



**Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal**

**Licenciatura em Engenharia Agronómica**

**Departamento de Protecção Vegetal**

**Projecto Final**

**Avaliação da fitotoxicidade de herbicidas pré-emergentes em seis culturas**



**Autor**

José Sarinha Rego

**Supervisor**

Prof. Doutor Tomás Fernando Chiconela

**Co-Supervisor**

Eng<sup>o</sup> Francisco Munguambe (MSc)

Maputo, Novembro de 2024

# **AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM SEIS CULTURAS**

Projecto Final submetido à  
Universidade Eduardo Mondlane,  
Faculdade de Agronomia e  
Engenharia Florestal  
(Departamento de Protecção  
Vegetal), sob supervisão do Prof.  
Doutor Tomás F. Chiconela e  
Mestre Francisco Mungambe,  
como um dos requisitos para a  
obtenção do título de licenciado  
em Engenharia Agronómica.

Maputo, Novembro de 2024

## **DEDICATORIA**

À minha família e, em

Particular, aos meus pais

Sarinha Rego e Chica Vieira,

por serem a minha fonte de inspiração

## **DEDICO**

Às crianças do Orfanato  
Casa Esperança, como forma  
de inspiração e motivação  
para que sempre lutem  
pelos seus sonhos

## **OFEREÇO**

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro por minha honra que este trabalho de Culminação do Curso nunca foi apresentado, na sua essência, para a obtenção de qualquer grau e que ele constitui o resultado de investigação pessoal, estando no texto e na bibliografia as fontes utilizadas.

Assinatura

---

(José Sarinha Rego)

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato a Deus, pelo dom da vida, por sempre guiar-me nos bons caminhos.

Ao Prof. Doutor Tomás Chiconela e ao Mestre Francisco Munguambe, pela orientação, motivação e conselhos dados para que este trabalho fosse possível.

À irmã Maria Idalina Patia, às tias Letícia Ramos, Maria Santos (Vanda), Inês Manso e Carina Moutinho por sempre acreditarem no meu potencial e darem todo o seu apoio.

À família Fernandes (António e Isabel), pelo apoio e motivação durante todo o meu percurso estudantil.

Aos meus irmãos Admiro, Pedro, Miguel, Bartolomeu e Moisés pela força e conselhos que sempre recebi deles.

Aos meus amigos e colegas (Abdul Cadre Francisco, João Essamo, Paiva Paiva, Abdala Tomé, Manuela Muchanga), pela ajuda e por sempre estarem por perto quando precisei.

À minha namorada, Ester Cossa, pelo apoio incondicional e por sempre ser a minha conselheira nos momentos mais difíceis.

E, ao CTA e a toda comunidade estudantil, que ao longo desta caminhada contribuíram para que este sonho se tornasse uma realidade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo da divisão celular: divisão celular normal .....	14
Figura 2: Área experimental .....	18
Figura 3: Levantamento e identificação de infestantes .....	21
Figura 4: Branqueamento do feijão nhemba causado pelo Lumax e Bullet.....	24
Figura 5: falhas de germinação do gergelim causado pela metribuzina.....	24
Figura 6: Epinastia e fraco desenvolvimento do milho causado pela pendimetalina.....	25
Figura 7: Cloroses e crescimento reduzido do amendoim causado pela pendimetalina .....	27
Figura 8: Fraco desenvolvimento das culturas após aplicação de MCPA.....	28
a) Figura 9: Desempenho dos tratamentos no controlo de infestantes .....	37
Figura 10: Abundância das infestantes nos tratamentos.....	39
Figura 11: Cobertura das infestantes nos tratamentos. ....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de avaliação da fitotoxicidade.....	20
Tabela 2: Escala de avaliação do controlo de infestantes.....	22
Tabela 3: Escala de avaliação da abundância de infestantes.....	22
Tabela 4: Escala de avaliação da cobertura de infestantes.....	23
Tabela 5: Fitotoxicidade (%) dos herbicidas sobre as culturas aos 7 DAA.....	25
Tabela 6: Fitotoxicidade (%) dos herbicidas sobre as culturas aos 14 DAA.....	27
Tabela 7: Fitotoxicidade (%) dos herbicidas sobre as culturas aos 21 DAA.....	29
Tabela 8: Altura das plantas (cm) em função da aplicação dos herbicidas aos 7 DAA.....	31
Tabela 9: Altura das plantas (cm) em função da aplicação dos herbicidas aos 14 DA.....	32
Tabela 10: Altura das plantas (cm) em função da aplicação dos herbicidas aos 21 DA.....	33
Tabela 11: Biomassa das culturas (g) submetidas aos diferentes herbicidas.....	35
Tabela 12: Espécies observadas na área experimental, em função do tipo e família.....	36
Tabela 13: Controlo de infestantes (%) em função dos tratamentos empregues.....	37

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>ANOVA</b>	Análise de variância
<b>FAEF</b>	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>MADER</b>	Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
<b>MINAG</b>	Ministério da Agricultura
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estatística
<b>UEM</b>	Universidade Eduardo Mondlane

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1: Layout da área experimental.....	51
Anexo 2: Ficha de observações de campo.....	52
Anexo 3: Análise da estatística descritiva da fitotoxicidade .....	53
Anexo 4: Análise de variância.....	56
Anexo 5: Comparação de médias .....	58

## RESUMO

Com o objectivo de avaliar a fitotoxicidade de cinco herbicidas pré-emergentes em seis culturas, no controlo de infestantes, conduziu-se um experimento de campo no Campus Experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da UEM, de Abril à Maio de 2023. Foi usado um delineamento experimental de blocos completos casualizados (DBCC), num esquema factorial 6x6, tendo como tratamentos seis culturas (milho, amendoim, feijão nhemba, alface, cenoura e gergelim), cinco herbicidas (metribuzina, lumax, pendimetalina, MCPA e bullet) e controlo (água). Nas culturas foram avaliados aos 7, 14 e 21 DAA, a fitotoxicidade dos herbicidas, altura das plantas e biomassa aos 30 DAA. Para igual período, foram avaliados o controlo das infestantes, o tipo de infestante, abundância e cobertura. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à comparação de médias pelo teste de Tukey e teste t (cultura de cenoura) ambos a 5% de significância. Os resultados mostraram que todos os herbicidas foram selectivos para a cultura de milho. No feijão nhemba, a Metribuzina, MCPA e Pendimetalina apresentaram selectividade à cultura, no amendoim o MCPA e Metribuzina foram selectivos à cultura e por sua vez, o Metribuzina foi selectivo à cenoura. Na cultura de gergelim, os herbicidas Metribuzina e Pendimetalina causaram a destruição total da cultura. O mesmo cenário foi observado na cultura de feijão nhemba após aplicação dos herbicidas Lumax e Bullet, tendo estes causado a destruição total da cultura. O melhor desempenho no controlo de infestantes foi observado com a aplicação dos herbicidas Lumax e Bullet (100% e 97,5%). O Metribuzina foi o herbicida que apresentou melhor desempenho na variável fitotoxicidade em todas as culturas e em termos de altura das plantas e peso da biomassa, na cultura de milho, a Pendimetalina, Bullet, Lumax e Metribuzina é que proporcionaram os melhores resultados e nas culturas de amendoim, feijão nhemba e cenoura, a metribuzina apresentou os melhores resultados.

**Palavras-chaves:** Fitotoxicidade, herbicidas, controlo de infestantes e milho.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
DECLARAÇÃO DE HONRA .....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	iv
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
LISTA DE ANEXOS .....	vii
RESUMO .....	viii
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização .....	1
1.2. Problema e justificativa .....	2
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Geral .....	3
1.3.2. Específicos.....	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Aspectos gerais sobre as culturas .....	4
2.1.1. Feijão nhemba ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) .....	4
2.1.2. Amendoim ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) .....	5
2.1.3. Alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	6
2.1.4. Gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.).....	6
2.1.5. Cenoura ( <i>Daucus carota</i> L.).....	8

2.1.6.	Milho ( <i>Zea mays</i> L.) .....	8
2.2.	Infestantes .....	9
2.2.1.	Métodos de controlo de infestantes .....	10
2.3.	Herbicidas .....	13
2.3.1.	Metribuzina.....	13
2.3.2.	Pendimetalina .....	13
2.3.3.	MCPA.....	15
2.3.4.	Lumax.....	15
2.3.5.	Bullet .....	16
III.	METODOLOGIA.....	18
3.1.	Determinação do efeito fitotóxico dos herbicidas sobre as culturas .....	18
3.1.1.	Instalação do ensaio e aplicação dos herbicidas .....	18
3.2.	Delineamento experimental.....	19
3.3.	Variáveis analisadas .....	20
3.3.1.	Fitotoxicidade dos herbicidas sobre as culturas .....	20
3.3.2.	Altura das plantas .....	21
3.3.3.	Biomassa das culturas.....	21
3.3.4.	Tipo de infestante .....	21
3.3.5.	Controlo das infestantes .....	21
3.3.6.	Abundância.....	22
3.3.7.	Cobertura .....	23
3.4.	Análise de dados.....	23

IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1.	Fitotoxicidade dos herbicidas sobre as culturas .....	24
4.2.	Altura das plantas .....	30
4.3.	Biomassa das culturas.....	34
4.4.	Tipo de infestante .....	36
4.5.	Controlo de infestantes .....	36
4.6.	Abundância das infestantes .....	39
4.7.	Cobertura das infestantes.....	40
V.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	41
5.1.	Conclusões.....	41
5.2.	Recomendações .....	41
VI.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

## I. INTRODUÇÃO

### 1.1. Contextualização

A agricultura em Moçambique desempenha um papel muito importante na economia do país, por criar oportunidades de investimento e impulsionar vários sectores. Emprega 75% da força de trabalho (Mosca *et al.*, 2012) e contribui com 23% do PIB (MADER, 2020).

A ocorrência de infestantes nos campos agrícolas tem sido considerada como um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores, sendo o seu controlo considerado uma actividade de difícil realização (Osipe *et al.*, 2013) e ocasionando perdas que em média chegam a 15% da produção mundial de grãos pela sua interferência na produção agrícola (Silva, 2019). Este cenário é ainda mais acentuado nos países em desenvolvimento, incluindo Moçambique, onde as perdas podem chegar a 20-30% da produção agrícola, resultado do baixo desenvolvimento da agricultura (Quintanilla & Torres., 1991).

A incidência e o controlo inadequado das infestantes reduz a qualidade da produção, por estas competirem com as culturas por recursos como água, nutrientes, luz e CO<sub>2</sub>, para além de dificultarem a realização de práticas culturais e servirem de hospedeiras e propágulos de pragas e doenças (Rana, 2016). Desta forma, dado o difícil controlo das infestantes de forma manual, sobretudo pela propagação diferenciada das espécies, os agricultores têm recorrido ao controlo químico, através do uso de herbicidas (Barros & Freixial, 2011).

O uso de herbicidas tem se mostrado eficiente no controlo de infestantes, por demandar pouca força de trabalho, economizar o tempo de trabalho, melhorar a qualidade das culturas e por reduzir os custos de produção (Oliveira Jr, 2011a). Apesar dos aspectos descritos acima, tal cenário nem sempre é observado aquando da aplicação dos herbicidas, podendo observar-se uma ineficiência agronómica pela escolha inadequada do herbicida, momento de aplicação, dose usada, selectividade do herbicida à cultura, entre outros factores, culminando assim em sérios problemas de fitotoxicidade nas plantas (Karam & Silva, 2009).

Oliveira Jr & Inoue (2011) ressaltam que o sucesso do controlo químico de infestantes é ditado pela selectividade dos herbicidas nas culturas, podendo o herbicida ser selectivo para uma cultura e não para outra, ocasionando neste último caso, sintomas de fitotoxicidade na cultura. Em estudos de fitotoxicidade de herbicidas, Cruz *et al.* (2018) observaram que a aplicação da metribuzina em pré-emergência no feijão nhemba, causou fitotoxicidade máxima sobre a cultura, resultando na morte de todas as plantas. Correia & Carvalho (2018) após aplicação da

metribuzina na cenoura, observaram selectividade deste herbicida à cultura, evidenciando assim o comportamento diferencial dos herbicidas a diferentes culturas (Oliveira Jr & Inoue, 2011).

## **1.2. Problema e justificativa**

Cerca de 67% da população moçambicana vive nas zonas rurais e 99% desta população pratica a agricultura familiar (MADER, 2020), caracterizada pelo uso de tecnologias rudimentares para o controlo de infestantes.

Desta forma, os agricultores buscam melhorar a qualidade da sua produção e aumentar a sua produtividade, por forma a aumentar o seu retorno económico, mas a incidência das infestantes nos seus campos agrícolas tem comprometido não só o desenvolvimento das plantas, mas também tem exigido muita mão-de-obra para as sachas e faz com o agricultor gaste metade do seu tempo no controlo de infestantes (Radosevich, 1998).

Por forma a minimizar os problemas causados pelas infestantes nas culturas, os agricultores têm recorrido ao uso de herbicidas, mas, estes muitas vezes não dispõem de informação necessária sobre os produtos mais indicados para o controlo de infestantes nos seus campos, principalmente em culturas hortícolas, resultando assim em sérios problemas de fitotoxicidade e na redução do rendimento das culturas (MINAG, 2007).

Assim, o conhecimento desses herbicidas, a dose indicada para cada cultura, o intervalo de aplicação, o efeito selectivo sobre as culturas e a percentagem de controlo das infestantes, é crucial para que o controlo seja efectivo, sem causar danos de fitotoxicidade à cultura principal (Rodrigues, 2019; Kurre *et al.*, 2017).

Neste contexto, espera-se que este estudo seja uma contribuição para que, os agricultores tenham informação necessária sobre o uso dos herbicidas metribuzina, pendimetalina, mesotriona, s-metolaclo, terbutilazina, atrazina, acetocloro e MCPA no controlo de infestantes, nas culturas de milho, amendoim, feijão nhemba, alface, cenoura e gergelim, sem que os mesmos causem danos de fitotoxicidade às culturas.

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Geral**

- Avaliar a fitotoxicidade de cinco herbicidas pré-emergentes em seis culturas, no controlo de infestantes.

#### **1.3.2. Específicos**

- Determinar o efeito fitotóxico dos herbicidas sobre as culturas de milho, amendoim, feijão nhemba, alface, cenoura e gergelim;
- Quantificar o nível de controlo de infestantes nos tratamentos com herbicidas;
- Comparar o desempenho dos herbicidas nas variáveis avaliadas.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos gerais sobre as culturas

#### 2.1.1. Feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é originária da região central e oeste da África (Singh *et al.*, 2002). Apresenta uma grande adaptabilidade a condições secas e de baixa fertilidade do solo, factor esse que faz com que seja amplamente cultivada pelo sector familiar, em consociação principalmente com o milho (EMBRAPA, 2002).

Segundo a FAOSTAT (2012), a África tem sido a maior produtora desta leguminosa, representando cerca de 95% da produção e 98% da área total mundial. Dentre os maiores produtores mundiais, destacam-se a Nigéria, Níger, Burkina Faso e a República da Tanzânia.

Em Moçambique, o cultivo do feijão nhemba ocupa a segunda posição, atrás apenas do amendoim (INE, 2010), constituindo um alimento básico para a maior parte da população rural moçambicana pelos seus vários benefícios como os minerais, proteínas, vitaminas, carboidratos e alguns aminoácidos (Vespucci *et al.*, 2018).

Cultivada predominantemente pelo sector familiar em condições de sequeiro, numa área aproximada de 180. 000 hectares e com um rendimento de 300 kg por hectare, com principal objectivo de obter grão, vagem verde e folhas que servem para a alimentação humana e geração de renda. Relativamente às províncias com maiores produções a nível nacional, destacam-se Inhambane, Nampula, Zambézia, Maputo, Gaza e Cabo Delgado, as quais apresentam as maiores áreas de produção (Rulkens, 1996).

Vários factores têm interferido no crescimento, desenvolvimento e na produtividade desta cultura, dentre eles, as infestantes são tidas como as mais problemáticas, porque quando não são devidamente controladas, competem com a cultura por água, nutrientes, luz e espaço, reduzindo drasticamente a quantidade e a qualidade da produção do grão (Freitas *et al.*, 2009). Muhammad *et al.* (2003) e Oliveira *et al.* (2010), concluíram que a convivência das infestantes com a cultura do feijão nhemba reduziu a produtividade em 82% e 90% em todo o ciclo, respectivamente, sendo que quando controladas até os 45 dias após a sementeira, não foi observada nenhuma redução na produtividade (Oliveira *et al.*, 2010).

Assim, por forma a reduzir a convivência e interferência das infestantes com a cultura de feijão nhemba, o uso de herbicidas tem se mostrado eficiente no controlo das infestantes sem que os mesmos causem danos de fitotoxicidade à cultura. Dentre os herbicidas mais usados no feijão

nhemba, destacam-se o imazamox + bentazon, imazamox, bentazon, fluazifop-p-butyl, imazethapyr, trifluralina, s-metolacoloro, fenoxaprop-p-ethyl, oxadiazon (Mesquita *et al.*, 2017).

### **2.1.2. Amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é originária da América do Sul. É cultivada em regiões de altas e baixas temperaturas sobretudo por produtores do sector familiar (Barreto *et al.*, 2006), com o principal objectivo de obtenção do grão para o consumo humano, extração de óleo, obtenção de folhas para produção de forragem para alimentação animal. Ocupa o quinto lugar no ranking de produção mundial das principais culturas oleaginosas produzidas no mundo (Silveira *et al.*, 2011; USDA, 2023).

Apesar de apresentar uma grande adaptabilidade a diferentes condições ambientais, é muito influenciada por factores climáticos, edáficos e biológicos nas diferentes fases do seu desenvolvimento (Peixoto *et al.*, 2008). Apresenta um valor social e econômico importantíssimo, pelo seu alto teor nutricional em calorias, proteínas e aminoácidos (Freitas & Margarido, 2003), sendo base da dieta alimentar diária de alguns povos da África e da Ásia (Bolonhezi *et al.*, 2013), sendo a oleaginosa mais importante no país, seguida pelo algodão e girassol (Muitia, 2015).

