



Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Protecção Vegetal

Licenciatura em Engenharia Agronómica

Projecto final

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE HERBICIDAS PRÉ E PÓS-
EMERGENTE NO CONTROLO DE INFESTANTES NA CULTURA DE
CEVADA (*Hordeum vulgare* L.)**

Autora:

Adília Poiva Mabai

Supervisão:

Prof. Doutor Tomás F. Chiconela (PhD)

Eng. Francisco Munguambe (MSc)

Maputo, Abril de 2026

Autora: Adília Poiva Mabai

Avaliação da eficácia de herbicidas pré e pós-emergente no controlo de infestantes na cultura de Cevada (*Hordeum vulgare* L.)

Projecto de licenciatura em Engenharia Agronómica apresentado à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane, em cumprimento dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma, sob orientação do Prof. Doutor Tomás Fernando Chiconela e Mestre Francisco Munguambe.

Maputo, Abril de 2026

*O que vale na vida não é a partida e sim a
caminhada. Caminhando e semeando, no fim
terá o que colher*

Cora Coralina

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Anuário Mabai, e Isabel José Nhantumbo, pela proteção, cuidados, preocupações, e acima de tudo, pelo seu amor verdadeiro.

Aos meus irmãos Anuário, Chélcia, Delma e Minéria. Tenho e sempre terei orgulho de vocês.

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus por me proteger e estar sempre presente em minha vida, pela força e sabedoria que me proporcionou para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Anuário Mabai e Isabel José Nhantumbo, aos meus irmãos, Anuário Mabai Jr, Chélcia Alexandre Nhantumbo, Delma Vovília Mabai e Minéria Luísa Mabai, deixo o meu maior agradecimento, pela compreensão e por todo o apoio, que foi essencial durante a formação.

Aos meus supervisores, Prof. Doutor Tomás Fernando Chiconela e Mestre Francisco Munguambe pela oportunidade, compreensão, orientação, ensinamentos, e sobretudo, pela sua disponibilidade, apoio e conhecimento que me foi transmitido ao longo da elaboração deste trabalho.

Ao IIAM (Instituto de Investigação Agrária de Moçambique) em especial à Engenheira Cheila Chiconela, pelo apoio e suporte prestado na realização do ensaio e a Heineken Moçambique, pelo financiamento do presente estudo.

Ao professor João Nuvunga, pelo afecto e ensinamento ao longo da jornada.

Aos colegas de curso em especial Elsa Emília Zunguza, Isabel Francisco Ernesto, Palmira Fernando Halar, Inocência Macuacua, Adelaide Juma, Hermínia Nhamtumbo, e Neima Samboco pela amizade construída, companheirismo a ao longo do tempo e até aos dias de hoje.

Ao meu namorado Idício Francisco Muhai, pelo suporte.

A todos que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho, vai o meu muito obrigado!

RESUMO

A Cevada é uma cultura de grande importância para a economia e contribui para a segurança alimentar, pelo seu uso na alimentação humana como pelo seu papel na cadeia alimentar animal e indústria. No entanto, a ocorrência de infestantes representa um dos principais factores limitantes da sua produção e produtividade. Devido ao elevado potencial destrutivo das infestantes, várias alternativas para o seu controlo têm sido utilizadas, com destaque para o químico. Neste contexto, foi conduzido o presente estudo na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAFE/UEM) no período entre junho e outubro de 2023, com o objectivo de avaliar a eficácia de diferentes herbicidas no controlo das infestantes na cultura de cevada. O delineamento experimental usado foi de Blocos Completos Casualizados (DBCC), com 6 tratamentos (controlo, sachá, basagran, MCPA, propanil, e pirazossulfurão-etil) e 4 repetições. As variáveis analisadas incluíram frequência, abundância, cobertura, altura e biomassa das infestantes, assim como o rendimento da cevada e suas componentes. Os dados foram submetidos à análise estatística, através de ANOVA, utilizando o teste de Fisher, seguida do teste de comparação de médias de Tukey, ambos com um nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que, na maioria dos parâmetros avaliados, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$), com excepção da altura da cevada, o rendimento, e da biomassa das infestantes. No total foram identificadas 13 espécies de infestantes pertencentes a diferentes famílias e géneros. Destacaram-se: *Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Tribulus terrestris*, *Gomphrena celosioides* e *Portulaca oleracea*. Em termos do rendimento da cevada, observou-se que o tratamento com propanil teve tendência de atingir um rendimento de 3 ton/ha. No controlo de infestantes, os herbicidas pirazossulfurão-etil, e propanil mostraram-se eficazes, embora o primeiro herbicida tenha causado efeito fitotóxico na cevada, nas primeiras fases do desenvolvimento até aos 30 DAA.

