



**Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal**

**Departamento de Protecção Vegetal**

**Licenciatura em Engenharia Agronómica**

**Projecto final**

**Determinação do período crítico de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.)**



**Autora:**

Angélica Oliveira Ngale

**Supervisor:**

Prof. Doutor Tomás Chiconela

**Co-supervisor:**

Mestre Francisco Munguambe

Maputo, Julho de 2024

# **Determinação do período crítico de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Projecto final submetido à Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Departamento de Protecção Vegetal, como parte dos requisitos para obtenção do grau académico de Licenciada em Engenharia Agronómica, sob a supervisão do Prof. Doutor Tomás Chiconela e Mestre Francisco Munguambe.

## RESUMO

O controlo eficaz de infestantes é fundamental para garantir o sucesso da produção agrícola. Na cultura de feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), as infestantes representam uma ameaça significativa, capazes de competir vigorosamente por recursos essenciais de crescimento e a falta de conhecimento do período mais apropriado para o seu controlo pode resultar na redução do rendimento da cultura, além de aumentar os custos e o tempo necessário para o controlo das infestantes. Neste contexto, este estudo teve como objectivo principal determinar o período crítico de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde. Para o efeito, foi conduzido um ensaio no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), durante o período de Março à Junho de 2023. O delineamento experimental usado foi de blocos completos casualizados (DBCC), com oito tratamentos e quatro repetições (blocos). Os tratamentos foram divididos em dois grupos: um sem controlo e o outro com controlo das infestantes durante os primeiros 15, 30, 45 e 60 dias depois da emergência (DDE). Foi analisada a composição da comunidade infestante, como a frequência, densidade, altura, cobertura das espécies e biomassa seca. As variáveis medidas relacionadas à cultura foram: a altura da planta, número de vagens, comprimento da vagem, diâmetro da vagem, rendimento e as respectivas perdas em função dos tratamentos. A ANOVA foi realizada utilizando o teste de Fisher, seguida pela comparação das médias utilizando o teste de Tukey, ambos com um nível de significância de 5%, usando o programa STATA 14. Por meio do *software* Sigmaplot 15.0 e pelo ajuste dos dados de rendimento ao modelo Sigmoidal de Gompertz, foi possível determinar o período anterior à interferência (PAI) e o período total de prevenção à interferência (PTPI), e desta forma permitindo obter o período crítico de controlo de infestantes, com uma tolerância de 5% de perdas de rendimento. Neste estudo, foram identificadas 19 espécies de infestantes, distribuídas em 14 famílias. As espécies que mais se destacaram dentro da comunidade infestante quanto à densidade relativa foram: a *Portulaca oleracea* (43,26%), *Cyperus rotundus* (11,51%) e *Tribulus terrestris* (9,99%). O maior rendimento da cultura foi registado no tratamento com controlo de infestantes durante todo o ciclo (60 DDE), que foi de 4,34 ton/ha e a maior perda de rendimento foi de 93%, que ocorreu quando a cultura conviveu com as infestantes durante todo o ciclo, resultando em um rendimento de 0,26 ton/ha. O período anterior à interferência (PAI) foi de 13 DDE e o período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 46 DDE. Portanto, o período crítico de controlo de infestantes ocorre entre os 13 e 46 DDE, totalizando 33 dias.

**Palavras-chave:** Infestantes, período crítico, rendimento do feijão-verde.

## ABSTRACT

Effective weed control is essential to ensure the success of agricultural production. In the green bean culture (*Phaseolus vulgaris* L.), weeds pose a significant threat, capable of vigorously competing for essential growth resources and the lack of knowledge of the most appropriate period for their control can result in reduced crop yield, in addition to increasing costs and time needed to control weeds. In this context, this study aimed to determine the critical weed control period in green bean cultivation. To achieve this, an experiment was conducted at the experimental field of the Faculty of Agronomy and Forestry Engineering (FAEF) from March to June 2023. The experimental design used was randomized complete blocks (RCBD), with eight treatments and four replications (blocks). Treatments were divided into two groups: one without control and the other with weed control during the first 15, 30, 45, and 60 days after emergence (DAE). The composition of the weed community, including frequency, density, weed height, species coverage, and dry biomass, was evaluated. Variables related to the crop measured were plant height, number of pods, pod length, pod diameter, yield, and respective losses due to treatments. ANOVA was performed using Fisher's test, followed by mean comparison using Tukey's test, both at a significance level of 5%, using STATA 14 software. Through the Sigmaplot 15.0 software and by fitting the yield data to the Gompertz Sigmoidal model, it was possible to determine the period before interference (PBI) and the total prevention period to interference (TPPI), thus allowing for the determination of the critical period for weed control, with a tolerance of 5% yield loss. In this study, 19 weed species were identified, distributed across 14 families. The species that stood out most within the weed community in terms of relative density were *Portulaca oleracea* (43.26%), *Cyperus rotundus* (11.51%), and *Tribulus terrestris* (9.99%). The highest crop yield was recorded in the treatment with weed control throughout the cycle (60 DDE), which was 4.34 ton/ha and the highest yield loss was 93%, which occurred when the crop coexisted with weeds throughout the cycle, resulting in a yield of just 0.26 ton/ha. The period before interference (PBI) was 13 DAE and the total prevention period to interference (TPPI) was 46 DAE. Therefore, the critical period for weed control occurs between 13 and 46 DAE, totaling 33 days.

**Key-words:** Weeds, critical period, green bean yield.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus amados pais, Oliveira Ngale e Argentina Gulele, cujo o apoio incondicional e o amor constante foram a luz que iluminou cada etapa deste percurso acadêmico.

Aos meus queridos irmãos, Idalécio, Kristen e Aissa.

**A vós dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela dádiva da vida e por cada oportunidade proporcionada, conquistas conseguidas, bem como por guiar-me na superação de todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus amados pais, Oliveira Ngale e Argentina Gulele, por serem a luz que ilumina o meu caminho. As vossas palavras de encorajamento foram como um combustível para o meu empenho neste projecto, tornando-o não apenas um esforço académico, mas uma jornada de crescimento pessoal impulsionada pelo amor e apoio incansável de vocês.

Aos meus supervisores, Prof. Doutor Tomás Fernando Chiconela e Mestre Francisco Fernando Munguambe, pelos ensinamentos, paciência, dedicação e orientações desde o trabalho de campo até à conclusão deste projecto.

Ao corpo técnico, composto pelo Sr. Ricardo, Sr. Moisés, Sr. Basílio, Sr. Chico, Dona Graça e Dona Inês, pela colaboração e apoio durante todas as actividades no laboratório e no campo. Aos professores da FAEF, que de maneira directa ou indirecta compartilharam comigo conhecimentos valiosos e contribuíram significativamente para a minha formação académica.

Aos meus queridos amigos e colegas, Bernardo Pica, Telma Chambule, Fernanda Chissano, Sidney Fumo, Catarina Mahumane, Neide Cuna, Nilza Pequenino, Fred António, Márcia Mucache, Crisolde Castro, Justino Pelembe, Gerson Chissambule, Hélder Monteiro, Ussene Quichene, Imanishimwe Nkurunziza, Celso Alfredo, Graziela Siteo, Alberto Chambule, por sempre acreditarem em mim, proporcionando-me força e apoio.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Não seria possível sem o apoio e a valiosa contribuição de cada um de vocês.

O meu muito obrigada!

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO.....  | i   |
| DEDICATÓRIA.....   | iii |
| AGRADECIMENTOS.....  | iv  |
| I. INTRODUÇÃO.....   | 1   |
| 1.1. Antecedentes .....  | 1   |
| 1.2. Problema de estudo e justificativa.....                                     | 2   |
| 1.3. Objectivos .....  | 3   |
| 1.3.1. Objectivo geral.....  | 3   |
| 1.3.2. Objectivos específicos.....   | 3   |
| 1.4. Questões de estudo: .....   | 3   |
| II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....  | 4   |
| 2.1. Origem e distribuição do feijão-verde ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....  | 4   |
| 2.2. Classificação botânica e características morfológicas do feijão- verde..... | 4   |
| 2.3. Exigências edafo-climáticas.....  | 4   |
| 2.4. Importância do feijão-verde .....   | 5   |
| 2.5. Factores que afectam a produção do feijão- verde em Moçambique .....        | 5   |
| 2.5.1. Conceito e características das infestantes.....                           | 6   |
| 2.5.2. Efeito das infestantes na cultura de feijão-verde .....                   | 7   |
| 2.5.3. Interferência e período crítico de controlo das infestantes .....         | 8   |
| 2.6. Métodos de controlo de infestantes .....                                    | 9   |
| III. MATÉRIAS E MÉTODOS.....   | 12  |
| 3.1. Descrição da área de estudo .....   | 12  |
| 3.2. Desenho experimental.....   | 13  |
| 3.3. Descrição dos tratamentos .....   | 13  |
| 3.4. Variedade usada.....  | 14  |
| 3.5. Condução do ensaio.....   | 14  |
| 3.6. Colheita .....  | 15  |

|   |    |
|---|----|
| 3.7. Procedimento de amostragem .....   | 15 |
| 3.8. Análise da composição da comunidade infestante .....   | 16 |
| 3.8.1. Altura das infestantes .....   | 17 |
| 3.9. Determinação da biomassa seca das infestantes .....  | 17 |
| 3.10. Variáveis medidas relacionadas à cultura do feijão-verde.....   | 18 |
| 3.10.1. Determinação das perdas de rendimento na cultura de feijão-verde.....   | 18 |
| 3.11. Determinação do período anterior à interferência (PAI) e o período total de prevenção à interferência (PTPI) .....  | 19 |
| 3.12. Análise de dados.....   | 20 |
| IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 21 |
| 4.1. Análise das espécies de infestantes encontradas na área de estudo.....   | 21 |
| 4.1.1. Frequência relativa .....  | 23 |
| 4.1.2. Densidade absoluta.....  | 24 |
| 4.1.3. Densidade relativa .....   | 25 |
| 4.1.4. Altura média das infestantes (cm).....   | 26 |
| 4.1.5. Cobertura das infestantes.....   | 26 |
| 4.1.6. Biomassa seca das infestantes.....   | 27 |
| 4.2. Variáveis medidas relacionadas à cultura do feijão-verde.....  | 28 |
| 4.2.1. Altura das plantas .....   | 28 |
| 4.2.2. Número de vagens por planta .....  | 30 |
| 4.2.3. Comprimento e diâmetro das vagens .....  | 32 |
| 4.2.4. Rendimento e perdas de rendimento da cultura de feijão-verde.....  | 34 |
| 4.2.5. Correlação entre o rendimento do feijão-verde e as variáveis analisadas .....                                      | 36 |
| 4.2.6. Determinação do período anterior à interferência (PAI) e do período total de prevenção à interferência (PTPI)..... | 37 |
| V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....   | 40 |
| 5.1. Conclusões .....   | 40 |
| 5.2. Recomendações .....  | 40 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 41 |
| ANEXOS.....                          | 49 |

## Lista de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Principais pragas e doenças que afectam a cultura do feijão-verde. ....                                 | 6  |
| Tabela 2: Infestantes problemáticas na cultura do feijão-vulgar. ....   | 7  |
| Tabela 3: Descrição dos tratamentos .....   | 14 |
| Tabela 4: Descrição das escalas de cobertura.....   | 17 |
| Tabela 5: Distribuição das espécies de infestantes observadas no ensaio em relação à família e classe.....        | 22 |
| Tabela 6: Densidade absoluta das infestantes. ....  | 24 |
| Tabela 7: Biomassa seca acumulada das infestantes. ....   | 28 |
| Tabela 8: Altura das plantas de feijão-verde. ....  | 30 |
| Tabela 9: Número de vagens por planta.....  | 31 |
| Tabela 10: Comprimento e diâmetro das vagens.....   | 33 |
| Tabela 11: Rendimento e perdas de rendimento da cultura de feijão-verde observado em diferentes tratamentos. .... | 35 |
| Tabela 12: Matriz de correlação entre o rendimento do feijão-verde e as variáveis analisadas.....                 | 36 |
| Tabela 13: Variáveis do modelo Sigmoidal de Gompertz. ....  | 37 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Mapa da área de estudo (Campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal- FAEF). .....   | 12 |
| Figura 2: Processo de determinação da biomassa seca das infestantes (A- Coleta de infestantes no campo; B-Infestantes nos cartuchos; C-Secagem de infestantes em uma estufa; D- Pesagem das infestantes secas). ..... | 17 |
| Figura 3: Composição percentual das famílias das infestantes. ....  | 21 |
| Figura 4: Frequência relativa das infestantes em diferentes períodos de convivência (A) e controlo (B).....   | 23 |
| Figura 5: Densidade relativa das espécies de infestantes.....   | 25 |
| Figura 6: Altura média das infestantes.....   | 26 |
| Figura 7: Cobertura das infestantes em diferentes períodos de convivência (A) e controlo (B).....   | 27 |
| Figura 8: Período de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde.....  | 38 |

## Lista de Anexos

|   |    |
|---|----|
| Anexo 1: Análise de variância (ANOVA) da densidade absoluta das infestantes. ....                         | 49 |
| Anexo 2: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) .....  | 49 |
| Anexo 3: Teste de Homocedasticidade (Breusch- Pagan) .....  | 50 |
| Anexo 4: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)... .. | 50 |
| Anexo 5: Análise de variância da biomassa das infestantes. ....   | 51 |
| Anexo 6: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e de Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....       | 51 |
| Anexo 7: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).....  | 51 |
| Anexo 8: Análise de variância da altura das plantas de feijão-verde. ....                                 | 52 |
| Anexo 9: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....          | 52 |
| Anexo 10: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)..... | 52 |
| Anexo 11: Análise de variância do número de vagens por planta.....  | 53 |
| Anexo 12: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....         | 53 |
| Anexo 13: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)..... | 53 |
| Anexo 14: Análise de variância do comprimento das vagens. ....  | 54 |
| Anexo 15: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....         | 54 |
| Anexo 16: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)..... | 54 |
| Anexo 17: Análise de variância do diâmetro das vagens.....  | 55 |
| Anexo 18: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....         | 55 |

|   |    |
|---|----|
| Anexo 19: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)..... | 55 |
| Anexo 20: Análise de variância de rendimento do feijão-verde. ....  | 56 |
| Anexo 21: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....         | 56 |
| Anexo 22: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)..... | 56 |
| Anexo 23: Análise de variância das perdas de rendimento.....  | 57 |
| Anexo 24: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).....         | 57 |
| Anexo 25: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância)...   | 57 |
| Anexo 26: Matriz de correlação de Pearson.....  | 58 |
| Anexo 27: Variáveis do modelo Sigmaplot (para tratamentos sem controlo inicial). ....                     | 58 |
| Anexo 28: Variáveis do modelo Sigmaplot (para tratamentos com controlo inicial). ....                     | 58 |
| Anexo 29: Layout de ensaio. ....  | 59 |

## Lista de Abreviaturas

|         |  |
|---------|--|
| ANOVA   | Análise de Variância   |
| CIAT    | International Center for Tropical Agriculture                    |
| DBCC    | Delineamento de blocos completos casualizados                    |
| DDE     | Dias depois da emergência  |
| FAEF    | Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal                    |
| FAOSTAT | Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database |
| IAI     | Inquérito agrário integrado                                      |
| NPK     | Nitrogénio, Fósforo e Potássio                                   |
| PAI     | Período Anterior à interferência                                 |
| PCPI    | Período crítico de prevenção à interferência                     |
| PTPI    | Período Total de Prevenção à interferência                       |
| Ton/ha  | Toneladas por hectare  |
| UEM     | Universidade Eduardo Mondlane                                    |

## I. INTRODUÇÃO

### 1.1. Antecedentes

O feijão vulgar (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura pertencente à família Fabaceae (leguminosas), sendo uma das mais importantes devido à sua composição nutricional indispensável na dieta alimentar (Souza *et al.*, 2013). Esta leguminosa apresenta elevado conteúdo proteico, carboidratos complexos, fibra alimentar, minerais e vitaminas do complexo B (Hailer *et al.*, 2011; Miguel *et al.*, 2015).

Esta cultura é produzida tanto para a obtenção de grão seco quanto para a colheita da vagem verde, sendo que a principal diferença entre o feijão-verde e o feijão de grão seco está no fruto (Trindade, 2012). Segundo o mesmo autor, o feijão-verde corresponde à vagem em fase pré-amadurecimento, com o mesocarpo mais suculento e baixo teor de fibras, devendo ser utilizado quando o fruto se encontra num estado imaturo.

O feijão-verde é cultivado como cultura de rendimento por agricultores de grande e pequena escala (CIAT, 2006). Dados estatísticos da FAOSTAT (2022), apontam que o rendimento médio mundial do feijão-verde é estimado em 14,64 ton.ha<sup>-1</sup>, sendo Chipre, China, Jordânia e Marrocos os países com maiores rendimentos estimados em 29,40; 26,79; 26,51 e 24,19 ton.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Por sua vez, em África estima-se um rendimento médio de 9,70 ton.ha<sup>-1</sup>, onde os maiores rendimentos são registados em Marrocos (24,19 ton.ha<sup>-1</sup>), Senegal (13,84 ton.ha<sup>-1</sup>), Burkina faso (13,44 ton.ha<sup>-1</sup>) e Quénia (11,19 ton.ha<sup>-1</sup>). Em Moçambique, as normas técnicas elementares agrícolas (2006), apontam para um rendimento de 4 ton.ha<sup>-1</sup>.

Embora os rendimentos desta cultura sejam expressivos em diferentes partes do mundo, existem vários factores bióticos e abióticos que interferem no processo produtivo, sendo a interferência impostas pelas infestantes um dos factores mais importantes que afecta negativamente a produtividade da cultura, se o seu controlo for inadequado (Carvalho, 2013).

As infestantes são todas as plantas indesejáveis que crescem nos campos de cultivo de feijão-verde, que, por sua vez, competem com a cultura pelos recursos indispensáveis para o seu crescimento, tais como água, luz e nutrientes (Biffe *et al.*, 2018). O sucesso das infestantes na competição com as culturas é atribuído à sua eficiência na obtenção e uso dos recursos do meio. Algumas espécies apresentam um sistema radicular eficiente para absorver água e sais minerais em diferentes profundidades do solo, além de uma alta capacidade reprodutiva (sexuada e assexuada), permitindo-as colonizar vários ambientes (Martinelli *et al.*, 2019).

Contudo, a realização do controlo de infestantes não é necessária durante todo o ciclo das culturas para atingir o rendimento máximo, sendo necessária a remoção destas no período crítico, de modo a evitar elevadas perdas de rendimento (Martinelli *et al.*, 2019).

O período crítico de competição é aquele em que se torna essencial implementar as medidas de controlo de infestantes, de forma a garantir um bom desenvolvimento da cultura e evitar as perdas de rendimento devido à interferência das infestantes (Kozlowski *et al.*, 2002).