São tidos como maiores produtores mundiais desta leguminosa, o continente asiático (China e a Índia) e o americano (Estados Unidos), onde a África, em especial Moçambique, ocupa o 30º lugar no ranking mundial (USDA, 2023).

Por ser uma cultura com um crescimento lento e folhas pequenas nos primeiros estágios do seu desenvolvimento, a sua produtividade tem sido influenciada pela competição com as infestantes, por água, nutrientes, luz e espaço. As infestantes podem também ser, hospedeiros alternativos de pragas, aumentando a humidade do ar na folhagem, ocasionando deste modo doenças fúngicas e dificultando a implementação das práticas culturais (Segeren, 1994).

Assim, torna-se imprescindível o controlo das mesmas, como forma de evitar uma redução na produtividade da cultura e uma depreciação do grão (EMBRAPA, 2023).

Neste contexto, é recomendado o uso de glifosato, pendimetalina, trifluralina, s-metolacoloro, pyroxasulfone, pulfentrazone, flumioxazin + imazethapyr, imazethapyr, imazapic, bentazon, bentazon + imazamox, clethodim e quizalofop-p-ethyl (EMBRAPA, 2023).

### **2.1.3. Alface (*Lactuca sativa* L.)**

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortícola pertencente à família Asteraceae. É originária da região de temperaturas amenas, concretamente entre o Mediterrâneo e a Ásia. Há registos da sua utilização pelos egípcios, gregos e romanos (Sala & Costa, 2012; EMBRAPA, 2015), sendo a mais importante das hortícolas folhosas no mundo, geralmente consumida *in natura* na forma de saladas (Sala & Costa, 2012).

Por apresentar um grande espectro adaptativo às condições ambientais, baixa susceptibilidade a pragas e doenças e por ser cultivada sucessivamente no mesmo ano, fazem dela a hortícola folhosa mais produzida pelos pequenos produtores e uma importante fonte de renda para os mesmos (Medeiros *et al.*, 2007).

Dentre os maiores produtores desta cultura, destacam-se a China, os Estados Unidos e a Índia (Carvalho, 2017). Em Moçambique, o sector familiar tem sido o que mais produz esta hortícola, seja ela para fins comerciais como para a subsistência, o que tem os fortalecido e ao mesmo tempo garantido a sustentabilidade através da geração de empregos e aumento da renda familiar (Correia, 2018). Contudo, as infestantes têm criado prejuízos decorrentes da competição com a cultura, sobretudo no estágio inicial da mesma, pois a formação de folhas suficientemente desenvolvidas para cobrir o solo tem ocorrido de forma lenta, ocasionando assim um baixo poder competitivo e quando a convivência se dá por um período relativamente longo, pode ocorrer a redução da produção (Machado *et al.*, 2009).

Pela agressividade das infestantes e pelos danos que estas podem causar na cultura, o uso de herbicidas para suprir tais danos é recomendado, embora a quantidade de herbicidas registados para a mesma seja reduzida. Contudo, alguns produtos como é o caso do amônio-glufosinato, fenoxaprop-p-ethyl e fluazifop-p-butyl têm sido recomendados para o controlo de infestantes (Colariccio & Chaves, 2017).

### **2.1.4. Gergelim (*Sesamum indicum* L.)**

Pertencente à família Pedaliaceae, o gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura originária da África. Os registos do seu cultivo datam de muito antes de 4.300 a. C, na China, Egito e Índia, podendo ser destacada como uma das mais antigas oleaginosas cultivadas no mundo (Arriel *et al.*, 2007). Facilmente pode ser cultivada, por apresentar tolerância a diferentes condições ambientais como a seca e a estiagem, sendo por isso, produzida na sua maioria por pequenos e médios produtores, constituindo uma fonte de renda e geração de trabalho

importante (Queiroga *et al.*, 2008). Apresenta vários benefícios, podendo as suas sementes serem aproveitadas na sua totalidade através da extração de óleo e através do farelo das mesmas, como também por serem ricas em proteínas, carboidratos entre outros nutrientes (Queiroga *et al.*, 2008).

São tidos como maiores produtores desta oleaginosa, o continente asiático e o africano, destacando-se a Índia, Myanmar, Sudão e China, como os maiores produtores, por representarem quase 70% da área total mundialmente cultivada (Arriel *et al.*, 2009). Dentre os países da África Sub-Sahariana, o Sudão, República Unida da Tanzânia, Nigéria, Burkina Faso, Etiópia e Moçambique são destacados como os principais produtores e exportadores desta oleaginosa (FAOSTAT, 2019).

Em Moçambique, a sua produção é feita em grande parte por pequenos produtores do Centro e Norte do país como cultura de rendimento, contribuindo para a criação de novas oportunidades de emprego, aumento da renda familiar e, conseqüentemente, reduzindo o nível de pobreza e fortificando a economia do país (ICM, 2023)

Assim como em outras culturas, as infestantes têm sido um factor importante na cultura do gergelim, pelo facto das mesmas interferirem negativamente no rendimento desta através da competição pela água, luz, nutrientes e espaço (Silva *et al.*, 2013). Esta interferência, causa um baixo rendimento da cultura, podendo se reflectir na sua produtividade, dependendo do tipo de infestante presente na área, da intensidade de infestação, entre outros factores, o que pode reduzir a produção em até 65% (Grichar & Dotray, 2001).

A redução da produção resulta do facto de, nos primeiros dias, a cultura apresentar um crescimento muito lento, o que ocasiona a interferência das infestantes (EMBRAPA, 2007). Para reduzir este problema, recomenda-se o uso de herbicidas para manter a cultura livre da interferência.

Em trabalhos realizados por Langham *et al.* (2007), relatam haver diferenças na forma como estes herbicidas agem quando submetidos a diferentes condições ambientais, como, a variabilidade do solo, temperatura, humidade, precipitação e sob diferentes métodos de aplicação dos mesmos, se comportando de diferentes formas em diferentes países ou no mesmo local após algum tempo. Dentre os herbicidas recomendados, destacam-se: o alacloro, diurão, fluchloralin, fluometuron, linuron, metobromuron + metolacloro, pendimetalina, trifluralina, clethodim, fluazifop-P, haloxifop e setoxidim, para o controlo de infestantes nesta cultura.

### **2.1.5. Cenoura (*Daucus carota* L.)**

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma cultura pertencente à família Apiaceae. É originária da região da Ásia-Afeganistão. Faz parte do grupo das culturas com raízes tuberosas, a qual apresenta um grande valor económico, pela sua riqueza em vitaminas e sais minerais. Mundialmente a cenoura tem registado maiores produções na China, Estados Unidos e na Rússia (Pereira, 2013). É cultivada numa área acima de um milhão de hectares em todo o mundo, e tem em média uma produtividade de até 30 t. ha<sup>-1</sup>, podendo chegar a 60 t. ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2015).

O controlo das infestantes é imprescindível durante a produção da cenoura, pois por ela apresentar um porte pequeno e um crescimento inicial lento durante os primeiros estágios do seu desenvolvimento, o poder competitivo com as infestantes por recursos essenciais para o seu crescimento torna-se reduzido. Isto, faz com que a mesma se torna susceptível à interferência das infestantes, podendo reduzir a sua produção (Matos *et al.*, 2011).

O uso de herbicidas em consequência dos danos causados pelas infestantes na cultura, é uma prática recomendada, desde que sejam observados factores como o tipo de herbicida, dose indicada, persistência, a percentagem de controlo das infestantes, entre outros factores, para que assim as perdas na produção sejam minimizadas. Dentre os herbicidas recomendados para esta cultura destacam-se: o clethodim, fenoxapropeético, fenoxaprope-P-ético, fluazifope-P-butílico, linuron, metam-sódico, prometrina, trifluralina (Carvalho, 2022).

### **2.1.6. Milho (*Zea mays* L.)**

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura originária da América (México). Faz parte da família das Poaceae. É considerada uma das culturas mais importantes a nível mundial, na alimentação humana e animal. Ocupa o terceiro lugar dos cereais mais produzidos em todo o mundo, sendo superado apenas pelo trigo e arroz (Barros & Calado, 2014; Ramos & Pitelli, 1994).

É uma cultura cultivada praticamente em todo o mundo, sendo observada maiores produções nos Estados Unidos (40%), China (20%), Brasil (6%), México e França (3%), e na Argentina (2%) (Galvão & Miranda, 2004; Ramos & Pitelli, 1994). Em Moçambique, o milho é produzido maioritariamente pelo sector familiar, constituindo a principal cultura alimentar e fonte de renda, bem como de segurança alimentar da maioria das famílias moçambicanas (Mabilana *et al.*, 2012).

A falta ou inadequado controlo de infestantes na cultura do milho tem se mostrado como um dos principais factores na redução do rendimento da cultura, podendo as suas perdas variarem de 10% (quando acontece o controlo inadequado) ou a mais de 85% (quando há ausência de controlo). As elevadas perdas são muitas vezes influenciadas pelo período de competição, estágio de desenvolvimento da cultura, tipo de infestantes presentes na área e o número de plantas por área (Galvão & Miranda, 2004).

Além das perdas de produção, as infestantes podem ainda causar a depreciação do grão, causar a maturação desuniforme, servirem como hospedeiras de pragas e doenças e criar dificuldades nas práticas agrícolas (Galvão & Miranda, 2004). Por ser uma cultura de grande importância no mundo, produzida comercialmente e em grandes áreas, vários herbicidas têm sido registados para o uso nesta cultura, fazendo com que o produtor tenha uma vasta gama de escolhas sobre os herbicidas a usar nos diferentes períodos de crescimento da cultura. Dentre os herbicidas recomendados para esta cultura destacam-se: acetocloro, alacloro, ametrina, atrazina, bentazona, bullet, dicamba, diuron, glifosato, linuron, lumax, MCPA, mesotriona, metolacoloro, metribuzina, pendimetalina, tembotriona, terbutilazina, trifluralina, 2,4-D, entre outros herbicidas (Agrifit, 2024; BAYER Moçambique, s.d; Syngenta, 2022).

## 2.2. Infestantes

As infestantes são definidas como qualquer planta que se desenvolve onde não é desejada (Galvão & Miranda, 2004; Chiconela *et al.*, 1999). Chiconela *et al.* (1999), consideram ainda infestantes, algumas plantas que ao se desenvolverem dificultam a utilização da terra, recursos hídricos ou que criam um mau estar no Homem através da irritação cutânea, alergias, entre outros. Os mesmos autores, voltam a descrever as infestantes como qualquer planta que possa interferir nas actividades do Homem.

As infestantes apresentam uma vasta gama de características que as tornam difíceis de controlá-las, dentre elas (Chiconela *et al.*, 1999):

**-Plasticidade:** capacidade que as infestantes têm de se adaptarem às mais variadas condições ambientais e de solo, podendo ser encontradas em climas temperados a tropicais e em solos férteis e inférteis. Diferente das infestantes, as culturas são mais rigorosas em termos nutricionais, de temperatura entre outros factores que quando não obedecidos, resulta na redução da produtividade das mesmas (Galvão & Miranda, 2004).

**-Capacidade de competição:** várias características interagem em comum para que as infestantes tenham uma alta capacidade competitiva, o que as possibilita viver em condições adversas, dentre elas: fácil germinação das suas sementes de forma uniforme em diversas condições ecológicas; desenvolvimento de raízes fasciculadas perto da superfície do solo e raízes principais profundas. O milho, por exemplo, nos primeiros estágios do seu desenvolvimento, apresenta uma baixa taxa de crescimento e associado ao espaçamento da cultura, tem criado condições propícias para o desenvolvimento das infestantes (Tembe, 2014), reduzindo o rendimento da cultura, podendo as suas perdas variarem de 10% a 85% (Galvão & Miranda, 2004).

**-Capacidade de produção de propágulos:** para que garantam a sobrevivência da espécie, as infestantes produzem um grande número de sementes e propágulos seja via seminífera (semente) ou por via vegetativa (rizomas, estolões, bulbos) (Brighenti & Oliveira, 2011).

**-Desuniformidade na germinação:** dois factores são tidos como imprescindíveis para o sucesso desta característica, a dormência da semente/propágulos e a sua distribuição no perfil do solo, fazendo com que elas necessitem de diferentes estímulos para a quebra da dormência (Brighenti & Oliveira, 2011).

**-Facilidade de disseminação dos propágulos:** a dispersão dos propágulos pode ocorrer pela própria planta (autocoria) ou por agentes externos (alocoria), podendo observar-se formas de dispersão por agentes externos, como por exemplo, pela água (hidrocoria), pelo vento (anemocoria), por animais (zoocoria), pelo homem (antropocoria) (Brighenti & Oliveira, 2011).

### **2.2.1. Métodos de controlo de infestantes**

#### **Preventivo**

Este método consiste em evitar a introdução, disseminação e multiplicação das infestantes na área de produção, que pode ocorrer através de lotes de sementes contaminadas, máquinas agrícolas, animais ou mesmo pelo próprio Homem (Tembe, 2014). São descritas como práticas a implementar no controlo preventivo, o uso de sementes certificadas, limpeza de equipamentos agrícolas após o seu uso em áreas infestadas, usar estrume curtido (55-60 °C), evitar a circulação de animais vindos de áreas infestadas para as não infestadas (Galvão & Miranda, 2004; Chiconela *et al.*, 1999).

## **Cultural**

Tem por objectivo o uso de práticas que promovam o rápido crescimento da cultura, favorecendo a sua capacidade competitiva em relação às infestantes (Galvão & Miranda, 2004; Chiconela *et al.*, 1999). Uma das práticas mais usadas nos países em desenvolvimento é a consociação do milho com outras culturas (como o feijão, amendoim, abóbora), para assim ajudar a cobrir o solo e reduzir a emergência de infestantes na área (Tembe, 2014). A outra prática que é também largamente usada é a rotação de culturas para impedir o desenvolvimento e aumento de uma única espécie, em virtude da monocultura (Galvão & Miranda, 2004). Chiconela *et al.* (1999) descrevem ainda outras práticas como a adubação localizada, o cumprimento das datas de sementeira, entre outras práticas.

## **Mecânico**

Descrito como o método mais antigo de controlo de infestantes usado pelo Homem. Consiste no uso de equipamentos como a enxada e os cultivadores, com o principal objectivo de eliminar as infestantes (Galvão & Miranda, 2004), evitando deste modo a competição entre a cultura e as infestantes por recursos (água, luz, ar, nutrientes) (Chiconela *et al.*, 1999).

A sacha, que é o principal método de controlo de infestantes usado em zonas tropicais, tem se mostrado desvantajosa quando praticada em áreas relativamente grandes, fazendo com que em alguns casos ela seja feita depois de ultrapassado o período crítico da cultura, haja a possibilidade de danificar a cultura, seja necessária muita mão-de-obra, sendo apenas eficiente em áreas relativamente menores (Chiconela *et al.*, 1999).

## **Físico**

Consiste em criar condições que impossibilitem o surgimento de infestantes ou que promovam a sua morte logo após a sua germinação, ou através de práticas que possibilitem tal efeito, tais como (Chiconela *et al.*, 1999):

**-Mulching:** uso de restos de culturas para cobrir o solo, com o objectivo de abafar as infestantes, aumentando assim o nível de matéria orgânica no solo;

**-Queima:** uso do fogo para dessecar as infestantes, desidratando-as.

**-Inundação:** uso da água para combater as infestantes terrestres. Para que tal método seja aplicável, é necessário que o terreno esteja bem nivelado e haja disponibilidade de água. Enquanto se combatem as infestantes terrestres, podem crescer algumas infestantes aquáticas

como as algas, representando-se assim uma das desvantagens desse método, sendo necessário para o seu controlo, a drenagem.

### **Biológico**

É feito usando organismos vivos, podendo ser usado um ou mais (Chiconela *et al.*, 1999). É um método muito específico, em que o agente de controlo ataca uma espécie específica de planta, podendo por vezes atacar mais de uma espécie dentro do mesmo género. É imperioso que o agente de controlo biológico seja altamente selectivo para que não crie danos à cultura principal (Fontes *et al.*, 2003). Podem ser usados como agentes de controlo biológico, os insectos, microorganismos, gansos, ovelhas, cabras, porcos, patos, entre outros (Oliveira Jr *et al.*, 2011).

### **Químico**

É um método que consiste no uso de herbicidas, que podem ser aplicados antes ou depois da sementeira da cultura, proporcionando ao produtor vantagens de controlar as infestantes em épocas chuvosas, onde o método mecânico não é praticável; possibilitando que a cultura se estabeleça desde a sementeira até à colheita sem que haja competição com as infestantes; é um método eficiente, fazendo com que se torne uma alternativa melhor tendo em conta os demais métodos (Galvão e Miranda, 2004; Vargas *et al.*, 2006).

A aplicação de herbicidas pré-emergentes é feita antes da emergência da cultura e das infestantes, podendo ser feita logo após a sementeira, com a incorporação ou sem incorporação do herbicida, garantindo assim o controlo das infestantes sem que estas interfiram no desenvolvimento das culturas (Galvão e Miranda, 2004; Vargas *et al.*, 2006). Para os herbicidas pós-emergentes, a sua aplicação é feita após a emergência da cultura, podendo ainda ser feita após a emergência da cultura e das infestantes (Barros & Calado, 2014).

Para que tais herbicidas se mostrem eficientes no controlo das infestantes, é necessário que o produtor observe alguns factores, como a humidade do solo no momento da aplicação; temperatura e tipo de solo; espécies infestantes a serem controladas; ocorrência de chuva logo após a aplicação para a activação do herbicida, podendo apresentar controlo insatisfatório quando as condições não forem ideais (Galvão e Miranda, 2004; Vargas *et al.*, 2006).

