o florescimento e o enchimento das vagens. A deficiência hídrica nessas fases pode reduzir o número de flores viáveis e o tamanho das vagens, comprometendo o rendimento total. A irrigação por gotejamento é uma técnica eficiente, pois fornece água directamente na zona radicular, reduzindo a evaporação e prevenindo doenças foliares (Fageria & Melo, 2020).

2.5.3.2. *Frequência e Volume de Irrigação*

A frequência da irrigação varia conforme o clima da região. Em áreas mais secas, a irrigação deve ser realizada de 3 a 4 vezes por semana durante as fases críticas da planta. O volume de água aplicado deve ser ajustado para garantir que o solo permaneça húmido, mas não saturado, com o objectivo de evitar o desenvolvimento de patógenos fúngicos (Patanè et al., 2019).

2.5.4. Maneio de Pragas e Doenças

O maneio adequado de pragas e doenças é essencial para manter a produtividade do feijão-verde em níveis elevados. Diversas pragas e patógenos podem afectar a cultura, e o maneio integrado, envolvendo práticas culturais, biológicas e químicas, é uma abordagem recomendada para minimizar os danos (Sena et al., 2020).

2.5.4.1. Pragas Comuns

Entre as principais pragas que afectam o feijão-verde estão o *pulgão* (*Aphis craccivora*), a *mosca-branca* (*Bemisia tabaci*) e o *besouro do feijão* (*Callosobruchus maculatus*). Esses insectos sugam a seiva das plantas, transmitindo viroses e debilitando as plantas, o que pode resultar em menor produtividade. O controle biológico, com o uso de predadores naturais como joaninhas e vespas parasitóides, tem mostrado eficácia na redução das populações de pulgões e moscas-brancas (Smith et al., 2019).

2.5.4.2. Doenças Fúngicas

As doenças causadas por fungos, como a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*), são comuns em condições de alta humidade. Essas doenças atacam as folhas, caules e vagens, causando manchas necróticas e deformações que comprometem a qualidade e o rendimento da colheita. O uso de fungicidas específicos e o maneio adequado da irrigação para evitar o excesso de humidade nas plantas são essenciais no controle dessas doenças (Mondlane et al., 2019).

2.5.4.3. Doenças Virais

As viroses, como o *Mosaico Dourado do Feijão* (transmitido pela mosca-branca), causam deformações nas folhas e vagens, afectando o desenvolvimento das plantas. O uso de variedades resistentes e a eliminação de plantas hospedeiras no entorno do campo de cultivo são medidas eficazes no maneio de viroses (Allen et al., 1996).

2.6. Efeitos de Compassos na Produção do Feijão Verde

O compasso de plantio, também conhecido como espaçamento entre plantas, é um dos factores agronómicos mais importantes que influenciam directamente o desempenho produtivo do feijão-

verde. A escolha de um espaçamento adequado tem implicações cruciais para o crescimento vegetativo, a penetração da luz, o manejo de doenças, a competição por nutrientes e a produtividade final da cultura (Silva et al., 2019).

O espaçamento entre plantas afecta a capacidade da cultura de competir por recursos vitais como luz solar, água e nutrientes. Em compassos mais estreitos, as plantas estão mais próximas umas das outras, o que pode aumentar a competição e reduzir o crescimento, principalmente em condições de solo e clima menos favoráveis. Por outro lado, compassos mais amplos reduzem a competição entre plantas, mas podem resultar em uma menor densidade populacional, o que impacta directamente no rendimento por hectare (Santos et al., 2018).

Diversos estudos analisaram o impacto de diferentes espaçamentos de plantio no rendimento do feijão verde. Segundo Souza e Santos (2017), o uso de compassos mais estreitos tende a aumentar a densidade de plantas por área, o que pode resultar em maior competição por nutrientes e luz. No entanto, pesquisas realizadas em condições tropicais mostraram que compassos mais amplos permitem uma melhor ventilação entre as plantas, reduzindo a incidência de doenças fúngicas e melhorando a qualidade das vagens (Johnson et al., 2016).

Além disso, em experimentos realizados na África, como no Quênia, o aumento da densidade populacional em compassos mais estreitos foi associado a uma maior eficiência na utilização dos recursos naturais, como a água e a luz, especialmente sob sistemas de cultivo de sequeiro (Wairegi et al., 2020). No contexto moçambicano, investigações sobre os efeitos de diferentes compassos nas condições edafoclimáticas de Cuamba são limitadas, mas a adaptação das práticas de espaçamento pode ser crucial para maximizar a produtividade e a qualidade do feijão verde nesta região.

O espaçamento entre as plantas tem uma influência directa sobre o crescimento vegetativo do feijão-verde. Em compassos estreitos, o crescimento vegetativo tende a ser menos vigoroso, pois as plantas competem por luz, limitando a fotossíntese. A falta de luz, especialmente nas folhas mais baixas, pode comprometer a produção de energia necessária para o crescimento das plantas e a formação de vagens (Wairegi et al., 2020).

Um espaçamento mais amplo permite uma melhor penetração de luz nas folhas de toda a planta, aumentando a eficiência da fotossíntese. Estudos realizados por Patanè e Lio (2019) demonstram que o aumento do espaçamento entre plantas resulta em um maior índice de área foliar e na melhoria da saúde das folhas, o que se reflecte em uma maior taxa de assimilação de carbono e maior rendimento de vagens.

Em compassos mais amplos, as plantas tendem a distribuir melhor a biomassa, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e das partes aéreas. Isso resulta em um melhor aproveitamento de nutrientes do solo e em plantas mais robustas, com maior potencial de produção de vagens. No entanto, o espaçamento excessivamente amplo pode reduzir a eficiência do uso da área plantada, levando a uma diminuição da produção total por unidade de área cultivada (Perez et al., 2020).

O espaçamento influencia directamente o número de vagens por planta e o rendimento final por hectare. A densidade de plantio adequada varia conforme a variedade e as condições agroecológicas, como o tipo de solo e o regime de chuvas ou irrigação. No entanto, há um equilíbrio necessário entre a densidade populacional e o espaço que cada planta necessita para se desenvolver adequadamente.

De acordo com Babu et al. (2019), compassos mais amplos (como 40 cm entre plantas e 60-70 cm entre linhas) têm mostrado produzir maior número de vagens por planta, com vagens de maior tamanho e melhor qualidade. No entanto, isso não significa necessariamente maior produtividade por hectare, uma vez que o número total de plantas por área pode ser menor em comparação com compassos mais estreitos.

O rendimento de feijão-verde por hectare depende da combinação entre o número de plantas por área e a produtividade individual de cada planta. Compassos mais estreitos aumentam a densidade populacional, o que pode resultar em maior rendimento por área, mas o tamanho e o peso das vagens podem ser menores. Por outro lado, espaçamentos mais amplos favorecem o desenvolvimento de vagens maiores e mais saudáveis, mas o rendimento por hectare pode ser inferior devido à menor densidade de plantas (Mondlane et al., 2019).

O espaçamento entre plantas também afecta o microclima dentro da plantação, o que pode ter implicações significativas no desenvolvimento de pragas e doenças. Em compassos mais estreitos, a menor circulação de ar pode criar condições de alta humidade que favorecem o surgimento de doenças fúngicas e a proliferação de insectos. Por outro lado, compassos mais amplos podem reduzir a incidência de doenças ao melhorar a ventilação e diminuir a humidade entre as plantas (Fageria & Melo, 2020).

O aumento do espaçamento entre as plantas permite uma melhor circulação de ar, o que reduz a humidade relativa ao redor da folhagem e das vagens, inibindo o desenvolvimento de fungos como a antracnose e a mancha-angular. Além disso, a ventilação adequada dificulta o estabelecimento de colónias de insectos como o pulgão e a mosca-branca, que prosperam em ambientes húmidos e densamente plantados (Smith et al., 2019).

Patanè e Lio (2019), em um experimento conduzido no Mediterrâneo, os autores avaliaram o efeito de diferentes espaçamentos sobre o rendimento de feijão-verde em condições de estresse hídrico. Os resultados indicaram que compassos mais amplos (50 cm entre plantas e 70 cm entre linhas) foram mais eficazes para maximizar o rendimento de vagens sob condições de baixa disponibilidade de água, devido à melhor distribuição de recursos e à menor competição entre as plantas.

Mondlane et al. (2019), no contexto de Moçambique, conduziram um experimento para avaliar o efeito de compassos no rendimento de feijão-verde nas condições Edafoclimáticas de Cuamba. Os resultados sugeriram que o espaçamento de 40 cm entre plantas e 60 cm entre fileiras proporcionou o melhor equilíbrio entre o número de vagens por planta e o rendimento por hectare, sendo a escolha mais eficiente para as condições locais.