## **1.2. Problema de estudo e justificativa**

A presença de infestantes em culturas como o feijoeiro representa uma ameaça significativa à produtividade, podendo resultar em perdas de rendimento superiores a 80% (Mello *et al.*, 2018). Essas infestantes afectam a cultura de forma directa, competindo por factores essenciais como água, luz e nutrientes, além de libertarem substâncias alelopáticas que interferem no crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas. As infestantes podem também prejudicar a cultura de forma indirecta por serem hospedeiros de pragas e doenças. Dessa forma, o controlo das infestantes torna-se imprescindível (Biffe *et al.*, 2018).

Em Moçambique, o período crítico de controlo de infestantes na cultura do feijão-verde é pouco conhecido. Portanto, muitos agricultores, sobretudo os que praticam a agricultura de pequena escala (sector familiar) não têm informação em relação ao momento oportuno para o controlo de infestantes, resultando em elevadas perdas de rendimento (Martinelli *et al.*, 2019).

Num estudo conduzido por Lavo (2002), não foi possível determinar um período crítico específico de controlo de infestantes, pelo facto do feijão-verde mostrar claramente ser muito sensível aos efeitos da competição com as infestantes durante todo o ciclo vegetativo. Porém, quando o controlo de infestantes não foi realizado, o rendimento máximo das vagens verdes atingiu apenas 43 kg/ha, correspondendo a perdas de aproximadamente 94% do rendimento potencial esperado, o qual pode variar de 7 a 9 ton/ha.

Estudos feitos por Corrêa *et al.* (2015), sobre os períodos de interferência de infestantes na cultura do feijão no Brasil, concluíram que o período crítico de controlo de infestantes encontra-se num intervalo compreendido entre 8 a 53 DDE.

De acordo com Knezevic *et al.* (2002) e Soraluz (2022), o período crítico da competição varia de acordo com a cultura, a variedade utilizada, as características climáticas e edáficas do local, as infestantes presentes, as práticas culturais e os critérios estabelecidos com relação aos métodos utilizados para a sua determinação.

Neste contexto, pretendeu-se com este estudo determinar o período crítico de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde nas condições do campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, de modo a contribuir para o desenho de estratégias para a redução dos impactos negativos das infestantes na cultura, dando a conhecer o momento oportuno para o controlo das mesmas.

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Objectivo geral**

- ✓ Determinar o período crítico de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde.

#### **1.3.2. Objectivos específicos**

- ✓ Analisar a composição da comunidade infestante em competição com a cultura;
- ✓ Estimar as perdas de rendimento da cultura de feijão-verde causadas pelas infestantes;
- ✓ Determinar o período anterior à interferência (PAI) e o período total de prevenção à interferência (PTPI) das infestantes na cultura de feijão-verde.

### **1.4. Questões de estudo:**

1. Como é que a comunidade infestante é constituída na área do estudo?
2. Quais são as perdas de rendimento causadas pelas infestantes na cultura do feijão-verde?
3. Qual é o período no qual a cultura de feijão-verde deve estar livre da interferência das infestantes?

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origem e distribuição do feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.)

Segundo Diniz (2006), o feijão vulgar é uma leguminosa originária da América, com diferentes centros de diversidade genética. Dos vários centros apontados, por vários autores, três considerados primários para a domesticação da espécie merecem particular destaque, nomeadamente: o mesoamericano (México e Guatemala), sul dos Andes (desde Peru até o nordeste da Argentina) e norte dos Andes (desde Colômbia à Venezuela). Além dos centros primários, várias espécies do género *Phaseolus* também podem ser encontrados em outros centros secundários como Europa, África e Ásia (Diniz, 2006).

Em Moçambique, as regiões com maiores áreas de produção do feijão-verde são: zona norte, nas províncias de Nampula e Zambézia; zona centro, na província de Manica e Sofala; zona sul nas províncias de Maputo e Gaza, sendo produzidas na estação fresca e em condições de irrigação (IAI, 2020).

### 2.2. Classificação botânica e características morfológicas do feijão- verde

O género *Phaseolus* pode apresentar 31 a 52 espécies, mas apenas quatro espécies são cultivadas, para além da *P. vulgaris*, sendo elas *P. acutifolius*, *P. coccineus*, *P. polyanthus* e *P. lunatus* (Trindade, 2012). O feijão-verde pertence à família Fabaceae (Leguminosae), género *Phaseolus*, espécie *vulgaris*, ordem Fabales (Trindade, 2012). Na espécie *P. vulgaris* é característico um rápido crescimento anual, tem um sistema radicular superficial, mas muito ramificado, desenvolvendo-se essencialmente até aos 30 cm de profundidade (Marques *et al.*, 2003).

Apresenta um caule herbáceo e muito delgado, as folhas são trifoliadas, compostas, rugosas, ásperas de cor verde e as flores são hermafroditas em grupos de 4-8 flores nas axilas das folhas (Marques *et al.*, 2003). As vagens podem ter um comprimento médio que é compreendido de 9 a 12 cm, com largura variável (> 3cm) e com 3 a 7 sementes por vagem (Marques *et al.*, 2003). As cultivares de feijão possuem um hábito de crescimento determinado e indeterminado, assim como, podem apresentar um desenvolvimento erecto, semi-erecto, prostrado e trepador (Trindade, 2012).

### 2.3. Exigências edafo-climáticas

Para que o feijoeiro possa atingir o seu rendimento potencial, torna-se necessário que a temperatura do ar apresente valores mínimos, óptimo e máximo como sendo 12° C, 21°C e 29° C,

respectivamente (Deniz, 2006). O feijão-verde pode adaptar-se a diferentes tipos de solos desde solos arenosos, francos até mesmo argilosos. Contudo, os solos devem apresentar-se férteis, com bom teor de matéria orgânica, boa drenagem e com um pH em torno de 5.0 a 6.5 (Aguiar, 2013). Segundo Diniz (2006), a cultura do feijão desenvolve-se melhor quando as precipitações situam-se entre 300 e 400 mm bem distribuídos durante o ciclo da cultura (Diniz, 2006).

#### **2.4. Importância do feijão-verde**

De acordo com os dados estatísticos da FAOSTAT (2022), a produção mundial de feijão-verde foi estimada em 23,34 milhões de toneladas, distribuídas por uma superfície de cerca de 1,59 milhões de hectares. Em África, a produção foi estimada em 799,09 mil toneladas, ocupando uma área de 82,36 mil hectares. No entanto, não existem dados catalogados ou disponíveis no FAOSTAT relativamente a produção e área ocupada de feijão-verde em Moçambique.

Segundo IAI (2020), a produção de feijão-verde em Moçambique ocupa uma área total de 2 606 hectares. Para os consumidores de baixa renda em zonas rurais e urbanas, o feijão verde é uma fonte acessível de nutrição de alta qualidade por contribuir significativamente com proteínas elevadas, carboidratos complexos, componentes de vitamina B (tiamina, niacina e ácido fólico) e micro-nutrientes (ferro e zinco) (Miguel *et al.*, 2015). Além disso, constitui uma fonte de renda para os agricultores, devido à sua alta demanda em zonas urbanas e rurais (Miguel *et al.*, 2015).

#### **2.5. Factores que afectam a produção do feijão- verde em Moçambique**

O feijão-verde apresenta diversos factores que afectam a sua produção, os quais, além de reduzir a produtividade da cultura, baixam a qualidade do produto pretendido (Almeida, 2006). Segundo Amaro (2003), esses factores são divididos em bióticos (pragas, doenças e infestantes) e abióticos (climáticos e edáficos).

Existem muitas pragas e doenças que afectam a cultura de feijão-verde e o conhecimento destas é fundamental para proteger o rendimento. Na Tabela 1, encontram-se as principais pragas e doenças.

**Tabela 1:** Principais pragas e doenças que afectam a cultura do feijão-verde.

| Factores bióticos                                      |   |
|--|---|
| Pragas   | Doenças   |
| Afídeos ( <i>Aphis craccivora</i> )                    | Antracnose ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ) |
| Mosca branca ( <i>Bemisia tabaci</i> )                 | Ferrugem ( <i>Uromyces appendiculatus</i> )         |
| Lagarta elasmó ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> )     | Mosaico comum ( <i>Bean common mosaic virus</i> )   |
| Lagarta da vagem ( <i>Spodoptera eridanea</i> )        | Oídio ( <i>Erysihe polygoni</i> )                   |
| Ácaros ( <i>Tetranychus urticae</i> , etc.)            | Mosaico dourado ( <i>Bean golden mosaic virus</i> ) |
| Tripes ( <i>Thrips palmi</i> ; <i>Caliothrips</i> sp.) | Mancha angular ( <i>Pseudocercospora griseola</i> ) |
| Percevejos ( <i>Diceraeus melacanthus</i> , etc.)      | Podridão radicular ( <i>Rhizoctonia solani</i> )    |
| Lagarta rosca ( <i>Agrotis ipsilon</i> )               | Nemátodos das galhas ( <i>Meloidogyne</i> spp.)     |

**Fonte:** Wendland *et al.* (2018) e Canale *et al.* (2020).

Dentre os factores prejudiciais mencionados anteriormente, Biffe *et al.* (2018), destacam também a ocorrência das infestantes como um dos mais importantes na cultura de feijão-verde.

### 2.5.1. Conceito e características das infestantes

Infestante é um conceito criado pelo homem para designar plantas que crescem em áreas onde não são desejadas e que interferem directa ou indirectamente numa determinada actividade humana (Sílvia, 2006).

Essas plantas apresentam características especiais que as tornam altamente eficientes na utilização de recursos, como água e nutrientes existentes no solo, o que faz com que sejam muito prejudiciais às culturas agrícolas. Elas podem crescer e se desenvolver em condições adversas, possuem a habilidade de produzir um grande número de sementes por planta. Essas sementes são geralmente pequenas e têm facilidade de disseminação pelo vento e pela água. Além disso, apresentam dormência temporária e germinação assincrônica, que são os atributos que facilitam a perpetuação das espécies. Muitas dessas espécies são ainda capazes de se multiplicar por diversas maneiras, como sementes, rizomas, bolbos, tubérculos e raízes (Sílvia, 2006).

Na cultura de feijão vulgar, podem ser encontradas inúmeras espécies de infestantes que interferem negativamente no seu desenvolvimento. Segundo Mello *et al.* (2018), apesar da diversidade das infestantes variar de acordo com as condições edafo-climáticas, as mais problemáticas apresentam-se na (Tabela 2).

**Tabela 2:** Infestantes problemáticas na cultura do feijão-vulgar.

| <b>Infestantes problemáticas na cultura de feijão vulgar</b> |                                |
|--|--------------------------------|
| <i>Euphorbia heterophylla</i>                                | <i>Cenchrus echinatus</i>      |
| <i>Phyllanthus tenellus</i>                                  | <i>Digitaria</i> spp.          |
| <i>Panicum maximum</i>                                       | <i>Portulaca oleracea</i>      |
| <i>Echinochloa</i> spp.                                      | <i>Nicandra physalodes</i>     |
| <i>Commelina benghalensis</i>                                | <i>Echinochloa</i> spp.        |
| <i>Bidens pilosa</i>   | <i>Alternanthera tenella</i>   |
| <i>Eleusine indica</i>                                       | <i>Acanthospermum hispidum</i> |
| <i>Cyperus rotundus</i>                                      | <i>Amaranthus spinosus</i>     |
| <i>Cyperus esculentus</i>                                    | <i>Argemone mexicana</i>       |
| <i>Ageratum conyzoides</i>                                   | <i>Tribulus terrestris</i>     |
| <i>Urochloa decumbens</i>                                    | <i>Sida</i> spp.               |

**Fonte:** Mello *et al.*, 2018.

### 2.5.2. Efeito das infestantes na cultura de feijão-verde

Os prejuízos observados nas plantas cultivadas em função da presença das infestantes não podem ser atribuídos apenas à competição (Biffe *et al.*, 2018). Os mesmos autores afirmam que existe um conjunto de pressões ambientais que podem ser directos (competição e alelopatia) ou indirectos (hospedeiras de pragas e doenças).

Com relação aos factores que actuam directamente, os mais importantes são a competição e alelopatia (Biffe *et al.*, 2018). Segundo Silva (2007), no caso da competição, as infestantes possuem uma grande habilidade competitiva, o que faz com que disputem com maior eficiência os recursos essenciais para o desenvolvimento das culturas, como é o caso do espaço, nutrientes, água e luz. Desta forma, o rendimento da cultura, bem como a qualidade do produto reduzem significativamente (Silva *et al.*, 2007). Outro factor a ter em conta na redução da produção é a alelopatia. Este fenómeno é definido como sendo o efeito prejudicial de uma planta sobre a outra através da produção de compostos químicos que a primeira liberta no ambiente, denominados aleloquímicos (Biffe *et al.*, 2018). As infestantes também podem actuar de uma forma indirecta como hospedeiras alternativas de insetos-pragas, nemátodos e agentes patogênicos causadores de doenças (Silva *et al.*, 2007).

Segundo Freitas *et al.* (2009) e Schiessel *et al.* (2019), ao estudarem a interferência das infestantes na cultura de feijão, verificaram que a presença das infestantes ao longo de todo o ciclo da cultura, resultou em perdas de rendimento de mais de 90 % e 80,4 %, respectivamente. Carvalho (2014), obteve perdas de rendimento de 76,6 % nas parcelas sem controlo das

infestantes durante o ciclo da cultura. Em contraste, Mello *et al.* (2018), observaram que as perdas de rendimento nesta cultura foram superiores a 80 %.

Os componentes da cultura afectados pela competição incluem o número de vagens por planta, comprimento das vagens, diâmetro das vagens e o número de semente/vagem (Pittelkow *et al.*, 2009). Nos estudos realizados por Júnior *et al.* (2021), Castro (2017), Oliveira *et al.* (2010), Silva (2008), Santos *et al.* (2003), Joseph e John (2004), apontam que o número de vagens/planta, o comprimento e diâmetro das vagens reduziu significativamente quando a cultura conviveu com as infestantes durante todo o ciclo ou na maior parte dele, afectando a qualidade do feijão-verde colhido.

### **2.5.3. Interferência e período crítico de controlo das infestantes**

O termo interferência refere-se ao conjunto de efeitos que uma cultura sofre em decorrência da presença das infestantes (Alvino *et al.*, 2011). A interferência dessas plantas no cultivo do feijão depende de vários factores pertencentes à comunidade infestante presente na área, como composição específica, densidade e distribuição. Contudo, a interferência também está relacionada com as características da cultura, além do manejo adoptado, como espaçamento, população de plantas e sistemas de cultivo (Alvino *et al.*, 2011).

O período em que as infestantes convivem com as culturas agrícolas é um dos fundamentais factores que compõem o grau de interferência. De modo geral, pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência da cultura com a comunidade infestante, mais intenso poderá ser o grau de interferência (Carvalho, 2013). Porém, a intensidade da competição depende também do ciclo fenológico da cultura e, dessa forma, não somente o tempo de convivência, mas também a época em que ocorre a convivência é importante (Carvalho, 2013). Com base nisso, Silva *et al.* (2007) relatam três períodos que são considerados importantes nos estudos de interferência: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI).

O PAI, refere-se ao período de tempo que ocorre no início do ciclo de desenvolvimento da cultura (sementeira ou emergência), quando a cultura e a comunidade infestante podem conviver sem a necessidade de adopção de práticas de controlo, sem que ocorram reduções significativas de produtividade da espécie cultivada (Pittelkow *et al.*, 2009). Durante essa fase, o meio é capaz de fornecer as quantidades de factores de crescimento necessárias para o crescimento da cultura e das espécies infestantes (Pittelkow *et al.*, 2009).

Por sua vez, o PTPI é o período que inicia após a emergência, durante o qual a cultura deve se desenvolver livre da presença de infestantes, a fim de que a sua produtividade não seja prejudicada (Kozłowski *et al.*, 2002). Dessa forma, a comunidade de espécies infestantes que se instalar após esse período não interferirá de maneira significativa sobre a produtividade da cultura. Após esse período, a cultura apresenta capacidade de, por si só, controlar as infestantes que emergirem em função da cobertura do solo, abafando essas espécies (Silva *et al.*, 2007).

E, por último, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) corresponde à diferença entre o PAI e o PTPI, ou ainda, é o intervalo compreendido entre o PTPI e o PAI (Corrêa *et al.*, 2015). Esta é a fase em que as medidas de controle devem ser imprescindível e efectivamente adoptadas para prevenir perdas significativas na produtividade das culturas (Corrêa *et al.*, 2015).

Num estudo conduzido por Freitas *et al.* (2009), observaram que período anterior à interferência na cultura de feijão (PAI) foi de 11 DDE e o período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 35 DDE, e assim o período crítico de controle de infestantes encontrou-se no intervalo de 11 a 35 DDE. Por sua vez, Castro (2017), observou um período crítico de controle de infestantes que ocorreu entre 9 a 41 DDE da cultura de feijão.

O conhecimento destes períodos é de extrema relevância para a execução das práticas de controle de infestantes. Além disso, fornecem informações sobre a época de controle mais adequada, permitindo conhecer o momento em que o controle poderá ser mais efectivo na prevenção de perdas de rendimento nas culturas (Biffe *et al.*, 2018; Corrêa *et al.*, 2015).

E os períodos acima citados, variam de acordo com a comunidade infestante, cultura (variedade, espaçamento e densidade de sementeira), condições edafoclimáticas da região de cultivo, práticas culturais adoptadas, época e duração do período de convivência e os critérios estabelecidos com relação aos métodos utilizados para a sua determinação (Knezevic *et al.*, 2002; Soraluz, 2022 e Pitelli, 1987).

## **2.6. Métodos de controle de infestantes**

Os métodos de controle de infestantes são divididos em preventivo, cultural, mecânico, físico, biológico e químico (Oliveira e Brighnenti, 2018). Os mesmos autores afirmam ainda que, a escolha do método de controle deverá levar em consideração, as espécies infestantes presentes na área, os tratos culturais, o tipo de solo, a disponibilidade de mão-de-obra e equipamentos disponíveis, além dos aspectos ambientais (condições climáticas) e económicos (Oliveira e Brighnenti, 2018).

#### **a) Método Preventivo**

O método preventivo consiste em evitar a introdução ou disseminação de infestantes nas áreas de produção. A introdução de novas espécies de infestantes geralmente ocorre por meio de lotes de semente contaminadas, máquinas agrícolas e animais (Carvalho, 2013). A utilização de semente certificada (livre de sementes de infestantes), a limpeza dos equipamentos agrícolas antes de iniciar o preparo da área; uso de estrume curtido; inspeção dos sapatos e roupas dos trabalhadores e de animais que entrarem em uma área são meios importantes para evitar a introdução ou disseminação de sementes de infestantes (Silva *et al.*, 2007).