## **2.3. Herbicidas**

Os herbicidas são compostos químicos usados para matar ou suprir o crescimento de uma determinada ou várias espécies infestantes, sendo classificados ou agrupados de acordo com o seu mecanismo de acção na planta.

### **2.3.1. Metribuzina**

4-amino-6-tert-butyl-4,5-dihydro-3-methylthio-1,2,4-triazin-5-one (metribuzina), é um herbicida triazínico, selectivo e sistémico, usado em pré e pós-emergência para o controlo de infestantes dicotiledóneas e algumas gramíneas nas culturas de cana-de-açúcar, café, batata, mandioca, soja, trigo e tomate (MAPA, 2016).

Apresenta uma solubilidade moderada em água e pouca mobilidade em solos com muita matéria orgânica, apresentando um aumento na mobilidade em solos com pH alto. É um herbicida que facilmente pode sofrer a fotodecomposição na superfície do solo (Roman *et al.*, 2005).

Quando aplicado nas plantas, a taxa de fixação de CO<sub>2</sub> diminui em poucas horas, podendo diminuir até próximo de zero em 1 ou 2 dias, não ocorrendo nenhuma recuperação em plantas sensíveis. Já nas plantas tolerantes, observa-se uma diminuição moderada da taxa de fixação de CO<sub>2</sub>, podendo se observar a recuperação das plantas em alguns dias (Oliveira Jr, 2011).

São sintomas característicos desse herbicida, cloroses internervais e das margens das folhas, que passam para necroses das margens para o centro das folhas, sendo mais perceptíveis e desenvolvendo-se de forma rápida quando expostas à luz (Roman *et al.*, 2005).

A selectividade a este herbicida é ditada pelo metabolismo, onde as plantas conseguem metabolizar o herbicida em substâncias não tóxicas (Roman *et al.*, 2005; Marchi *et al.*, 2008). Outros factores podem ditar a selectividade a esse herbicida, tais como a aplicação dirigida, absorção diferencial por raízes e folhas, translocação diferencial das raízes para as folhas, localização no solo (Oliveira Jr, 2011).

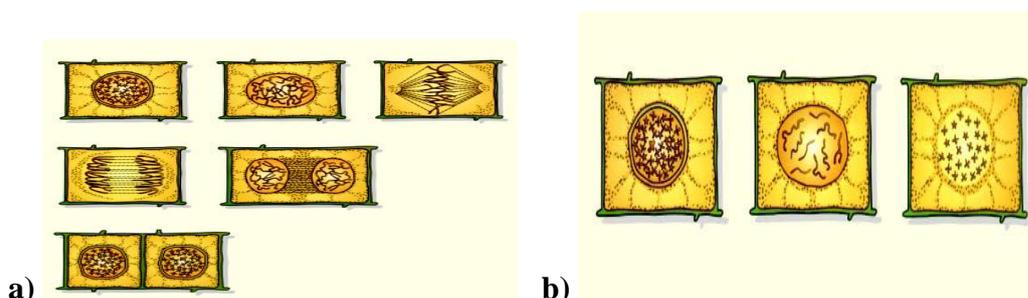
### **2.3.2. Pendimetalina**

A pendimetalina ((N-1-(etil-propil) -2,6-dinitro-3,4-metil-toluidina) é um herbicida com coloração amarelo-brilhante, pertencente as dinitroanilinas, com pouca solubilidade em água e facilmente adsorvido pelas partículas do solo, o que dificulta a sua lixiviação. A sua degradação é feita em grande parte por microrganismos do solo, o que pode ocasionar acção fitotóxica a

culturas subsequentes em condições de deficiência hídrica, mas também pode ocorrer a fotodegradação e a volatilização, sendo necessário à sua incorporação após a aplicação. Pode ser usado em pré e/ou pós-emergência para o controle de infestantes de folha estreita e algumas de folhas largas nas culturas de amendoim, algodão, feijão e soja.

Quando absorvido pela planta, este afecta o processo da mitose por meio da inibição da formação de microtúbulos, os quais têm o papel de alinhar e separar os cromossomas durante a mitose, impedindo assim a divisão celular e formando células anormais (figura 1). Já nos seres vivos, tal interferência na divisão das células não se verifica, por este apresentar uma baixa toxicidade (Roman *et al.*, 2005).

A inibição da divisão celular em órgãos e partes de plantas em crescimento, resulta na emergência tardia e na redução do crescimento e desenvolvimento da parte radicular e aérea da planta, podendo apresentar um enchimento no hipocótilo e desenvolvimento de muitas raízes laterais (Roman *et al.*, 2005).



**Figura 1:** Processo da divisão celular: divisão celular normal (a); acção da pendimetalina na divisão celular, inibindo a divisão dos cromossomas (b)

Fonte: Roman *et al.* (2005)

A selectividade desse herbicida é altamente influenciada pela sua localização no solo (selectividade de posição), por ser absorvido pelas raízes (Oliveira Jr *et al.*, 2011), mas também é influenciado pela sua afinidade com os óleos, pela baixa lixiviação e pela baixa ou incapaz absorção foliar (pela sua incapacidade de translocação) (Roman *et al.*, 2005).

### **2.3.3. MCPA**

O MCPA ((4-cloro-2-metilfenoxi) ácido acético) é um herbicida pertencente à família química dos ácido fenoxicarboxílicos, com função hormonal, afetando as plantas de igual modo à auxina natural das plantas, sendo mais activo e persistente por mais tempo do que o ácido indol-acético (AIA) (Oliveira Jr, 2011). É um herbicida pré e/ou pós-emergente, selectivo e sistêmico, usado no controlo de infestantes dicotiledóneas anuais ou perenes nos cereais, linho, vinha, ervilha, batata, pastagens e florestas, geralmente selectivo para maior parte das gramíneas, por estas apresentarem a capacidade de oxidar o produto, pela fraca mobilidade que este apresenta na planta (Roman *et al.*, 2005; Anzalone, 2005; Oliveira, 2007).

Quando aplicado sobre a planta alvo, afecta o metabolismo de ácidos nucleicos e a plasticidade da parede celular, podendo tornar a parede celular ácida ocasionado pelo estímulo da actividade da bomba de prótons da ATPase, ligado à membrana celular. Ocasiona ainda um intenso aumento celular, o que causa epinastia das folhas e pecíolos, interrupção do floema, impedindo o transporte de fotoassimilados para as diferentes partes da planta (Oliveira Jr, 2011). Facilmente é degradado quando aplicado no solo, pela acção dos microorganismos. Aplicações repetidas tendem a aumentar tanto a sua degradação como a população de microorganismos no solo, porque os microorganismos usam tais moléculas como fonte de carbono (Roman *et al.*, 2005).

Os sintomas da aplicação desse herbicida incluem epinastia e enrolamento das folhas, ramos e pecíolos, inibição do crescimento, cloroses e necroses nos meristemas, tumores ao longo do caule, deformação nas nervuras e no limbo foliar, observando-se a morte das plantas de forma lenta de três a cinco semanas após a aplicação (Roman *et al.*, 2005; Oliveira Jr, 2011).

A selectividade desse herbicida em gramíneas é determinada por vários factores, tais como a presença de meristemas intercalares, baixa mobilidade na planta, metabolização e exsudação via sistema radicular, arranjo do tecido vascular em feixes dispersos (Roman *et al.*, 2005; Oliveira Jr, 2011).

### **2.3.4. Lumax**

O Lumax é um herbicida selectivo, composto de três ingredientes activos (mesotriona, s-metolaclo e terbutilazina), com diferentes mecanismos de acção, o que lhe confere um amplo espectro de controlo de infestantes de folha estreita e larga, em pré e pós-emergência nas culturas de milho e cana-de-açúcar (Syngenta, 2022).

A **mesotriona** (2-(4-mesy-2-nitrobenzoyl) cyclohexane-1,3-dione) pertencente às tricetonas, é um herbicida selectivo, usado em pós-emergência para o controlo de infestantes dicotiledóneas anuais e gramíneas na cultura do milho. É absorvido pelas folhas, raízes, ramos e brotos, tendo uma baixa toxicidade para os mamíferos (Karam *et al.*, 2004). Este herbicida age inibindo a biossíntese de carotenoides através do bloqueio da actividade da enzima *p*-hidroxifenil-piruvato desidrogenase (HPPD) nos cloroplastos, enzima essa que tem a função de converter o *p*-hidroximetil-piruvato à homogentisato. Por ser uma reacção importante na síntese de plastoquinona, a sua interrupção causa o branqueamento das folhas das plantas sensíveis, seguidas de necrose e morte da planta (Karam *et al.*, 2004; Oliveira Jr, 2011). A sua tolerância é determinada pelo metabolismo, sendo que o milho consegue metabolizar o herbicida em substâncias não tóxicas (Karam *et al.*, 2004).

O **s-metolachlor** (2-chloro-6'-ethyl-N-[(1S)-2-methoxy-1-methylethyl]acet-o-toluidide) é um herbicida do grupo das cloroacetamidas, aplicado em pré-emergência para o controlo de infestantes de folha estreita e algumas de folha larga nas culturas de algodão, cana-de-açúcar, feijão, milho e soja, sendo absorvido pelo coleótilo e hipocótilo das plantas jovens quando estas estão emergindo, inibindo assim o crescimento do meristema apical e da raiz das plantas. A fitotoxicidade deste herbicida é observada assim que as plântulas emergem, apresentando sintomas como a não abertura do coleótilo e pelo enrugamento das folhas definitivas, em consequência do menor crescimento da nervura central em relação ao crescimento do limbo foliar. A sua selectividade está ligada à taxa de metabolismo, sendo que nas plantas tolerantes a metabolização é rápida em relação às plantas susceptíveis (Karam *et al.*, 2003).

### 2.3.5. Bullet

Bullet é um herbicida selectivo, composto por três ingredientes activos (atrazina, acetochlor e terbutilazina), com diferentes mecanismos de acção, conferindo-lhe assim maior espectro de controlo de infestantes gramíneas e dicotiledóneas em pré-emergência nas culturas de milho. (BAYER, s.d.).

A **atrazina** (2-cloro-4-etilenodiamino-6-isopropilamino-s-triazina), herbicida de acção residual, sistémico e selectivo, utilizado em pré e pós-emergência para o controlo das dicotiledóneas nas culturas de milho, soja e cana-de-açúcar, pertence às clorotriazinas. A sua absorção é feita pelas raízes e partes aéreas das plantas, sendo translocado via apoplasto, apresentando assim uma boa translocação pelas raízes e pouca pelas folhas. Age inibindo a fotossíntese no FSII, bloqueando o fluxo de eléctrons entre a  $PQ_A$  e  $PQ_B$ , resultando assim em

efeitos fitotóxicos severos na planta, como cloroses internervais, acompanhadas pelo amarelecimento das bordas de folhas, progredindo para necrose por toda a folha. O milho consegue metabolizar este herbicida e transformá-lo em hidroxitriazinas através da hidroxilação por acção de enzimas (Vargas *et al.*, 2006).

O **acetochlor** (2-chloro-N-ethoxymethyl-6'-ethylaceto-o-toluidide), herbicida pertencente às cloroacetamidas, age inibindo a síntese de lipídeos e proteínas, sendo recomendado em pré-emergência na cultura do milho para o controlo de infestantes de folha estreita e algumas de folha larga. Os sintomas de fitotoxicidade são caracterizados pela não emergência de plantas sensíveis e quando emergem, apresentam deformação e enrolamento no coleóptilo (Vargas *et al.*, 2006).

A **terbutilazina**, herbicida selectivo de acção sistémica, pertencente às triazinas, é usado em pré e pós-emergência para o controlo de infestantes na cultura do milho. Age inibindo a fotossíntese no FSII, resultando assim em cloroses nas folhas das plantas, progredindo para necroses consequentemente a morte da planta (AEGRO, 2024; Syngenta, 2022).

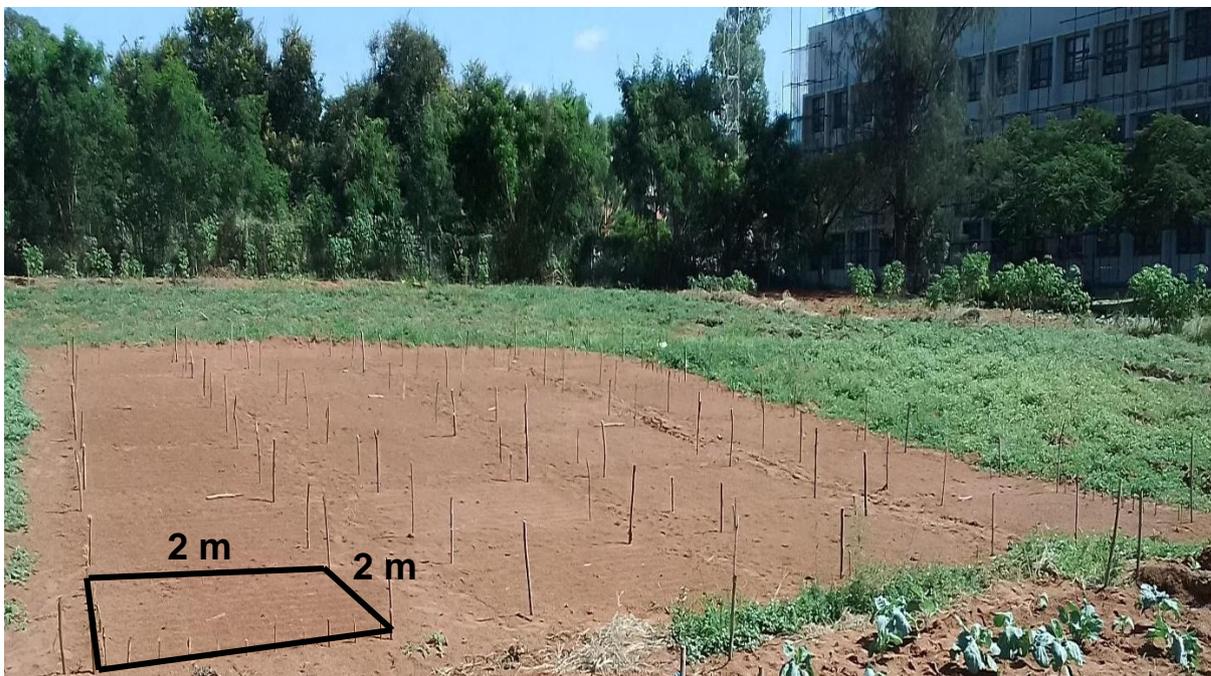
### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Determinação do efeito fitotóxico dos herbicidas sobre as culturas

Para a determinação do efeito fitotóxico, montou-se um ensaio no Campo Experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), situado na Cidade de Maputo, a 25° 57' 07" S e 25° 57' 09" S de latitudes e 32° 36' 05" E e 32° 36' 10" E de longitudes, a uma altitude de 60 m. É caracterizado segundo a classificação de Koppen, por um clima do tipo Aw (clima tropical chuvoso de savana), apresentando uma precipitação média anual acima dos 500 mm (cerca de 767 mm), onde observa-se maior precipitação no mês de Fevereiro (cerca de 137 mm) e menor precipitação no mês de Agosto (cerca de 12 mm), alcançando uma temperatura média anual de 22,8° C e uma evapotranspiração média anual de 1900 mm (Gomes *et al.*, 2004).

##### 3.1.1. Instalação do ensaio e aplicação dos herbicidas

O ensaio foi conduzido de Abril à Maio de 2023, tendo sido previamente feita uma preparação mecanizada do solo (lavoura), onde posteriormente fez-se a delimitação das parcelas de 4 m<sup>2</sup> (2 m x 2 m) (figura 2). A sementeira foi manual, a uma profundidade de 5 cm (sementes grandes) e 1,5 cm (sementes pequenas), com sementes apresentando 90% de poder germinativo.



**Figura 2:** Área experimental

Fonte: Autor

Na aplicação dos herbicidas, usou-se uma proveta graduada de 50 ml para a medição da quantidade de produto a aplicar, um pulverizador dorsal de 16 litros e o equipamento de protecção (máscara com filtro, fato macaco, óculos, luvas e botas). Para a preparação da calda, usou-se 300 L/ha de água para todos os herbicidas. A aplicação dos herbicidas foi feita posteriormente à sementeira e à rega, por estes interferirem na germinação de sementes ou no crescimento radicular das plantas, necessitando de humidade do solo (irrigação ou chuva) para que possam actuar. Nisso, foram usados o Lumax (4 L/ha), MCPA (4 L/ha), Pendimetalina (4,5 L/ha), Bullet (2,75 L/ha) e Metribuzina (2 L/ha).

### 3.2. Delineamento experimental

O ensaio foi conduzido usando o delineamento experimental de blocos completos casualizados (DBCC), num esquema factorial 6x6 (cultura x herbicida) + controlo com 4 repetições (equação 1), com 6 níveis cada factor (cultura: milho, amendoim, feijão nhemba, alface, cenoura, gergelim e herbicida: controlo, Metribuzina, Lumax, Pendimetalina, MCPA, Bullet), totalizando um total de 36 tratamentos. Cada parcela era composta por 6 culturas, com 2 linhas cada, num espaçamento de 15 cm x 15 cm, onde para as sementes grandes (milho, amendoim e feijão nhemba), cada linha era composta por 12 plantas e para as sementes pequenas (alface, cenoura e gergelim), por ter sido feita a sementeira directa no campo, não se obteve um número exacto de plantas.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \nu_j + (\tau\nu)_{ij} + \beta_k + e_{ij} \quad \text{(Equação 1)}$$

$Y_{ijk}$  – valor observado para o tratamento com os factores i e j na unidade experimental k.