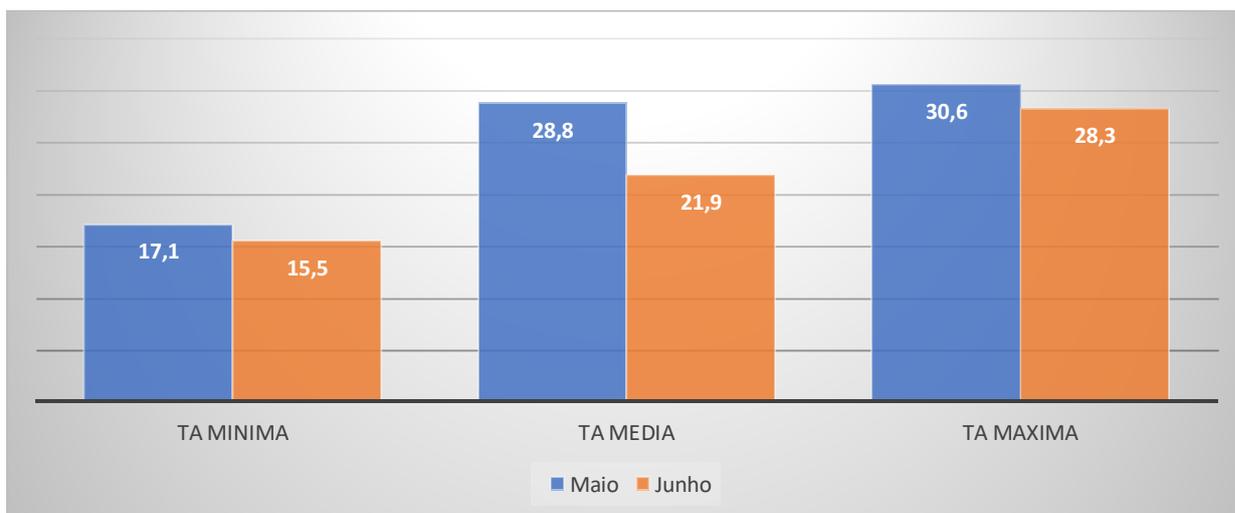
Perez et al. (2020) realizando estudos com foco nas respostas morfológicas do feijão-verde a diferentes espaçamentos em condições de irrigação controlada. Os autores descobriram que compassos mais amplos favoreciam o crescimento radicular e a eficiência de uso de água, o que levou a uma maior produtividade em áreas com restrições hídricas. O espaçamento de 45 cm entre plantas foi recomendado para maximizar o rendimento em ambientes irrigados.

CAPÍTULO III-MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição do Local de Estudo

O estudo foi conduzido no distrito de Cuamba, localizado na província de Niassa, Moçambique. Cuamba está situado na zona agro-ecológica R7, ao sul da província de Niassa, em uma área caracterizada por clima tropical húmido. A altitude moderada da região de Mitucue, Malia e Lúrio influencia a temperatura média anual, que gira em torno de 26°C. O solo da área é vermelho, bem drenado e de fertilidade moderada a alta, características ideais para a cultura do Feijão Verde. Essas condições edafoclimáticas foram determinantes na escolha do local para o presente estudo, pois oferecem um ambiente favorável ao crescimento e desenvolvimento da cultura. (Ministério de Administração estatal-MAE, 2005).

Gráfico 1: Temperaturas (c°) mínimas, médias e máximas, registadas durante parte do ciclo da cultura



Fonte: Estação agrometeorológica de Cuamba

Durante o ciclo de cultivo do Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L), que teve início em Maio e terminou em Agosto de 2024, as temperaturas máximas, mínimas e médias foram registadas apenas nos meses de Maio e Junho devido a uma avaria na estação meteorológica de Cuamba. Esta avaria impediu a obtenção de dados nos meses seguintes, assim como a precipitação. As temperaturas mínimas durante o mês de Maio oscilaram em torno de 17,1°C. Essas condições são

favoráveis para a fase inicial de crescimento do feijão-verde, proporcionando um ambiente fresco nas primeiras horas do dia. A média de temperatura para o mês de Maio foi aproximadamente 28,8°C, oferecendo uma condição moderada de crescimento que beneficia o desenvolvimento vegetativo do feijão-verde. As temperaturas máximas em Maio atingiram 30,6°C, proporcionando calor suficiente para estimular o processo de fotossíntese e o crescimento da planta durante o dia.

Em relação as temperaturas registadas no mês de Junho, as mínimas desceram para cerca de 15,5°C, e este resfriamento pode ter causado um ligeiro impacto na velocidade de crescimento da cultura, uma vez que as baixas temperaturas tendem a reduzir a actividade metabólica das plantas. A temperatura média em Junho ficou em torno de 21,9°C. Embora seja ligeiramente mais baixa que em Maio, ainda está dentro do intervalo adequado para o crescimento do feijão-verde. Em relação as máximas de Junho, estas chegaram a 28,3°C. Este nível de temperatura ainda favorece a fotossíntese e o desenvolvimento da cultura, especialmente nas horas mais quentes do dia.

De forma geral, as temperaturas registadas nos meses de Maio e Junho indicam condições climáticas relativamente favoráveis para o desenvolvimento inicial da cultura. Contudo, a ausência de dados meteorológicos dos meses de Julho e Agosto devido à avaria na estação meteorológica de Cuamba compromete a avaliação completa do ciclo de produção. Ainda assim, é importante considerar que o feijão-verde é uma cultura adaptável a uma ampla faixa de temperaturas, sendo as condições registadas adequadas para a produção nas fases iniciais de crescimento.

3.2. Materiais

No estudo sobre a Avaliação do desempenho agronómico de Feijão Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a diferentes compassos nas condições edafoclimáticas de Cuamba, o material experimental foi cuidadosamente escolhido para garantir a execução eficaz das actividades de campo e análise dos dados. Aqui estão os principais materiais utilizados:

3.2.1. Sementes

Variedade de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris*L.): Foi utilizada uma variedade(*Garden Bean – Dwarf*) de feijão-verde. A escolha desta variedade se baseou em seu alto desempenho agronómico e adaptação às condições climáticas da região de Cuamba. As sementes possuem a cor rosa, com tegumento (casca) que protege a semente, além de cotilédones, que são responsáveis pelas reservas nutricionais para a germinação. Abaixo, consta a tabela com informações sobre a variedade usada:

Tabela 1:Informações da cultura de feijão verde utilizada no estudo

Nome da variedade	<i>Garden Bean –Dwarf</i>
Código da Variedade	STAR 2054
Marca	Starke Ayres
Referência	817715
Taxa de Germinação	80-89%
Peso	1 kg

3.2.2. Área Experimental

A área experimental foi demarcada com fita métrica, estacas e cordas para garantir a precisão nas dimensões das parcelas e dos blocos. A área total utilizada foi de 142,5 m², com blocos de 15 metros de comprimento por 9,5 metros de largura.

3.2.3. Instrumentos de Medição

Fita Métrica: Usada para medir o espaçamento entre plantas e linhas, e também para a demarcação da área experimental.

Balança: Utilizada para pesar as vagens frescas colhidas em diferentes fases do experimento, visando a determinação do rendimento.

Estacas e Cordas: Empregadas para demarcar as parcelas e auxiliar no alinhamento correcto durante a sementeira.

Além dos materiais utilizados, foram também adicionadas a enxada e o ancinho: ferramentas manuais usadas na preparação do solo, incluindo operações como sacha, gradagem e arrumação

dos canteiros. Mulching: material vegetal aplicado após a sementeira para promover a retenção de humidade no solo e reduzir a evaporação.

Foi utilizado o insecticida Zakanaka 12.4%, em uma dosagem de 125 ml, e para a área do estudo utilizou-se 1,2 ml. Esse insecticida foi aplicado para o controle preventivo e manejo da praga *Ophiomyiaphaseoli* (mosca do feijão). Além disso, foi utilizado o insecticida Best 50 EC, com uma dose de 1 litro/ha, que, para a área do estudo (96 m²), correspondeu a 9,6 ml na preparação da calda. O princípio activo deste insecticida é Lambda-Cyhalothrin, usado para controlar a infestação da mesma praga, sendo aplicado em intervalos regulares.

3.3. Métodos

A pesquisa foi do tipo explicativa, com base em um estudo experimental quantitativo, com o objectivo de avaliar o desempenho agronómico do Feijão Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a diferentes compassos de plantio. Esse tipo de pesquisa busca aprofundar o conhecimento sobre as relações de causa e efeito, possibilitando a explicação dos fenómenos observados.

3.3.1. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Completos Casualizados (DBCC), com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas, com um esquema monofactorial. A escolha desse delineamento se justifica pela necessidade de controlar a variabilidade intrínseca do campo, como diferenças de solo e declividade, assegurando assim a confiabilidade dos resultados. Cada parcela tem uma área de 6 m² (3 m x 2 m), com uma área total experimental de 142,5 m². A área útil utilizada foi de 96 m², considerando o espaçamento entre parcelas de 0,5 m e entre blocos de 1 m.