#### **b) Método cultural**

O método cultural visa aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das infestantes (Oliveira e Brighenti, 2018). Este inclui o uso de variedades de rápido crescimento, que sombreiem a superfície do solo antes da emergência dessas plantas indesejadas; o aumento da densidade da cultura, por meio da diminuição da distância entre as linhas, que favorece o recobrimento do solo de maneira mais rápida e garantindo maior vantagem à cultura; o uso de rotação de culturas; bem como o uso de sistemas de cultivo distintos, como é o caso da consociação de culturas, que consiste em combinar duas ou mais culturas na mesma área, permitindo o controle de infestantes (Júnior *et al.* 2011).

#### **c) Método físico**

Segundo Carvalho (2013), este método baseia-se no uso de práticas que exerçam alguma influência física sobre as infestantes. Existem diversas práticas de controle físico, como o mulching, papel plástico, inundação, fogo, entre outros. O mulching consiste na cobertura do solo com material vegetal seco ou húmido, ajudando a suprimir o crescimento das infestantes, conservar a humidade do solo, aumentar a matéria orgânica no solo e proteger o solo da erosão. O uso do papel plástico tem propriedades similares às do mulching, pois também é usado para cobrir o solo, diferindo no facto de não aumentar a matéria orgânica no solo. A inundação envolve o uso da água para criar um ambiente desfavorável ao desenvolvimento das infestantes. O controle pelo uso de fogo, por sua vez, implica a queima directa das infestantes (Carvalho, 2013).

#### **d) Método mecânico**

O método mecânico consiste no uso de algum instrumento que arranque ou corte as infestantes (Carvalho, 2013). Segundo Biffe *et al.* (2018), várias práticas nesse método são empregadas, com destaque para a sacha, monda e lavoura mecanizada. A sacha é realizada com a utilização

de enxadas, exigindo muita mão-de-obra, isto faz com que seja onerosa, sendo viável para pequenas áreas. A Monda consiste no arranque manual das infestantes, geralmente utilizada em áreas pequenas e para controlo localizado. A lavoura mecanizada é uma técnica que inclui o uso de tratores ou de tração animal, principalmente em grandes áreas e que consiste em escavar o solo, com objectivo de quebrar e esmiuçar a crosta, assim como na exposição das raízes das infestantes ao sol, provocando a sua dessecação (Biffe *et al.*, 2018; Fronza e Hamman, 2014).

#### **e) Método químico**

Baseia-se no uso de herbicidas visando eliminar as infestantes. É, um método bastante usado, especialmente em grandes áreas de cultivo, devido à sua alta eficiência, pouca necessidade de mão-de-obra, economia de tempo e evitar a necessidade de revolvimento do solo, além da selectividade a determinadas culturas (Silva *et al.*, 2007). Segundo Kalsing e Vidal (2013), para o controlo de infestantes na cultura de feijão são recomendados os seguintes herbicidas: S-metolachlor, pendimethalin e trifluralin. Neste método é importante conhecer as características do herbicida a ser utilizado como o tempo de meia vida, modo de acção, persistência, toxicidade, entre outros factores capazes de influenciar a sua actividade (Silva *et al.*, 2007).

#### **f) Método biológico**

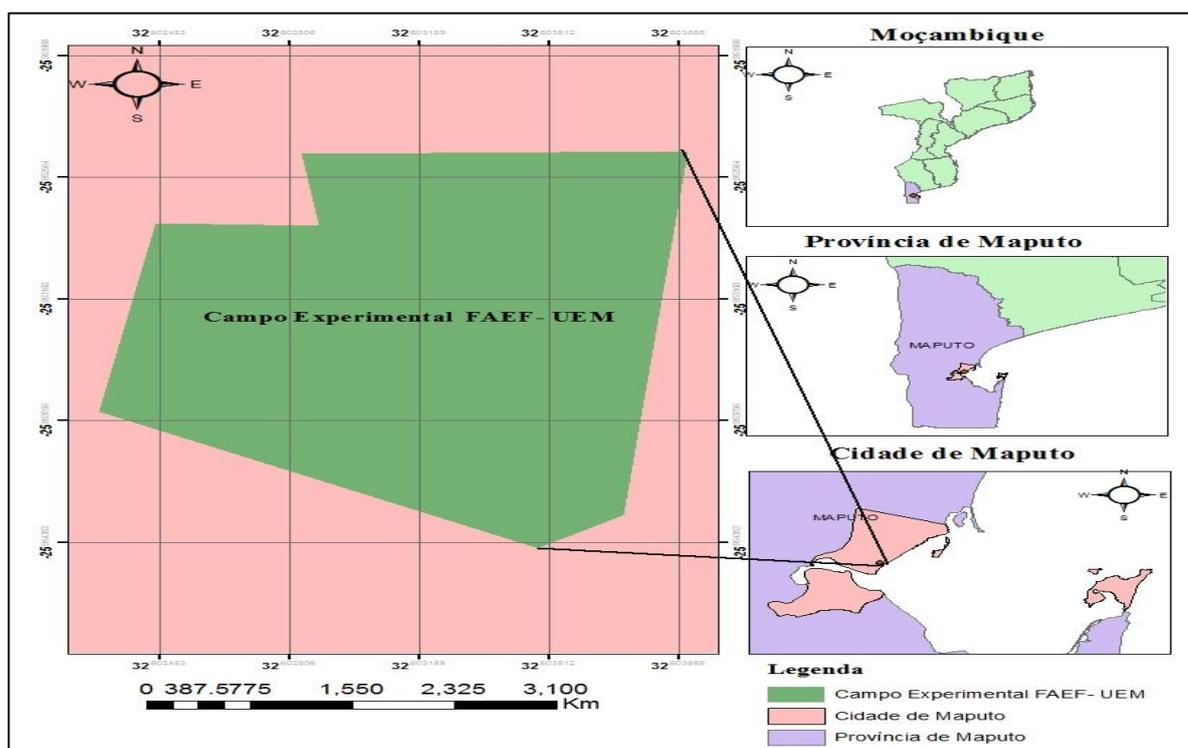
O controlo biológico das plantas infestantes pode ser definido como a acção de organismos (predadores, parasitas) na manutenção ou diminuição de uma população de infestantes em uma densidade menor à aquela que ocorre naturalmente, e que, portanto, não cause dano económico (Carvalho, 2013). Normalmente, busca-se o equilíbrio populacional entre o agente biológico e a infestante hospedeira, de modo que não haja prejuízos ambientais (Carvalho, 2013).

Segundo Oliveira e Brighnenti (2018), não há um método que seja eficiente em todas as situações ou ambientes onde as culturas e as plantas infestantes estão se desenvolvendo, portanto, o agricultor deve sempre que possível, integrar os métodos de controlo. A diversificação das estratégias de manejo da comunidade infestante implica maior eficiência e economia no seu controlo.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado nos meses de Março à Junho de 2023, no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), localizado na cidade de Maputo entre as coordenadas seguintes: 25° 57' 10.3" de Latitude Sul e 32° 36' 13.3" de Longitude Este e a altitude de 60m (Figura 1).



**Figura 1:** Mapa da área de estudo (Campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal- FAEF).

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é designado como Aw, ou seja, tropical de savana, caracterizado por uma precipitação média anual de 781 mm. As maiores médias de precipitação são observadas nos meses de Dezembro a Fevereiro, onde destaca-se o mês de janeiro com maior precipitação, com cerca de 160 mm. Por outro lado, o mês de Agosto é o mais seco, apresentando apenas 15 mm. A temperatura média anual é de cerca de 22,4 °C (Fernando *et al.*, 2019, Júnior e Neto, 2020).

O solo é de textura arenosa, com teor de matéria orgânica igual a 1,6% nos primeiros 10 cm de profundidade, verificando-se uma baixa capacidade de retenção de água, o pH do solo é de 6,4 (ligeiramente ácido), baixa salinidade e fertilidade (Ussene, 2011).

### **3.2. Desenho experimental**

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), com 8 tratamentos e 4 repetições (blocos). A área total do ensaio foi de 249,7 m<sup>2</sup>, sendo que a distância entre os blocos foi de 1m e das parcelas (tratamentos) 0,5 m. A área de cada parcela foi de 4,8 m<sup>2</sup> (2,4 m x 2 m). O compasso da cultura usado foi de 60 x 25 cm, e cada parcela continha 4 linhas e 8 plantas por linha, perfazendo 32 plantas por parcela, e um total de 1024 plantas no ensaio.

### **3.3. Descrição dos tratamentos**

Os tratamentos foram divididos em dois grupos. O primeiro (tratamentos sem controlo inicial), consistiu em quatro períodos crescentes de convivência da cultura com as infestantes, onde a cultura conviveu com as infestantes durante os primeiros 15, 30, 45 e 60 DDE. O último período de convivência, foi considerado controlo negativo, no qual a cultura conviveu com as infestantes durante todo o ciclo. Após cada período de convivência da cultura com as infestantes, a mesma foi mantida livre das infestantes por meio de sachas manuais e mondas, até à colheita realizada aos 60 DDE (Tabela 3).

O segundo grupo (tratamentos com controlo inicial), consistiu em quatro períodos crescentes de controlo das infestantes, onde a cultura permaneceu livre das infestantes durante os primeiros 15, 30, 45 e 60 DDE. O último destes períodos, foi designado como controlo positivo, no qual fez-se o controlo das infestantes ao longo de todo o ciclo da cultura. Após cada período de controlo, a cultura foi submetida à convivência com as infestantes até ao fim do ciclo (Tabela 3).

**Tabela 3:** Descrição dos tratamentos

| <b>Primeiro grupo (sem controlo inicial)</b>   | <b>Segundo grupo (com controlo inicial)</b>                                    |
|--|--|
| 1- Sem controlo das infestantes nos primeiros 15 DDE (livre das infestantes o resto do ciclo); | 5- Controlo das infestantes nos primeiros 15 DDE (infestado o resto do ciclo); |
| 2- Sem controlo das infestantes nos primeiros 30 DDE (livre das infestantes o resto do ciclo); | 6- Controlo das infestantes nos primeiros 30 DDE (infestado o resto do ciclo); |
| 3- Sem controlo das infestantes nos primeiros 45 DDE (livre das infestantes o resto do ciclo); | 7- Controlo das infestantes nos primeiros 45 DDE (infestado o resto do ciclo); |
| 4- Sem controlo das infestantes durante todo o ciclo da cultura (60 DDE);                      | 8- Controlo das infestantes durante todo o ciclo da cultura (60 DDE).          |

**Onde:** DDE- dias depois da emergência.

### 3.4. Variedade usada

A variedade de feijão-verde utilizada no estudo foi a STAR 2054. A mesma é caracterizada por ter um ciclo curto de 60 dias. De acordo com Starke ayres (2020), essa variedade é amplamente apreciada por sua notável adaptabilidade a diferentes épocas de cultivo. Além disso, as plantas possuem um hábito de crescimento erecto, produzindo vagens finas, rectas e tenras, com comprimento médio variando de 12 a 14 centímetros. Além disso, ela apresenta um rendimento potencial de 11 a 15 ton.ha<sup>-1</sup> e com alta resistência a doenças como o vírus do mosaico comum do feijão (VMCF) e a ferrugem.

### 3.5. Condução do ensaio

A preparação do solo foi realizada no dia 22 de Março de 2023, consistindo em uma lavoura manual com auxílio da enxada. Posteriormente, utilizou-se um ancinho para limpeza e nivelamento do solo, assegurando uma superfície uniforme e propícia para a sementeira. Para demarcar os blocos e parcelas, usou-se a fita métrica, corda e estacas de madeira, o que permitiu a delimitação precisa da área de cada parcela e garantiu uma melhor organização do experimento.

Com o objectivo de assegurar um óptimo desenvolvimento da cultura, realizou-se a adubação de fundo com NPK (12-24-12), numa dose de 100 kg/ha. Três dias após a adubação de fundo, procedeu-se à sementeira num compasso de 60 cm x 25 cm, tendo-se colocado duas sementes

por covacho. Dez dias após a sementeira, realizou-se a retanchar, seguida pelo desbaste após a emergência da cultura. Após 35 dias da emergência da cultura, seguiu-se com a adubação de cobertura utilizando ureia (46% N), numa dose de 100 kg/ha.

A rega foi inicialmente realizada por aspersão, com uma frequência de três vezes por semana e uma duração de duas horas por sessão, fornecendo um total de 25 mm de água por semana. No entanto, com o início da floração e visando evitar a queda das flores devido à rega, optou-se por utilizar regadores, aumentando a frequência para quatro vezes por semana, aplicando uma quantidade total de água de 16 mm por semana.

Durante o ensaio, foi observada a presença duma praga e duma doença, nomeadamente, a lagarta de elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) e a mancha angular (*Pseudocercospora griseola*). Para o controlo, foi utilizado o insecticida Thunder 14,5%, que contém Beta-Ciflutrina (14g/l) e Imidaclopride (100g/l). O mesmo foi, aplicado a uma dose de 200 ml por hectare. E, para controlar a doença, utilizou-se o fungicida Copper oxychloride 850 WP, numa dose de 400 g por 100 litros de água.

### **3.6. Colheita**

A colheita foi realizada manualmente e de forma escalonada devido ao facto da floração não ter ocorrido de forma uniforme. A desuniformidade da floração está associada às plantas de determinados tratamentos que conviveram por muito tempo com as infestantes e à retanchar realizada, resultando no atraso da floração das plantas. A primeira colheita ocorreu em 6 de junho de 2023 (60 DDE), e a segunda ocorreu 10 dias após a primeira colheita.

### **3.7. Procedimento de amostragem**

A amostragem da comunidade infestante foi feita no final de cada período de convivência das infestantes com a cultura de feijão-verde. Para o efeito, utilizou-se um padrão de recolha de amostras do tipo W, alocando uma quadrícula de 50 cm x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) em cada parcela. Em seguida, identificou-se visualmente todas as infestantes presentes na quadrícula. As difíceis de identificar, recorreu-se ao aplicativo *Plant Net* e ao herbário da Faculdade de Ciências.

Para a recolha de dados referentes às variáveis relacionadas à cultura, foi considerada como área útil de cada parcela as duas (2) linhas centrais, desprezando-se uma linha em cada extremidade vertical e horizontal das parcelas, a título de bordadura, resultando em uma área útil de 1,8 m<sup>2</sup>. Desta forma, a área útil de cada parcela foi composta por 12 plantas, sendo seis (6) plantas por linha para a medição do rendimento. Os dados da cultura, como é o caso da

altura das plantas e o número de vagens, foram obtidos a partir de 5 plantas selecionadas aleatoriamente na área útil. Para a mediação do comprimento e o diâmetro das vagens, selecionou-se 5 vagens amostrais das plantas da área útil.

### 3.8. Análise da composição da comunidade infestante

Seguindo a abordagem metodológica aplicada por Chaves *et al.* (2013), Lima *et al.* (2016), Mananze (2019) e Naiete (2019), a análise da composição da comunidade infestante baseou-se nos seguintes parâmetros fitossociológicos:

#### (i) Frequência das infestantes

a) **A Frequência absoluta (Fa):** indica o número de ocorrência de uma espécie em uma determinada área, obtida usando a equação abaixo (1):

$$Fa = \frac{\text{número de quadrículas com ocorrência da espécie } i}{\text{número total de quadrículas}} \quad (1)$$

b) **A Frequência relativa (Fr):** é a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies, obtida usando a equação abaixo (2):

$$Fr\% = \frac{\text{Frequência absoluta da espécie } i}{\text{Somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas}} \times 100 \quad (2)$$

#### (ii) Densidade das infestantes

a) **Densidade absoluta (Da):** indica o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área, obtida usando a equação abaixo (3):

$$Da = \frac{\text{Número total dos indivíduos da espécie } i}{\text{número total de quadrículas}} \quad (3)$$

b) **Densidade relativa (Dr):** indica o número de indivíduos de uma determinada espécie em relação ao total de indivíduos amostrados, obtida usando a equação abaixo (4):

$$Dr = \frac{\text{densidade da espécie } i}{\text{densidade total das espécies}} \times 100 \% \quad (4)$$

#### (iii) Cobertura das infestantes

Como forma de indicar a percentagem da área coberta por infestantes duma dada espécie, utilizou-se o método visual adaptado por Caporal (2006) e Azevedo *et al.* (2020), recorrendo-se a uma quadrícula de 50 cm x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) e baseando-se na escala de Daubenmire (1959 e

1968), conforme descrita por Muller-Dombois e Ellenberg (1974), que apresenta as seguintes escalas de cobertura e percentuais (Tabela 4):

**Tabela 4:** Descrição das escalas de cobertura

| Escala de cobertura | Amplitude de cobertura |
|---------------------|------------------------|
| 1                   | 0- 5%                  |
| 2                   | 6- 25%                 |
| 3                   | 26- 50%                |
| 4                   | 51- 75%                |
| 5                   | 76 - 100%              |

### 3.8.1. Altura das infestantes

A altura das infestantes em cada quadrícula foi medida usando uma régua graduada em centímetros, a partir da superfície do solo até ao ponto mais alto da folha de cada infestante.

### 3.9. Determinação da biomassa seca das infestantes

Com base na metodologia adoptada por Costa (2016) e Zefanias (2019), para a determinação da biomassa seca das infestantes, no final de cada período de convivência Cultura-infestantes, fez-se um corte rente ao solo destas últimas na área amostral (quadrícula). Em seguida, essas infestantes foram colectadas e colocadas em cartuchos para posterior secagem em uma estufa, a uma temperatura constante de 70°C por 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão de 0,001 g (Figura 2).



**Figura 2:** Processo de determinação da biomassa seca das infestantes (A- Coleta de infestantes no campo; B-Infestantes nos cartuchos; C-Secagem de infestantes em uma estufa; D- Pesar das infestantes secas).