$\mu$  – média geral

$\tau_i$  – efeito do factor i

$\nu_j$  – efeito do factor

$(\tau\nu)_{ij}$  – efeito da interação do factor i e j

$\beta_k$  – efeito da unidade experimental k

$e_{ij}$  = Erro experimental  $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

### 3.3. Variáveis analisadas

Em relação às variáveis analisadas nas culturas (fitotoxicidade dos herbicidas, altura das plantas e a biomassa), foram considerados apenas os dados das culturas que as suas sementes germinaram.

#### 3.3.1. Fitotoxicidade dos herbicidas sobre as culturas

A avaliação da fitotoxicidade dos herbicidas sobre as culturas foi feita com base em observações visuais de sintomas, baseado na escala percentual de Frans e Crowley (1986), adaptado por Rissardi Júnior (2022) aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, atribuindo-se notas aos sintomas (tabela 1).

**Tabela 1:** Escala de avaliação da fitotoxicidade

<b>Escala</b>	<b>Percentagem de fitotoxicidade (%)</b>	<b>Categorias de fitotoxicidade</b>	<b>Sintomas (dano sobre a cultura)</b>
0	0	Planta saudável	Ausência de sintomas
1	10	Fitotoxicidade leve	Leve descoloração ou atrofia
2	20		Alguma descoloração e atrofia
3	30		Dano mais pronunciado, mas não definitivo
4	40	Fitotoxicidade moderada	Dano moderado, geralmente recupera
5	50		Dano mais permanente, recuperação duvidosa
6	60		Dano permanente, sem recuperação
7	70	Fitotoxicidade alta	Dano pesado
8	80		Quase destruídas, poucas plantas sobreviventes
9	90		Algumas (bem poucas) plantas sobreviventes
10	100	Morte da planta	Destruição total da cultura

Fonte: Rissardi Júnior, 2022.

$$\% \text{ de plantas mortas} = \frac{n^{\circ} \text{ de plantas mortas}}{n^{\circ} \text{ total plantas}} \times 100 \quad \text{(Equação 2)}$$

### 3.3.2. Altura das plantas

A medição da altura (cm) foi feita desde a base da planta até ao ápice, com auxílio de uma régua graduada (cm), tendo como amostra 5 plantas de cada cultura em cada tratamento, as quais foram escolhidas aleatoriamente 30 a 30 cm, através de uma amostragem do tipo W.

### 3.3.3. Biomassa das culturas

Aos 30 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, fez-se a colheita das culturas, colocando cada uma em um cartucho com etiquetas do tratamento e levadas à estufa a 70 °C para a secagem durante 4 dias e mais tarde pesadas numa balança de precisão.

### 3.3.4. Tipo de infestante

Para a identificação das espécies infestantes, primeiro utilizou-se uma quadrícula de 0,25 m<sup>2</sup> que foi lançada uma vez em cada parcela e, posteriormente identificou-se as espécies presentes nas parcelas. Esta identificação foi feita com base nas características das plantas, tendo como auxílio o aplicativo PlantNet e o herbário da UEM (figura 3).



**Figura 3:** Levantamento e identificação de infestantes usando o aplicativo PlantNet (a) e quadrícula (b).

Fonte: Autor

### 3.3.5. Controlo das infestantes

A avaliação do controlo de infestantes foi feita visualmente, observando-se a percentagem de controlo em cada tratamento e os dados estimados com base na escala percentual de Frans e Crowley (1986), adaptado por Rissardi Júnior (2022) aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA)

dos herbicidas, atribuindo-se notas à percentagem de controlo das infestantes em cada tratamento (tabela 2).

**Tabela 2:** Escala de avaliação do controlo de infestantes.

Escala	Percentagem de morte (%)	Controlo das infestantes
0	0	Sem nenhum controlo
1	10	Controlo pouco pobre
2	20	Controlo pobre
3	30	Controlo pobre a deficiente
4	40	Controlo deficiente
5	50	Controlo deficiente a moderado
6	60	Controlo moderado
7	70	Controlo pouco satisfatório
8	80	Controlo satisfatório a bom
9	90	Controlo bom a excelente
10	100	Controlo total

Fonte: Rissardi Júnior, 2022

$$\% \text{ de controlo de infestantes} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de espécies infestantes controladas}}{\text{n}^\circ \text{ total espécies infestantes na área}} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

### 3.3.6. Abundância

Na avaliação da abundância das infestantes nos tratamentos, utilizou-se uma quadrícula de 0,25 m<sup>2</sup>, a qual foi lançada uma vez em cada parcela, onde foram contados o número de plantas por espécie e os dados foram estimados baseados na escala de Pillar (1996), adaptado por Saveca (2011), que apresenta a seguinte escala de abundância das infestantes (tabela 3).

**Tabela 3:** Escala de avaliação da abundância de infestantes

Escala	Designação	Número de plantas
1	Raro	1 a 5
2	Pouco comum	6 a 14
3	Comum	15 a 29
4	Abundante	30 a 99
5	Muito abundante	Mais de 100

Fonte: Saveca (2011)

### 3.3.7. Cobertura

Para a avaliação da cobertura das infestantes nos tratamentos, utilizou-se uma quadrícula de 0,25 m<sup>2</sup>, a qual foi lançada uma vez em cada parcela, na qual foi observada a percentagem de cobertura do solo de cada espécie e os dados foram estimados baseados na escala de Pillar (1996), adaptado por Saveca (2011), que apresenta a seguinte escala de cobertura (tabela 4).

**Tabela 4:** Escala de avaliação da cobertura de infestantes

Escala	Percentagem de cobertura (%)
1	0 a 5
2	6 a 25
3	26 a 50
4	51 a 75
5	76 a 100

Fonte: Saveca (2011).

### 3.4. Análise de dados

Para a análise dos dados, utilizou-se o pacote Microsoft Excel 365 para a organização dos dados e a posterior análise descritiva, construção das tabelas e gráficos. Após a compilação dos dados, fez-se a análise dos mesmos usando o pacote estatístico STATA 18.0 e procedeu-se com a análise de variância (ANOVA) utilizando o teste de Fisher a 5% de significância. Para a validação da ANOVA, foram realizados testes de Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de variâncias (Breusch-Pagan) a 5% de nível de significância.

Para os dados que violaram os pressupostos de homogeneidade de variâncias (altura de milho aos 7 e 14 DAA; altura aos 7 DAA e biomassa do amendoim), fez-se a correção dos dados usando a transformação raiz quadrada  $\sqrt{X} + c$ , exponencial  $e^X$  e cúbica  $X^3$ , respectivamente (Pino, 2014). Nos casos em que a ANOVA foi significativa ( $p < 0,05$ ), procedeu-se com a comparação das médias usando o teste de Tukey e teste t (cultura de cenoura) ambos a 5% de significância.

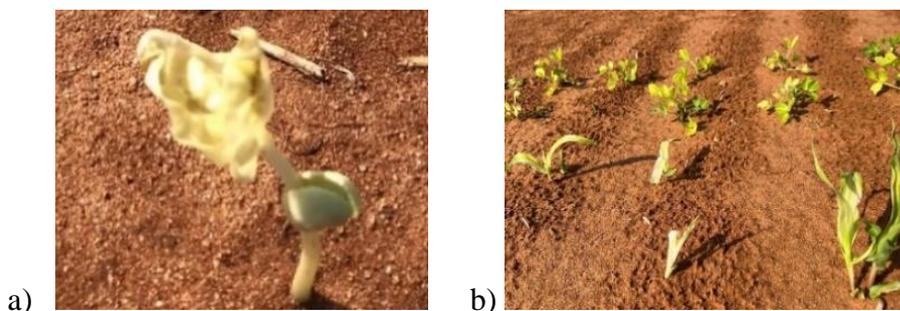
## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Fitotoxicidade dos herbicidas sobre as culturas

#### 7 DAA dos herbicidas

Até os 7 DAA dos herbicidas, ainda não tinha se observado a germinação de todas as culturas nas parcelas tratadas com MCPA. O mesmo foi observado para as culturas da alface e cenoura após aplicação de Lumax, Bullet, metribuzina e pendimetalina, e gergelim no Lumax e Bullet.

Aos 7 DAA (tabela 5), o herbicida Lumax mostrou-se fitotóxico para o milho, amendoim e feijão nhemba (figura 4-a e b). Por sua vez, a metribuzina e a pendimetalina apresentaram efeitos de fitotoxicidade no gergelim. No entanto, o Bullet ainda o foi para o amendoim e feijão nhemba, e a pendimetalina para o milho.



**Figura 4:** Branqueamento do feijão nhemba causado pelo Lumax e Bullet (a); cloroses no milho e amendoim causado pelo Lumax (b).

O herbicida metribuzina apresentou fitotoxicidade leve para a cultura de gergelim, manifestando-se com cloroses nas folhas (figura 5). O herbicida Lumax apresentou fitotoxicidade moderada para o milho e amendoim e alta para o feijão nhemba, observando-se sintomas como o branqueamento e enrolamento nas folhas na primeira e segunda culturas e a morte de 91,67% da última, resultando assim em algumas (bem poucas) plantas sobreviventes.



**Figura 5:** falhas de germinação do gergelim causado pela metribuzina.

**Tabela 5:** Fitotoxicidade (%) dos herbicidas sobre as culturas aos 7 DAA.

Culturas	Herbicidas					
	Controlo	Metribuzina	Lumax	Pendimetalina	MCPA	Bullet
Milho	0	0	43.75	16.25	0	0
Amendoim	0	0	40	0	0	20
Feijão Nhemba	0	0	90	0	0	80
Alface	0	0	0	0	0	0
Cenoura	0	0	0	0	0	0
Gergelim	0	20	0	45	0	0

A pendimetalina teve uma fitotoxicidade leve para o milho, manifestando-se na epinastia das folhas e do caulículo de milho, resultando no fraco desenvolvimento da cultura (figura 6). Por sua vez, o Bullet teve uma fitotoxicidade leve para o amendoim e alta para o feijão nhemba, tendo no último caso provocado a morte de 75% das plantas, devido ao branqueamento de toda a parte aérea, resultando assim em poucas plantas sobreviventes (tabela 5).



**Figura 6:** Epinastia e fraco desenvolvimento do milho causado pela pendimetalina.

O herbicida metribuzina foi selectivo para as culturas de milho, amendoim e feijão nhemba. Resultado similar ao encontrado neste estudo na cultura de feijão nhemba após aplicação da metribuzina, foram observados por Costa *et al.* (2017), os quais relataram a selectividade deste herbicida à cultura quando aplicado em pré-emergência. Ainda neste contexto, Cruz *et al.* (2018) reportaram resultados contrários aos observados neste estudo, reportando que a aplicação deste produto em pré-emergência causou uma fitotoxicidade máxima, resultando na morte de todas as plantas. Esta controvérsia está associada às variedades de feijão nhemba utilizadas nos dois estudos (BRS Aracê e IT 18), as quais se comportaram de maneira

diferenciada ao herbicida. Oliveira Jr & Inoue (2011), relatam que a selectividade dos herbicidas às culturas está relacionada às características das mesmas, destacando-se dentre várias, a variedade.

A cultura do milho consegue metabolizar os componentes do herbicida Lumax em compostos não tóxicos para ela. Apesar deste mecanismo que a cultura apresenta, em estudos realizados por O'Sullivan *et al.* (2002) observaram sintomas de fitotoxicidade no milho quando a mesotriona (um dos ingredientes activos do Lumax) foi aplicada em pós-emergência, variando de cloroses nas folhas e branqueamento das plantas, corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

A fitotoxicidade causada pelo herbicida pendimetalina no milho, é resultado da interrupção do alongamento das raízes, o que dificultou a extração de nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento da cultura, resultando assim em plantas com porte baixo e pouco desenvolvidas (Roman *et al.*, 2005). Mas também, por ser um herbicida que controla de forma eficiente infestantes de folha estreita (monocotiledóneas) e o milho ser uma cultura desse grupo.

#### **14 DAA dos herbicidas**

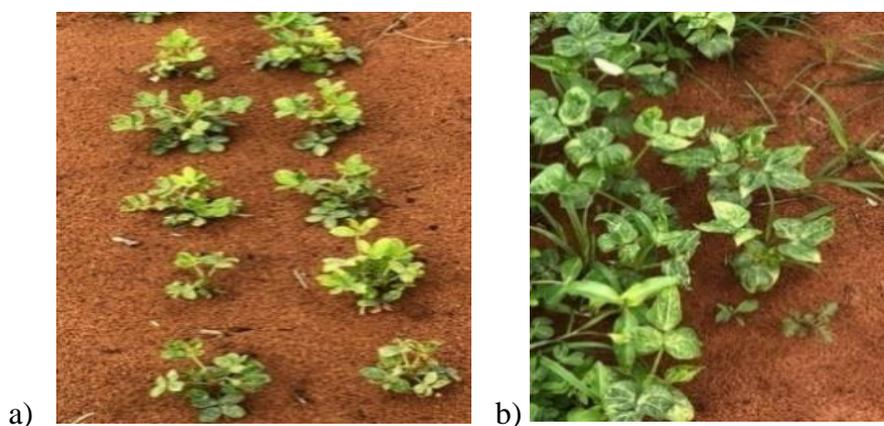
Até os 14 DAA dos herbicidas, ainda não tinha se observado a germinação da alface, cenoura e gergelim nas parcelas tratadas com Lumax, MCPA e Bullet. O mesmo foi observado para as culturas da alface e cenoura após aplicação da pendimetalina, e alface na metribuzina.

Aos 14 DAA, os herbicidas Lumax e Bullet apresentaram fitotoxicidade máxima ao feijão nhemba, causando a destruição total da cultura. Na cultura do amendoim a fitotoxicidade destes herbicidas aumentou, apresentando uma fitotoxicidade moderada (Lumax) e alta (Bullet), respectivamente, o que resultou na morte de 58,3% e 62,5% das plantas, respectivamente, tendo se observado cloroses severas e redução no crescimento das restantes plantas, não havendo sinais de recuperação. Ainda no herbicida Lumax, observou-se uma redução na fitotoxicidade sobre a cultura do milho, apresentando uma fitotoxicidade leve que se manifestou no fraco desenvolvimento da cultura e leves cloroses nas folhas (tabela 6).

**Tabela 6:** Fitotoxicidade (%) dos herbicidas sobre as culturas aos 14 DAA

Culturas	Herbicidas					
	Controlo	Metribuzina	Lumax	Pendimetalina	MCPA	Bullet
Milho	0	0	20	0	35	0
Amendoim	0	0	62.5	50	40	77.5
Feijão Nhemba	0	0	100	17.5	40	100
Alface	0	0	0	0	0	0
Cenoura	0	15	0	0	0	0
Gergelim	0	100	0	100	0	0

Na pendimetalina, houve a recuperação total da cultura de milho. Nas culturas de amendoim e feijão nhemba, a pendimetalina causou fitotoxicidade moderada e leve, respectivamente, resultando num crescimento reduzido e em cloroses severas na cultura de amendoim, com recuperação duvidosa da cultura (figura 7) e cloroses leves no feijão nhemba. Para além destes efeitos, a pendimetalina causou uma fitotoxicidade máxima na cultura de gergelim, resultando na destruição total da cultura (tabela 6).



**Figura 7:** Cloroses e crescimento reduzido do amendoim causado pela pendimetalina (a); cloroses no feijão nhemba causado pela pendimetalina (b).

No MCPA, houve a germinação das culturas de milho, amendoim e feijão nhemba, tendo o herbicida causado fitotoxicidade moderada para as mesmas, manifestando-se em falhas de germinação e no fraco desenvolvimento das plantas (figura 8).



**Figura 8:** Fraco desenvolvimento das culturas após aplicação de MCPA.

Os efeitos de fitotoxicidade do herbicida metribuzina observados na cultura de gergelim aumentaram, causando fitotoxicidade máxima sobre a mesma, o que resultou na destruição total da cultura. Ainda na metribuzina, houve a germinação da cenoura, tendo o herbicida causado uma fitotoxicidade leve, a qual se manifestou em falhas de germinação e descoloração das folhas (tabela 6).

Os sintomas de fitotoxicidade observados na cultura de amendoim após aplicação de pendimetalina, Lumax e Bullet, estão associados ao mecanismo de acção destes herbicidas que, ao entrarem em contacto com as plantas sensíveis interferem com a divisão celular, impedindo assim que haja expansão das células da planta e interferindo no crescimento da parte aérea e radicular das mesmas (Roman *et al.* 2005). Resultados contrários aos observados neste estudo após aplicação da pendimetalina, foram relatados por Johnson *et al.* (2011), que observaram danos leves de fitotoxicidade à cultura após aplicação deste herbicida em pré-emergência. Tal controvérsia em relação ao presente estudo, é resultado das épocas de avaliação da fitotoxicidade determinadas, onde neste estudo os danos de fitotoxicidade foram avaliados aos 7, 14 e 21 DAA, enquanto no estudo acima citado as avaliações foram feitas aos 78 e 85 dias após a emergência da cultura.

Em conformidade aos resultados observados neste estudo em relação à fitotoxicidade de pendimetalina na cultura de feijão nhemba, Cruz *et al.* (2018) ressaltaram em seus estudos que a aplicação deste herbicida em pré-emergência, causou sintomas leves de fitotoxicidade na cultura.

Os sintomas de fitotoxicidade observados após a aplicação de Lumax e Bullet no feijão nhemba, são explicados pelo mecanismo de acção desses herbicidas, os quais agem inibindo a fotossíntese no FSII e síntese de carotenoides, fazendo com que as plantas apresentem cloroses severas e percam a pigmentação, deixando-as esbranquiçadas (albinas) e causando, por conseguinte, a sua morte (Roman *et al.*, 2005; Karam *et al.*, 2004; Oliveira Jr, 2011).

## **21 DAA dos herbicidas**

Até os 21 DAA dos herbicidas, ainda não tinha se observado a germinação da alface, cenoura e gergelim nas parcelas tratadas com Lumax, MCPA e Bullet. O mesmo foi observado para as culturas da alface e cenoura após aplicação da pendimetalina, e alface na metribuzina.