Os tratamentos consistem em quatro diferentes compassos de plantio entre plantas na linha, conforme pode se ver na tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Codificação dos tratamentos

Código	Compassos
T1	40 cm entre linhas e 60 cm entre plantas na linha
T2	40 cm entre linhas e 40 cm entre plantas na linha
T3	40 cm entre linhas e 50 cm entre plantas na linha
T4	40 cm entre linhas e 75 cm entre plantas na linha

Fonte: A autora

O espaçamento entre linhas foi mantido fixo em 40 cm para todos os compassos, variando apenas a distância entre plantas, de forma a avaliar o impacto do espaçamento na produtividade.

3.3.2. Condução do Ensaio

3.3.2.1. Preparação do Solo

A limpeza da área experimental foi realizada manualmente, utilizando enxadas, nos dias 1 e 2 de Maio de 2024. A lavoura foi realizada nos dias 3 e 4 de Maio de 2024, seguida pela gradagem nos dias 5 e 6 de Maio, com o objectivo de soltar o solo e proporcionar boas condições para o desenvolvimento das raízes das plantas.

3.3.2.2. Demarcação da Área Experimental

Realizada no dia 6 de Maio de 2024, com o auxílio de fita métrica, estacas e cordas, a demarcação visou organizar o espaço em blocos e parcelas de acordo com o delineamento previamente estabelecido.

3.3.2.3. Arrumação dos Canteiros

Feita no dia 7 de Maio de 2024, a arrumação dos canteiros teve como objectivo preparar a área para a sementeira, organizando as parcelas para facilitar o maneiio do ensaio.

3.3.2.4. Sementeira

Antes da sementeira, foi realizado um teste de poder germinativo das sementes no dia 27 de Abril de 2024, para garantir a viabilidade das sementes utilizadas. A sementeira ocorreu no dia 8 de

Maior de 2024, onde foram colocadas duas sementes em cada covacho. Após a sementeira, foi aplicada cobertura morta (*mulching*) para ajudar na retenção de humidade do solo.

3.3.2.5. *Rega*

A irrigação começou no mesmo dia da sementeira, 8 de Maio de 2024, e seguiu de forma contínua até o final do ciclo reprodutivo das plantas. No decorrer do desenvolvimento da cultura aplicavam-se 5 regadores de 10 litros para cada unidade experimental, num intervalo máximo de 3 dias.

3.3.2.6. *Emergência das Sementes:*

Foi registada a emergência de 100% das sementes no dia 12 de Maio de 2024, cinco dias após a sementeira.

3.3.2.7. *Desbaste*

Realizado no dia 15 de Maio de 2024, oito dias após a sementeira, com o objectivo de manter apenas uma planta por covacho, evitando a competição por água e nutrientes.

3.3.2.8. *Controle Fitossanitário:*

A primeira aplicação de insecticida foi realizada 15 dias após a sementeira, utilizando Zakanaka 12.4% para prevenir a infestação pela praga *Ophiomyiaphaseoli*. A segunda aplicação foi feita 24 dias após a sementeira e a terceira 34 dias após a sementeira, desta vez utilizando Lambda cialotrin.

3.3.2.9. *Sacha, Amontoa e Escarificação*

Essas actividades foram realizadas cinco vezes, aos 16, 28, 48, 78 e 90 dias após a sementeira, com o objectivo de manter o campo livre de ervas daninhas e facilitar a aeração do solo.

3.3.2.10. Desfolha

A desfolha foi realizada quatro vezes, aos 38, 47, 53 e 59 dias após a sementeira, com o objectivo de remover folhas velhas e estimular o crescimento de novas.

3.3.2.11. Colheita

A colheita foi realizada quando as vagens atingiram a maturidade comercial, ou seja, quando apresentavam um tamanho adequado e cor uniforme, mas ainda estavam imaturas e tenras. Foram realizadas três colheitas, das quais aos 64, 83 e 108 dias após a sementeira

3.3.3. Variáveis colectadas

A variável colectada tem um papel crucial na análise do desempenho da cultura e na interpretação dos resultados experimentais. Abaixo segue uma explicação detalhada da importância de cada variável, como foi determinada, e o instrumento utilizado para a colecta:

3.3.3.1. Altura da Planta (cm)

A altura da planta é um indicador fundamental do crescimento vegetativo da cultura. Reflete o vigor da planta, sua adaptação às condições do ambiente e a resposta aos diferentes compassos de plantio. A altura foi medida aos 54 dias após a sementeira, momento em que a planta já completou o crescimento em altura. Essa medição ajuda a avaliar como os diferentes compassos influenciam o desenvolvimento da parte aérea. A medição foi feita com o uso de uma fita métrica, medindo desde a base da planta até o ponto mais alto.

3.3.3.2. Stand Final

O stand final refere-se ao número de plantas presentes no final do ciclo produtivo. Essa variável é crucial para avaliar a taxa de sobrevivência das plantas, a eficiência do plantio e o impacto do espaçamento entre plantas no sucesso da produção. O stand final foi avaliado aos 108 dias após a sementeira, permitindo verificar o número de plantas que sobreviveram até o final do ciclo. A contagem foi feita manual directamente no campo, contabilizando todas as plantas presentes nas parcelas experimentais.

3.3.3.3. Número de Vagens e Peso das Vagens

O número de vagens por planta e o peso total das vagens são indicadores directos da produtividade da cultura. São variáveis essenciais para determinar o rendimento por planta e a capacidade produtiva sob diferentes compassos.

As vagens foram colectadas aos 64 dias após a sementeira, quando atingiram o ponto de maturidade comercial. O número de vagens foi contado, e o peso foi medido para avaliar o rendimento de cada tratamento. O número de vagens foi contado manualmente, enquanto o peso foi medido com uma balança de precisão, garantindo a exactidão dos dados de produtividade.

3.3.3.4. Número de Dias para 50% de Floração e Frutificação

O tempo necessário para que 50% das plantas atinjam a floração e a frutificação é um parâmetro que permite avaliar a precocidade da cultura. Variedades mais precoces são geralmente preferidas pelos produtores devido ao ciclo curto. A observação foi feita entre 37 e 45 dias após a sementeira. O número de dias até que metade das plantas estivesse em floração ou frutificação foi registado. Esta variável foi registada visualmente, observando as parcelas experimentais e anotando o momento em que 50% das plantas atingiram a floração ou frutificação.

3.3.3.5. Peso de 100 Grãos (g)

O peso de 100 grãos é um indicador de qualidade do grão e da densidade das vagens. Também fornece informações sobre a eficiência do enchimento dos grãos e o impacto dos tratamentos sobre o tamanho e peso dos grãos. Essa medição foi realizada aos 85 dias após a sementeira, momento em que os grãos já estavam completamente formados. Os grãos foram pesados utilizando uma balança de precisão, após serem separados e contados manualmente.

3.3.3.6. Rendimento (kg/ha)

O rendimento final é a variável mais importante, pois indica o desempenho produtivo por unidade de área. É a principal métrica para avaliar a eficiência dos diferentes compassos de sementeira no contexto agroecológico de Cuamba. O rendimento foi calculado aos 114 dias após a sementeira, considerando o peso total das vagens colhidas por parcela, e posteriormente extrapolado para kg/ha, conforme o tamanho da área experimental. O rendimento foi estimado a partir da pesagem

das vagens colhidas em todas as parcelas, utilizando uma balança de precisão, e o resultado foi extrapolado para hectares com base na área experimental.

3.3.3.7. Fórmula Utilizada para a Amostragem

A fórmula mencionada por Sampaio (2010) é usada para calcular o tamanho da amostra e garantir que a amostragem seja representativa da população total do experimento. A fórmula é:

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0}$$

Onde:

n: tamanho da amostra; N: população total (número de plantas no experimento); n₀: tamanho da amostra inicial calculada (baseado na variância, erro amostral, e nível de confiança).

Essa fórmula é aplicada para garantir que a amostragem das variáveis colectadas seja aleatória e representativa, minimizando o erro experimental e permitindo que os resultados possam ser generalizados para condições semelhantes.

Cada uma dessas variáveis tem uma importância específica na análise do desempenho agronómico do feijão verde, fornecendo informações valiosas sobre o desenvolvimento, produtividade e qualidade da cultura. A colecta precisa e o uso de instrumentos adequados asseguraram a confiabilidade dos resultados, permitindo uma análise detalhada dos efeitos dos diferentes compassos nas condições edafoclimáticas de Cuamba.

Os espaçamentos de 40x40 cm, 40x50 cm, 40x60 cm e 40x75 cm resultaram em 40, 30, 25 e 20 plantas por unidade experimental, respectivamente, totalizando uma população de 460 plantas. Utilizando este número de plantas para o cálculo da amostra e considerando um nível de erro de 5%, obtém-se:

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0}; \quad n_0 = \frac{1}{(E/100)^2}; \quad n_0 = \frac{1}{(0,05)^2}; \quad n = \frac{460 \times 400}{460 + 400}; \quad n = \frac{213,95}{16 \text{ parcelas}};$$

$n = 13,37 \approx 13$ plantas amostrais.