### 3.10. Variáveis medidas relacionadas à cultura do feijão-verde

As variáveis medidas relacionadas ao desenvolvimento e produtividade da cultura do feijão-verde, conforme a metodologia de Guimarães (2020) e Costa (2016), foram as seguintes:

- i. **Altura das plantas:** a altura das plantas nos diferentes tratamentos foi medida com auxílio de uma régua graduada em centímetros, partindo-se da superfície do solo até ao ponto mais elevado da folha de cada planta.
- ii. **Número de vagens/planta:** realizou-se a contagem do número de vagens em cada planta amostral, isto é, da área útil nos diferentes tratamentos.
- iii. **Comprimento da vagem:** a partir das vagens obtidas nas plantas amostrais em cada tratamento, selecionou-se aleatoriamente cinco vagens e obteve-se o seu comprimento, com auxílio de uma régua graduada em centímetros.
- iv. **Diâmetro da vagem:** em cada tratamento, foram aleatoriamente selecionados cinco vagens obtidas das plantas amostrais para a medição do diâmetro, utilizando um paquímetro.
- v. **Rendimento do feijão-verde:** após realizar-se a colheita das vagens na área útil de cada parcela, mediu-se o peso das vagens com auxílio de uma balança. Posteriormente, determinou-se o rendimento do feijão-verde em toneladas por hectare, utilizando a seguinte equação abaixo (5):

$$\text{Rendimento (ton/ha)} = \frac{\text{Peso da vagem verde(ton)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \times 10\,000 \text{ m}^2 \quad (5)$$

#### 3.10.1. Determinação das perdas de rendimento na cultura de feijão-verde

Para a determinação das perdas de rendimento na cultura de feijão-verde, em função dos períodos de convivência, usou-se a seguinte equação (6) proposta por Kozłowski (2008):

$$\text{Pr}(\%) = \frac{(\text{Rlimpo} - \text{Rinfest})}{\text{Rlimpo}} \times 100 \quad (6)$$

**Onde:**

**Pr (%)** - Perdas de Rendimento em %;

**R limpo** - Rendimento do feijão-verde obtido nas parcelas livre das infestantes durante todo o ciclo (ton.ha<sup>-1</sup>);

**R infest** - Rendimento do feijão-verde obtido nas parcelas com diferentes períodos de convivência da cultura com as infestantes (ton.ha<sup>-1</sup>);

**100**- Factor de conversão em percentagem.

### 3.11. Determinação do período anterior à interferência (PAI) e o período total de prevenção à interferência (PTPI)

O período anterior à interferência (PAI) e o período total de prevenção à interferência (PTPI) foram determinados usando os dados de rendimento obtidos dos tratamentos sem controle inicial e com controle inicial das infestantes. O grupo sem controle inicial, permitiu determinar o período anterior à interferência (PAI). E, o grupo com controle inicial, permitiu determinar o período total de prevenção à interferência (PTPI). Os dados de rendimento da cultura de feijão-verde nos diferentes períodos de convivência e controle das infestantes foram ajustados a um modelo de regressão não linear, especificamente o modelo Sigmoidal de Gompertz proposto por Cousens (1988, citado por Azmi *et al.*, 2007), através do programa Sigmaplot 15.0, usando a equação (7) descrita abaixo:

$$Y = y_0 + a * \exp(-\exp(-(x-x_0)/b)) \quad (7)$$

#### Onde:

**Y** - Rendimento estimado das vagens de feijão-verde em ton/ha;

**y<sub>0</sub>** - Rendimento mínimo estimado no modelo sem controle inicial ou com controle inicial das infestantes;

**a** - Diferença entre o rendimento máximo e mínimo no modelo sem controle inicial ou com controle inicial das infestantes;

**x** - Limite superior considerado, do período de convivência ou controle;

**x<sub>0</sub>** - Período em que ocorre 50% da redução do rendimento;

**b** - Declive da curva.

O início do período crítico de competição, identificado pelo final do período anterior à interferência, foi determinado tolerando-se uma redução do rendimento do feijão-verde de 5% em relação ao tratamento mantido livre das infestantes durante todo o ciclo, em concordância com a metodologia adotada por vários autores (Benetti *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2009; Leubet, 2016; Castro, 2017; Schiessel *et al.*, 2019).

### 3.12. Análise de dados

Para a análise de dados, foi utilizado o Microsoft Office Excel 2013 para a organização dos dados e a posterior análise descritiva, construção de tabelas e gráficos. Após realizar-se a compilação dos dados, esses foram analisados usando o pacote estatístico STATA 14.0, no qual procedeu-se com a análise de variância (ANOVA) utilizando o teste de Fisher a 5% de nível de significância.

Dado que o ensaio foi montado no campo experimental, onde as condições das unidades experimentais não são homogêneas, a análise da variância dos dados foi feita seguindo o modelo estatístico do delineamento de blocos completos casualizados (equação 8), apresentado abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

$Y_{ij}$  - Rendimento do feijão-verde observado no bloco  $j$  que recebeu o tratamento  $i$  ( $i=8; j=4$ );

$\mu$  - Rendimento médio do feijão-verde;

$\tau_i$  - Efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1,2,3,4,\dots,8$ );

$\beta_j$  - Efeito do bloco  $j$  ( $j = 1,2,3,4$ );

$\varepsilon_{ij}$  - erro experimental  $\sim N(0; \delta^2)$ .

Para a validação da ANOVA foram realizados os testes de Normalidade (Shapiro Wilks) e Homocedasticidade de variâncias dos resíduos (Breusch Pagan) a um nível de significância de 5 %.

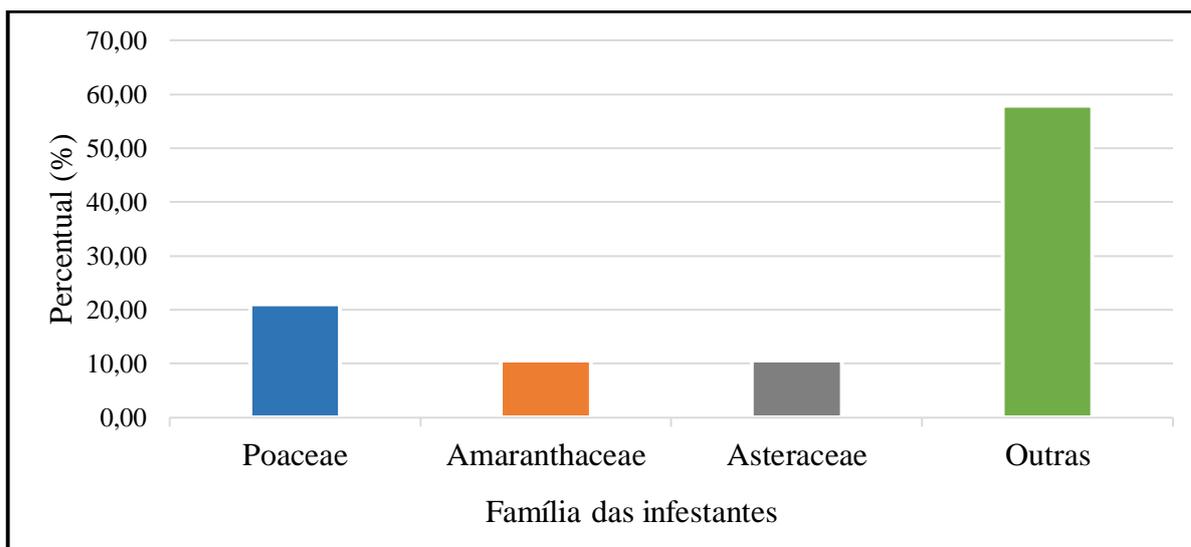
Para os dados que violaram o pressuposto de homocedasticidade (altura das plantas) foi feita a correção dos mesmos através da sua transformação usando a raiz quadrada. Nos casos em que a análise de variância (ANOVA) foi significativa ( $p < 0,05$ ), procedeu-se com a comparação das médias dos tratamentos utilizando o teste de Tukey a 5% de nível de significância, de modo a aferir quais das médias dos tratamentos diferiram ou não dos outros.

A correlação de Pearson entre o rendimento da cultura e as variáveis analisadas, foi feita no pacote estatístico STATA 14.0. E, para a determinação do período crítico foi usado o *software* Sigmaplot 15.0.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise das espécies de infestantes encontradas na área de estudo

No presente estudo, foram identificadas 19 espécies de infestantes, distribuídas em 14 famílias, das quais a família que teve uma maior contribuição foi a das Poaceae, representando 21,1% do total de espécies identificadas, seguida pelas famílias Amaranthaceae e Asteraceae, as quais contribuíram de igual forma com 10,5%. As restantes 11 famílias, contribuíram conjuntamente com 57,9%, sendo cada uma delas representada por uma única espécie (Figura 3).



**Figura 3:** Composição percentual das famílias das infestantes.

O estudo realizado por Leubet (2016), demonstrou resultados semelhantes ao determinar o período de interferência de infestantes na cultura de feijão em diferentes sistemas de cultivo. No referido estudo, verificou que a família Poaceae apresentou o maior número de espécies, seguida pelas famílias Amaranthaceae e Asteraceae, as quais apresentaram o mesmo número de espécies. Vários autores, como Leal *et al.* (2006), Lorenzi (2008) e Santi *et al.* (2014), associam estes resultados à grande importância das espécies pertencentes a essas famílias devido ao seu potencial agressivo e por produzirem grande quantidade de sementes, o que facilita a sua disseminação em diferentes locais, mesmo sob condições consideradas desfavoráveis ao crescimento vegetal.

Em relação às classes botânicas das infestantes, foi observada uma maior predominância das dicotiledôneas, pese embora a família Poaceae (monocotiledônea) tenha apresentado maior número de espécies. Observando-se para o total das espécies, as dicotiledôneas representaram um total de 68,40%, composta por 11 famílias e 13 espécies. Por outro lado, as monocotiledôneas

apresentaram uma menor ocorrência, correspondendo a 31,6%, sendo distribuídas em apenas 3 famílias, abrangendo 6 espécies (Tabela 5).

**Tabela 5:** Distribuição das espécies de infestantes observadas no ensaio em relação à família e classe.

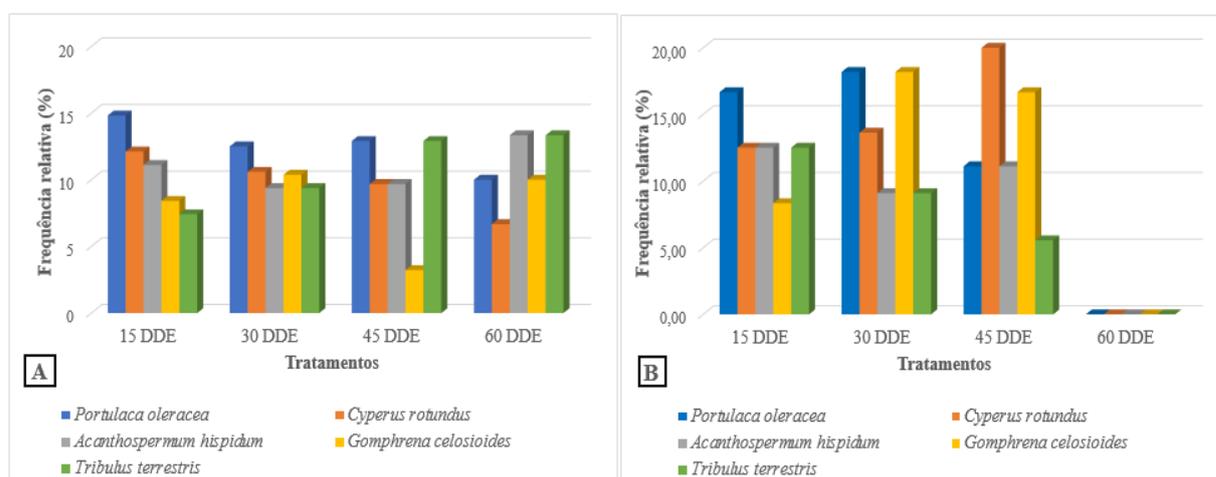
| <b>Família</b>                 | <b>Espécies de infestantes</b>  |
|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Classe: Monocotiledónea</b> |                                 |
| Cyperaceae                     | <i>Cyperus rotundus</i>         |
| Commelinaceae                  | <i>Commelina benghalensis</i>   |
|                                | <i>Digitaria sanguinalis</i>    |
| Poaceae                        | <i>Eleusine indica</i>          |
|                                | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> |
|                                | <i>Eragrostis ciliaris</i>      |
| <b>Classe: Dicotiledónea</b>   |                                 |
| Portulacaceae                  | <i>Portulaca oleracea</i>       |
| Zygophyllaceae                 | <i>Tribulus terrestris</i>      |
| Fabaceae                       | <i>Arachis hypogaea</i>         |
|                                | <i>Acanthospermum hispidum</i>  |
| Asteraceae                     | <i>Parthenium hysterophorus</i> |
| Cleomaceae                     | <i>Cleome monophylla</i>        |
|                                | <i>Gomphrena celosioides</i>    |
| Amaranthaceae                  | <i>Spinacia oleracea</i>        |
| Brassicaceae                   | <i>Brassica oleracea</i>        |
| Convolvulaceae                 | <i>Ipomoea pes-tigridis</i>     |
| Pedaliaceae                    | <i>Sesamum alatum</i>           |
| Molluginaceae                  | <i>Mollugo verticillata</i>     |
| Caryophyllaceae                | <i>Spergula arvensis</i>        |

A maior diversidade de infestantes da classe dicotiledónea, em relação à classe das monocotiledóneas, também foi verificada por Corrêa *et al.* (2015), trabalhando com períodos de interferência de infestantes na cultura do feijão nhemba. De acordo com Marques *et al.* (2010), a maior diversidade das espécies de plantas infestantes da classe dicotiledónea está relacionada à própria classe de cultura do feijão. Segundo Pitelli (1987), as espécies observadas geralmente possuem características botânicas muito próximas às da espécie cultivada, podendo apresentar alto potencial competitivo com a cultura. Para além, das condições edafoclimáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de espécies de infestantes pertencentes à classe dicotiledónea em relação à monocotiledónea, o que contribui para a maior predominância de espécies dicotiledóneas na área de estudo (Santana, 2008).

#### 4.1.1. Frequência relativa

No universo das 19 espécies identificadas neste estudo, as 5 espécies mais frequentes nos diferentes períodos de convivência (Figura 4-A) e controle (Figura 4-B), foram: *Portulaca oleracea*, *Cyperus rotundus*, *Acanthospermum hispidum*, *Tribulus terrestris* e *Gomphrena celosioides*.

No grupo de tratamentos sem controlo inicial, a espécie *Portulaca oleracea* apresentou a sua maior frequência aos 15, 30 e 45 DDE. A espécie *Tribulus terrestris* destacou-se com maior frequência aos 45 e 60 DDE, enquanto a espécie *Acanthospermum hispidum* a sua maior frequência verificou-se aos 60 DDE (Figura 4-A). Por outro lado, no grupo dos tratamentos com controlo inicial, a espécie *Portulaca oleracea* destacou-se com maior frequência aos 15 e 30 DDE. A espécie *Gomphrena celosioides* teve a sua maior frequência aos 30 e 45 DDE, enquanto a espécie *Cyperus rotundus* registou a sua maior frequência aos 45 DDE (Figura 4-B).



**Figura 4:** Frequência relativa das infestantes em diferentes períodos de convivência (A) e controlo (B).

De acordo com Lima *et al.* (2016), que conduziram um estudo sobre o levantamento das infestantes na cultura de feijão, e Anselmo *et al.* (2022), que realizaram estudos similares na cultura de soja, ambos afirmam que a maior frequência das espécies *Portulaca oleracea*, *Cyperus rotundus*, *Gomphrena celosioides*, *Tribulus terrestris* e *Acanthospermum hispidum* pode ser explicada pelas vantagens que possuem relacionadas à fácil germinação, bem como à produção em quantidades elevadas de estruturas reprodutivas, favorecendo desta forma, a ampla distribuição das sementes ou estruturas reprodutivas na área.

#### 4.1.2. Densidade absoluta

No grupo dos tratamentos sem controlo inicial das infestantes, a densidade absoluta das mesmas aumentou à medida que o período de convivência ia aumentando. A densidade absoluta variou de 477 a 680 plantas/m<sup>2</sup> nos tratamentos sem controlo inicial das infestantes até aos 15 e 60 DDE, respectivamente. Por outro lado, no grupo dos tratamentos com controlo inicial das infestantes, houve uma redução da densidade absoluta das infestantes à medida que o período de controlo aumentou, com a densidade máxima de 332 plantas/ m<sup>2</sup> nos primeiros 15 DDE e chegando a 0 plantas/ m<sup>2</sup> aos 60 DDE (Tabela 6).

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). No entanto, a densidade absoluta das infestantes obtida nos tratamentos sem controlo inicial até aos 15, 30 e 45 DDE não apresentaram diferenças significativas quando comparados aos tratamentos com controlo inicial das infestantes nos mesmos períodos. Contudo, é importante notar que, embora os tratamentos com controlo das infestantes até aos primeiros 45 e 60 DDE não revelaram diferenças significativas entre si, ambos mostraram ser diferentes em relação ao tratamento sem controlo inicial até aos 60 DDE (Tabela 6).

**Tabela 6:** Densidade absoluta das infestantes.

| <b>Tratamentos</b>          | <b>Densidade absoluta (plantas/m<sup>2</sup>)</b> |
|-----------------------------|---|
| <b>Sem controlo inicial</b> | 15 DDE 477 <b>abc</b>                             |
|                             | 30 DDE 570 <b>ab</b>                              |
|                             | 45 DDE 631 <b>ab</b>                              |
|                             | 60 DDE 680 <b>a</b>                               |
| <b>Com controlo inicial</b> | 15 DDE 332 <b>abc</b>                             |
|                             | 30 DDE 176 <b>abc</b>                             |
|                             | 45 DDE 113 <b>bc</b>                              |
|                             | 60 DDE 0 <b>c</b>                                 |

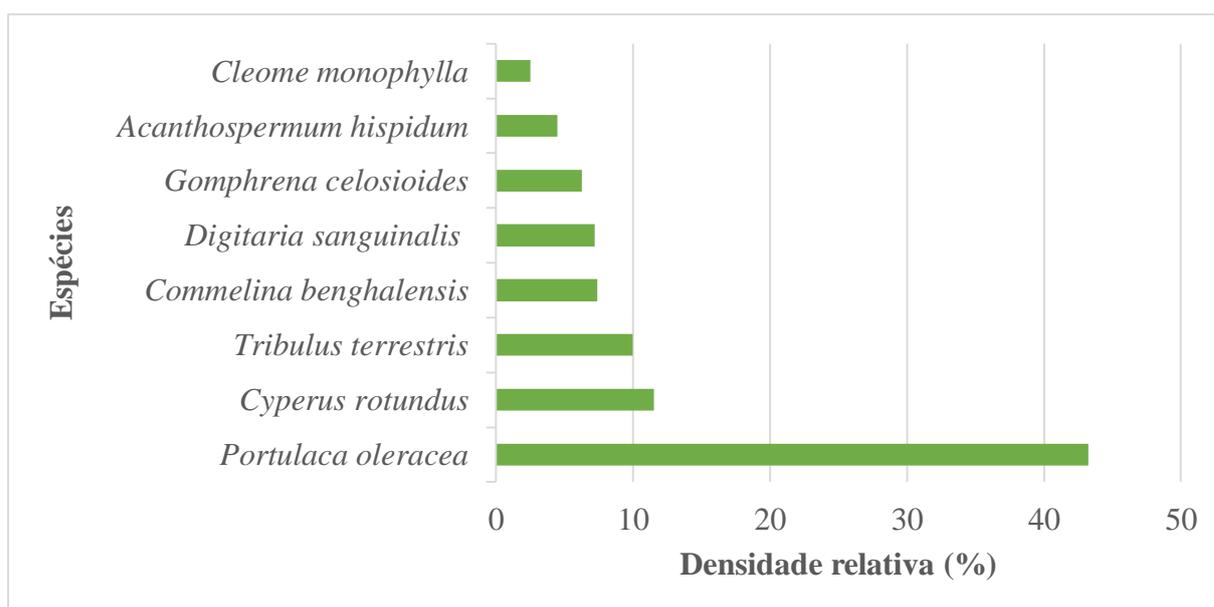
\*Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com base no teste de Tukey a nível de significância de 5%.