Aos 21 DAA, os efeitos fitotóxicos dos herbicidas Lumax, pendimetalina e Bullet na cultura do amendoim continuaram aumentando, observando-se uma fitotoxicidade alta (Lumax e Bullet) e moderada (pendimetalina), resultando na morte de 91,67% e 87,5% das plantas por Lumax e Bullet, respectivamente, e na redução significativa do crescimento e aumento de cloroses nas folhas por pendimetalina, não se observando sinais de recuperação da cultura. Por sua vez, o herbicida Lumax apresentou uma fitotoxicidade leve no milho, tendo se observado a recuperação da cultura, com leves cloroses nas folhas.

**Tabela 7:** Fitotoxicidade (%) dos herbicidas sobre as culturas aos 21 DAA

<b>Culturas</b>	<b>Herbicidas</b>					
	Controlo	Metribuzina	Lumax	Pendimetalina	MCPA	Bullet
Milho	0	0	13.75	0	15	0
Amendoim	0	0	90	67.5	25	87.5
Feijão Nhemba	0	0	100	7.5	15	100
Alface	0	0	0	0	0	0
Cenoura	0	5	0	0	0	0
Gergelim	0	100	0	100	0	0

Os efeitos de fitotoxicidade da pendimetalina sobre o feijão nhemba continuaram diminuindo, resultando em fitotoxicidade leve, que se manifestou em cloroses leves.

No MCPA, a fitotoxicidade observada nas culturas de milho, amendoim e feijão nhemba diminuiu, tendo as mesmas apresentado uma fitotoxicidade leve, que se manifestou no porte baixo das plantas (tabela 7).

O herbicida metribuzina apresentou selectividade à cultura da cenoura, sendo que nas parcelas tratadas com outros herbicidas não foi observada a germinação da mesma.

Neste contexto, Correia & Carvalho (2018) estudando a selectividade deste herbicida na cultura em estudo, reportaram sintomas leves de fitotoxicidade aos 7 DAA em plantas com 2-3 folhas, os quais desapareceram por completo aos 14 DAA. Tais resultados corroboram com os resultados encontrados neste estudo, visto que quando as plantas da cenoura apresentaram mais de 2 folhas (14 DAA) os sintomas de fitotoxicidade foram leves. Jensen *et al.* (2004) relatam que a fitotoxicidade da metribuzina à cenoura está relacionada com a fase de desenvolvimento da cultura, podendo o herbicida ser mais tóxico nas fases iniciais de desenvolvimento da mesma.

A ausência de selectividade da pendimetalina à cultura de gergelim, está relacionada à profundidade na qual foi feita a sementeira (1,5 cm), sendo que um dos factores de selectividade deste herbicida é a sua localização no solo (selectividade por posição), o qual pode ter entrado em contacto com as sementes da cultura (Oliveira Jr *et al.*, 2011; Karam *et al.*, 2004).

#### **4.2. Altura das plantas**

##### **7 DAA dos herbicidas**

Aos 7 DAA, a altura de milho no controlo não diferiu significativamente das parcelas tratadas com Metribuzina, Lumax, Pendimetalina e Bullet, mas diferiu do MCPA. O Lumax, MCPA e Bullet, diferiram entre si na altura das plantas (tabela 8).

Pode ainda observar-se da tabela 8, que na cultura do amendoim, a altura das plantas no controlo não diferiu da Metribuzina, Lumax, Pendimetalina e Bullet, mas diferiu da altura do MCPA.

Da mesma tabela, na cultura de feijão nhemba, observa-se que a altura das plantas no controlo não diferiu significativamente da Metribuzina e Pendimetalina, mas diferiu de Lumax, MCPA e Bullet, tendo o Lumax e o Bullet não diferindo entre si, mas diferendo do MCPA.

No gergelim, a altura das plantas no controlo não diferiu da metribuzina, tendo diferido dos demais herbicidas (tabela 8).

**Tabela 8:** Altura das plantas (cm) em função da aplicação dos herbicidas aos 7 DAA

Herbicidas	Culturas					
	Milho	Amendoim	Feijão Nhemba	Alface	Cenoura	Gergelim
Controlo	5,22 <b>ab</b>	1,73 <b>b</b>	5,77 <b>a</b>	0	0	1,99 <b>a</b>
Metribuzina	5,36 <b>ab</b>	1,82 <b>a</b>	6,02 <b>a</b>	0	0	2,2 <b>a</b>
Lumax	4,12 <b>b</b>	1,65 <b>b</b>	4,11 <b>c</b>	0	0	0 <b>b</b>
Pendimetalina	4,96 <b>ab</b>	1,64 <b>b</b>	5,47 <b>ab</b>	0	0	0,79 <b>b</b>
MCPA	0 <b>c</b>	0 <b>c</b>	0 <b>d</b>	0	0	0 <b>b</b>
Bullet	5,60 <b>a</b>	1,76 <b>b</b>	4,59 <b>bc</b>	0	0	0 <b>b</b>
CV (%)	46,03	26,62	38,8			30,8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (milho, amendoim e feijão nhemba) e pelo teste t (cenoura) a 5% de nível de significância; CV-coeficiente de variação.

#### **14 DAA dos herbicidas**

Aos 14 DAA, não foi possível obter dados de altura nas culturas de alface, cenoura e gergelim após aplicação dos herbicidas, excepto da cenoura na metribuzina.

Na cultura de milho, a altura das plantas no controlo não diferiu significativamente de Metribuzina, Pendimetalina e Bullet, tendo diferido do Lumax e MCPA (tabela 9).

Ainda na tabela 9, a altura das plantas de amendoim no controlo não diferiu da Metribuzina e Pendimetalina, mas diferiu do Lumax, MCPA e Bullet.

Já para a cultura de feijão nhemba, a altura das plantas no controlo não diferiu da Metribuzina e Pendimetalina, mas diferiu do Lumax, Bullet e MCPA, tendo o MCPA diferido do Lumax e Bullet (tabela 9).

Na cultura da cenoura, a altura das plantas no controlo não diferiu da Metribuzina, mas diferiu dos demais herbicidas (tabela 9).

**Tabela 9:** Altura das plantas (cm) em função da aplicação dos herbicidas aos 14 DAA

Herbicidas	Culturas					
	Milho	Amendoim	Feijão Nhemba	Alface	Cenoura	Gergelim
Controlo	16,05 a	4,17 a	11,67 a	1,88 a	2,93 a	5,23 a
Metribuzina	17,10 a	4,22 a	11,89 a	0 b	2,88 a	0 b
Lumax	8,78 b	2,67 b	0 c	0 b	0 b	0 b
Pendimetalina	12,72 ab	3,73 a	10,51 a	0 b	0 b	0 b
MCPA	9,09 b	2,24 b	6,07 b	0 b	0 b	0 b
Bullet	15,89 a	2,40 b	0 c	0 b	0 b	0 b
CV (%)	11,99	20,13	44,9			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (milho, amendoim e feijão nhemba) e pelo teste t (cenoura) a 5% de nível de significância; CV- coeficiente de variação.

### **21 DAA dos herbicidas**

Na cultura do milho, a altura das plantas no controlo não diferiu da Metribuzina, Pendimetalina e Bullet, mas diferiu do Lumax e MCPA. O Lumax não diferiu de Pendimetalina, MCPA e Bullet na altura das plantas, tendo o MCPA diferiu de Bullet, Metribuzina e controlo (tabela 10).

Da mesma tabela, observa-se que a altura das plantas de amendoim no controlo não diferiu da Metribuzina, mas ambos diferiram dos demais herbicidas. O Lumax não diferiu significativamente do Bullet e MCPA, tendo o Lumax e Bullet diferido da pendimetalina.

Na cultura de feijão nhemba, o controlo e a Metribuzina não diferiram entre si em termos de altura das plantas, tendo o controlo diferido dos demais. A Metribuzina não diferiu da Pendimetalina, mas ambas diferiram do Lumax, MCPA e Bullet (tabela 10).

Na cenoura, a altura das plantas no controlo não diferiu da Metribuzina, mas diferiu das demais parcelas com herbicidas (tabela 10).

Comparando os valores de CV (%) nas tabelas 8, 9 e 10 para as culturas de milho e feijão nhemba, nota-se que o nível de precisão do ensaio reduziu, pois, aos 7 DAA o valor foi de 46,03% e 38,8%, respectivamente e, aos 21 DAA foi de 111,69% e 39,2%, respectivamente. Com este aumento no CV, fica evidente que houve maior variabilidade na altura de crescimento

das plantas nas duas culturas após aplicação dos herbicidas, o que foi causado pela grande heterogeneidade nos dados experimentais, o que levou a transformação dos dados. Já no amendoim, nota-se que o nível de precisão do ensaio foi regular, pois, aos 7 DAA o valor foi de 26,62% e aos 21 DAA foi de 20,28%, evidenciando uma variabilidade regular na altura de crescimento das plantas (Ferreira, 1991).

**Tabela 10:** Altura das plantas (cm) em função da aplicação dos herbicidas aos 21 DAA

Herbicidas	Culturas						
	Milho	Amendoim	Feijão Nhemba	Alface	Cenoura	Gergelim	
Controlo	25,3 a	5,32 a	14,62 a	3,80 a	4,66 a	8,66 a	
Metribuzina	26,91 a	5,47 a	13,78 ab	0 b	4,41 a	0 b	
Lumax	12,63 bc	2,82 c	0 d	0 b	0 b	0 b	
Pendimetalina	19,02 abc	4,05 b	12,3 b	0 b	0 b	0 b	
MCPA	11,36 b	3,22 bc	8,99 c	0 b	0 b	0 b	
Bullet	23,14 ac	2,64 c	0 d	0 b	0 b	0 b	
CV (%)	111,69	20,28	39,2				

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (milho, amendoim e feijão nhemba) e pelo teste t (cenoura) a 5% de nível de significância; CV-coeficiente de variação.

Apesar de quase não haver nenhuma diferença estatística entre os herbicidas em termos de altura das plantas, nas 3 observações feitas sempre houve uma tendência de maiores médias de altura no controlo e na metribuzina para as culturas de milho, amendoim e feijão nhemba. Tal facto é explicado pela selectividade da metribuzina às culturas, mas também pela pressão exercida pelas infestantes nas culturas através da competição, o que ocasionou o o sombreamento das culturas e, conseqüentemente, o estiolamento das plantas no controlo, resultando assim em plantas mais altas. Filho *et al.* (2013) abordam que a competição observada entre as culturas e as infestantes pode ocasionar o estiolamento das plantas, fazendo com que elas apresentem uma altura maior.

A tendência de ocorrência de uma menor média de altura observada nas parcelas tratadas com MCPA em relação a outras parcelas, foi causada pela acção fitotóxica deste herbicida, que por ser um herbicida regulador de crescimento, inibe o crescimento das plantas (Oliveira Jr, 2011). Tembe (2014) avaliando o efeito de diferentes métodos para o controlo de tiririca na cultura do

milho, observou menor altura média das plantas de milho quando aplicado o MCPA, corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

No controle, as plantas de milho assim como de outras culturas conviveram com as infestantes durante todo o ensaio. Apesar desta convivência da cultura com as infestantes, as plantas apresentaram as maiores alturas nas três observações feitas. Tal resultado deveu-se ao facto do ensaio ter sido feito em pré-emergência, tendo as observações feitas por 21 dias, fazendo com que a interferência das infestantes não comprometesse a altura e a biomassa das plantas, dado que os maiores prejuízos na cultura, ocorrem quando a mesma convive com as infestantes entre os 20 e 60 dias após a emergência das plantas, que passado esse período o controle só é importante para reduzir o banco de sementes no solo, pois a sua interferência não afectará o rendimento da cultura (Vargas *et al.* 2006).

### **4.3. Biomassa das culturas**

Na cultura de milho, o peso da biomassa no controle não diferiu da Metribuzina, Lumax, Pendimetalina e Bullet, mas diferiu do MCPA (tabela 11), observando uma tendência de redução do peso da biomassa do milho após aplicação do MCPA, apesar deste não ter diferido dos herbicidas Pendimetalina e Lumax.

A semelhança do que foi observado neste estudo após aplicação de MCPA no milho, Reis *et al.* (2010) verificaram que, 2,4-D (outro herbicida regulador de crescimento) reduziu significativamente a biomassa da cultura quando este foi aplicado em pré-emergência.

Segundo a classificação de Ferreira (1991), os valores de CV (%) apresentados na tabela 11 para as culturas de milho, amendoim e feijão nhemba, mostram que o nível de precisão do ensaio foi muito péssimo. Neste contexto, fica evidente que houve maior variabilidade no peso da biomassa nas três culturas após aplicação dos herbicidas, o que foi causado pela grande heterogeneidade dos dados experimentais, fazendo com que se recorresse a transformação dos dados para que fossem os mais homogêneos possíveis.

**Tabela 11:** Biomassa das culturas (g) submetidas aos diferentes herbicidas

Herbicidas	Culturas					
	Milho	Amendoim	Feijão Nhemba	Alface	Cenoura	Gergelim
Controlo	105,75 <b>ab</b>	68,94 <b>a</b>	51,93 <b>a</b>	14,89 <b>a</b>	16,28 <b>a</b>	23,90 <b>a</b>
Metribuzina	114,43 <b>b</b>	67,61 <b>a</b>	46,75 <b>a</b>	0 <b>b</b>	15,96 <b>a</b>	0 <b>b</b>
Lumax	40,00 <b>ac</b>	14,87 <b>c</b>	0 <b>c</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>
Pendimetalina	66,76 <b>abc</b>	44,17 <b>b</b>	16,66 <b>b</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>
MCPA	30,70 <b>c</b>	20,73 <b>c</b>	17,74 <b>b</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>
Bullet	106,68 <b>ab</b>	13,63 <b>c</b>	0 <b>c</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>	0 <b>b</b>
CV (%)	152,05	95,67	92,30			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (milho, amendoim e feijão nhemba) e pelo teste t (cenoura) a 5% de nível de significância; CV-coeficiente de variação.

No amendoim, a biomassa das plantas no controlo não diferiu da Metribuzina, mas diferiu das demais parcelas tratadas com herbicidas. O Lumax, MCPA e Bullet, não diferiram entre no peso da biomassa da cultura de amendoim, mas estes diferiram dos demais herbicidas (tabela 11).

Na cultura de feijão nhemba, o peso de biomassa observada no controlo não diferiu da Metribuzina, mas diferiu das demais parcelas tratadas com herbicidas. Lumax e Bullet não diferiram entre si, mas diferiram da Pendimetalina e MCPA (tabela 11), não sendo possível obter-se dados de biomassa após aplicação de Lumax e Bullet, devido ao efeito fitotóxico causado por esses herbicidas na cultura.

Resultados similares foram observados por Monteiro *et al.* (2012) após aplicação de s-metolaclopro (um dos ingredientes activos do lumax) em pré-emergência na cultura de feijão nhemba, que relataram efeitos negativamente significativos na biomassa da cultura aos 20 dias após o plantio e morte total das plantas aos 30 dias após o plantio, não sendo possível obter dados de biomassa da cultura.

Na cenoura, a biomassa das plantas observada no controlo não diferiu da Metribuzina, mas ambos diferiram das demais parcelas tratadas com herbicidas (tabela 11).

#### 4.4. Tipo de infestante

A tabela 12 mostra as espécies observadas durante a condução do ensaio, onde reportou-se seis espécies de infestantes, sendo quatro dicotiledóneas (66,7%) e duas monocotiledóneas (33,3%), perfazendo um total de seis famílias. Todas as famílias tiveram a mesma contribuição no número de espécies (16,67%).

**Tabela 12:** Espécies observadas na área experimental, em função do tipo e família

<b>Espécie</b>	<b>Tipo de infestante</b>	<b>Família</b>
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC	Dicotiledónea	Asteraceae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Dicotiledónea	Amaranthaceae
<i>Cenchrus brownii</i> . Roem. & Schult.	Monocotiledónea	Poaceae
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Dicotiledónea	Commelinaceae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Monocotiledónea	Cyperaceae
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Dicotiledónea	Zygophyllaceae

Segundo Vargas *et al.* (2006), é comum observar-se a interação e predominância de espécies que pertençam à mesma família ou com aspectos morfológicos e fisiológicos similares, por exemplo, o milho e as espécies *Cyperus rotundus*, *Amaranthus hybridus* e *Cenchrus brownii* que apresentam igual mecanismo fotossintético C<sub>4</sub> e, o feijão nhemba, alface, cenoura, amendoim e gergelim associados às infestantes *Commelina benghalensis* e *Acanthospermum hispidum*, por possuírem o mecanismo fotossintético C<sub>3</sub>.

#### 4.5. Controle de infestantes

A tabela 13, apresenta uma variação significativa dos tratamentos quanto ao controle de infestantes, onde aos 7 DAA, o tratamento metribuzina diferiu do controle e dos demais tratamentos com herbicidas, apresentando um desempenho satisfatório a bom (80%) no controle de infestantes. Já os demais tratamentos com herbicidas não diferiram entre si.