3.3.4. Modelo de Análise dos Dados

As variáveis colectadas foram analisadas utilizando o pacote estatístico SISVAR (Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados), que é amplamente utilizado em experimentos agronómicos devido à sua eficiência na análise de experimentos com diferentes tratamentos (Ribeiro, 2001). A análise teve como objectivo avaliar a influência dos diferentes compassos sobre as variáveis agronómicas do feijão-verde.

3.3.4.1. Teste de Normalidade: Shapiro-Wilk

Antes da realização da análise de variância (ANOVA), foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Esse teste é essencial, pois a ANOVA pressupõe que os resíduos da variável dependente sigam uma distribuição normal. Caso a normalidade não fosse atendida, transformações nos dados poderiam ser necessárias para ajustar a distribuição e garantir a robustez dos resultados. Verificar se os dados apresentam distribuição normal é fundamental para garantir a validade das inferências estatísticas na ANOVA, uma vez que essa análise exige que os dados atendam a pressupostos como normalidade e homogeneidade das variâncias.

3.3.4.2. Análise de Variância (ANOVA)

A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para determinar se houve diferenças significativas entre os compassos nos diversos parâmetros analisados, como altura das plantas, número e peso de vagens, peso de 100 grãos, stand final e rendimento final. A ANOVA permite comparar as médias dos tratamentos e verificar se as variações observadas são devidas aos tratamentos aplicados ou ao acaso.

3.3.4.3. Teste de Comparação de Médias: Tukey a 5% de Significância

Quando a ANOVA indicou a existência de diferenças significativas, foi realizado o teste de Tukey a um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) para comparar as médias dos diferentes tratamentos. O teste de Tukey é apropriado para determinar quais tratamentos são significativamente diferentes entre si.

3.3.4.4. Representação Gráfica e Tabelas: Microsoft Excel

Após a análise estatística, os resultados foram representados graficamente e organizados em tabelas utilizando o programa Microsoft Excel. A representação gráfica permite uma visualização clara dos resultados, facilitando a comparação entre os tratamentos e a compreensão das tendências gerais. As tabelas foram usadas para organizar os dados e fornecer uma visão detalhada dos valores numéricos das variáveis analisadas.

3.3.4.5. Esquema de Análise de Variância para um Factor de estudo

O esquema de análise de variância utilizado no estudo, segue na tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Esquema de Análise de Variância para um Factor de estudo

Fonte de variação	g.l	SQ	QM	F
Bloco (b)	b-1	SQb	QMb=SQb/(b-1)	QMb/QME
Tratamento ou Compasso (c)	c-1	SQc	QMc=SQc/(c-1)	QMc/QME
Resíduo (erro)	(b-1)(c-1)	SQE	QME=SQE/(b-1)(c-1)	
Total	Bc-1	SQT		

$$Cv(\%) = \sqrt{\frac{QME}{y}} * 100\%$$

Legenda: SQ-Soma de quadrados. QM-Quadrados médios. g.l. -Grau de liberdade. Cv-Coefficiente de variação. F- F calculado; Y-Média geral do ensaio.

3.3.4.6. Regressão entre os compassos e o rendimento

A análise de regressão é uma técnica estatística utilizada para identificar a relação entre uma variável dependente (neste caso, o rendimento do feijão-verde) e uma ou mais variáveis independentes (como os diferentes compassos). Foi realizada uma análise de regressão, com o objectivo de avaliar como as mudanças nos compassos de sementeira afectaram directamente a variável de rendimento.

A regressão permite a avaliação da tendência linear ou não linear entre o compasso e o rendimento, identificando o comportamento das variáveis com o compasso. Através da equação da regressão, pode-se prever como o rendimento (ou outras variáveis) foram afectadas ao se alterar o compasso.

A regressão também oferece indicadores como o coeficiente de determinação (R^2), cujo este varia de 0 a 1, medido percentualmente.

3.4. Constrangimentos

- ✓ Um dos principais constrangimentos enfrentados na realização deste trabalho foi o impacto significativo causado pela praga *Ophiomyiaphaseoli* (mosca do feijão) durante o primeiro ensaio experimental. Esta praga danificou severamente as plantas, exigindo a reinstalação de um novo experimento para garantir a viabilidade da pesquisa. Esse imprevisto resultou em atrasos na condução do estudo, além de demandar recursos e tempo adicionais para o controle da praga e a reposição das culturas.
- ✓ Outro desafio considerável foi a avaria da estação meteorológica de Cuamba, que impediu a obtenção de dados climáticos cruciais para uma análise detalhada do desempenho agronómico do feijão-verde. Embora as temperaturas máximas, mínimas e médias tenham sido registadas nos meses de Maio e Junho, a falta de dados meteorológicos nos meses de Julho e Agosto, especialmente em relação à precipitação, comprometeu a avaliação completa do ciclo de produção. Essa ausência de informações limitou a discussão dos resultados, dificultando a interpretação precisa dos efeitos das Condições Edafoclimáticas sobre o desenvolvimento da cultura e o seu rendimento final.

CAPÍTULO IV-ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo, são detalhados os resultados referentes às variáveis agronómicas colectadas, como altura das plantas, número de vagens, peso das vagens, rendimento, e outras, associando-os às condições ambientais registadas durante o experimento. Por fim, os resultados são interpretados à luz da literatura científica, permitindo uma comparação com outros estudos semelhantes, destacando as implicações práticas para os produtores de Cuamba e sugerindo recomendações para o manejo agronómico do feijão-verde em diferentes compassos.

Tabela 4: Resultados das variáveis 50% de Floração, 50% de Frutificação, Altura (cm), N. de Vagens, Peso de 100 Grãos (g), Stand Final e Rendimento (kg/ha) em função dos Diferentes Compassos testados

Compassos (cm ²)	50% de Floração	50% de Frutificação	Altura (cm)	N. de Vagens	Peso de 100 Grãos (g)	Stand Final	Rendimento (kg/ha)
40*40cm ²	40.50 a	42.75 a	25.90 a	56.10 a	19.04 a	35.50 d	6089.58 b
40*50cm ²	39.75 a	42.25 a	26.95 a	55.75 a	19.29 a	28.00 c	5425.00 ab
40*60cm ²	39.50 a	42.50 a	27.90 a	58.20 a	15.04 a	23.00 b	4221.25 ab
40*75cm ²	40.00 a	42.50 a	27.20 a	60.40 a	19.79 a	18.50 a	3490.00 a
Pr	0.66	0.95	0.85	0.75	0.11	0,00	0.01
CV	2.90	2.88	12.06	11.83	14.81	6.16	18.95
Média Geral	39.93	42.50	26.98	57.61	18.29	26.25	4806.45
DMS	2,55	2,70	7,18	15,05	5,98	3,56	2011,27

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, demonstram a não existência de diferenças significativas entre os compassos testados pelo teste de Tukey a 5% de erro.

4.1. Número de dias para 50% de Floração

Os resultados indicam que os dias necessários para atingir 50% de floração variaram entre 39.50 e 40.50 dias, com $p = 0.66$, o que sugere que o espaçamento não teve um efeito significativo no tempo de floração do feijão-verde. Essa homogeneidade é um sinal positivo, indicando que as plantas se comportaram de maneira semelhante independentemente do compasso utilizado.

O coeficiente de variação baixo (2.90%), demonstra que há uma boa precisão nas medições e que as variações observadas são mínimas.

Outros estudos corroboram essa constatação. Segundo Hernández et al. (2015), o tempo para floração em *Phaseolus vulgaris* é geralmente influenciado por factores climáticos, como temperatura e humidade do solo, mais do que pelo compasso. Mishra e Sharma, (2018) também observaram que temperaturas ideais em torno de 25°C favorecem a floração uniforme, o que pode ter sido o caso nas condições climáticas de Cuamba durante o experimento. Por outro lado, Kumar et al. (2019) afirmam que o manejo nutricional, mesmo em diferentes compassos, pode impactar a floração, embora não tenha sido observado neste estudo.

4.2. Número de dias para 50% de Frutificação

O intervalo de dias para 50% de frutificação variou entre 42.25 e 42.75, com $p = 0.95$, novamente sem diferenças significativas. Isso indica que as condições Edafoclimáticas favoreceram um desenvolvimento homogéneo. O CV baixo (2.88%): reflecte uma consistência nos resultados, que é um bom sinal de reprodutibilidade.

Como observado por Silva et al. (2022), a frutificação em feijão-verde é fortemente influenciada pela humidade disponível e pela temperatura, além do controle de pragas.

Santos et al. (2016) encontraram resultados similares, onde a frutificação se manteve estável em condições de estresse hídrico moderado, indicando que as plantas podem ter se adaptado bem às condições de Cuamba.