Resultados similares foram encontrados nos estudos de Mananze (2019) e Naiete (2019), os quais conduziram ensaios para determinar o período crítico de controlo de infestantes na cultura de repolho e couve, respectivamente. Esses autores constataram que o aumento da densidade das infestantes está directamente relacionado ao tempo de convivência com a cultura. Contudo,

períodos de controlo mais longos, como observado por Silva *et al.* (2013), resultam na redução da densidade das infestantes. Isso ocorre porque as infestantes emergem e crescem na presença das culturas estabelecidas, conferindo vantagem competitiva à cultura, principalmente devido ao seu sombreamento, o que leva à suspensão do crescimento das infestantes.

#### 4.1.3. Densidade relativa

A figura abaixo (Figura 5), apresenta as 8 espécies de infestantes que tiveram maior densidade relativa. Dentre essas espécies, a *Portulaca oleracea* registou a maior densidade média de 43,26%, seguida pelas espécies *Cyperus rotundus* e *Tribulus terrestris*, que contribuíram com 11,51% e 9,99%, respectivamente.

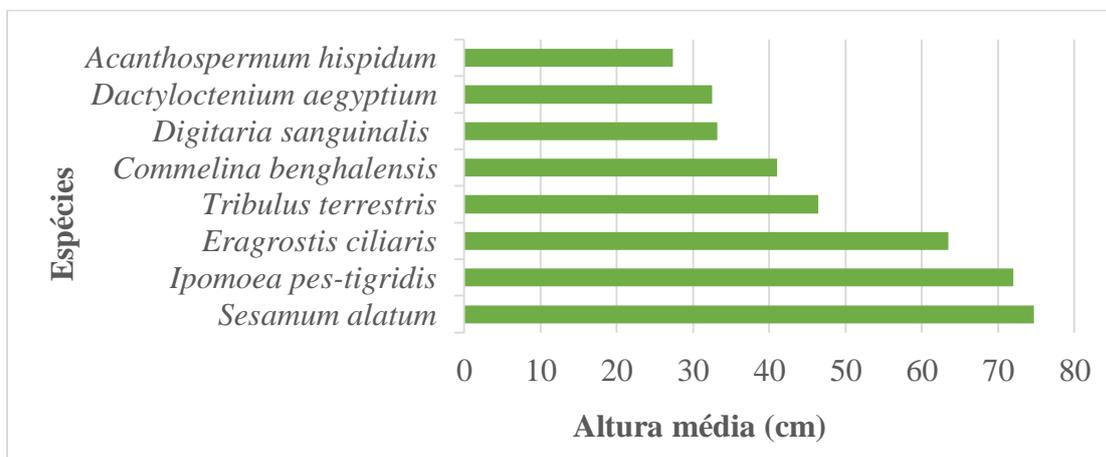


**Figura 5:** Densidade relativa das espécies de infestantes.

Segundo Côrrea *et al.* (2015) e Lima *et al.* (2016), a maior densidade dessas espécies está ligada as condições edafoclimáticas favoráveis à germinação e produção elevada de sementes, permitindo uma rápida colonização do espaço e inibição do crescimento de outras plantas. Além disso, essa alta densidade de espécies de infestantes resulta em uma competição mais intensa por recursos no ambiente. Conforme observado por Radosevich e Holt (1984), à medida que a densidade e o desenvolvimento das infestantes aumentam, principalmente daquelas que germinam e emergem no início do ciclo da cultura, intensifica-se a competição intra e interespecífica, de modo que as infestantes mais desenvolvidas tornam-se dominantes e as demais são suprimidas ou morrem.

#### 4.1.4. Altura média das infestantes (cm)

A Figura 6, apresenta as 8 espécies de infestantes que se mostraram com maior altura durante o ensaio. Dentre essas espécies, a *Sesamum alatum* apresentou uma maior altura média, tendo alcançado 74,6 cm, seguida pelas espécies *Ipomoea pes-tigridis*, *Eragrostis ciliaris*, *Tribulus terrestris*, com uma média de 72 cm, 63,5 cm e 46,5 cm, respectivamente.

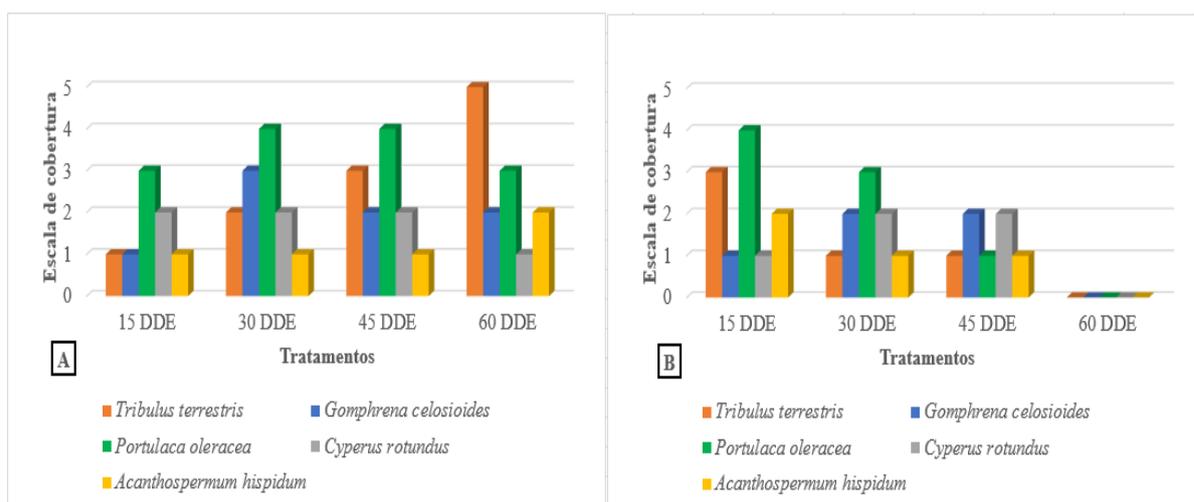


**Figura 6:** Altura média das infestantes.

Segundo Christoffoleti e López-Ovejero (2003), as infestantes podem ter uma variabilidade genética que influencia a sua taxa de crescimento e altura em diversas condições ambientais. Algumas plantas simplesmente possuem uma predisposição genética para crescer mais alto em relação às demais. Quando não são controladas ao longo do ciclo, essas infestantes crescem rapidamente e desenvolvem sistemas radiculares mais eficientes. Essa característica lhes confere a capacidade de competir com sucesso por água, nutrientes e luz solar, o que lhes permite sombrear a cultura de feijão-verde, levando a efeitos negativos para a cultura, como é o caso de estiolamento e uma menor produção de fotoassimilados.

#### 4.1.5. Cobertura das infestantes

Analisando-se os resultados referentes à cobertura das infestantes, observou-se que, em grande parte dos diferentes períodos de convivência (Figura 7-A) e controle (Figura 7-B), as espécies *Portulaca oleracea* e *Tribulus terrestris* apresentaram a maior percentagem de cobertura do solo em comparação com as demais espécies.



**Figura 7:** Cobertura das infestantes em diferentes períodos de convivência (A) e controle (B).

A maior cobertura do solo por infestantes como *Portulaca oleracea* e *Tribulus terrestris* em algumas parcelas do ensaio pode ser justificada por vários factores, os quais incluem a adaptação às condições específicas do solo e clima da área do estudo, estratégias reprodutivas eficientes, que contribuem para a sua disseminação e ocupação mais ampla da área. Além disso, o histórico de infestação por essas espécies em práticas agrícolas anteriores e de possíveis perturbações do solo que possam ter favorecido o estabelecimento das mesmas. Segundo Isaac e Guimarães (2008), em áreas agrícolas constantemente perturbadas, as infestantes conseguem permanecer e perpetuar-se por causa da vantagem competitiva que as mesmas têm em relação às espécies cultivadas. Essa vantagem está directamente relacionada às reservas de sementes viáveis dessas espécies presentes no solo.

#### 4.1.6. Biomassa seca das infestantes

No grupo dos tratamentos sem controlo inicial das infestantes, o acúmulo de biomassa seca das infestantes aumentou à medida que o período de convivência da cultura com as infestantes aumentou. Este acúmulo variou de 58 a 1043,66 g/m<sup>2</sup> nos tratamentos sem controlo das infestantes até aos 15 e 60 DDE, respectivamente. Entretanto, no grupo com controlo inicial das infestantes, o acúmulo de biomassa seca diminuiu à medida que se aumentou o período de controlo, tendo-se obtido um máximo de 454,77 g/m<sup>2</sup> no tratamento com controlo até aos primeiros 15 DDE e um mínimo de 0 g/m<sup>2</sup> no tratamento com controlo das infestantes até aos 60 DDE (Tabela 7).

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). No entanto, o acúmulo da biomassa seca das infestantes obtido nos tratamentos com controlo inicial até aos 30, 45 e 60 DDE não apresentou diferenças significativas entre si quando comparado ao

tratamento sem controlo inicial das infestantes até aos 15 DDE. Portanto, sem controlo das infestantes até aos primeiros 15 DDE, a biomassa seca acumulada das mesmas nesse período, não afectou a cultura de forma significativa, visto que não diferiu do tratamento que permaneceu livre das infestantes durante todo o ciclo da cultura - 60 DDE (Tabela 7).

**Tabela 7:** Biomassa seca acumulada das infestantes.

| <b>Tratamentos</b>          |        | <b>Biomassa seca (g/m<sup>2</sup>)</b> |
|-----------------------------|--------|--|
| <b>Sem controlo inicial</b> | 15 DDE | 58 <b>d</b>                            |
|                             | 30 DDE | 244,4 <b>cd</b>                        |
|                             | 45 DDE | 757,6 <b>b</b>                         |
|                             | 60 DDE | 1043,66 <b>a</b>                       |
| <b>Com controlo inicial</b> | 15 DDE | 454,77 <b>c</b>                        |
|                             | 30 DDE | 84,84 <b>d</b>                         |
|                             | 45 DDE | 41,06 <b>d</b>                         |
|                             | 60 DDE | 0,0 <b>d</b>                           |

\*Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com base no teste de Tukey a nível de significância de 5%.

Resultados similares foram obtidos por Mananze (2019), Zefanias (2019) e Mondlane (2023), determinando o período crítico de controlo das infestantes na cultura de repolho, tomate e amendoim, respectivamente. Eles observaram que quanto mais tempo a cultura conviveu com as infestantes, maior foi o acúmulo da biomassa seca pelas infestantes. E, este aumento significativo no acúmulo de biomassa seca das infestantes pode ser atribuído à competição intensa pelos recursos essenciais, como água, luz e nutrientes (Rubim, 2013).

Ao passo que, com o aumento do período de controlo das infestantes ocorreu uma diminuição do acúmulo da biomassa seca, devido ao sombreamento causado pela cultura às infestantes emergentes, o que pode limitar o seu crescimento e contribuir para a redução da biomassa seca das mesmas.

## **4.2. Variáveis medidas relacionadas à cultura do feijão-verde**

### **4.2.1. Altura das plantas**

No grupo de tratamentos sem controlo inicial das infestantes, observou-se que as plantas de feijão-verde apresentaram maiores alturas à medida que o período de convivência da cultura com as infestantes aumentava. A altura das plantas variou de 24,0 cm a 41,4 cm nos tratamentos

sem controlo inicial das infestantes até aos 15 e 60 DDE, respectivamente (Tabela 8). Esse resultado pode ser atribuído à competição existente entre a cultura e as infestantes.

À medida que a competição pela luz solar se intensifica, as plantas de feijão-verde direccionam os fotoassimilados produzidos para o crescimento em altura em relação às infestantes, como uma estratégia adaptativa, o que possibilita capturar a luz solar essencial para a fotossíntese e, consequentemente, garantir o seu crescimento.

Por outro lado, no grupo de tratamentos com controlo inicial das infestantes, observou-se uma redução na altura das plantas de feijão-verde à medida que o período de controlo aumentava. A altura das plantas variou de 32,3 cm a 29,6 cm nos tratamentos com controlo inicial das infestantes até aos 15 DDE e no tratamento com controlo das infestantes durante todo ciclo (60DDE), respectivamente (Tabela 8). Neste caso particular, com a ausência de competição, devido ao aumento do período de controlo das infestantes, as plantas de feijão-verde não sofriam a interferência das infestantes por muito tempo. Assim, a cultura não era obrigada a direccionar os fotoassimilados produzidos exclusivamente para o crescimento em altura, mas também para as outras componentes que ditam o rendimento da mesma.

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). No entanto, a altura das plantas de feijão-verde obtida nos tratamentos sem controlo inicial até aos 15 e 30 DDE não apresentaram diferenças significativas quando comparados aos tratamentos com o controlo inicial das infestantes até aos 30 e 45 DDE. Isso indica que o não controlo das infestantes até aos primeiros 30 DDE, não afectou a altura das plantas de forma significativa, visto que o período de convivência até aos primeiros 30 DDE não apresentou diferenças significativas em relação ao tratamento no qual o controlo das infestantes foi feito durante todo o ciclo da cultura - 60 DDE (Tabela 8).

**Tabela 8:** Altura das plantas de feijão-verde.

| <b>Tratamentos</b>          | <b>Altura das plantas (cm)</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>Sem controlo inicial</b> | 15 DDE 24,0 e                  |
|                             | 30 DDE 27,7 cde                |
|                             | 45 DDE 35,5 b                  |
|                             | 60 DDE 41,4 a                  |
| <b>Com controlo inicial</b> | 15 DDE 32,2 bc                 |
|                             | 30 DDE 25,9 de                 |
|                             | 45 DDE 25,2 de                 |
|                             | 60 DDE 29,6 cd                 |

\*Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com base no teste de Tukey a nível de significância de 5%.

Resultados similares ao presente estudo foram obtidos por Cury *et al.* (2013), ao estudarem a eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com as infestantes. No referido estudo, observaram que, a intensa competição pelos recursos do meio induz a cultura de feijão a investir no desenvolvimento da sua parte vegetativa, ocorrendo maior alocação de nutrientes para o caule do feijoeiro na tentativa de escapar do sombreamento das infestantes, a fim de garantir maior altura e vantagem na competição pela luz, deixando de alocar energia e nutrientes para a produção de vagens e grãos. Por essa razão, o potencial de competição pela luz influencia directamente na produção de feijão.

Segundo Carvalho *et al.* (2010), é importante ressaltar que, morfológicamente, as plantas de uma cultura serão mais altas quanto maior for a competição com as infestantes, desde que a competição interespecífica não reduza os recursos do meio a ponto de limitar o crescimento da cultura.

#### **4.2.2. Número de vagens por planta**

De acordo com a Tabela 9, no grupo de tratamentos sem controlo inicial das infestantes, verificou-se uma redução no número de vagens por planta à medida que foi aumentando o período de convivência da cultura com as infestantes, tendo-se observado 11 a 2 vagens/planta nos tratamentos sem controlo das infestantes até aos primeiros 15 e 60 DDE, respectivamente. No grupo de tratamentos com controlo inicial das infestantes, observou-se um aumento no número de vagens por planta à medida que o período de controlo das infestantes aumentava, atingindo

cerca de 14 vagens/ planta quando o controlo das infestantes foi realizado durante todo o ciclo da cultura (60 DDE).

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). No entanto, o número de vagens por planta obtido nos tratamentos com controlo inicial das infestantes até aos 45 DDE e durante todo o ciclo da cultura (60 DDE) não apresentaram diferenças significativas entre si. Contudo, ambos tratamentos mostraram ser diferentes do tratamento com controlo inicial das infestantes até aos 15 DDE, assim como dos tratamentos em que a cultura conviveu com as infestantes até aos primeiros 30, 45 e 60 DDE. Nestes últimos tratamentos, a cultura foi afectada negativamente, refletindo-se esse efeito no número de vagens por planta (Tabela 9).

**Tabela 9:** Número de vagens por planta.

| Tratamentos                 | Número médio de vagens/planta |              |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------|
| <b>Sem controlo inicial</b> | 15 DDE                        | 11 <b>b</b>  |
|                             | 30 DDE                        | 8 <b>c</b>   |
|                             | 45 DDE                        | 5 <b>d</b>   |
|                             | 60 DDE                        | 2 <b>e</b>   |
| <b>Com controlo inicial</b> | 15 DDE                        | 7 <b>c</b>   |
|                             | 30 DDE                        | 10 <b>b</b>  |
|                             | 45 DDE                        | 12 <b>ab</b> |
|                             | 60 DDE                        | 14 <b>a</b>  |

\*Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com base no teste de Tukey a nível de significância de 5%.

Os resultados deste estudo são secundados pelos obtidos por Castro (2017) e Oliveira *et al.* (2010) ao estudarem os períodos de interferência das infestantes na cultura de feijão. Ambos constataram que a interferência das infestantes resultou na redução do número de vagens por planta, principalmente em períodos prolongados de convivência entre a cultura e as infestantes, devido à intensificação da competição entre as espécies, pelos recursos do meio. Em corroboração com os autores anteriormente citados, Freitas *et al.* (2009) observaram que a redução do número de vagens por planta, nos tratamentos sob influência das infestantes, pode estar associada à menor emissão de inflorescência e ao abortamento das flores, assim como as sachas manuais nos períodos de pleno florescimento da cultura também podem ter influenciado para a redução do número de vagens por planta.

Castro (2017), estudando os períodos de interferência das infestantes na cultura de feijão, observou que quando se fazia o controle das infestantes, esta cultura apresentava respostas positivas, indicando a importância de estender os períodos de controle das infestantes para aumentar o número de vagens por planta. Segundo Silva (2008) e Santos *et al.* (2003), o componente de produção mais sensível à interferência das infestantes é o número de vagens por planta, sendo este o que mais influencia a produtividade.

#### **4.2.3. Comprimento e diâmetro das vagens**

No grupo de tratamentos sem controle inicial das infestantes, o comprimento e o diâmetro das vagens reduziram à medida que o período de convivência com as infestantes aumentou. O comprimento das vagens variou de 11,6 cm a 6,9 cm nos tratamentos sem controle das infestantes até aos 15 DDE e durante todo o ciclo da cultura (60 DDE), respectivamente. O diâmetro das vagens variou de 0,64 cm a 0,42 cm nos mesmos períodos de convivência da cultura-infestantes mencionados anteriormente (Tabela 10).