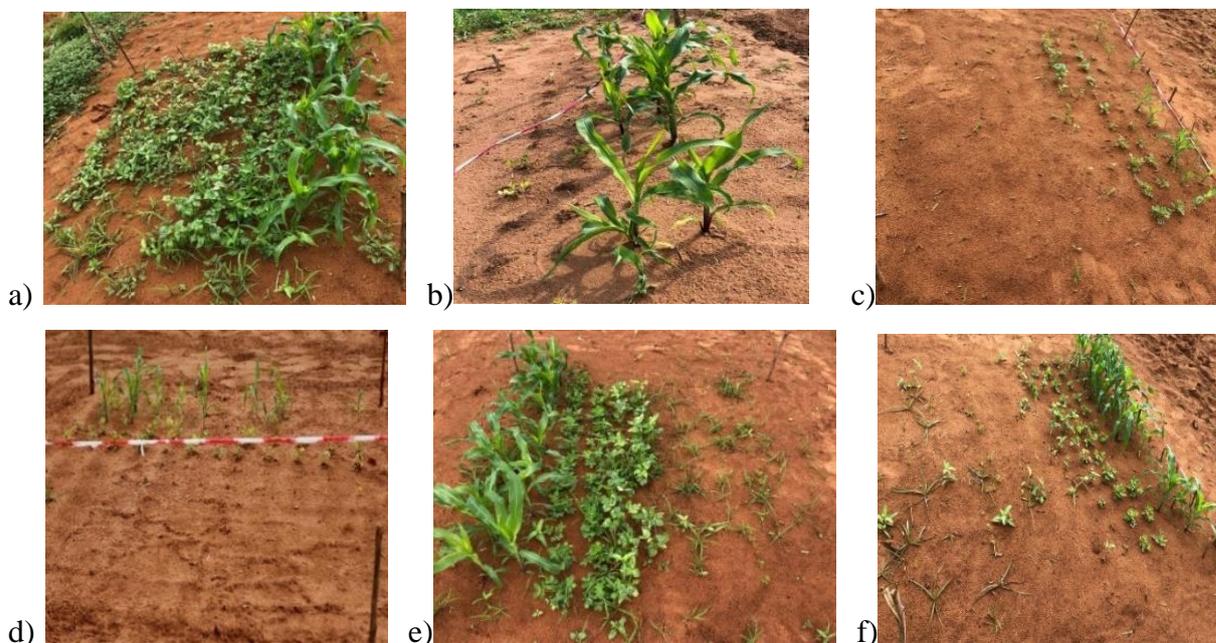
Comparando os valores de CV (%) na tabela 13 segundo a classificação de Ferreira (1991), nota-se que o ensaio apresentou uma boa precisão. Com isso, fica evidente que houve menor variabilidade no controle de infestantes pelos herbicidas.

**Tabela 13:** Controle de infestantes (%) em função dos tratamentos empregues

Tratamentos	Controle de Infestantes (%)		
	7 DDA	14 DDA	21 DDA
Controlo	0 c	0 d	0 c
Metribuzina	80 b	37,5 c	10 c
Lumax	100 a	100 a	100 a
Pendimetalina	97,5 a	85 b	78 b
MCPA	100 a	100 a	90 ab
Bullet	100 a	100 a	97,5 a
CV (%)	4,5	8,7	12,8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância; CV-coeficiente de variação.

Aos 14 DAA, os tratamentos Lumax, MCPA e Bullet não diferiram entre si, mas diferiram dos demais tratamentos, apresentando um controlo total das infestantes (100%) (figura 9-**b, c, d**). Os herbicidas metribuzina e pendimetalina diferiram entre si, tendo um desempenho pobre a deficiente (37,5%) e satisfatório a bom (85%) no controlo de infestantes, respectivamente (figura 5-**e, f**).



**Figura 9:** Desempenho dos tratamentos no controlo de infestantes- controlo (a), Lumax (b), Bullet (c), MCPA (d), Metribuzina (e), Pendimetalina (f).

Houve uma redução considerável na eficiência do herbicida metribuzina no controlo de infestantes, facto esse que resultou num fraco desempenho em relação a outros herbicidas, limitando assim o seu espectro de acção sobre as infestantes, sendo apenas eficaz no controlo de *Acanthospermum hispidum* e *Amaranthus hybridus*, perfazendo um total de 33,3% no controlo do número total das infestantes observadas na area experimental.

Putti *et al.* (2019) ressaltam que o uso de herbicidas de forma isolada pode mostrar-se ineficiente no controlo de infestantes, pela vasta gama de espécies infestantes encontradas na área, podendo haver diferenças significativas no que diz respeito ao controlo de uma e não de outra espécie. Resultados similares foram observados por Lins *et al.* (2021) no gergelim, onde este herbicida apresentou um desempenho pobre a deficiente (30%) no controlo de infestantes na cultura.

Aos 21 DAA, o tratamento metribuzina não diferiu significativamente do controlo, mas diferiu dos demais tratamentos com herbicidas, tendo um desempenho pouco pobre no controlo de infestantes (10%). Os tratamentos pendimetalina e MCPA não diferiram significativamente entre si, porém, o tratamento pendimetalina diferiu dos demais tratamentos, apresentando um desempenho pouco satisfatório (78%). Os tratamentos lumax, MCPA e bullet não diferiram entre si, tendo apresentado um desempenho total (100%) e bom a excelente (90% e 97,5%) no controlo de infestantes, respectivamente.

A pendimetalina foi eficaz no controlo de *Tribulus terrestris*, *Acanthospermum hispidum* e *Amaranthus hybridus*, o que corresponde a 50% do número total das infestantes observadas na área experimental.. O fraco desempenho da pendimetalina no controlo de infestantes de folha estreita, resultou pela não incorporação após a sua aplicação, visto que facilmente ele pode sofrer a fotodegradação e a volatilização (Roman *et al.*, 2005).

Apesar do MCPA apresentar um desempenho bom a excelente (90%) no controlo de infestantes, este foi ineficiente no controlo das gramíneas presentes na área experimental. Esta ineficiência é associada ao facto destas apresentarem meristemas intercalares, arranjo do tecido vascular em feixes dispersos, possuírem a capacidade de metabolizar o herbicida em produtos não tóxicos para elas e pela baixa mobilidade deste herbicida na planta, tornando o herbicida selectivo a elas (Roman *et al.*, 2005; Anzalone, 2005; Oliveira, 2007).

Em estudo realizado por Machava (2019), avaliando este produto, observou uma eficiência de 31,76% após a sua aplicação. Tal controvérsia em relação aos resultados observados neste estudo, é explicada pelas condições de campo dos dois estudos, onde neste a percentagem de

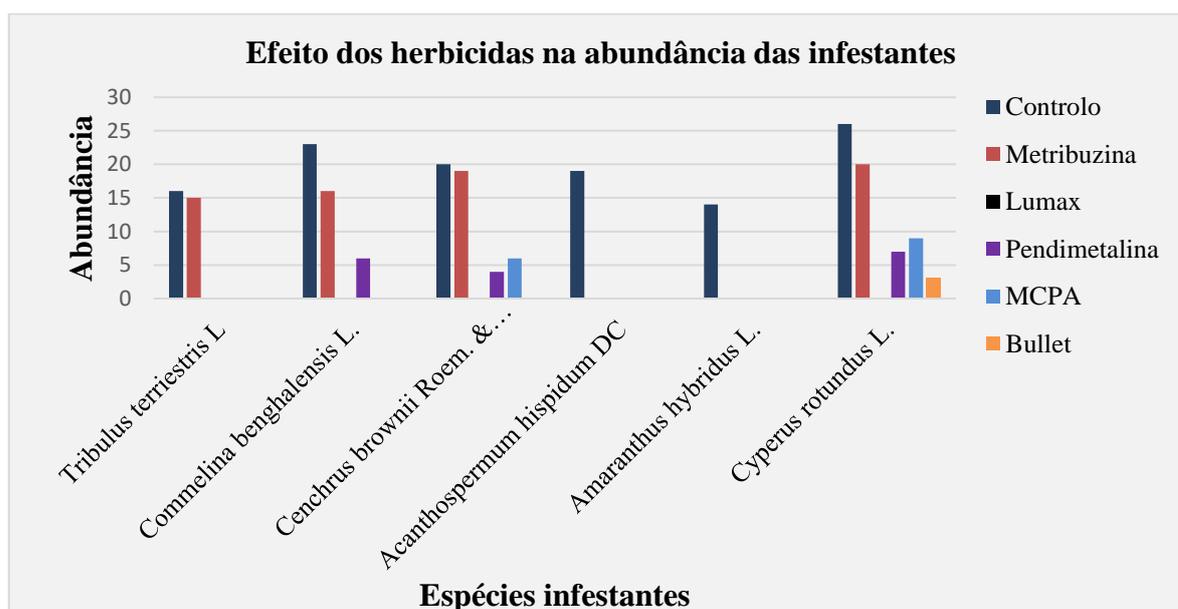
infestantes dicotiledôneas era maior em relação as monocotiledôneas, enquanto no estudo acima citado havia maior percentagem de infestantes gramíneas, o que dificultou a acção fitotóxica do MCPA sobre as infestantes.

O Lumax e Bullet foram os herbicidas que apresentaram o melhor desempenho no controlo de infestantes (100%) e (97,5%), respectivamente. Por serem herbicidas com diferentes ingredientes activos e com diferentes mecanismos de acção, torna-os eficientes no controlo de infestantes pelo amplo espectro de acção. A mistura de dois ou mais ingredientes activos, visa aumentar o espectro de acção no controlo de infestantes, fazendo com que o herbicida abrange uma vasta gama de espécies infestantes (Putti *et al.*,2019).

Resultado contrário foi observado por Henriques (2018) após aplicação de Lumax no milho, que constatou uma eficiência de 87,12% (muito bom). Tal controvérsia nos resultados, deveu-se pela diferença nos métodos de avaliação da eficiência no controlo de infestantes usados nos dois estudos, sendo que no presente estudo usou-se a escala visual da percentagem de controlo de infestantes e no estudo acima citado foi usada a biomassa.

#### 4.6. Abundância das infestantes

Da figura 10, pode observar-se que nenhuma das espécies observadas na área experimental ocorreu em todos os tratamentos. As espécies mais abundantes foram observadas no tratamento controlo, sendo elas a *Cyperus rotundus*, *Commelina benghalensis* e *Cenchrus browni*, com 26, 23, e 20 plantas/m<sup>2</sup>. As demais espécies tiveram menos expressividade na área experimental.

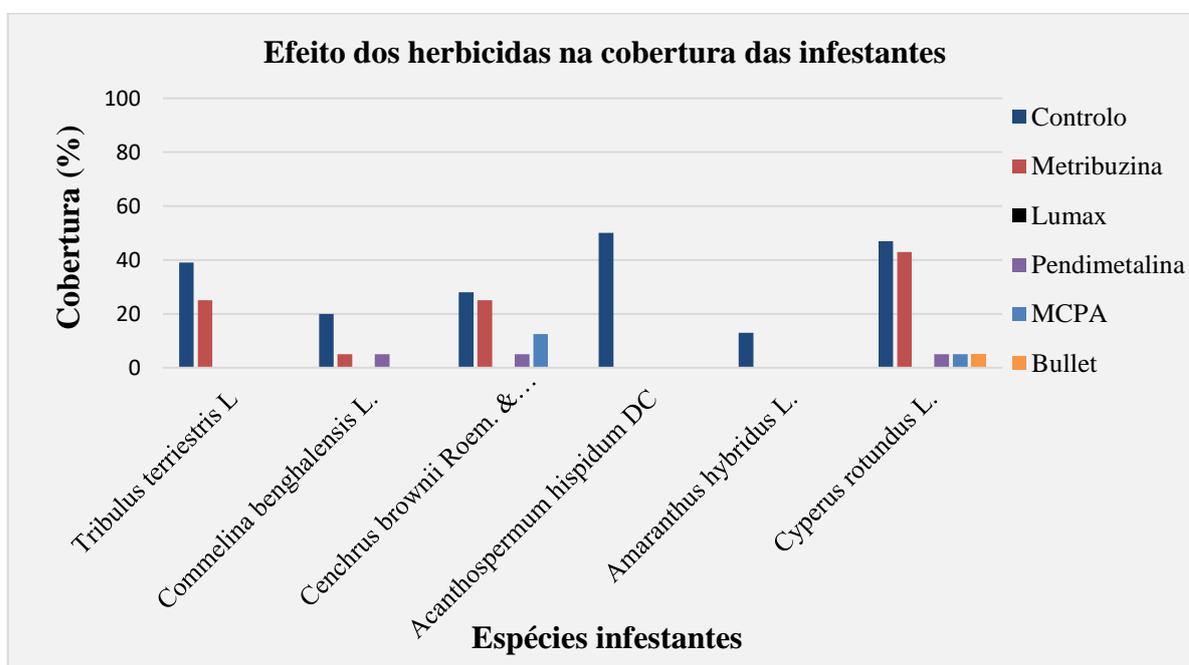


**Figura 10:** Abundância das infestantes nos tratamentos.

A abundância das famílias Cyperaceae, Commelinaceae e Poaceae na área experimental, está relacionada ao facto de estas serem perenes, apresentarem diferentes formas de reprodução (sementes, tubérculos, bulbos, rizomas) e que ao longo do seu ciclo produzam um número elevado de sementes (Brighenti & Oliveira, 2011), que associadas ao seu crescimento inicial rápido, dormência de sementes e fácil dispersão, as tornam problemáticas nos sistemas agrícolas (Artur & Afonso, 2021).

#### 4.7. Cobertura das infestantes

Em relação a cobertura das infestantes, a figura 11 mostra que as espécies *Acanthospermum australe* e *Cyperus rotundus* no tratamento controlo foram as que apresentaram a maior cobertura do solo (50% e 47%), respectivamente.



**Figura 11:** Cobertura das infestantes nos tratamentos.

Este resultado pode estar associado, ao facto da *Acanthospermum hispidum*, apresentar hábito de crescimento prostrado e por ter sido a mais densa em relação a outras espécies, permitiu que ela dominasse a área (Moreira e Bragança, 2011). Por sua vez, a maior cobertura do solo observada na espécie *Cyperus rotundus*, associa-se ao metabolismo que esta espécie apresenta (C<sub>4</sub>), o que a torna tão eficiente na utilização de recursos, como é o caso do CO<sub>2</sub> atmosférico, conferindo-lhe assim maior capacidade de crescimento e produção de biomassa mesmo com a utilização de menores quantidades de água, quando comparada por exemplo, com a *Commelina benghalensis*, que apresenta metabolismo fotossintético C<sub>3</sub> (Brighenti & Oliveira, 2011).

## **V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **5.1. Conclusões**

Todos os herbicidas foram selectivos para a cultura de milho. No entanto, a metribuzina, MCPA e pendimetalina ainda foram para a cultura de feijão nhemba. Por sua vez, os herbicidas metribuzina e MCPA apresentaram selectividade para a cultura de amendoim, a metribuzina o foi para a cenoura. Os demais herbicidas, causaram fitotoxicidade alta a máxima para as restantes culturas.

Apenas os herbicidas Lumax e Bullet apresentaram o melhor controlo de infestantes na área experimental. Os restantes herbicidas tiveram um controlo pobre a moderado.

Os herbicidas apresentaram diferenças nas variáveis avaliadas nas culturas. Na cultura de milho, a Pendimetalina, Bullet, Lumax e Metribuzina é que proporcionaram os melhores resultados e nas culturas de amendoim, feijão nhemba e cenoura, a metribuzina apresentou os melhores resultados.

### **5.2. Recomendações**

Por forma a reduzir os prejuízos causados pelas infestantes nas culturas, recomenda-se aos agricultores o uso de todos os herbicidas na cultura do milho, MCPA e metribuzina no amendoim e feijão nhemba e o herbicida metribuzina na cenoura, desde que os agricultores estejam treinados ou capacitados para o manuseio dos mesmos.

Aos investigadores, que façam a repetição do ensaio no mesmo local com as mesmas doses de herbicidas usadas, as mesmas culturas (variedades) e em diferentes épocas, por forma a verificar a consistência ou não dos resultados.