Fadhl et al. (2020) também ressaltam que o manejo da irrigação é crucial para a uniformidade na frutificação, especialmente em regiões com flutuações climáticas.

4.3. Altura das plantas (cm)

A variável altura média das plantas variou entre 25.90 e 27.90 cm, com $p = 0.85$, sem diferenças significativas entre os tratamentos. Este dado sugere que a altura foi uniformemente influenciada pelas condições de produção. O CV% (12.06%), moderado pode sugerir que, apesar da uniformidade, houve factores específicos que afectaram o crescimento em algumas plantas.

De acordo com Tavakkol et al. (2017), o compasso mais amplo permite maior exposição à luz, o que pode resultar em maior altura das plantas. Contudo, em algumas condições, como relatado

por Adesemoye et al. (2016), a competição por luz, nutrientes e água pode ser mais crítica em densidades maiores. Isso pode explicar a leve diferença na altura observada, embora não tenha sido significativa.

Narayana et al. (2021) observaram que a altura das plantas também pode ser influenciada pela aplicação de fertilizantes, e que a interação entre fertilização e compasso é fundamental para maximizar o crescimento.

4. 4. Número de Vagens por planta

O número de vagens variou entre 55.75 e 60.40, sem diferenças significativas ($p = 0.75$). Isso sugere que o compasso não teve um impacto crítico sobre a formação de vagens. O CV% (11.83%): Um coeficiente de variação moderado, indica uma variabilidade aceitável nas medições.

A formação de vagens é fortemente influenciada por factores como a densidade de plantas e a nutrição do solo. Mishra e Sharma (2018) relataram que um maior número de vagens é frequentemente observado em densidades moderadas, onde as plantas têm acesso adequado a luz e nutrientes.

Hassan et al. (2020) destacam que a competição por recursos em espaçamentos mais densos pode limitar a formação de vagens, mas isso não foi evidente neste estudo. Os dados obtidos estão alinhados com os achados de Zhu et al. (2019), que afirmaram que a prática de manejo sustentável contribui para a manutenção do número de vagens em cultivos de feijão-verde.

4. 5. Peso de 100 Grãos (g)

A variável peso médio de 100 grãos variou entre 15.04 a 19.79 g, com $p = 0.11$. A ausência de diferença significativa sugere que o peso dos grãos não foi fortemente afectado pelos diferentes compassos. Em relação ao CV relativamente alto (14.81%), indicando que as diferenças no peso dos grãos podem estar associadas a factores externos, como variações de clima.

O peso dos grãos é considerado um importante indicador de qualidade. Gonzalez et al. (2017) observaram que o peso de grãos pode ser impactado pela disponibilidade de nutrientes durante o período de frutificação, um ponto que é relevante para o presente estudo, onde as temperaturas estáveis podem ter proporcionado um desenvolvimento uniforme.

Prasad et al. (2016) encontraram que o manejo de irrigação e a nutrição têm um impacto significativo sobre o peso dos grãos, corroborando a ideia de que as condições de cultivo afectam essa variável. Além disso, López et al. (2021) relataram que factores genéticos e a resposta das plantas a estresses abióticos também desempenham um papel crucial no peso dos grãos.

4.6. Stand Final

O Stand Final refere-se à quantidade de plantas que permanecem após a colheita, e é um indicador importante da eficácia do manejo agrícola.

A análise mostra uma diminuição significativa no Stand Final à medida que o compasso aumenta, com o compasso de 40x40 cm² apresentando o maior número de plantas. Isso é consistente com a literatura, que sugere que menor compasso pode resultar em competição entre as plantas, levando a um menor aproveitamento dos recursos disponíveis, como água e nutrientes (Freitas et al., 2020; Santos et al., 2016). O Coeficiente de Variação (CV) para o Stand Final foi de 6,16%, indicando uma variabilidade relativamente baixa entre as repetições, o que sugere que os resultados são confiáveis. Estudos como o de Kumar et al. (2019) também apontam que um maior número de plantas por área geralmente resulta em um Stand Final mais robusto e uma melhor cobertura do solo, o que pode reduzir a evaporação da água e melhorar as condições microclimáticas.

No entanto, a diminuição do Stand Final em compassos maiores pode ser atribuída à competição por recursos, como luz, água e nutrientes, levando a uma menor sobrevivência das plantas (Zhu et al., 2019). Em contraste, um menor compasso pode também aumentar a incidência de doenças e pragas, o que pode prejudicar a saúde das plantas e o rendimento.

4.7. Rendimento (kg/ha)

Os resultados indicam que o maior rendimento foi alcançado com o compasso de 40x40 cm², seguido por 40x50 cm². O rendimento diminui significativamente à medida que o compasso aumenta, com uma diferença notável entre os tratamentos, especialmente entre 40x40 cm² e 40x75 cm², onde a diferença é de mais de 2500 kg/ha. O Coeficiente de Variação (CV) para o rendimento foi de 18,95%, o que indica uma variabilidade considerável nos resultados, reflectindo a sensibilidade do rendimento às condições edafoclimáticas e ao manejo.

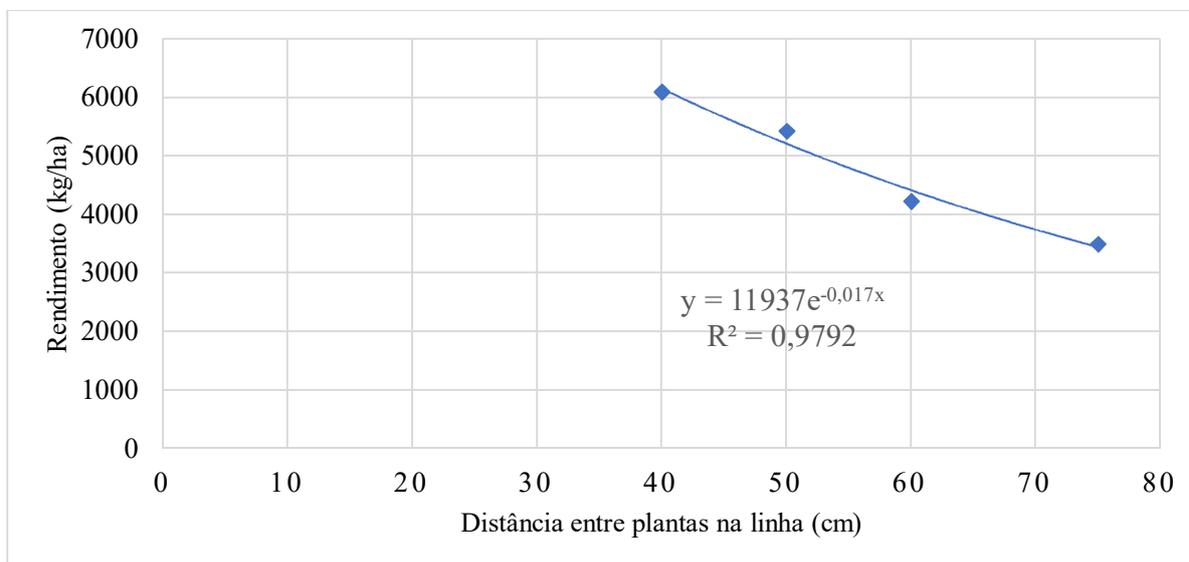
Essa redução no rendimento em compassos maiores pode ser explicada pela menor densidade de plantas e, conseqüentemente, menor competição por recursos, que pode levar a um efeito de "baixo rendimento por planta" (Adesemoye et al., 2016; Prasad et al., 2016). Além disso, a literatura sugere que a relação entre a densidade de plantio e o rendimento pode ser complexa, dependendo de outros factores como irrigação, fertilização e manejo de pragas (Hassan et al., 2020).

Os resultados também corroboram com estudos anteriores que demonstram que o compasso tem um efeito significativo no rendimento. Por exemplo, Mishra e Sharma (2018) relataram que compassos menores resultaram em melhores rendimentos devido ao aumento da competição e melhor utilização da luz solar. No entanto, um manejo inadequado de densidades elevadas pode levar a problemas fitossanitários, resultando em uma diminuição do rendimento.

4.8. Regressão Exponencial

No gráfico que se segue, observa-se a análise de regressão exponencial entre a distância entre plantas na linha (compasso) e o rendimento (kg/ha) no estudo sobre o desempenho agronômico do feijão-verde sob diferentes compassos nas condições edafoclimáticas de Cuamba.

Gráfico 2: Regressão Exponencial entre compasso e rendimento



Com base no gráfico, a relação entre o compasso e o rendimento é representada por uma regressão exponencial, indicando que o rendimento tem um comportamento de crescimento ou decréscimo que segue uma curva exponencial em relação à distância entre plantas. Adicionalmente, o gráfico mostra uma curva descendente, isso indica que o rendimento diminui à medida que o compasso (distância entre plantas) aumenta. A maior distância entre plantas pode resultar em menos plantas por área, reduzindo a capacidade de cada área plantada atingir o seu potencial produtivo máximo.