Entretanto, nos tratamentos com controle inicial das infestantes, tanto o comprimento quanto o diâmetro das vagens aumentaram à medida que o período de controle das infestantes foi aumentando. O menor comprimento das vagens (9,9 cm) foi observado no tratamento com controle até aos 15 DDE, enquanto o maior comprimento (13,3 cm) nos tratamentos com controle até aos 60 DDE. Em relação ao diâmetro das vagens, este variou de 0,58 cm a 0,74 cm nos tratamentos com controle até aos 15 DDE e ao longo do todo ciclo (60 DDE), respectivamente (Tabela 10).

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Contudo, o tratamento sem controle inicial das infestantes até aos 15 DDE, assim como o tratamento com controle inicial das infestantes até aos 45 DDE, proporcionaram um comprimento e diâmetro das vagens que não diferiu do tratamento que permaneceu livre das infestantes durante todo o ciclo da cultura (60 DDE). No entanto, no comprimento e diâmetro das vagens, todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento em que a cultura conviveu com as infestantes durante todo o ciclo-60 DEE (Tabela 10).

**Tabela 10:** Comprimento e diâmetro das vagens.

| Tratamentos                 |       | Comprimento das vagens<br>(cm) | Diâmetro das vagens<br>(cm) |
|-----------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Sem controlo inicial</b> | 15DDE | 11,6 abc                       | 0,64 abc                    |
|                             | 30DDE | 10,7 bc                        | 0,58 bc                     |
|                             | 45DDE | 8,8 d                          | 0,55 c                      |
|                             | 60DDE | 6,9 e                          | 0,42 d                      |
| <b>Com controlo inicial</b> | 15DDE | 9,9 cd                         | 0,58 bc                     |
|                             | 30DDE | 11,9 ab                        | 0,61 bc                     |
|                             | 45DDE | 12,5 ab                        | 0,68 ab                     |
|                             | 60DDE | 13,3 a                         | 0,74 a                      |

\*Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com base no teste de Tukey a nível de significância de 5%.

O maior comprimento da vagem obtido neste estudo (13,3 cm), está dentro dos intervalos óptimos para a variedade usada. Segundo a companhia Starke ayres (2020), a variedade de feijão-verde STAR 2054 é caracterizada por apresentar vagens com comprimento que varia de 12 a 14 cm. O comprimento da vagem do feijão pode variar dependendo da variedade usada, condições edafoclimáticas, bem como da composição específica das infestantes presentes durante os respectivos períodos de estudo.

Júnior *et al.* (2021), estudando o rendimento do feijão sob interferência de infestantes, observaram que o comprimento das vagens das plantas que estiveram em competição com as infestantes foi de 11 cm. Este comprimento, foi inferior ao obtido no tratamento sem competição ao longo de todo o ciclo da cultura, que foi de 18,45 cm. Portanto, o não controlo das infestantes durante todo o ciclo ou na maior parte dele, resulta na redução do comprimento das vagens.

Relativamente ao diâmetro das vagens, resultados similares foram reportados por Oliveira (2010), Joseph e John (2004), os quais observaram que o maior prejuízo para a cultura de feijão em relação ao diâmetro das vagens ocorreu quando não foi realizado o controlo das infestantes durante todo o ciclo da cultura. Esse facto pode ser atribuído à competição intensa entre a cultura de feijão e as infestantes pelos recursos do meio, resultando em condições desfavoráveis para o desenvolvimento adequado das vagens. Além disso, o sombreamento excessivo

provocado por essas infestantes contribui para a redução do diâmetro das vagens, afectando a qualidade do feijão-verde.

#### **4.2.4. Rendimento e perdas de rendimento da cultura de feijao-verde**

Com base nos resultados apresentados na Tabela 11, no grupo sem controlo inicial das infestantes, observou-se que o tratamento sem controlo inicial das infestantes até aos 15 DDE apresentou um máximo rendimento de 4,15 ton/ha, com perdas de rendimento de 4 %. À medida que o período de convivência da cultura com as infestantes foi aumentando, o rendimento da cultura foi afectado negativamente e atingiu 0,26 ton/ha, o equivalente a perdas de 93 %, no tratamento sem controlo das infestantes durante todo o ciclo da cultura (60 DDE).

Para o grupo de tratamentos com controlo inicial das infestantes, observou-se um aumento no rendimento da cultura à medida que aumentava o período de controlo. O menor rendimento foi de 0,95 ton/ha, com cerca de 77 % de perdas de rendimento no tratamento com controlo das infestantes até aos primeiros 15 DDE, enquanto o maior rendimento (4,34 ton/ha) foi observado no tratamento com controlo das infestantes durante todo o ciclo da cultura (60 DDE).

A análise de variância mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Contudo, sem controlo inicial das infestantes até aos 15 DDE, o rendimento não foi significativamente afectado, visto que não diferiu do tratamento com controlo inicial das infestantes até aos 45 DDE e do tratamento que foi mantido livre das infestantes durante todo o ciclo da cultura (60 DDE). Porém, quando a cultura conviveu com as infestantes até aos 30, 45 e 60 DDE, assim como, quando o controlo das infestantes foi feito até aos primeiros 15 e 30 DDE, o rendimento da cultura foi afectado negativamente (Tabela 11).

**Tabela 11:** Rendimento e perdas de rendimento da cultura de feijão-verde observado em diferentes tratamentos.

| Tratamentos                 |        | Rendimento<br>(ton/ha) | Perdas de rendimento<br>(%) |
|-----------------------------|--------|------------------------|-----------------------------|
| <b>Sem controlo inicial</b> | 15 DDE | 4,15 a                 | 4 d                         |
|                             | 30 DDE | 2,35 b                 | 45 c                        |
|                             | 45 DDE | 0,74 cd                | 82 ab                       |
|                             | 60 DDE | 0,26 d                 | 93 a                        |
| <b>Com controlo inicial</b> | 15 DDE | 0,95 c                 | 77 b                        |
|                             | 30 DDE | 2,88 b                 | 33 c                        |
|                             | 45 DDE | 3,98 a                 | 8 d                         |
|                             | 60 DDE | 4,34 a                 | 0 d                         |

\*Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com base no teste de Tukey a nível de significância de 5%.

Freitas *et al.* (2009), ao estudarem a interferência das infestantes na cultura de feijão, verificaram que a convivência da cultura com as infestantes resultou em uma redução de mais de 90% no rendimento do feijão, em comparação com o tratamento que foi mantido livre da interferência das infestantes durante todo o ciclo. Por sua vez, Schiessel *et al.* (2019) obtiveram perdas de 80,4 % no rendimento do feijão devido à presença das infestantes ao longo de todo o ciclo da cultura. Esses resultados podem ser explicados pela competição existente entre a cultura e as infestantes por água, luz e nutrientes. A presença contínua das infestantes reduz a disponibilidade desses recursos essenciais para as plantas de feijão, fazendo com que a cultura seja menos competitiva e, dessa forma, afectando negativamente o seu crescimento, desenvolvimento e produtividade.

Segundo Kozłowski *et al.* (2002), as perdas de rendimento de feijão variam de acordo com a variedade, condições edáficas e climáticas, composição e densidade das espécies infestantes, bem como a duração do período de convivência entre a cultura e as infestantes. A título de exemplo, o ensaio conduzido pela Lavo (2002), na cultura do feijão vulgar com um crescimento indeterminado e ciclo de 67 dias, constatou que as infestantes com maiores densidades foram: *Cyperus rotundus* e *Argemone mexicana*. No referido estudo, as perdas de rendimento foram de cerca de 94% quando o controlo não foi realizado ao longo do ciclo da cultura.

Em contraste, Carvalho (2014) realizou um estudo no Brasil, na cultura do feijão vulgar com um crescimento determinado (Manata) e ciclo de 60 dias, e observou que as infestantes *Beta marítima* e *Polygonum aviculare* estiveram em maior densidade. E, nas parcelas sem controle das infestantes durante o ciclo, as perdas de rendimento foram de 76,6%.

#### 4.2.5. Correlação entre o rendimento do feijão-verde e as variáveis analisadas

Na Tabela 12, é possível observar a relação entre o rendimento do feijão-verde e as variáveis analisadas, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. O rendimento está positivamente correlacionado de maneira forte com o número de vagens/planta, comprimento e diâmetro da vagem. Por outro lado, constatou-se uma correlação negativamente forte entre o rendimento e a altura das plantas, assim como com a biomassa seca das infestantes.

**Tabela 12:** Matriz de correlação entre o rendimento do feijão-verde e as variáveis analisadas.

|                      | Rendimento | Altura da planta | Nr. vagens /planta | Comprimento da vagem | Diâmetro da vagem | Densidade absoluta | Biomassa |
|----------------------|------------|------------------|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------|
| Rendimento           | 1          |                  |                    |                      |                   |                    |          |
| Altura da planta     | -0,7961    | 1                |                    |                      |                   |                    |          |
| Nr. vagens /planta   | 0,9113     | -0,7594          | 1                  |                      |                   |                    |          |
| Comprimento da vagem | 0,8807     | -0,767           | 0,9239             | 1                    |                   |                    |          |
| Diâmetro da vagem    | 0,8043     | -0,6715          | 0,8369             | 0,8321               | 1                 |                    |          |
| Densidade absoluta   | -0,5298    | 0,5335           | -0,619             | -0,5949              | -0,5881           | 1                  |          |
| Biomassa             | -0,8819    | 0,8541           | -0,9012            | -0,9116              | -0,8291           | 0,5765             | 1        |

De acordo com Freitas *et al.* (2013) e Arf *et al.* (2011), os componentes de produção que mostram uma forte correlação positiva com o rendimento exercem uma influência mais significativa na produção de feijão. Portanto, o aumento no número de vagens por planta, em conjunto com o aumento no comprimento e diâmetro das vagens, são factores determinantes para o aumento do rendimento.

O aumento da altura das plantas de feijão-verde, devido à interferência das infestantes, assim como o aumento da biomassa seca e densidade absoluta das infestantes, reduz o rendimento. Essa redução pode ser explicada pelo facto das plantas cultivadas investirem mais nutrientes no crescimento em altura para evitar o sombreamento das infestantes durante a competição por luz, o que prejudica a produção de vagens e grãos. Além disso, o aumento da biomassa seca das infestantes ocorre devido à sua maior competitividade em relação à cultura e, desta forma restringindo o acesso dos recursos do meio às plantas cultivadas. Como resultado, o desenvolvimento das plantas cultivadas é comprometido, levando a uma redução no rendimento da cultura (Cury *et al.*, 2013; Rubim, 2013; Carvalho *et al.*, 2010; Freitas *et al.*, 2009; Radosevich e Holt, 1984).

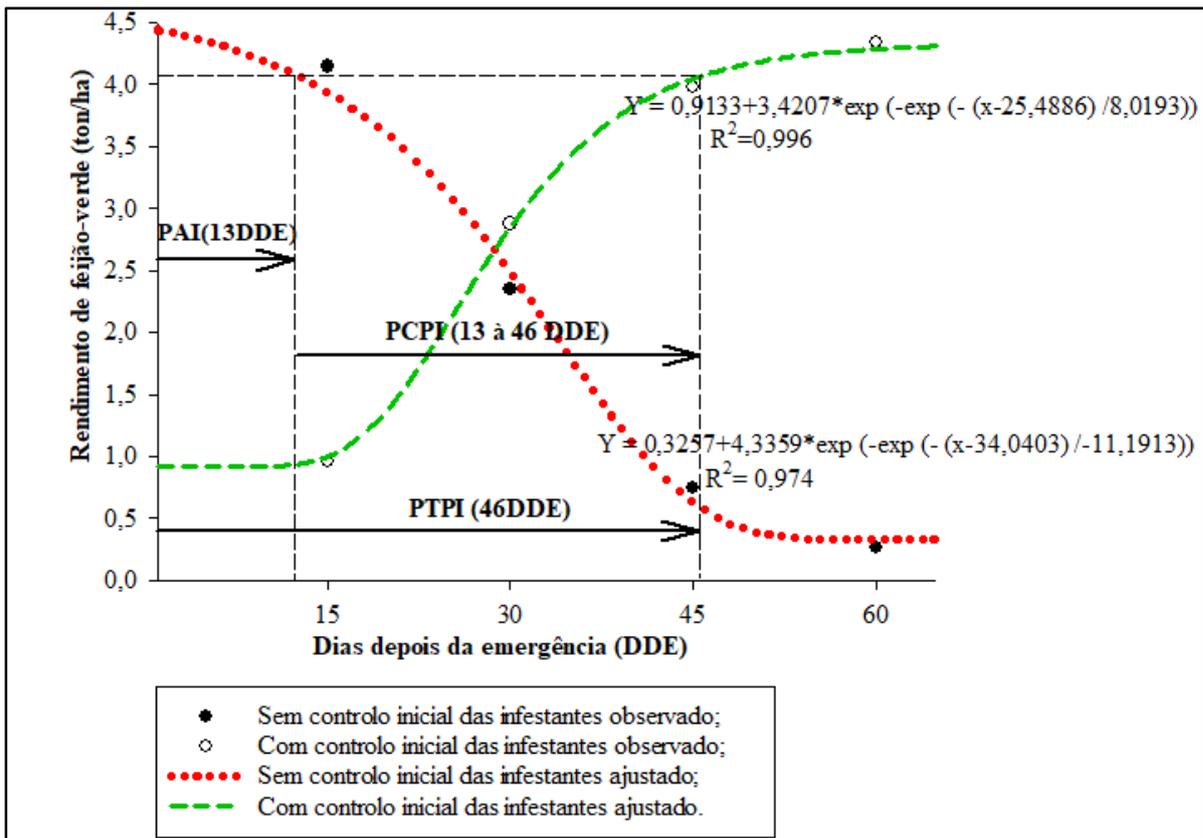
#### 4.2.6. Determinação do período anterior à interferência (PAI) e do período total de prevenção à interferência (PTPI)

Os valores das variáveis das equações resultantes da análise de regressão não linear dos dados de rendimento em função dos períodos sem controlo e com controlo inicial das infestantes, utilizando o modelo Sigmoidal de Gompertz, estão apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13:** Variáveis do modelo Sigmoidal de Gompertz.

| Variáveis | Sem controlo inicial | Com controlo inicial |
|-----------|----------------------|----------------------|
| $y_0$     | 0,3257               | 0,9133               |
| $a$       | 4,3359               | 3,4207               |
| $x_0$     | 34,0403              | 25,4886              |
| $b$       | -11,1913             | 8,0193               |
| $R^2$     | 0,974                | 0,996                |

Na Figura 8, estão apresentadas as curvas ajustadas pela equação de regressão não linear. A curva pontilhada (vermelha) corresponde aos rendimentos obtidos nos tratamentos sem controlo inicial das infestantes, ao passo que a curva tracejada (verde) representa os rendimentos alcançados nos tratamentos com controlo inicial das infestantes.



**Figura 8:** Período de controlo de infestantes na cultura de feijão-verde.

Com base nas duas curvas e admitindo-se uma perda de rendimento do feijão-verde de 5%, identificou-se que o período anterior à interferência (PAI) foi de 13 DDE e o período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 46 DDE. Desta forma, o período crítico de controlo de infestantes foi de 33 dias, o que compreende o intervalo de 13 aos 46 DDE. Durante esse intervalo, a cultura de feijão-verde passa por diferentes fases de desenvolvimento, incluindo o desenvolvimento vegetativo, a floração e o início da formação das vagens (Guidorizzi, 2019 e Guedes, 2008).

O PAI de 13 DDE foi relativamente curto, provavelmente devido à grande presença de infestantes, logo após a emergência da cultura, como é o caso de *Portulaca oleracea* que produz grandes quantidades de sementes, com a capacidade de permanecerem viáveis por muitos anos no solo, o que faz com que seja uma espécie competidora das culturas.

De acordo com Meschede *et al.* (2002), os fluxos iniciais de germinação das infestantes que ocorrem logo após a emergência da cultura, são os de maior intensidade e densidade, sendo muito importantes em termos da interferência inicial, uma vez que impõem à cultura uma situação de restrição de recursos prematuramente.

Portanto, para se alcançar um rendimento igual ou superior a 95%, é crucial manter a cultura livre das infestantes durante o intervalo de 13 a 46 DDE. Nesse período, as infestantes competem de forma intensa com a cultura, resultando em uma redução significativa do rendimento. A presença das infestantes antes ou depois desse intervalo de tempo não exerce um impacto significativo sobre o rendimento da cultura.

Os resultados do presente estudo diferem dos obtidos por Freitas *et al.* (2009), que estudando a interferência das infestantes na cultura do feijão, concluíram que a cultura passou a ser afectada negativamente pela convivência com as infestantes a partir dos 11 DDE, correspondendo ao PAI, e que o controlo das infestantes deve ser realizado até os 35 DDE, correspondendo ao PTPI. Com base nisso, o período crítico de controlo de infestantes foi de 24 dias. Porém, esses resultados também divergem dos obtidos por Corrêa *et al.* (2015), estudando os períodos de interferência das infestantes na cultura do feijão, que concluíram que o período crítico de controlo das infestantes encontra-se num intervalo compreendido de 8 a 53 DDE. Por sua vez, Castro (2017), estudando a ocorrência e períodos de interferência das infestantes na cultura de feijão em cultivares de porte semi-erecto e semi-prostrado, constatou que o período crítico de controlo das infestantes ocorreu entre 9 a 41 DDE, o que equivale à necessidade de 32 dias de controlo efectivo de infestantes.

Embora o intervalo do período crítico de controlo das infestantes obtido no presente estudo seja diferente dos intervalos constatados pelos autores acima citados, os mesmos interceptam-se no intervalo de 13 a 35 DDE, isto é, os autores concordam que este intervalo seja crucial para o controlo das infestantes.

As diferenças observadas com relação ao período crítico de controlo das infestantes podem ser explicadas pelo facto deste variar de acordo com as características do ambiente, como é o caso das condições edáficas e climáticas da região do cultivo, variedade usada, características da comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e das práticas agrícolas adoptadas, assim como dos critérios estabelecidos com relação aos métodos utilizados para a sua determinação (Knezevic *et al.*, 2002 e Soraluz, 2022).

## V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que:

- ✓ Foram identificadas 19 espécies de infestantes, distribuídas em 14 famílias. A família Poaceae teve maior contribuição (21,1%), seguida pelas Amaranthaceae e Asteraceae, ambas com 10,5%. As espécies mais proeminentes foram a *Portulaca oleracea*, *Cyperus rotundus* e *Tribulus terrestris*;
- ✓ As maiores perdas de rendimento causadas pelas infestantes foram registadas com a convivência da cultura com as infestantes durante os primeiros 45 DDE e durante todo ciclo da cultura (60 DDE), correspondendo a 82% e 93% de perdas, respectivamente;
- ✓ O período anterior à interferência (PAI) foi de 13 DDE e o período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 46 DDE, indicando um período crítico de controlo de infestantes de 33 dias.