Que se façam estudos similares com doses reduzidas dos herbicidas, para saber a dose ideal para cada cultura.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEGRO. (2024). Tudo a respeito do novo herbicida terbutilazina. Disponível em <https://blog.aegro.com.br/terbutilazina/>. Acesso em 29/02/2024;

Agrofit. (2024). Disponível em [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 24/02/2024;

Agrolink. (2023). Bula Atrazina Nortox SC. Disponível em [https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/atrazina-nortox-500-sc\\_2934.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/atrazina-nortox-500-sc_2934.html). Acesso 29/06/2023;

Akobundu I. O. (1991). Weeds in Human Affairs in Sub-Saharan Africa: Implications for Sustainable Food Production. Weed Teclogy. Volume 5:680-690 pp;

Anzalone, Á. (2005). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Departamento de Fitotecnia;

Arriel, N. H. C.; Gondim, T. M. S.; Firmuni, P. T.; Beltrão, N. E. M.; Vasconcelos, R. A.; Costa. I. L.; Silveira, N. A.; Sousa, S. L.; Dantas, E. S. B.; Pereira, J. R. (2007). Gergelim BRS Seda;

Arriel, N. H. C.; Beltrão, N. E de M.; Firmino, P. de T. (2009). Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/631827>. Acesso em 08/06/2023;

Artur, A. M. B. & Afonso, T. M. (Orgs.) (2021). Matologia: Estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra;

Barreto, A. N. (2006). Cultivo do Amendoim. Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, n. 7;

Barros, J. F. C & Freixial, R. M. C. (2011). Controlo Químico de Infestantes. Évora: Universidade de Évora. 15p;

Barros, J. F. C & Calado, J. G. (2014). A Cultura do Milho. Évora: Universidade de Évora. 51p;

BAYER Moçambique (s.d.). BULLETT 70% SC. Maputo;

Bolonhezi, D.; Godoy, I. J.; Santos, R. C. (2013). Manejo cultural do amendoim. In: Santos, R. C., Freire, R.M.M., Lima, L.M. O Agronegócio do Amendoim no Brasil. Embrapa Algodão. p.81-113;

Brighenti, A. M. & Oliveira, M. F. (2011). Biologia de Plantas Daninhas. In: Oliveira Jr, R.S. *et al.* (Eds.), Biologia e Manejo de Plantas Daninhas;

Carvalho, A. D. F de. (2022). Cenoura-Defensivos. Embrapa Hortaliças. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cenoura/pre-producao/insumos/defensivos>. Acesso em 23/02/2024

Carvalho, G. R. (2017). Atividade de inseticida em diferentes modalidades de aplicação, no controle de insetos vetores de viroses, na cultura da alface, Uberlândia-MG. 31p;

Chiconela, T.; Cugala, D.; Santos, L. (1999). Protecção de Plantas: “Colecção Jovem Agricultor”. Maputo. p. 87-140;

Colariccio, A & Chaves, A. L. R. (2017). Boletim Técnico Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface. Instituto Biológico. n. 29;

Correia, G. D. M. (2018). Exploração de potenciais factores que influenciam a adopção de tecnologias agrárias para a produção de hortícolas no Distrito de Marracuene. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal- Universidade Eduardo Mondlane. Maputo;

Correia, N. M & Carvalho, A. D. F. de. (2018). Seletividade do herbicida metribuzin para a cultura da cenoura. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 24 p;

Costa, A. F da.; Vale, L. S do.; Oliveira, A. B de.; Neto, J. F de B.; Cardoso, G. D. (2017). Selectivity of pre-and post-emergent herbicides for cowpea (*Vigna unguiculata*). Africa Journal of Agricultural Research. vol 12. pp. 881-887. DOI: 10.5897/AJAR2016.12081 Acesso em 12/05/2024;

Cruz, A. B. de S.; Rocha, P. R. R.; Albuquerque, J. A. A.; Alves, J. M. A.; Cruz, D. L. de S.; Finoto, E. L.; Santos, G. X. L. dos. (2018). Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura de feijão-caupi na Savana Amazônica. Nativa, Sinop, v. 6, n. 6, p.625-630, nov./dez. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i6.5732>;

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2002). Cultivo do feijão-caupi - Sistemas de Produção. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi>. Acesso em 28/04/2023;

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2007). Coleção plantar gergelim, A cultura do Gergelim. Embrapa Informação Tecnológica Brasília. DF;

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2015). Horticultura em Moçambique: Características, Tecnologias de Produção e de Pós-Colheita. Brasília, DF. 280p;

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2023). Boas práticas agrícolas para o manejo de plantas daninhas e o uso de herbicidas na cultura do amendoim. Embrapa Algodão. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1155515/1/MANEJO-DE-PLANTAS-DANINHAS-USO-HERBICIDAS-CULTURA-AMENDOIM.pdf>. Acesso em 23/02/2024

FAOSTAT. (2012). Statistics of cowpea production. Disponível em <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em 14/05/2023;

FAOSTAT. (2019). Food and agriculture organization statistical databases. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em 12/06/2023;

Ferreira, P. V. (1991). Estatística experimental aplicada à agronomia. Maceió, EDUFAL. 437p;

Filho, F. A. S.; Almeida, E. I. B.; Pinto, C. de M.; Pitombeira, J. B. (2013). Seletividade de diferentes herbicidas ao feijão-caupi. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.3, n.2., p.84-90;

Fontes, J. R. A, Shiratsuchi, L. S, Neves, J. L, Júlio, L. Filho, J. S, (2003). Manejo integrado de plantas daninhas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil 47 pp.

Freitas, F.C.I.; Medeiros, V. F. L. P.; Grangeiro, L. C.; Silva, M. G. O.; Nascimento, P. G. M. L.; Nunes. G. H. (2009). Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. Planta Daninha, Viçosa, v. 27, n. 2, p.241. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000200005>. Acesso 31/05/2023;

Freitas, S. M & Margarido, M. A. (2003). Factores que Influenciam o Cultivo de Amendoim das Águas no Estado de São Paulo: uma análise econométrica. Agric. São Paulo, SP, 50(2):29-40. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/asp-2-03-3.pdf>. Acesso em 31/05/2023;

Galvão, J. C. C & Miranda, G. V. (2004). Tecnologias de Produção do Milho: Economia, Cultivares, Biotecnologia, Safrinha, Adubação, Quimigação, Doenças, Plantas Daninhas e Pragas. Editores. -Viçosa, UFV. Brasil. 311p;

Grichar, W. J.; Sestak, D. C.; Brewer, K. D.; Besler, B. A.; Stichler, C. R.; Smith, D. T. (2001). Sesame (*Sesamum indicum* L.) tolerance and weed control with soil-applied herbicides. Crop Protect, v.20, p.389-394;

Gupta, S.; Sharma, P. K.; Kumar, S.; Singh S.; Singh S.; Yadav, H. L. (2019). Effect of herbicides and fertilizers on the phytotoxicity, growth and yield of Indian mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern and Coss.]. India. Disponível em [www.phytojournal.com](http://www.phytojournal.com). Acesso em 14/03/2023;

Henriques, S. A. (2018). Aplicação sequenciada dos herbicidas Glifosato e Lumax no controlo de infestantes na cultura do milho (*Zea mays* L.). Projecto Final. Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo.

ICM. (2023). Instituto de Cereais de Moçambique. Gergelim. Disponível em <https://iaom.gov.mz/gergelim/>. Acesso em 02/05/2023;

INE. (2010). Censo agro-pecuário 2009 – 2010: Resultados definitivos – Moçambique;

Jensen, K. I. N.; Doohan, D. J.; Specht, E. G. (2004). Response of processing carrot to metribuzin on mineral soils in Nova Scotia. Canadian Journal of Plant Science, v. 84, n. 2, p. 669-676;

Johnson, W. C. III.; Prostko, E. P.; Davis, J. (2011). Phytotoxicity of Delayed Applications of Dinitroaniline Herbicides in Strip-Tillage Peanut Production. Peanut Science. 38:57–60;

Karam, D., Lara, F. R., Cruz, M. B., Pereira, I. A. F.; Pereira, F. T. F. (2003). Características do Herbicida S-Metolachlor nas Culturas de Milho e Sorgo. Embrapa ISSN 1518-4269. Sete Lagoas, MG Dezembro, 3p.

- Karam, D.; Cruz, M. B. da.; Hendrix, I. (2004). Características do Herbicida Mesotrione na Cultura do Milho. Embrapa Milho e Sorgo. p.1-5;
- Karam, D. & Silva, J. A. A. da. (2009). Controle químico de plantas daninhas na cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo. P.141-153;
- Kurre, D. K.; Bharati, V.; Singh, A.; Kumar, M.; Prasad, S. S. (2017). Impact of herbicides on yield, economics and phytotoxicity in kharif maize. The Pharma Innovation. Bihar, India. Disponível em [www.thepharmajournal.com](http://www.thepharmajournal.com). Acesso em 14/03/2013;
- Langham, D.R., Grichar, J., Dotray, P. (2007). Review of herbicide research on sesame (Sesamum indicum L.). Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/268372403\\_REVIEW\\_OF\\_HERBICIDE\\_RESEARCH\\_ON\\_SESAME\\_Sesamum\\_indicum\\_L](https://www.researchgate.net/publication/268372403_REVIEW_OF_HERBICIDE_RESEARCH_ON_SESAME_Sesamum_indicum_L). Acesso em 24/02/2024
- Lins, H. A.; Santos, M. G. dos.; Júnior, A. P. B.; Mendonça, V.; Silva, D. V.; Coêlho, E. dos. S. (2021). Economic evaluation and effectiveness of herbicides applied in pre-emergency in the sesame. Rev. Caatinga, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 621 – 630;
- Mabilana, H. A.; Fontana, D. C.; Fonseca, E. L. da. (2012). Desenvolvimento de modelo agrometeorológico espectral para estimativa de rendimento do milho na Província de Manica-Moçambique. Revista Ceres, Viçosa, v. 59, n.3, p. 337-349;
- Machado, M. H.; Athanásio, J. C.; Giancotti, P. R. F. (2009). Influência de diferentes períodos de controle das plantas daninhas em alface. *Horticultura Brasileira* 27: S1762-S1767;
- Machava, A. I. (2019). Efeito do glifosato e MCPA no controlo de infestantes na cultura de milho (Zea mays L.). Projecto Final. Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo.
- MADER. (2020) – Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Programa Sustenta. Maputo;
- MAPA. (2016). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Metribuzin Tide 480 SC. Porto Alegre;
- Marchi, G.; Marchi, E. C. S.; Guimarães, T. G. (2008). Herbicidas: mecanismos de ação e uso. (Documentos / Embrapa Cerrados). 36p;

- Matos, F. A. C. de; Lopes, H. R. D; Dias, R. de L.; Alves, R. T. (2011). Cenoura: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios. Série Agricultura Familiar. SEBRAE. Brazlândia – DF. 28p;
- Medeiros, D. C.; Lima, B. A. B.; Barbosa, M. R.; Anjos, R. S. B.; Borges, R. D.; Cavalcante Neto, J. G.; Marques, L. F. (2007). Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. *Horticultura Brasileira* 25: p.433-436;
- Mesquita, H. C.; Freitas, F. C. L.; Freire Filho, F. R.; Silva, M. G. O.; Cunha, J. L. X. L.; Rodrigues, A. P. M. S. (2017). Eficácia e Seletividade de Herbicidas em Cultivares de Feijão-Caupi. *Rev. Bras. Herb.*, v.16, n.1, p.50-59.
- MINAG. (2007). Reforma Agrária e Desenvolvimento Rural em Moçambique, Situação Actual e Perspectivas. Maputo. 22pp;
- Monteiro, F. P. dos R.; Chagas Júnior, a. F.; Reis, M. R.; Santos, G. R. dos.; Chagas, L. F. B. (2012). Efeitos de herbicidas na biomassa e nodulação do feijão-caupi inoculado com rizóbio. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 25, n. 3, p. 44-51-X;
- Moreira, H. J. D. C.; Bragança, H. B. N. (2011). Manual de identificação de plantas infestantes. Campinas – SP. p. 1017;
- Mosca, J.; Uaiene, R.; Sousa, R. de.; Chamberlin, J.; Serra, C. M.; Valá, S. C.; Mucavele, F.; Vicente, E. A.; Jorge, R.; Baptista, F. O. (2012). Contributos para Debate da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Escolar Editora. Maputo. 245p;
- Muhammad, R. C.; Muhammad, J.; Tahira, Z. M. (2003) Yield and yield components of cowpea as affected by various weed control methods under rain fed conditions of Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9:120-124;
- Muitia, A. (2015). Maneio da Cultura de Amendoim. Instituto de Investigacao agrária de Moçambique (IIAM). Maputo. pp. 2;
- Oliveira Jr, R. S. de. (2011). Mecanismo de Ação de Herbicidas. In: Oliveira Jr, R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H, (Ed.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax. p. 141-192;

Oliveira Jr, R. S. de. (2011a). Introdução ao Controle Químico. In: Constantin, J.; Oliveira Jr, R. S.; Oliveira Neto, A. M. (Ed.). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, cap. 6, p. 125-139;

Oliveira Jr, R. S. de. & Inoue, M. H. (2011). Seletividade dos Herbicidas para Culturas e Plantas Daninhas. In: Constantin, J.; Oliveira Jr, R. S.; Oliveira Neto, A. M. (Ed.). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, cap. 6, p. 125-139;

Oliveira Jr, R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. (2011). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax. p. 79-91;

Oliveira, O. M. S.; Silva, J. F.; Gonçalves, J. R. P.; Klehm, C. S. (2010) Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão- caupi em várzea no Amazonas. Planta Daninha, 28:523-530;

Oliveira, R. (2007). Mecanismos de Ação de Herbicidas. Rio de Janeiro. 36pp;

Osipe, R.; Adegas, F. S.; Osipe, J. B. (2013). Plantas daninhas na agricultura: o caso da buva. In: Constantin, J.; Oliveira Júnior, R. S.; Oliveira Neto, A. M. (Ed.). Buva: Fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Omnipax, cap. 1, p. 1-4;

O'Sullivan, J.; Zandstra, J.; Sikkema, P. (2002). Sweet corn (Zea mays) cultivar sensitive to mesotrione. Weed Technology, Lawrence. v. 16, n. 2, p. 421-425;

Peixoto, C. P.; Gonçalves, J. A.; Peixoto, M. F. S. P.; Carmo, D. O. (2008). Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no Recôncavo Baiano. Bragantia, Campinas, v.67, n. 3, p. 563-568;

Pereira, G. A. M. (2013). Avaliação de produção e florescimento de cultivares de cenoura em duas regiões do Alto Vale do Jequitinhonha, MG. Dissertação (Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. Diamantina – MG. 38p;

Pino, F. A. (2014). A questão da não normalidade: uma revisão. Rev. de Economia Agrícola, São Paulo, v. 61, n. 2, p. 17-33;

Putti, F. F.; Silva, A. L. C. da.; Filho, L. R. A. G. (Orgs.) (2019). Sustentabilidade em sistemas agropecuários. Tupã: ANAP. 282 p;

- Queiroga, V. de P.; Gondim, T. M. de S.; Vale, D. G.; Gereon, H. G. M.; Moura, J. de A.; Silva, P. J. da; Souza Filho, J. F. de. (2008). Produção de Gergelim Orgânico nas Comunidades de Produtores Familiares de São Francisco de Assis do Piauí. (Embrapa Algodão. Documentos, 190). Campina Grande, 127p;
- Quintanilla, C. & Torres, L. (1991). Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentacion – Servicio de extensio agraria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 348 pág;
- Radosevich, S. (1998). Weed Ecology and Ethics. Weed Science, Vol. 46, No. 6. 6 pp;
- Ramos, L. R. de. M & Pitelli, R. A. (1994). Efeitos dos diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, v.29, n.10, p.1523-1531;
- Rana, S. S. (2016). Principles and Practices of Weed Management. Department of Agronomy, College of Agriculture, CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur, 167 p;
- Reis, T. C.; Santos, T. de. S.; Andrade, A. P.; Neves, A. F. (2010). Efeitos de fitotoxicidade do herbicida 2,4-D no milho em aplicações pré e pós-emergência. Revista de biologia e ciência da terra. v. 10, n. 1, p. 25-33;
- Rissardi Júnior, J. L. (2022). Fitotoxicidade dos herbicidas carfentrazone-ethyl e saflufenacil aplicados em pós emergência em três cultivares de trigo. Trabalho de conclusão de curso de graduação. Universidade Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR). Pato Branco-PR;
- Rodrigues, S. M. (2019). Selectividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do sorgo biomassa. Dissertação (Pós-graduação em Bioenergia e Grãos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde. 6 pp;
- Roman, E. S.; Vargas, L.; Rizzardi, M. A.; Hall, L.; Beckie, H.; Wolf, T. M. (2005). Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. 21 ed. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthie. (s.l.) 152p;
- Sala, F. C & Costa, C. P. (2012). Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. *Horticultura Brasileira* 30: p.187-194;
- Saveca, P. S. L. (2011). Avaliação do efeito fitotóxico de três herbicidas em três variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) no controle de infestantes. Tese de Licenciatura. Universidade

Eduardo Mondlane. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Protecção Vegetal). Maputo. pp.28-29;

Segeren, P. A. (1994). Pragas, doenças e ervas daninhas nas culturas alimentares em Moçambique; INIA, Maputo;

Silva, N. A. (2019). Estudo sobre a produção de bioherbicidas em substituição aos herbicidas atualmente utilizados. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Química). Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG. Formiga. 12 pp;

Silva, R. R.; Reis, M. R.; Mendes, K. F.; Aquino, L. Â.; Pacheco, D. D.; Ronchi, C. P. (2013). Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. *Bragantia*, Campinas, v.72, n.3, p.255-261;

Silveira, P.S.; Peixoto, C. P.; Santos, W. J.; Santos, I. J.; passos, A. R.; Bloisi, A.M. (2011). Teor de proteína e óleo de amendoim em diferentes épocas de sementeira e densidade de plantas. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.18, n.1, p. 34-45;

Singh, B. B.; Ehlers, J. D.; Sharma, B.; Freire Filho, F. R. (2002). Recent progresso in cowpea breeding. In: Fatokun, C. A.; Tarawali, S. A.; Singh, B. B.; Kormawa, P. M.; Tamo, M (eds). *Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production*. Ibadan: IITA, p. 22-49;

Syngenta (2022). Lumax. Lisboa;

Tembe, Á. L. B. (2014). Avaliação do Efeito do Método Físico, Químico e Mecânico no Controlo da Tiririca (*Cyperus rotundus* L.) na Cultura do Milho (*Zea mays* L.). Dissertação (Mestrado em Protecção Vegetal) Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo;

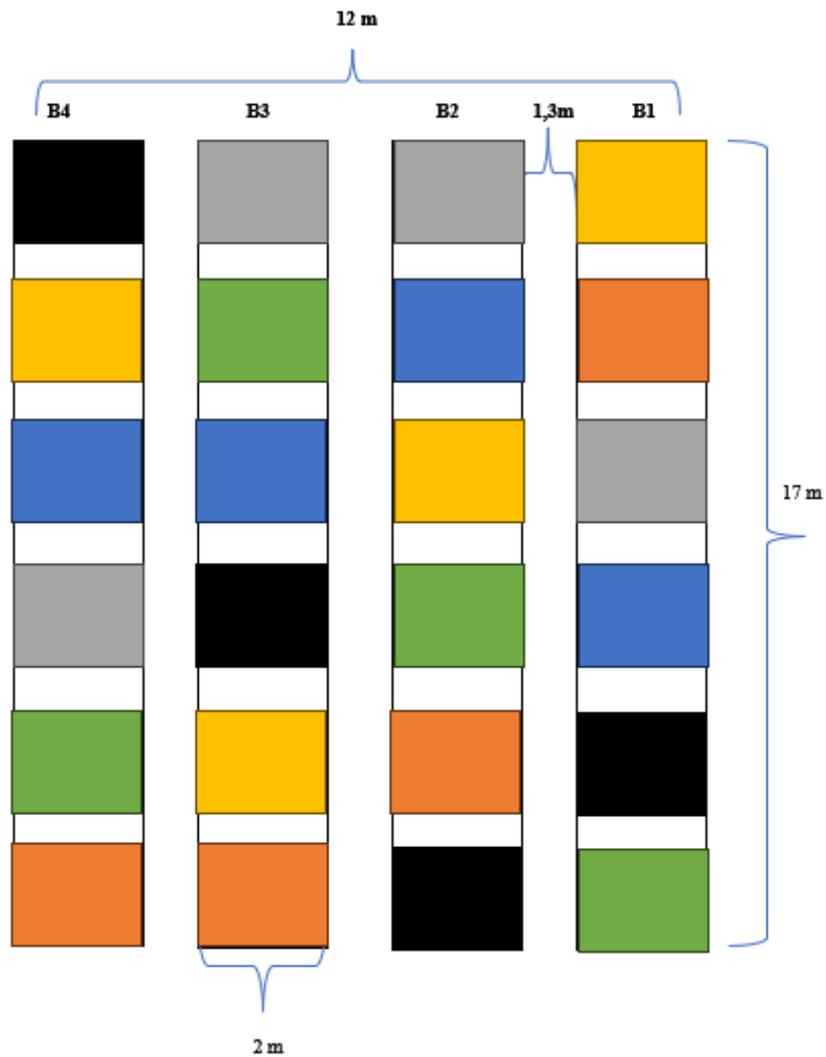
USDA. (2023) -UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Oilseeds: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service. February. Disponível em <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx>. Acesso em 16 /03/2023;

Vargas, L.; Peixoto, C. M.; Roman, E. S. (2006). Manejo de plantas daninhas na cultura de milho. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 20p;

WeedOut (2023). Terbutilazina. Disponível em <https://weedout.com.br/terbutilazina/>. Acesso em 29/06/2023.