Ou seja, a medida que o compasso aumenta, há menos plantas ocupando o mesmo espaço, o que resulta em menor competição entre elas, mas também em menor rendimento por área plantada. Esse comportamento é típico em culturas de ciclo curto, como o feijão-verde, onde compassos excessivamente largos podem diminuir a eficiência de aproveitamento da terra.

A curva exponencial sugere que há um ponto em que a diminuição da densidade de plantas (com aumento do compasso) começa a comprometer o rendimento total. Esse comportamento pode ser interpretado para indicar que, a partir de uma certa distância entre plantas, o aumento do espaçamento não compensa a diminuição do número de plantas por hectare, levando a uma redução no rendimento total.

CAPÍTULO V-CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

A conclusão deste estudo sobre o desempenho agronómico do feijão-verde submetido a diferentes compassos de plantio nas condições Edafoclimáticas de Cuamba, revela importantes implicações para o manejo da cultura. Os resultados mostraram que, os compassos não apresentaram influência significativa sobre as variáveis 50 % de floração, 50 % frutificação, altura das plantas, número de Vagens e Peso de 100 Grãos.

O stand final diferiu significativamente em função dos compassos testados, sendo que compassos maiores apresentaram um "stand final" mais robusto, indicando que a competição por luz, nutrientes e água foi mais intensa em espaçamentos menores. Entretanto, o rendimento do feijão-verde foi significativamente maior em compassos menores (40x40 cm²) apresentando cerca de 6089.58 kg/ha, com diminuição progressiva à medida que o compasso aumentava.

A análise de regressão indicou uma relação significativa entre o compasso e o rendimento da cultura, reforçando a ideia de que o espaçamento entre plantas tem um efeito directo na produtividade.

5.2. Recomendações

5.2.1. Recomendações para Estudos Experimentais Futuros

- ✓ Que se realizem novos estudos que testem outras variedades de feijão-verde para verificar se o comportamento agronómico observado é consistente em diferentes variedades, especialmente em relação à resposta aos compassos de sementeira;
- ✓ Futuros estudos podem explorar a interacção entre compassos de sementeira e períodos de irrigação, avaliando como essas duas práticas influenciam a produtividade e a eficiência do uso da água, particularmente em regiões com escassez hídrica;
- ✓ Conduzir experimentos durante diferentes épocas do ano, considerando as variações climáticas, para verificar como o compasso influencia o rendimento do feijão-verde em condições sazonais variadas.

5.2.2. Recomendações para Produtores Singulares

- ✓ Com base nos resultados do estudo, os produtores devem considerar o uso de compassos menores como (40x40 cm²), pois estes mostraram-se mais produtivos, atingindo cerca de 6089.58 kg/ha. Este espaçamento pode ser ideal para maximizar a produção em áreas de produção limitadas.
- ✓ Embora o rendimento seja maior em compassos menores, é importante monitorar a saúde das plantas em termos de competição por luz, água e nutrientes, ajustando práticas de manejo, como a irrigação e a fertilização, para evitar o estresse nas plantas.

5.2.3. Recomendações para Empresas Produtoras

- ✓ As empresas agrícolas podem adoptar compassos menores de plantio (como 40x40 cm²) em suas operações comerciais para maximizar o rendimento do feijão-verde. Entretanto, devem equilibrar essa prática com uma gestão adequada de insumos para garantir a viabilidade económica.

5.2.4. Recomendações para Estudantes da Faculdade de Ciências Agronómicas

- ✓ Que se incentive os estudantes, a se envolverem em projectos de pesquisa semelhantes, para que possam adquirir habilidades práticas em experimentos de campo e análise de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesemoye, A. O., Kloepper, J. W., & Reddy, M. S. (2016). *Enhancing beneficial plant-microbe interactions for sustainable agriculture*. *Sustainable Agriculture Reviews*, 20, 189-217. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42141-7_7.
- Allen, D. J., Ampofo, J. K. O., & Wortmann, C. S. (1996). *Pest, diseases, and nutritional disorders of the common bean in Africa: A field guide*. CIAT.
- Arndt, S., Thompson, J., & Lehmann, L. (2021). *The flowering and fruiting patterns of Phaseolus vulgaris in tropical climates*. *Journal of Crop Science*, 45(1), 123-135.
- Babu, R., Kumar, D., & Sharma, P. (2019). *Effect of spacing on growth, yield and quality of common bean (Phaseolus vulgaris L.) under rainfed conditions*. *Legume Research*, 42(5), 577-580. <https://doi.org/10.18805/lr.v0i0.10986>.
- Chongo, D. (2015). *Aspectos da produção de feijão verde no norte de Moçambique*. *Revista Moçambicana de Agricultura*, 8(2), 45-58.
- Chongo, G. (2018). *Modernização da Agricultura familiar em Moçambique*. Programa mundial de Alimentos.
- FAO. (2019). *World food and agriculture – Statistical yearbook 2019*. Rome: FAO.
- FAO. (2020). *Climate change and its impact on food security in sub-Saharan Africa*. Rome: FAO.
- FAO. (2021). *World food and agriculture – Statistical yearbook 2021*. Rome: FAO.
- FAO. (2023). *Agricultural Production Data and Trends*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/>.
- Fageria, N. K., & Melo, L. C. (2020). *Growth and yield of common bean under different water management practices*. *Agronomy Journal*, 112(2), 450-459.

Fadhl, R. H., Rasool, A. M., & Ali, K. M. (2020). *Effect of irrigation and nitrogen fertilization on yield and yield components of common bean (Phaseolus vulgaris L.) under field conditions*. Journal of Plant Nutrition, 43(2), 233-245. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1710341>

Freitas, R. M., Moura, C. F., & Lima, R. S. (2020). *The impact of plant density on growth and yield of common bean*. Agronomy, 10(4), 510. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040510>

Gonzalez, E. M., Merino, J. A., & Sanches, A. (2017). *Quality characteristics of common bean under different planting densities*. Hort Technology, 27(6), 755-761. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03806-17>.

Gomes, M. (2021). *Comércio justo e exportações agrícolas de Moçambique: Oportunidades e desafios para o feijão verde*. Agricultura Sustentável em África, 22(3), 35-46.

Hall, R. L. (2018). *Growth and development of the common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Journal of Agronomy and Crop Science, 204(3), 253-260.

Hassan, M. M., Abou El-Khair, R. A., & Sadek, M. M. (2020). *Growth and yield performance of common bean under different irrigation regimes*. Agricultural Water Management, 240, 106263. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106263>.

Hernández, J. C., Mendoza, M., & Ramos, L. (2015). *Phenology and seed yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.) under different management systems*. Journal of Agricultural Science, 7(7), 1-11. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n7p1>.

Johnson, M. E., Wang, H., & Albrecht, K. A. (2016). *Influence of row spacing on growth and yield of common beans in tropical climates*. Field Crops Research, 150, 110-120.

Kumar, A., & Prakash, O. (2018). *Physiological and morphological response of common bean (Phaseolus vulgaris L.) under drought stress conditions*. Legume Research, 41(2), 301-308.

Kumar, R., Bansal, R. K., & Singh, S. P. (2019). *Effect of weather parameters on growth and yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Indian Journal of Agricultural Sciences, 89(9), 1578-1584. <https://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAgS/article/view/91080>.

López, J. L., Luján, M. E., & Gómez, C. (2021). *Climate change impacts on the yield and quality of common bean: A review*. Agricultural and Forest Meteorology, 304, 108396. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108396>.

Ministério de Administração Estatal-MAE. (2005). *Perfil do Distrito de Cuamba, província do Niassa*. Edição 2005.

Machado, C., & Pedro, D. (2020). *Influência do espaçamento de plantio no desenvolvimento da cultura de feijão verde*. Comunicado técnico da Embrapa.

Machado, C. A. (2021). *Influência do espaçamento no rendimento de feijão-verde (Phaseolus vulgaris L.) em regiões semiáridas*. Revista Brasileira de Agricultura Sustentável, 8(2), 109-120.

Magalhães, A. M., Muthemba, D., & Chichava, J. (2020). *Desafios e oportunidades no manejo de pragas no cultivo de feijão verde em Moçambique*. Revista de Extensão Rural, 19(2), 12-28.

Masese, P., Juma, O., & Mangaze, E. (2022). *O feijão verde em sistemas agrícolas familiares no norte de Moçambique: Um estudo sobre práticas de manejo*. Revista Africana de Agronomia, 17(4), 50-66.

Mishra, S., & Sharma, R. (2018). *Influence of planting geometry on growth and yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.) in mid hill conditions of Himachal Pradesh*. International Journal of Chemical Studies, 6(4), 369-373. <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartB/6-4-13>.

Mondlane, R., Gouveia, F., & Ngulube, C. (2019). *Efeitos de diferentes compassos de plantio na produção de feijão verde (Phaseolus vulgaris L.) em Cuamba*. Boletim de Pesquisa Agrícola de Moçambique, 14(3), 67-75.