### 5.2. Recomendações

#### Para os agricultores:

- ✓ Que realizem o controlo de infestantes no período compreendido entre 13 a 46 dias depois da emergência da cultura de feijão-verde, como forma de reduzir as perdas de rendimento causadas pelas mesmas, em locais com as mesmas condições edafoclimáticas, características da comunidade infestante e variedade usada no presente estudo.

#### Para os investigadores:

- ✓ Repetição do ensaio no mesmo local, com a mesma variedade, na mesma época de forma a verificar a consistência ou não dos resultados obtidos;
- ✓ Realização de estudos similares em diferentes tipos de solo, variedades, épocas de cultivo e zonas agro-ecológicas do país;
- ✓ Realização de estudos similares que forneçam mais informações sobre a composição da comunidade infestante mais problemática na cultura de feijão-verde em Moçambique, visando o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e específicas de manejo.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.G. (2013). Modulo: Agricultura I: Cultura de Feijão. Pernambuco, Brasil : Instituto de Formação de Pernambuco. Disponível em: <https://mrmmpesquisas.blogspot.com/p/cultura-de-feijao-vulgar.html>. Acesso em: 26 de Agosto de 2022;
- Almeida, D.P. (2006).Manual de culturas hortícolas. Editorial Presença. Volume II, pp. 39-72;
- Aramo, P. (2003). Protecção Integrada. Instituto Superior de Agronomia. Departamento de Protecção das Plantas e Fitoecologia. Lisboa, pp. 19-21;
- Arf, M. V.; Buzetti, S.; Arf, O.; Kappes, C.; Ferreira, J. P.; Gitti, D. C.; Yamamoto, C. J. T. (2011). Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, pp. 430-438;
- Alvino, C.A.; Gricio, L.H.; Sampaio, F.A.; Giroto, M., Felipe, A.L.S.; Lima, F.S.C.; Bosque, G.G.; Bueno, C.E.M.S. (2011). Interferência e controlo de plantas daninhas nas culturas agrícolas. Revista científica electrónica agronómica. ISSN: 1677-0293, pp.1-4;
- Anselmo, M.C.; Almeida, U.O.; Nogueira, A.E.; Souza, R.C.; Scalcon, J.L.; Sairava, F.J. (2022). Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da soja, em Cujubim-ro. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente –FAEMA, Ariquemes, v.13, n.1, pp. 1-15;
- Azevedo, G.M.; Junior, J.G.S.; Ferreira, O.G.L.; Oliveira, L.; Nabinger, C.; Garcia, E.N.; Macari, S. (2020). Determinacao de padrões de vegetação campestre da região litorânea do Bioma Pampa. Research, Society and Development, v. 9, n. 12, ISSN 2525-3409, pp. 1-13;
- Azmi, M.; Abdul, J. S.; Mohamad, M.Y.N. (2007). Critical period for weedy rice control in direct-seeded rice. Faculty of Agriculture. Universiti Putra Malaysia. J. Trop. Agric. and Fd. Sc, pp. 333–339;
- Benedetti, J.G.R.; Perreira, L.; Alves, P.L.C.A.; Yamauti, M.S.(2009).Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja transgênica. Scientia Agraria, Curitiba,v.10, n.4, pp. 289-295;
- Biffe, D.F.; Constantin, J.; Oliveira, J.R.S. (2018). Interferência das plantas daninhas nas plantas cultivadas. Maringá: EDUEM, pp. 339-355.
- Canale, M.C.; Ribeiro, L.P.; Castilhos, R.V.; Wordell Filho, J.A.(2020). Pragas e doenças do feijão: diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Epagri, pp.12-98;

- Carvalho, J.A.B.G.(2014). Nível Crítico de Ataque das Infestantes na Cultura do Feijão. *Tese de Mestrado*. Instituto Politécnico de Beja. Escola Superior Agrária Beja, pp.38-51;
- Carvalho, L. B. (2013). Plantas daninhas. 1ª Edição. Lages – SC, pp.5-62;
- Carvalho, L. B.; Bianco, S. e Guzzo, C.D.(2010). Interferência de Euphorbia heterophylla no crescimento e acúmulo de macronutrientes da soja. *Planta Daninha*, v. 28, n. 1,pp. 33-39;
- Castro, T.S. (2017). Ocorrência e períodos de interferência de plantas daninhas na cultura de feijão- caupi em cultivares de porte de semiereto e semiprostrado. *Tese de Licenciatura*. Universidade Federal de Rorema. Boa vista, R.R, pp. 12-51;
- Chaves, A.D.G.; Santos, R.M.S.; Santos, J.O.; Fernandes, A.A.; Maracajá, P.B. (2013). A importância de levantamentos florísticos e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas. *Agropecuária Científica no Semi- Árido: ACSA*, v.9, n.2, pp. 42- 48;
- Christoffoleti, P. J.; López-ovejero, R. F. (2003). Aspectos de resistência de plantas daninhas ao herbicidas Glyphosate. Londrina: associação brasileira de ação a resistência de plantas aos herbicidas (hrac-br).*Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.21, n.3, pp.507-515;
- Corrêa, M.J.P.; Alves, G.L.; Rocha, L.G.F.; Sílvia, M.R.M. (2015). Períodos de Interferência de Plantas Daninhas na Cultura do Feijão. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 13, n. 2, pp. 50-56;
- Costa,C.R.G. (2016). Parâmetros de crescimento e produtividade de variedades de feijão caupi cultivadas sob processos agrogeológicos em condições do semiárido. *Tese de licenciatura*. Universidade Federal da Paraíba, pp. 24-35;
- Cury, j. P.; Santos, J.B.; Silva, E.B.; Braga, R.R.; Carvalho, F.P.; Valadão S.D.; e Byrro, E.C.M.(2013). Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, pp. 79-88;
- Caporal, F.J.M. (2006). Aspectos Florísticos e Fitossociológicos em um campo manejado na serra do sudeste, canguçu, Rio grande do sul, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociencias, *Tese de Mestrado* em botanica. Porto Alegre, pp. 1-26;
- Diniz, B.T. (2006). Cultura de feijão vulgar. Santa Catarina: UFSC. Disponível em: <https://mrmpesquisas.blogspot.com/p/cultura-de-feijao-vulgar.html>. Acesso em: 26 de Agosto de 2022;

Fernando, D.M.Z.; Marcus, V.C.C.; Matheus, R.R.; Alexandre, D.P. (2019). Irradicação solar global para cidade de Maputo- Moçambique: Evolução temporal das medidas e modelagem estatística. Botucatu. Unesp v. 34, n. 1, pp. 82-93;

Food and Agriculture Organization of the United Nations –FAOSTAT (2020). Dados de rendimento, área cultivada e produção do feijão-verde em África e no mundo. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 11 de Setembro de 2022;

Freitas, F.C.L.; Medeiros, V.F.L.P.; Grangeiro, L.C.; Silva, M.G.O.; Nascimento, P.G.M.L. e Nunes, G.H. (2009). Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, pp. 241-247;

Freitas, R. M. O; Dombroski, J. L. D.; Freitas, F. C. L.; Nogueira, N. W.; Procópio, I. J. S. (2013). Cowpea production as affected by dry spells in no-tillage and conventional crop systems. Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, pp. 3683-3690;

Fronza, D.; Hamann, J. J. (2014). Implantação de pomares. Universidade Federal de Santa Maria, RS, pp. 103-107;

Guedes, R.E. (2008). Bases para o Cultivo Orgânico de Feijão-Caupi [Vigna unguiculata L. (Walp.)] no Estado do Rio de Janeiro. Tese de licenciatura. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ. Instituto de Agronomia, pp. 29-60;

Guidorizzi. F.V.C. (2019). Exigência de nitrogênio e manejo da adubação nitrogenada em cultivares de feijão-comum de ciclo precoce. Universidade Estadual Paulista. Campus de Botucatu. Tese de licenciatura. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, p. 39;

Guimarães, D.G. (2020). Parâmetros genéticos em cultivares de feijão caupi sob níveis de irrigação, salinidade e tipos de adubação. Tese de licenciatura. Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia, pp. 105-189;

Haile. M.; Mekbib, F.; Zelleke, H. (2011). Performance and farmers' evaluation of released common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Varieties in Dawro zone, Southwestern Ethiopia. Haramaya University, Brasília, DF: Embrapa, 1ª edição, pp. 197-210;

Inquérito agrário integrado- IAI (2020). Disponível em: [https://www.agricultura.gov.mz/wp-content/uploads/2021/06/MADER\\_Inquerito\\_Agrario\\_2020.pdf](https://www.agricultura.gov.mz/wp-content/uploads/2021/06/MADER_Inquerito_Agrario_2020.pdf). Acesso: 16 de Outubro de 2022.

Isaac, R.A.; Guimarães, S.C. (2008). Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, pp. 521-530;

- Joseph, N. A.; John, B. M (2004). Interaction of insects and weeds in a snap bean agroecosystem. Department of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Illinois, Hortscience, Vol. 39 (2), pp. 287-290;
- Júnior, C.Z.J.; Barbosa, J.I.; Da Costa, S.K.Y.; Sanó.L.; Bali, N.N.N.; Da Silva, L.G.C. (2021). Rendimento do feijão sob interferência das infestantes. Curitiba, v.7, n.12, pp.1-12;
- Júnior, L.N.; Neto, J.L.S.A. (2020). Risco climático em Maputo: uma análise a partir da produção do espaço urbano. AbeÁfrica: Revista da Associação Brasileira de Estudos Africanos v.04, n.04, p.259;
- Júnior, R.S.O.; Constantin, J.; Inoue, M.H.(2011). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, pp. 67-78;
- Kalsing, A.; Vidal, R.A. (2013). Seletividade de herbicidas residuais ao feijão-comum durante o período inicial da fase vegetativa. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, pp. 411-417;
- Kozłowski, L.A.; Ronzelli, J.P.; Purissimo, C., Daros, E.; Koehler, H.S. (2002). Critical Period of Weed Interference in the Common Bean Crop Under Direct Seeding System: Viçosa-MG, v.20, pp. 213-220;
- Kozłowski, L. A. (2008). Épocas e Extensões do Período de Convivência das Plantas Daninhas Interferindo na Produtividade da Cultura do Milho e na Estrutura da Comunidade Infestante. Tese de Mestrado. Curitiba: Brasil, p. 28;
- Lavo, I, F.S. (2002). Determinação do período crítico de competição entre as ervas daninhas e o feijão vulgar (*Phaseolus vulgaris* L.) para o uso da vagem verde. Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, pp. 19-34;
- Leal, E. C.; Vieira, I. C.; Kato, M. S. A. (2006). Banco de sementes em sistemas de produção de agricultura com queima e sem queima no município de Marapanim, Pará. B. Museu Paraense Emílio Goeldi. Cienc. Nat. v.1, n.1. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-81142006000100002](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81142006000100002). Acesso em: 16 de Setembro de 2023;
- Leubet, R.A. (2016). Período de interferência de plantas daninhas com a cultura de feijão em diferentes sistemas de cultivo. Tese de licenciatura. Universidade Federal de Fronteira Sul Campus cerro largo, pp. 10-38;

- Lima, R.S.; São José, A.R.; Soares, M.R.S.; Moreira, E.S.; Neto, A.C.A.; Cardoso, A.D.; Moraes, O.M. (2016). Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi no município de Vitória da Conquista – BA.v.20. n.3, pp. 390-492;
- Lorenzi, H.(2008).Plantas daninhas do brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª Ed. Instituto plantarum. Nova odessa, p. 640.
- Rubim, P. R. F.(2013). Interferência de Plantas Daninhas na Cultura da Erva-Doce (*Foeniculum Vulgare Miller*) e Armazenamento de Sementes. *Tese de licenciatura*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes-RJ, p.31;
- Madeira.M.D.C.(2013). Avaliação da diversidade genética do feijão vulgar (*Phaseolus vulgaris L.*) em Moçambique. *Tese de mestrado*.Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, p.11;
- Mananze, M. C. (2019). Determinação do Período Crítico de Controlo de Infestantes na Cultura de Repolho (*Brassica oleracea var. capitata L.*). *Tese de licenciatura*. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, pp. 21-26;
- Marques, L. J. P.; Silva, M. R. M.; Araújo, M. S.; Lopes, G. S.; Corrêa, M. J. P.; Freitas, A. C. R.; Muniz, F. H. (2010). Composição florística de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi no sistema de capoeira triturada. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 28, n.4, pp. 953-961;
- Marques A.; Opitz, L.; Afonso, M.; Leite E, Pacheco J.; Sousa, P.; e Pacheco R. (2003). Horticultura - Manual do formando. Marquifor, pp.122-149;
- Martinelli, R.; Orzani, R.I.; Ferreira, C.S. (2019). Controlo de plantas daninhas. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, p.13;
- Martins, M.P.; Martins, J.S.; Parreira,M.C.; Soares, J.B.C.; , Ribeiro, R.C. (2018). Levantamento fitossociológico de plantas daninhas nacultura da pimenta-do-reino na amazônia oriental. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.8, n.3, pp.91-98;
- Mello, G.R.; Juliano, J.S.; Jaqueline, S.; Luís, F.P.; Felipe, B.; António, M.O.N.; e Naiara, G. (2018). Períodos de Interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum, cv. IPR Tangará. In:. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, Rio de Janeiro, pp.27-56;

- Meschede, D. K.; Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J. e Scapim, C.A. (2002). Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja, sob baixa densidade de semeadura. Planta Daninha, v. 20, n. 3, p. 381-387;
- Miguel, A. M.; Sambule, N.; Keetui, S.H.; Rainde, O.; Coma, G.P.; Manda, D. (2015). Feijão Vulgar: Benefícios para os Agricultores envolvidos numa produção orientada para o Mercado. Desenvolvimento de sistemas de subsistência rural resilientes e rentáveis no semiárido Moçambique: Uma abordagem conceitual (MOREP), pp.1-8;
- Mondlane, J. (2023). Determinação do Período Crítico de Controlo de Infestantes na Cultura do Amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, pp. 31-32;
- Muller-Dombois, D.; Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Willey e Sons, p.547;
- Naiete, T.F. (2019). Determinação do Período Crítico de Controlo de Infestantes na Cultura da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, pp. 28-29;
- Normas técnicas elementares agrícolas. (2006), Ministério da agricultura, direcção nacional dos serviços agrários; Departamento de culturas e aviso prévio; 2ª edição, pp.73-74;
- Oliveira, O.M.S.; Silva, J.F.; Gonçalves, J.R.P.; e Klehm, C.S. (2010). Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea nas amazonas. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 523-530;
- Oliveira, M.F.; Brighenti, A.M. (2018). Métodos de controlo de plantas daninhas: Método físico, mecânico, cultural e biológico. Brasília, DF: Embrapa, 1ª edição. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103281/controle-de-plantas-daninhas-metodos-fisico-mecanico-cultural-biologico-e-alelopatia>. Acesso em: 2 de Setembro de 2022;
- Pittelkow, F.K.; Jakelaitis, A.; Conus, L.A.; Oliveira, A.A.; Gil, O.J.; Assis, F.C.; Borchardt, L. (2009). Interferência de Plantas daninhas na Cultura da Soja Transgênica. Revista Global Science And Technology v. 02, n. 03, pp. 38- 48;
- Pitelli, R. A. (1987). Competição e controlo das plantas daninhas em áreas agrícolas. Jaboticabal – SP, pp. 1- 24;

- Radosevich, S. R.; Holt, J. S. (1984). Weed ecology: implications for vegetation management. New York: John Wiley e Sons, pp. 217-301;
- Schiessel, J.; Mello, G.R.; Schmitt, J.; Pastorello, L.F.; Neto, A.M.O.; Bratti, F.; Guerra, N.; (2019). Interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro- comum. Universidade do Estado de Santa Catarina. Curitibanos, SC, Brasil, pp. 430- 437;
- Santana, A. S. (2008). Banco de sementes e estudo fitossociológico de plantas infestantes em pomar de laranjeira "pêra" submetido a dois sistemas de manejo do solo, no recôncavo baiano. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais e Biológicas. *Tese de Mestrado*. Cruz das almas – Bahia, pp. 30-59;
- Santi, A. L.; Bona, S. D.; Lamego, F. P.; Basso, C. J.; Eitelwein, M. T.; Cherubin, M. R.; Kaspary, T. E.; Ruchel, Q.; Gallon, M.(2014). Phytosociological variability of weeds in soybean Field. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 32, n.1, pp. 39- 49;
- Santos, A. B.; Nand, K.F.; Osmira, F.S.; e Meire, L.B.M. (2003). Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 38, n. 11, pp. 1265-127;
- Sílvia, A. A.; Sílvia, J.F.; Ferreira, F.A.; Ferreira, L.R. (2006). Controle de plantas daninhas. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior- ABEAS-Brasília, DF: Viçosa, MG. UFV;
- Silva, A. A.; Ferreira, F.A.; Ferreira, L.R.; Santos, J.B. (2007). Biologia de plantas daninhas. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa. Ed. UFV, pp. 17-61;
- Silva, J.I.R; Martins, D.; Pereira, M.R.R.; Cardoso, L.A ; Costa, A.C.P.R. (2013).Periodos de interferencia de plantas daninhas na cultura de girrasol. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 29, n. 5, pp. 1255-1266;
- Silva,A.F (2008). Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento da soja resistente ao glyphosate. *Tese de licenciatura*. Universidade Federal Viçosa. Minas Gerais – Brasil, p.56;
- Souza, T.L.P.; Faleiro, F.G; Dessaune, S.N.; Trazilbo, J.; Maurílio, A. M.; Everaldo, G. (2013). Breeding for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rust resistance in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, vol. 38 (5), pp.361-374;
- Soraluz, J.L.T. (2022). Interferência das plantas daninhas no feijoeiro-comum sob épocas e densidades de semeadura diferentes. *Tese de lencenciatura*. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Câmpus de Jaboticabal. p.2;

The International Center for Tropical Agriculture – CIAT (2006). Feijão-verde como fonte de receita de pequenos agricultores na África oriental. Coordination Kawanda Agricultural Research Institute P.O. Box 6247. Disponível em: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/highlight31\\_port.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/highlight31_port.pdf). Acesso em: 14 de Setembro de 2022;

Starke ayres (2020). Feijão-Verde STAR 2054. Disponível em: <https://www.starkeyres.com/uploads/files/STAR-2054-2020.pdf>. Acesso em: 01 de Dezembro de 2022;

Trindade R. (2012). Melhoramento para resistência genética ao crestamento bacteriano comum em feijão comum e feijão-de-vagem: aspectos gerais, avanços, desafios e perspectivas. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; pp.1204-1231;

Ussene, O.M. (2011). Dinâmica do Nitrogénio Inorgânico num Solo Arenoso tratado com Sulfato de Amónio. *Tese de licenciatura*. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, p.32.