Anexos

Anexo 1: Layout da área experimental



Preto- **Controlo**

Cinza- **MCPA**

Amarelo- **Lumax**

Verde- **Bullet**

Azul- **Metribuzina**

Laranja- **Pendimetalina**

**Anexo 2:** Ficha de observações de campo

Tabela 1: Ficha de Observações de Campo

Data da Observação \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Tratamentos	Planta nº	Bloco															
		Culturas										Infestantes					
		M		A		F		Al		C		G		Ab	Cob	NC	T.Inf
		Fit	Alt	Fit	Alt	Fit	Alt	Fit	Alt	Fit	Alt	Fit	Alt				
Controlo	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
Metribuzina	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
Lumax	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
Pendimetalina	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
MCPA	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
Bullet	1																
	2																
	3																
	4																
	5																

**M**-milho

**Al**-alface

**Fit**-fitotoxicidade

**NC**-nível de controlo

**F**-feijão nhemba

**C**-cenoura

**Alt**-altura

**T.inf**-tipo de infestante

**A**-amendoim

**G**-gergelim

**Cob**-cobertura

**Anexo 3: Análise da estatística descritiva da fitotoxicidade**

**Tabela 1: Estatística descritiva da fitotoxicidade aos 7 DAA**

<b>Cultura</b>	<b>Herbicida</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão da Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
1	1	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0
1	3	43.8	42.5	2.393567769	4.78713554
1	4	16.3	17.5	6.25	12.5
1	5	0	0	0	0
1	6	5	0	5	10
2	1	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0
2	3	52.5	40	12.5	25
2	4	0	0	0	0
2	5	0	0	0	0
2	6	35	20	15	30
3	1	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0
3	3	67.5	90	22.5	45
3	4	0	0	0	0
3	5	0	0	0	0
3	6	60	80	20	40
4	1	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0
4	5	0	0	0	0
4	6	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
5	2	5	0	5	10
5	3	0	0	0	0
5	4	22.5	0	22.5	45
5	5	0	0	0	0
5	6	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
6	2	25	20	5	10
6	3	0	0	0	0
6	4	22.5	0	22.5	45
6	5	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0

**Tabela 2:** Estatística descritiva da fitotoxicidade aos 14 DAA

<b>Cultura</b>	<b>Herbicida</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão da Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
1	1	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0
1	3	30	25	10.8012345	21.602469
1	4	12.5	0	12.5	25
1	5	32.5	30	2.5	5
1	6	17.5	0	17.5	35
2	1	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0
2	3	72.5	65	9.464847243	18.9296945
2	4	40	50	10	20
2	5	42.5	42.5	3.227486122	6.45497224
2	6	85	80	5	10
3	1	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0
3	3	75	100	25	50
3	4	15	15	6.454972244	12.9099445
3	5	30	35	10.8012345	21.602469
3	6	75	100	25	50
4	1	0	0	0	0
4	2	2.5	0	2.5	5
4	3	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0
4	5	0	0	0	0
4	6	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
5	2	37.5	20	20.96624271	41.9324854
5	3	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0
5	6	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
6	2	80	100	20	40
6	3	0	0	0	0
6	4	10	0	10	20
6	5	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0

**Tabela 3:** Estatística descritiva da fitotoxicidade aos 21 DAA

<b>Cultura</b>	<b>Herbicida</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão da Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
1	1	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0
1	3	31.25	17.5	20.03902443	40.07804885
1	4	17.5	0	17.5	35
1	5	15	15	6.123724357	12.24744871
1	6	22.5	0	22.5	45
2	1	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0
2	3	92.5	90	2.5	5
2	4	50	65	16.83250823	33.66501646
2	5	25	30	9.574271078	19.14854216
2	6	90	90	4.082482905	8.164965809
3	1	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0
3	3	75	100	25	50
3	4	7.5	0	7.5	15
3	5	15	15	6.454972244	12.90994449
3	6	75	100	25	50
4	1	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0
4	5	0	0	0	0
4	6	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
5	2	30	10	23.4520788	46.9041576
5	3	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0
5	6	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
6	2	80	100	20	40
6	3	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0
6	5	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0

## Anexo 4: Análise de variância

Hipóteses:

Ho:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ ;

Ha: Pelo menos dois tratamentos são diferentes (infestantes)

Ha: Pelo menos dois dos herbicidas têm efeitos diferentes (culturas)

**Tabela 1:** Anova do nível de controlo de infestantes aos 7, 14 e 21 DAA

```
. anova nci7 herb bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	317	8	39.625	303.51	0.0000
herb	316.20833	5	63.241667	484.40	0.0000
bloco	.79166667	3	.26388889	2.02	0.1542
Residual	1.9583333	15	.13055556		
Total	318.95833	23	13.867754		

```
. predict e,r
. swilk e
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
e	24	0.95794	1.135	0.257	0.39840

```
. hettest e
```

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

chi2(1) = 0.60  
Prob > chi2 = 0.4389

```
. anova nci14 herb bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	357.33333	8	44.666667	119.11	0.0000
herb	355.20833	5	71.041667	189.44	0.0000
bloco	2.125	3	.70833333	1.89	0.1748
Residual	5.625	15	.375		
Total	362.95833	23	15.780797		

```
. predict e1,r
. swilk e1
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
e1	24	0.99077	0.249	-2.835	0.99771

```
. hettest e1
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Ho: Constant variance  
Variables: e1

chi2(1) = 0.14  
Prob > chi2 = 0.7106

```
. anova nci21 herb bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	412.83333	8	51.604167	80.08	0.0000
herb	411	5	82.2	127.55	0.0000
bloco	1.8333333	3	.61111111	0.95	0.4422
Residual	9.6666667	15	.64444444		
Total	422.5	23	18.369565		

```
. predict e2,r
. swilk e2
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
e2	24	0.95769	1.141	0.269	0.39387

```
. hettest e2
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Ho: Constant variance  
Variables: e2

chi2(1) = 1.99  
Prob > chi2 = 0.1581

**Tabela 2: Anova da altura de milho, amendoim, feijão nhemba e gergelim aos 7 DAA**

```

anova sqalt7 tratamento bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.9844
Root MSE = .134066 Adj R-squared = 0.9761

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 17.029754 | 8 | 2.1287193 | 118.43 | 0.0000
tratamento | 17.010221 | 5 | 3.4020442 | 189.28 | 0.0000
bloco | .01959316 | 3 | .00651105 | 0.36 | 0.7812
Residual | 2.6960665 | 15 | .17973798
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 17.299361 | 23 | .75214612

. predict e,r
. swilk e

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
e | 24 | 0.96019 | 1.074 | 0.145 | 0.44217

. hettest e
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: e
chi2(1) = 3.02
Prob > chi2 = 0.0822
    
```

```

anova expalt7 tratamento bloco

Number of obs = 12 R-squared = 0.9998
Root MSE = .015155 Adj R-squared = 0.9992

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 2.4475556 | 8 | 30594445 | 1767.86 | 0.0000
tratamento | 2.3379685 | 5 | 46759371 | 2701.94 | 0.0000
bloco | .0007107 | 3 | .0002369 | 1.37 | 0.4013
Residual | .00051518 | 3 | .00017306
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 2.4480748 | 11 | .22255225

. predict er,r
(12 missing values generated)
. swilk er

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
er | 12 | 0.91679 | 1.390 | 0.642 | 0.26042

. hettest er
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: er
chi2(1) = 0.73
Prob > chi2 = 0.3944
    
```

```

anova alt7 tratamento bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.9632
Root MSE = .505941 Adj R-squared = 0.9435

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 100.37793 | 8 | 12.547242 | 49.02 | 0.0000
tratamento | 100.27188 | 5 | 20.054377 | 78.34 | 0.0000
bloco | .10605002 | 3 | .03535001 | 0.14 | 0.9357
Residual | 3.83965 | 15 | .2559766
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 104.21758 | 23 | 4.5311933

. predict e,r
. swilk e

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
e | 24 | 0.96047 | 1.066 | 0.131 | 0.44796

. hettest e
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: e
chi2(1) = 0.31
Prob > chi2 = 0.5804
    
```

```

anova alt7 tratamento bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.9050
Root MSE = .398708 Adj R-squared = 0.8544

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 22.724267 | 8 | 2.8405334 | 17.87 | 0.0000
tratamento | 21.116882 | 5 | 4.2233767 | 26.57 | 0.0000
bloco | 1.6073834 | 3 | .53579448 | 3.37 | 0.0467
Residual | 2.3845166 | 15 | .15896778
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 25.108783 | 23 | 1.0916862

. predict e,r
. swilk e

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
e | 24 | 0.94925 | 1.369 | 0.640 | 0.26096

. hettest e
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: e
chi2(1) = 0.23
Prob > chi2 = 0.6322
    
```

**Tabela 3: Anova da biomassa de milho, amendoim e feijão nhemba**

```

anova bio tratamento bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.6751
Root MSE = 30.629 Adj R-squared = 0.5018

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 23237.543 | 8 | 3654.6929 | 3.90 | 0.0113
tratamento | 26901.926 | 5 | 5380.3852 | 5.74 | 0.0037
bloco | 2335.6171 | 3 | 778.53904 | 0.83 | 0.4979
Residual | 14071.999 | 15 | 938.13327
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 43309.542 | 23 | 1883.0236

. predict e2,r
. swilk e2

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
e2 | 24 | 0.97189 | 0.758 | -0.564 | 0.71978

. hettest e2
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: e2
chi2(1) = 1.10
Prob > chi2 = 0.2948
    
```

```

anova obio tratamento bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.9014
Root MSE = 62121.3 Adj R-squared = 0.8488

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 5.293e+11 | 8 | 6.616e+10 | 17.14 | 0.0000
tratamento | 5.070e+11 | 5 | 1.014e+11 | 26.28 | 0.0000
bloco | 2.224e+10 | 3 | 7.412e+09 | 1.92 | 0.1696
Residual | 5.789e+10 | 15 | 3.859e+09
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 5.872e+11 | 23 | 2.553e+10

. predict e4,r
. swilk e4

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
e4 | 24 | 0.96108 | 1.050 | 0.099 | 0.46045

. hettest e4
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: e4
chi2(1) = 0.88
Prob > chi2 = 0.3478
    
```

```

anova bio tratamento bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.9503
Root MSE = 5.95068 Adj R-squared = 0.9237

Source | Partial SS | df | MS | F | Prob>F
-----|-----|---|----|---|-----
Model | 10147.451 | 8 | 1268.4313 | 35.82 | 0.0000
tratamento | 10090.949 | 5 | 2018.1898 | 56.99 | 0.0000
bloco | 56.501455 | 3 | 18.833818 | 0.53 | 0.6673
Residual | 531.1592 | 15 | 35.410614
-----|-----|---|----|---|-----
Total | 10678.61 | 23 | 464.28738

. predict er,r
. swilk er

Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs | W | V | z | Prob>=z
-----|---|---|---|---|-----
er | 24 | 0.97709 | 0.618 | -0.981 | 0.83678

. hettest er
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: er
chi2(1) = 0.15
Prob > chi2 = 0.6998
    
```

## Anexo 5: Comparação de médias

Comparação de médias para o nível de controlo de infestantes

**Tabela 1:** Comparação de médias para o nível de controlo de infestantes aos 7, 14 e 21DAA

. pwmean nci7, over(herb) mcompare(tukey) groups			
Pairwise comparisons of means with equal variances			
over : herb			
	Number of Comparisons		
herb	15		
nci7	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
herb			
1	-1.78e-15	.195434	
2	8	.195434	
3	10	.195434	A
4	9.75	.195434	A
5	10	.195434	A
6	10	.195434	A

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

. pwmean nci14, over(herb) mcompare(tukey) groups			
Pairwise comparisons of means with equal variances			
over : herb			
	Number of Comparisons		
herb	15		
nci14	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
herb			
1	2.66e-15	.3280837	
2	3.75	.3280837	
3	10	.3280837	A
4	8.5	.3280837	A
5	10	.3280837	A
6	10	.3280837	A

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

. pwmean nci21, over(herb) mcompare(tukey) groups			
Pairwise comparisons of means with equal variances			
over : herb			
	Number of Comparisons		
herb	15		
nci21	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
herb			
1	0	.3996526	B
2	1	.3996526	B
3	10	.3996526	A
4	7.75	.3996526	A C
5	9	.3996526	A C
6	9.75	.3996526	A

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

**Tabela 2:** teste t para a altura da cenoura aos 14 e 21 DAA

. ttest alt14, by (tratamento)					
Two-sample t test with equal variances					
Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
51	4	2.9325	.1930187	.3860375	2.318228 3.546772
52	4	2.88	.219089	.438178	2.182761 3.577239
combined	8	2.90625	.1355272	.3833289	2.585779 3.226721
diff		.0525001	.2919867		-.6619657 .7669658

diff = mean(51) - mean(52) t = 0.1798  
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 6  
 Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
 Pr(T < t) = 0.5684 Pr(|T| > |t|) = 0.8632 Pr(T > t) = 0.4316

. ttest alt21, by (tratamento)					
Two-sample t test with equal variances					
Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
51	4	4.655	.0665207	.1330414	4.443301 4.866699
52	4	4.41	.0988264	.1976527	4.095491 4.72451
combined	8	4.5325	.0720057	.2036628	4.362234 4.702766
diff		.2449999	.1191287		-.0464976 .5364974

diff = mean(51) - mean(52) t = 2.0566  
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 6  
 Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
 Pr(T < t) = 0.9573 Pr(|T| > |t|) = 0.0855 Pr(T > t) = 0.0427



**Tabela 5: Comparação de médias para altura de amendoim aos 7, 14 e 21 DAA**

```
. pwmean expalt7, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	15

expalt7	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
21	.0056645	.0101237	A
22	.2471543	.0143171	
23	.0497209	.0101237	A
24	.021104	.0101237	A
25	.1	.0071585	A
26	.009255	.0143171	A

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

```
. pwmean alt14, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	15

alt14	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
21	4.17	.1470532	B
22	4.22	.1470532	B
23	2.665	.1470532	A
24	3.73	.1470532	B
25	2.2425	.1470532	A
26	2.4	.1470532	A

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

```
. pwmean alt21, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	15

alt21	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
21	5.315	.2313952	C
22	5.47	.2313952	C
23	2.8175	.2313952	A
24	4.045	.2313952	B
25	3.2175	.2313952	AB
26	2.64	.2313952	A

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

**Tabela 6: Comparação de médias para altura de feijão nhemba aos 7, 14 DAA**

```
. pwmean alt7, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	15

alt7	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
31	5.77	.234097	A
32	6.015	.234097	A
33	4.105	.234097	B
34	5.465	.234097	A C
35	8.88e-16	.234097	
36	4.59	.234097	BC

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

```
. pwmean alt14, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	15

alt14	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
31	11.67	.439118	A
32	11.89	.439118	A
33	0	.439118	B
34	10.505	.439118	A
35	6.0725	.439118	
36	1.78e-15	.439118	B

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

```
. pwmean alt21, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	15

alt21	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
31	14.62	.5047424	C
32	13.78	.5047424	BC
33	1.78e-15	.5047424	A
34	12.3	.5047424	B
35	8.9925	.5047424	
36	1.78e-15	.5047424	A

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

**Tabela 7:** Comparação de médias para biomassa de milho, amendoim e feijão nhemba

```
. pwmean bio, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
```

Pairwise comparisons of means with equal variances

over : tratamento

	Number of Comparisons
tratamento	15

bio	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
11	105.75	15.09581	AB
12	114.43	15.09581	B
13	39.9975	15.09581	A C
14	66.76	15.09581	ABC
15	30.695	15.09581	C
16	106.675	15.09581	AB

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

```
. pwmean cbio, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
```

Pairwise comparisons of means with equal variances

over : tratamento

	Number of Comparisons
tratamento	15

cbio	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
21	335476.6	33358.65	B
22	320547.5	33358.65	B
23	3390.267	33358.65	A
24	90114.2	33358.65	A
25	9917.378	33358.65	A
26	2557.408	33358.65	A

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

```
. pwmean bio, over(tratamento) mcompare(tukey) groups
```

Pairwise comparisons of means with equal variances

over : tratamento

	Number of Comparisons
tratamento	15

bio	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
31	51.9275	2.856913	C
32	46.75	2.856913	C
33	0	2.856913	A
34	16.6575	2.856913	B
35	17.7375	2.856913	B
36	7.11e-15	2.856913	A

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