Mungoi, D., & Tamele, R. (2023). *O papel da agricultura familiar no desenvolvimento socioeconômico de Moçambique: Desafios e oportunidades*. Revista Moçambicana de Ciências Agrárias, 5(1), 45-58.

Narayana, K., Laxmi, S. B., & Manohar, D. (2021). *Nutrient management strategies for improving yield and quality of common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Legume Research, 44(2), 143-148. <https://doi.org/10.18805/lr.v0i0.11137>.

Nielsen, D. C., & Eshel, G. (2019). *Root system characteristics of common bean in relation to soil properties*. Plant and Soil, 438(1), 45-60.

Oliveira, J. P. (2021). *Práticas de manejo cultural no cultivo de leguminosas: Desempenho e sustentabilidade*. Revista Agronômica de Pesquisa, 12(3), 199-210.

Patanè, C., & Lio, F. (2019). *Water stress effects on growth, gas exchange and yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.) in Mediterranean environments*. Agricultural Water Management, 213, 195-202.

Pedro, M., Pereira, J., & Lopes, R. (2020). *Adaptação de culturas às condições edafoclimáticas do norte de Moçambique: Um estudo de caso com feijão-verde*. Cadernos de Agronomia de Niassa, 15(1), 77-88.

Perez, C., Santos, R., & Lopez, G. (2020). *Morphological characteristics of common bean in response to varying levels of irrigation*. Plant Physiology and Biochemistry, 144, 17-25.

Prasad, K., Sharma, S. K., & Meena, R. L. (2016). *Effect of irrigation and nutrient management on yield and quality of common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Research on Crops, 17(2), 356-359. <https://doi.org/10.5958/2349-4433.2016.00047.0>.

Ribeiro, J. I. (2001). *SISVAR: sistema de análise estatística para pesquisas agro-pecuárias*. Universidade Federal de Lavras.

Santos, C. L., Silva, D. L., & Ferreira, L. J. (2016). *Influência da densidade de plantio e do manejo na produção de feijão*. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 11(3), 225-231. <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i3a5731>.

Santos, C. L., Lima, E. A., & Silva, F. R. (2018). *Plant density effects on growth and yield of common bean in no-till system*. Agronomy Journal, 110(4), 1734-1743. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.01.0023>.

Sampaio, I. B. M. (2010). *Estatística aplicada à experimentação animal*. Editora Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Sena, V., Magumbe, D., & Mavume, A. (2020). *Manejo integrado de pragas na produção de feijão em Moçambique*. Relatórios Agronômicos de Moçambique, 12(4), 67-75.

Silva, M. C., Santos, C. F., & Nascimento, C. C. (2019). *Plant density and spatial arrangement influence common bean yield*. Journal of Agricultural Science, 11(9), 125-134. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n9p125>.

Silva, L. F., Oliveira, P. N., & Mota, A. C. (2022). *Efeitos do espaçamento no rendimento e qualidade de Phaseolus vulgaris L. em diferentes condições climáticas*. Revista de Ciências Agrárias e Ambientais, 11(4), 255-269.

Silva, A., Mendes, B. (2022). *Produtividade de feijão verde em função das práticas agrícolas tradicionais*. Relatórios Agronômicos de Moçambique.

Singh, S. P. (2001). *Broadening the genetic base of common bean cultivars: A review*. Crop Science, 41(6), 1659-1675.

Souza, F. A., & Santos, G. P. (2017). *Espaçamento e densidade de plantas no desempenho agronômico do feijão verde*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52(4), 345-351.

Smith, A., Billi, L., & Cortez, M. (2019). *Symbiotic nitrogen fixation and the role of rhizobia in improving soil fertility for common bean cultivation*. Soil Biology & Biochemistry, 122, 109-118.

Tavakkol, A., Rezaei, S., & Javanmard, A. (2017). *The effects of planting density and irrigation management on yield and quality of common bean*. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 10(2), 39-45. <https://www.ijacsc.com/>

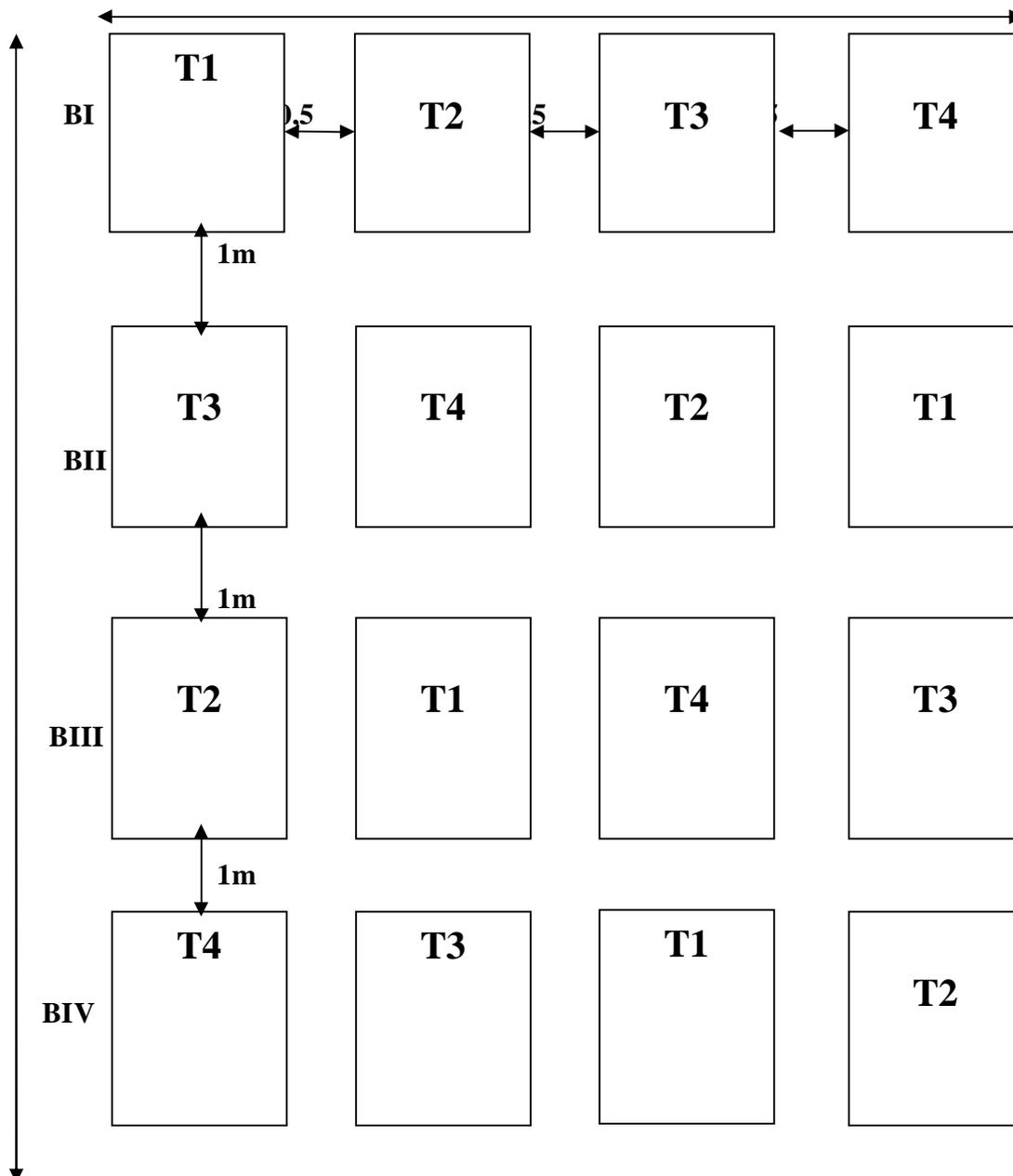
Wairegi, L. W. I., Asten, P. J. A., & Giller, K. E. (2020). *Row spacing effects on bean yield under different moisture conditions*. African Crop Science Journal, 28(2), 89-98.

Zhang, Y., Liu, W., & Zhang, H. (2019). *Advances in research on the cultivation of common bean in China*. Chinese Journal of Agricultural Science, 50(3), 321-330.

Zhu, Y., Hu, Y., & Chen, S. (2019). *Influence of cropping systems and planting density on growth and yield of common bean*. Field Crops Research, 233, 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.01.016>.