Wendland, A.; Junior, M.L.; Faria, J.C.(2018). Manual de Identificação das principais doenças do feijoeiro-comum. Brasília, DF : Embrapa, pp. 8-48;

Zefanias, R.V. (2019). Determinação do período crítico do controlo das infestantes na cultura de tomate. *Tese de licenciatura*. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, p. 31.

## ANEXOS

### Densidade absoluta das infestantes

#### Hipóteses:

Ho: A densidade média dos tratamentos é igual;

Ha: Pelo menos uma das densidades médias dos tratamentos difere das restantes.

**Anexo 1:** Análise de variância (ANOVA) da densidade absoluta das infestantes.

```
. * (3 variables, 32 observations pasted into data editor)
. anova densidadeabs tratamento bloco
```

| Source     | Partial SS | df | MS        | F    | Prob>F |
|------------|------------|----|-----------|------|--------|
| Model      | 2197033    | 10 | 219703.3  | 5.41 | 0.0006 |
| tratamento | 1830615.5  | 7  | 261516.5  | 6.43 | 0.0004 |
| bloco      | 366417.5   | 3  | 122139.17 | 3.01 | 0.0533 |
| Residual   | 853474.5   | 21 | 40641.643 |      |        |
| Total      | 3050507.5  | 31 | 98403.468 |      |        |

**Conclusão:** Dado que o modelo teve efeito estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ), há evidências suficientes que mostrem que pelo menos uma das densidades médias dos tratamentos difere das restantes. Sendo assim, para a validação da ANOVA, procede-se com o teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e de Homokedasticidade (Breusch- Pangan).

#### Teste de Normalidade (Shapiro Wilk)

Ho: Os resíduos seguem a distribuição normal;

Ha: Os resíduos não seguem a distribuição normal.

**Anexo 2:** Teste de Normalidade (Shapiro Wilk)

```
. predict erro, residuals
. swilk erro
```

| Shapiro-Wilk W test for normal data |     |         |       |       |         |
|-------------------------------------|-----|---------|-------|-------|---------|
| Variable                            | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
| erro                                | 32  | 0.93632 | 2.124 | 1.564 | 0.05892 |

**Conclusão:** Dado que valor p-value (0,05892) > nível de significância (0,05), não rejeita-se a Ho. Assim sendo, com base no teste de Shapiro Wilk, a 5% de significância, não há evidências suficientes que mostrem que os resíduos não seguem a distribuição normal.

### Teste de Homocedasticidade (Breusch- Pagan)

Ho: Os resíduos são homocedásticos.

Ha: Os resíduos não são homocedásticos.

### Anexo 3: Teste de Homocedasticidade (Breusch- Pagan)

```
. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

      chi2(1)      =      1.05
      Prob > chi2   =      0.3057
```

**Conclusão:** Dado que valor p-value (0,3057) > que o nível de significância (0,05), não rejeita-se a Ho. Assim sendo, com base no teste de Breusch- Pagan, a 5% de nível de significância, não há evidências suficientes que mostrem que os resíduos não são homocedásticos.

Após o teste dos pressupostos, procede-se com a comparação de médias (Teste de Tukey) dos factores que tiveram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na ANOVA.

### Anexo 4: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| densidadeabs | Mean     | Std. Err. | Tukey Groups |
|--------------|----------|-----------|--------------|
| tratamento   |          |           |              |
| 1            | 477      | 112.7263  | ABC          |
| 2            | 570      | 112.7263  | AB           |
| 3            | 631      | 112.7263  | AB           |
| 4            | 680      | 112.7263  | B            |
| 5            | 332      | 112.7263  | ABC          |
| 6            | 176      | 112.7263  | ABC          |
| 7            | 113      | 112.7263  | A C          |
| 8            | 5.68e-14 | 112.7263  | C            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

**Observação:** Dado que a atribuição das letras pelo Stata não segue uma sequência lógica (aleatória), reorganizou-se as letras nas tabelas observadas ao longo do trabalho, seguindo uma ordem alfabética (a até z) do maior para o menor valor.

## Biomassa das infestantes

### Anexo 5: Análise de variância da biomassa das infestantes.

```

*(3 variables, 32 observations pasted into data editor)
. anova biomassaseca tratamento bloco

```

| Source     | Partial SS | df | MS        | F     | Prob>F |
|------------|------------|----|-----------|-------|--------|
| Model      | 4199711.8  | 10 | 419971.18 | 32.47 | 0.0000 |
| tratamento | 4165101.6  | 7  | 595014.52 | 46.00 | 0.0000 |
| bloco      | 34610.13   | 3  | 11536.71  | 0.89  | 0.4616 |
| Residual   | 271623.85  | 21 | 12934.469 |       |        |
| Total      | 4471335.6  | 31 | 144236.63 |       |        |

### Anexo 6: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e de Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```

. predict erro, residuals
. swilk erro

```

| Variable | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|-------|-------|---------|
| erro     | 32  | 0.94498 | 1.835 | 1.260 | 0.10376 |

```

. hettest erro
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

chi2(1) = 1.43
Prob > chi2 = 0.2310

```

### Anexo 7: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| biomassaseca | Mean      | Std. Err. | Tukey Groups |
|--------------|-----------|-----------|--------------|
| tratamento   |           |           |              |
| 1            | 58        | 56.47953  | A            |
| 2            | 244.4     | 56.47953  | AB           |
| 3            | 757.6     | 56.47953  | C            |
| 4            | 1043.66   | 56.47953  | D            |
| 5            | 454.77    | 56.47953  | B            |
| 6            | 84.84     | 56.47953  | A            |
| 7            | 41.06     | 56.47953  | A            |
| 8            | -4.97e-14 | 56.47953  | A            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Altura das plantas de feijão-verde

**Anexo 8:** Análise de variância da altura das plantas de feijão-verde.

```
. gen alturacm1= alturacm^0.5
. anova alturacm1 tratamento bloco
```

| Source     | Partial SS | df | MS        | F     | Prob>F |
|------------|------------|----|-----------|-------|--------|
| Model      | 7.8681579  | 10 | .78681579 | 21.39 | 0.0000 |
| tratamento | 7.7292286  | 7  | 1.1041755 | 30.02 | 0.0000 |
| bloco      | .13892925  | 3  | .04630975 | 1.26  | 0.3139 |
| Residual   | .77230383  | 21 | .03677637 |       |        |
| Total      | 8.6404617  | 31 | .27872457 |       |        |

Number of obs = 32    R-squared = 0.9106  
 Root MSE = .191772    Adj R-squared = 0.8681

**Anexo 9:** Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```
. swilk erro1
```

| Variable | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|-------|-------|---------|
| erro1    | 32  | 0.94754 | 1.750 | 1.162 | 0.12272 |

Shapiro-Wilk W test for normal data

```
. hettest erro1
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: erro1

chi2(1) = 0.09  
 Prob > chi2 = 0.7629

**Anexo 10:** Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| alturacm   | Mean   | Std. Err. | Tukey Groups |
|------------|--------|-----------|--------------|
| tratamento |        |           |              |
| 1          | 24.03  | 1.022591  | A            |
| 2          | 27.745 | 1.022591  | ABC          |
| 3          | 35.535 | 1.022591  | D            |
| 4          | 41.35  | 1.022591  | E            |
| 5          | 32.195 | 1.022591  | CD           |
| 6          | 25.91  | 1.022591  | AB           |
| 7          | 25.2   | 1.022591  | AB           |
| 8          | 29.59  | 1.022591  | BC           |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Número de vagens por planta

### Anexo 11: Análise de variância do número de vagens por planta

```

*(3 variables, 32 observations pasted into data editor)

anova numerodevagensporplanta tratamento bloco

                Number of obs =      32    R-squared      = 0.9622
                Root MSE      =    .864822  Adj R-squared   = 0.9443

                Source | Partial SS       df       MS       F       Prob>F
                -----|-----
                Model   | 400.27252        10      40.027252  53.52  0.0000
                tratamento | 396.14877        7       56.592681  75.67  0.0000
                bloco    | 4.1237485        3       1.3745828  1.84  0.1712
                Residual | 15.706251       21       .74791669
                -----|-----
                Total   | 415.97877       31      13.41867
    
```

### Anexo 12: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```

swilk erro

                Shapiro-Wilk W test for normal data

                Variable | Obs   W       V       z       Prob>z
                -----|-----
                erro     | 32   0.98777  0.408  -1.862  0.96869

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

                chi2(1)   =    0.45
                Prob > chi2 =    0.5039
    
```

### Anexo 13: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| numerodeva~a | Mean  | Std. Err. | Tukey Groups |
|--------------|-------|-----------|--------------|
| tratamento   |       |           |              |
| 1            | 10.25 | .4544915  | A            |
| 2            | 7.1   | .4544915  | B            |
| 3            | 4.55  | .4544915  | B            |
| 4            | 1.9   | .4544915  | D            |
| 5            | 6.85  | .4544915  | B            |
| 6            | 9.95  | .4544915  | A            |
| 7            | 11.4  | .4544915  | A C          |
| 8            | 13.25 | .4544915  | C            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Comprimento das vagens

### Anexo 14: Análise de variância do comprimento das vagens.

```

.(3 variables, 32 observations pasted into data editor)

. anova comprimentodavagem tratamento bloco

              Number of obs =      32    R-squared      = 0.9237
              Root MSE      =  .714308    Adj R-squared = 0.8873

              Source | Partial SS       df       MS       F       Prob>F
-----+-----+-----+-----+-----+-----
              Model   | 129.65099        10    12.965099   25.41   0.0000
              tratamento | 125.77414        7     17.967735   35.21   0.0000
              bloco    |  3.8768494        3     1.2922831    2.53   0.0846
              Residual | 10.714949        21     .51023567
-----+-----+-----+-----+-----
              Total   | 140.36594        31     4.5279336
    
```

### Anexo 15: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```

. swilk erro

              Shapiro-Wilk W test for normal data

              Variable | Obs     W       V       z       Prob>z
-----+-----+-----+-----+-----+-----
              erro    |  32    0.97177   0.942   -0.124   0.54953

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

              chi2(1)   =    0.81
              Prob > chi2 = 0.3675
    
```

### Anexo 16: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| comprimento~m | Mean   | Std. Err. | Tukey Groups |
|---------------|--------|-----------|--------------|
| tratamento    |        |           |              |
| 1             | 11.645 | .3898691  | ABC          |
| 2             | 10.7   | .3898691  | A C          |
| 3             | 8.775  | .3898691  | D            |
| 4             | 6.85   | .3898691  | F            |
| 5             | 9.925  | .3898691  | CD           |
| 6             | 11.875 | .3898691  | AB           |
| 7             | 12.475 | .3898691  | AB           |
| 8             | 13.325 | .3898691  | B            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Diâmetro das vagens

### Anexo 17: Análise de variância do diâmetro das vagens.

```

. *(3 variables, 32 observations pasted into data editor)
. anova diametrodasvagens tratamento bloco

```

| Source     | Partial SS | df | MS        | F     | Prob>F |
|------------|------------|----|-----------|-------|--------|
| Model      | .2638      | 10 | .02638    | 8.66  | 0.0000 |
| tratamento | .2622      | 7  | .03745714 | 12.29 | 0.0000 |
| bloco      | .0016      | 3  | .00053333 | 0.17  | 0.9121 |
| Residual   | .064       | 21 | .00304762 |       |        |
| Total      | .32780001  | 31 | .01057419 |       |        |

### Anexo 18: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```

. swilk erro

```

| Variable | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|-------|-------|---------|
| erro     | 32  | 0.96500 | 1.168 | 0.322 | 0.37382 |

```

. hetttest erro
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

chi2(1) = 1.96
Prob > chi2 = 0.1614

```

### Anexo 19: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| diametroda~s | Mean | Std. Err. | Tukey Groups |
|--------------|------|-----------|--------------|
| tratamento   |      |           |              |
| 1            | .635 | .0261406  | ABC          |
| 2            | .58  | .0261406  | AB           |
| 3            | .545 | .0261406  | A            |
| 4            | .415 | .0261406  | D            |
| 5            | .575 | .0261406  | AB           |
| 6            | .61  | .0261406  | AB           |
| 7            | .68  | .0261406  | BC           |
| 8            | .74  | .0261406  | C            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Rendimento do feijao-verde

### Anexo 20: Análise de variância de rendimento do feijão-verde.

```

.(3 variables, 32 observations pasted into data editor)

. anova rendimento tratamento bloco

              Number of obs =      32   R-squared      = 0.9825
              Root MSE      = .253718   Adj R-squared = 0.9742

              Source | Partial SS      df      MS      F      Prob>F
              -----|-----
              Model   | 76.062773      10     7.6062773   118.16   0.0000
              tratamento | 75.769298      7     10.824185   168.15   0.0000
              bloco   | .29347501      3      .097825    1.52    0.2386
              Residual | 1.3518249     21     .06437262
              -----|-----
              Total   | 77.414598     31     2.4972451
    
```

### Anexo 21: Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```

. swilk erro

              Shapiro-Wilk W test for normal data

              Variable | Obs      W      V      z      Prob>z
              -----|-----
              erro     | 32     0.97450   0.850  -0.336   0.63164

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

              chi2(1)   =    0.32
              Prob > chi2 = 0.5729
    
```

### Anexo 22: Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| rendimento | Mean   | Std. Err. | Tukey Groups |
|------------|--------|-----------|--------------|
| tratamento |        |           |              |
| 1          | 4.1475 | .1309143  | A            |
| 2          | 2.3475 | .1309143  | D            |
| 3          | .74    | .1309143  | BC           |
| 4          | .26    | .1309143  | B            |
| 5          | .9525  | .1309143  | C            |
| 6          | 2.875  | .1309143  | D            |
| 7          | 3.975  | .1309143  | A            |
| 8          | 4.3425 | .1309143  | A            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Perdas de Rendimento

**Anexo 23:** Análise de variância das perdas de rendimento.

```

. *(3 variables, 32 observations pasted into data editor)

. anova perdadrend tratamento bloco

```

| Source     | Partial SS | df | MS        | F      | Prob>F |
|------------|------------|----|-----------|--------|--------|
| Model      | 40464.957  | 10 | 4046.4957 | 160.97 | 0.0000 |
| tratamento | 40226.664  | 7  | 5746.6662 | 228.60 | 0.0000 |
| bloco      | 238.29375  | 3  | 79.43125  | 3.16   | 0.0460 |
| Residual   | 527.91191  | 21 | 25.138662 |        |        |
| Total      | 40992.869  | 31 | 1322.3506 |        |        |

```

Number of obs =      32   R-squared   = 0.9871
Root MSE      = 5.01385   Adj R-squared = 0.9810

```

**Anexo 24:** Teste de Normalidade (Shapiro Wilk) e Teste de Homocedasticidade (Breusch – Pagan).

```

. swilk erro

```

| Variable | Obs | W       | V     | z     | Prob>z  |
|----------|-----|---------|-------|-------|---------|
| erro     | 32  | 0.94256 | 1.916 | 1.350 | 0.08851 |

```

. hettest erro
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro

chi2(1)      =    0.01
Prob > chi2  =    0.9283

```

**Anexo 25:** Comparação de médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey (a 5% de nível de significância).

| perdadrend | Mean    | Std. Err. | Tukey Groups |
|------------|---------|-----------|--------------|
| tratamento |         |           |              |
| 1          | 4.335   | 2.825121  | A            |
| 2          | 45.25   | 2.825121  | B            |
| 3          | 82.83   | 2.825121  | CD           |
| 4          | 93.9925 | 2.825121  | D            |
| 5          | 77.9525 | 2.825121  | C            |
| 6          | 33.495  | 2.825121  | B            |
| 7          | 8.2225  | 2.825121  | A            |
| 8          | 0       | 2.825121  | A            |

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

## Anexo 26: Matriz de correlação de Pearson.

```

.(9 variables, 32 observations pasted into data editor)

.correlate rendimento alturadaplantacm numerodevagensporplanta comprimentodavagem diametrodasvagens densidadeabs biomassaseca
(obs=32)

```

|              | rendim~o | altura~m | numero~a | compri~m | diamet~s | densid~s | biomas~a |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| rendimento   | 1.0000   |          |          |          |          |          |          |
| alturadapl~m | -0.7961  | 1.0000   |          |          |          |          |          |
| numerodeva~a | 0.9113   | -0.7594  | 1.0000   |          |          |          |          |
| compriment~m | 0.8807   | -0.7670  | 0.9239   | 1.0000   |          |          |          |
| diametroda~s | 0.8043   | -0.6715  | 0.8369   | 0.8321   | 1.0000   |          |          |
| densidadeabs | -0.5298  | 0.5335   | -0.6190  | -0.5949  | -0.5881  | 1.0000   |          |
| biomassaseca | -0.8819  | 0.8541   | -0.9012  | -0.9116  | -0.8291  | 0.5765   | 1.0000   |

## Variáveis do modelo Sigmaplot

### Anexo 27: Variáveis do modelo Sigmaplot (para tratamentos sem controlo inicial).

Data Source: Data 1 in Notebook1  
Equation: Sigmoidal; Gompertz, 4 Parameter  
 $f = y_0 + a * \exp(-\exp(-(x-x_0)/b))$

| R      | Rsqr        | Adj Rsqr   | Standard Error of Estimate |        |
|--------|-------------|------------|----------------------------|--------|
| 0,9967 | 0,9934      | 0,9738     | 0,3045                     |        |
|        | Coefficient | Std. Error | t                          | P      |
| a      | 4,3359      | 0,6170     | 7,0277                     | 0,0900 |
| b      | -11,1913    | 4,1204     | -2,7161                    | 0,2246 |
| x0     | 34,0403     | 2,9074     | 11,7082                    | 0,0542 |
| y0     | 0,3257      | 0,2983     | 1,0918                     | 0,4721 |

### Anexo 28: Variáveis do modelo Sigmaplot (para tratamentos com controlo inicial).

Data Source: Data 1 in Notebook1  
Equation: Sigmoidal; Gompertz, 4 Parameter  
 $f = y_0 + a * \exp(-\exp(-(x-x_0)/b))$

| R      | Rsqr        | Adj Rsqr   | Standard Error of Estimate |        |
|--------|-------------|------------|----------------------------|--------|
| 0,9995 | 0,9990      | 0,9959     | 0,1039                     |        |
|        | Coefficient | Std. Error | t                          | P      |
| a      | 3,4207      | 0,1760     | 19,4361                    | 0,0327 |
| b      | 8,0193      | 1,6740     | 4,7906                     | 0,1310 |
| x0     | 25,4886     | 1,1777     | 21,6429                    | 0,0294 |
| y0     | 0,9133      | 0,0972     | 9,4004                     | 0,0675 |

Anexo 29: Layout de ensaio.