APÊNDICES

Apêndice1: Croqui e Protocolo do ensaio



Avaliação do Desempenho Agronómico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

Entidade responsável pelo planeamento do projecto	Érica Fadety
Entidade responsável pela condução do projecto	Érica Fadety
Local do Ensaio	Campo pessoal
Ano de ensaio	2023-2024
Espécie Vegetal	<i>Phaseolus vulgaris</i> L “Feijão verde” Leguminosa
Objectivos de ensaio	<p>Geral:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Avaliar o desempenho Agronómico de feijão Verde “<i>Phaseolus vulgaris</i> L.” submetido a diferentes compassos nas condições Edafoclimáticas de Cuamba. <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar o stand final de plantas em função dos diferentes compassos. • Comparar os parâmetros de crescimento da cultura de feijão-verde (altura da planta, 50% de floração e frutificação) em função dos diferentes compassos de plantio. • Determinar os parâmetros de rendimento (número de vagens por planta, peso de 100 grãos, peso de vagens frescas) em função dos diferentes compassos de plantio.

Avaliação do Desempenho Agronómico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

	<ul style="list-style-type: none">• Comparar o rendimento total do feijão-verde em função dos diferentes compassos;• Realizar uma análise de regressão entre os diferentes compassos de plantio e o rendimento da cultura de feijão-verde.
Delineamento experimental	Delineamento de Blocos completos casualizados (DBCC)
Tratamentos	4 Tratamentos
Trabalhos a realizar	Limpeza do campo, lavoura, gradagem, demarcação do campo, arrumação das parcelas em blocos, sementeira, controle de infestantes, pragas e doenças, rega, sacha, amontoa, pulverização e adubação, colecta dos dados e análise das variáveis, colheita e venda do produto final
Entidade responsável pela descrição do ensaio	Érica Fadety
Entidade responsável pela avaliação do ensaio	Coordenação do curso de Licenciatura em Agronomia
Entidade responsável pela elaboração do relatório do ensaio	Érica Fadety

Apêndice 2: Cronograma de Actividades

Ordem	Actividade	Mês de execução			
		Maio	Junho	Julho	Agosto
1	Limpeza do campo	X			
2	Lavoura	X			
3	Gradagem	X			
4	Demarcação do campo	X			
5	Arrumação das parcelas em blocos	X			
6	Sementeira directa	X			
7	Rega	X	X	X	X
8	Sacha, amontoa e escarificação	X	X	X	
9	Controle fitossanitário	X	X		
10	Colecta de variáveis		X	X	X
11	Análise das variáveis				X
12	Colheita			X	X

Apêndice 3: Orçamento

Quantidade do material	Descrição do material	Preço Unitário	Total
1	Corda	500*1	500
1	Pulverizador	1500	1500
1	Bloco de Anotações	30*1	50
2	Canetas	10*2	20
2	Marcador	50*2	100
1	Placa de Madeira	100	100
1	Semente	900*1	900
1	Insecticida	300*1	300
20	Placas para codificação dos tratamentos do campo	30*20	600
Total			4070

Avaliação do Desempenho Agronômico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a
Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

Apêndice 4: Análise de Dados

Variável analisada: N50__DE_FL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	28.687500	9.562500	7.135 0.0094
COMPASSO	3	2.187500	0.729167	0.544 0.6643
erro	9	12.062500	1.340278	
Total corrigido	15	42.937500		
CV (%) =	2.90			
Média geral:	39.9375000	Número de observações:	16	

Variável analisada: N50__DE_FR

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	14.000000	4.666667	3.111 0.0813
COMPASSO	3	0.500000	0.166667	0.111 0.9515
erro	9	13.500000	1.500000	
Total corrigido	15	28.000000		
CV (%) =	2.88			
Média geral:	42.5000000	Número de observações:	16	

Variável analisada: ALTURA__CM

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	34.087500	11.362500	1.073 0.4082
COMPASSO	3	8.247500	2.749167	0.260 0.8528
erro	9	95.302500	10.589167	
Total corrigido	15	137.637500		

Avaliação do Desempenho Agronômico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a
Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

CV (%) = 12.06
Média geral: 26.9875000 Número de observações: 16

Variável analisada: N_DE_VAGE

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	448.427500	149.475833	3.216 0.0757
COMPASSO	3	55.487500	18.495833	0.398 0.7578
erro	9	418.282500	46.475833	
Total corrigido	15	922.197500		
CV (%) =	11.83			
Média geral:	57.6125000		Número de observações:	16

Variável analisada: PESO_DE_10

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	129.637525	43.212508	5.888 0.0166
COMPASSO	3	57.450025	19.150008	2.609 0.1158
erro	9	66.054425	7.339381	
Total corrigido	15	253.141975		
CV (%) =	14.81			
Média geral:	18.2912500		Número de observações:	16

Avaliação do Desempenho Agronômico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a
Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

Variável analisada: STAND_INIC

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	1.0E+0009 0.0000
COMPASSO	3	875.000000	291.666667	1.0E+0009 0.0000
erro	9	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000	
Total corrigido	15	875.000000		
CV (%) =	0.00			
Média geral:	28.7500000	Número de observações:	16	

Variável analisada: STAND_INIC

Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 0.5 - SQRT (Y + 0.5)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	8.326672685E-0017	2.77555756E-0017	1.0E+0009 0.0000
COMPASSO	3	7.292987	2.430996	1.0E+0009 0.0000
erro	9	-1.665334537E-0016	-1.85037171E-0017	
Total corrigido	15	7.292987		
CV (%) =	0.00			
Média geral:	5.3660216	Número de observações:	16	

Avaliação do Desempenho Agronômico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

Variável analisada: STAND_FINA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	12.500000	4.166667	1.596 0.2577
COMPASSO	3	637.000000	212.333333	81.319 0.0000
erro	9	23.500000	2.611111	
Total corrigido	15	673.000000		
CV (%) =	6.16			
Média geral:	26.2500000	Número de observações:	16	

Variável analisada: RENDIMENTO

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	FcPr>Fc
BLOCO	3	1204932.152825	401644.050942	0.484 0.7015
COMPASSO	3	16418104.700025	5472701.566675	6.598 0.0119
erro	9	7465549.366725	829505.485192	
Total corrigido	15	25088586.219575		
CV (%) =	18.95			
Média geral:	4806.4587500	Número de observações:	16	

Avaliação do Desempenho Agronômico de Feijão-Verde (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a Diferentes Compassos nas Condições Edafoclimáticas de Cuamba

Apêndice 5: Dados brutos

Bloco	Compasso	50% de Floracao	50% de Frutificacao	Xi	Altura (cm)	Yi	N. de Vagens	Peso de 100 graos (gr)	Peso da Parcela (Kg)	Stand Inicial	Stand Final	Rendimento (kg/ha)
I	40*60 cm2	37	41	146	29,2	300	60	20,23	2,400	25	22	4000
I	40*40 cm2	37	40	98	19,6	212	42	22,67	3,200	40	35	5333,33333
I	40*50 cm2	38	41	133	26,6	239	48	22,57	4,100	30	27	6833,33333
I	40*75 cm2	39	42	126	25,2	224	45	19,66	2,100	20	18	3500
II	40*60 cm2	40	43	144	28,8	287	57	15,2	3,100	25	22	5166,66667
II	40*40 cm2	41	43	138	27,6	292	58	19,12	4,200	40	36	7000
II	40*50 cm2	40	42	119	23,8	330	66	23,45	2,800	30	29	4666,66667
II	40*75 cm2	42	44	141	28,2	312	62	25,62	2,200	20	17	3666,66667
III	40*60 cm2	42	45	129	25,8	292	58	10,24	2,081	25	24	3468,33333
III	40*40 cm2	42	44	140	28	310	62	18,57	3,415	40	39	5691,66667
III	40*50 cm2	41	43	155	31	272	54	15,6	3,400	30	28	5666,66667
III	40*75 cm2	40	42	160	32	370	74	14,15	2,650	20	20	4416,66667
IV	40*60 cm2	39	41	139	27,8	285	57	14,5	2,550	25	24	4250
IV	40*40 cm2	42	44	142	28,4	308	62	15,81	3,800	40	32	6333,33333
IV	40*50 cm2	40	43	132	26,4	274	55	15,54	2,720	30	28	4533,33333
IV	40*75 cm2	39	42	117	23,4	302	60	19,73	1,426	20	19	2376,66667

Apêndice 6: Teste de Normalidade dos dados (ShapiroWilk)

Teste de normalidade W de Shapiro-Wilk e seu valor de significância.
 Algoritmo usado: AS R94. T. AppliedStatistic - Serie C (1995) vol.44, n4.

Variável	n	W	Pr<W
N50__DE_FL	16	0.9108185229104	0.1199613
N50__DE_FR	16	0.9571219771669	0.6100140
ALTURA__CM	16	0.9564818386774	0.5986761
N__DE_VAGE	16	0.9492574735233	0.4780160
PESO_DE_10	16	0.9684752986287	0.8133456
STAND_INIC	16	0.8473982473652	0.0124777
STAND_FINAL	16	0.9523964901742	0.5285805
RENDIMENTO	16	0.9761571024110	0.9257730

Apêndice 7: Fotografias





This document was created with the Win2PDF "Print to PDF" printer available at

<https://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

Visit <https://www.win2pdf.com/trial/> for a 30 day trial license.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<https://www.win2pdf.com/purchase/>