Palavras-chaves: Cevada, Infestantes, Pirazossulfurão-etil, Propanil, Basagran e MCPA.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	vviii
LISTA DE ANEXOS	lix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de Estudo e Justificação	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral.....	3
1.2.2. Específicos	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Origem e Importância da Cultura de Cevada.....	4
2.2. Classificação e Desenvolvimento da Cevada	4
2.3. Produção Mundial.....	5
2.4. Produção em Moçambique	6
2.5. Exigências Edafoclimáticas da Cultura	7
2.5.1. Solos.....	7
2.5.2. Clima.....	7
2.6. Infestantes	8
2.6.1. Conceitos Gerais	8
2.6.2. Características	8

2.6.3. Importância	9
2.7. Competição das Infestantes Com a Cultura	9
2.8. Métodos de Controlo de Infestantes	10
2.8.1. Controlo Químico	10
2.9. Generalidade dos Herbicidas	11
2.10. Características dos Herbicidas Estudados na Cultura de Cevada	11
2.10.1. MCPA (400g/l) SL.....	11
2.10.2. Basagran (48%) SC.....	12
2.10.3. Propanil (360 g/l) EC	13
2.10.4. Pirazossulfurão-etil (10% wp)	13
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Descrição da Área de Estudo	15
3.2. Condução do Ensaio	15
3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos	17
3.4. Recolha de Dados	19
3.5. Variáveis das Infestantes Avaliadas.....	19
3.6. Análise de Dados	22
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Identificação de Infestantes Observadas na Área de Estudo	24
4.1.1. Frequência de Infestantes.....	25
4.1.2. Abundância de Infestantes	26
4.1.3. Cobertura de Infestantes	28
4.1.4. Altura das Infestantes.....	30
4.2. Biomassa, Eficácia das infestantes e Rendimento da Cultura de Cevada.....	31
4.2.1. Biomassa das infestantes.....	31

4.2.2. Eficácia do Controlo das Infestantes.....	33
4.2.3. Rendimento da Cultura de Cevada	34
4.3. Variáveis Medidas Relacionadas à Cultura de Cevada.....	35
4.3.1. Número de Plantas Emergidas por Metro Quadrado	35
4.3.2. Componentes do Rendimento	35
4.4. Correlação entre o Rendimento e as Variáveis Analisadas	39
4.5 Análise de Regressão Linear.....	39
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	41
5.1. Conclusões	41
5.2 Recomendações.....	41
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
VII. ANEXOS.....	51
.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição das Espécies por Família, Nome científico e Classe	24
Figura 2: Frequência Relativa das Infestantes em Diferentes Tratamentos aos 15 e 30 DAA....	26
Figura 3: Abundância de Infestantes aos 15 DAA dos Tratamentos.....	27
Figura 4: Abundância de Infestantes aos 30 DAA dos Tratamentos.....	28
Figura 5: Cobertura das Infestantes aos 15 DAA dos Tratamentos.	29
Figura 6: Cobertura das Infestantes aos 30 DAA dos Tratamentos.....	30
Figura 7: Altura média das Infestantes.	31
Figura 8: Regressão linear entre Rendimento da Cultura de Cevada e o Peso de Biomassa de Infestantes.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção (ton) da cevada pelos principais produtores nos últimos 5 anos.	5
Tabela 2: Área e produção mundial.....	6
Tabela 3: infestantes problemáticas na cultura de cevada	9
Tabela 4: Descrição dos tratamentos	17
Tabela 5: Escala de eficácia do controlo de infestantes.....	21
Tabela 6: Biomassa, Eficácia das infestantes e Rendimento da Cultura de Cevada	32
Tabela 7: Componentes do rendimento da cultura de cevada	35

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Layout do ensaio.....	51
Anexo 2: Análise de variância do número de plantas emergidas por metro quadrado após 7 dias	51
Anexo 3: Análise de variância de número de sementes por espiga.....	52
Anexo 4: Análise de variância de número de espiga por metro quadrado	52
Anexo 5: Análise de variância do peso de mil sementes.....	53
Anexo 6: Análise de variância do rendimento.....	53
Anexo 7: Teste de normalidade (Shapiro wilk).....	54
Anexo 8: Teste de heterocedasticidade (Breusch-pagan).....	54
Anexo 9: Teste de comparação de medias	55
Anexo 10: Analise de variância da altura de cevada	55
Anexo 11: Teste de normalidade (Shapiro-wilk).....	56
Anexo 12: Teste de heterocedasticidade (Breusch-pagan).....	56
Anexo 13: Teste de comparação de médias	57
Anexo 14: Análise de variância da biomassa das infestantes.....	57
Anexo 15: Teste de normalidade (shapiro wilk) e teste de Heterocedasticidade (Breusch pagan)	58
Anexo 16: Teste de comparação de médias.....	58
Anexo 17: Matriz de correlação de Pearson	59
Anexo 18: Análise de regressão	59

LISTA DE ABREVIATURAS

FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
UEM	Universidade Eduardo Mondlane

I. INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um dos cereais mais antigos cultivados pelo homem, com registos históricos que comprovam o seu cultivo há mais de 10 mil anos (Yalçin *et al.*, 2007). Trata-se de uma cultura adaptável a diferentes condições climáticas, podendo ser cultivada tanto em áreas irrigadas quanto em regiões com disponibilidade hídrica limitada.

Globalmente, a cevada possui grande importância económica, sendo principalmente utilizada na produção de bebidas fermentadas, como a cerveja, além de ser uma importante fonte de alimento para animais por meio da composição de rações (Galon *et al.*, 2011). A produção mundial situa-se entre 150 e 160 milhões de toneladas anuais, com destaque para regiões como a União Europeia, Rússia, Canadá e Estados Unidos, que concentram os maiores volumes (FAOSTAT, 2022).

Em África a produção de cevada é relativamente reduzida quando comparada com outras regiões do mundo, concentrando-se principalmente em países do Norte de África e da África ocidental. Segundo dados da FAOSTAT (2022), países como Etiópia, Marrocos e Argélia destacam-se como principais produtores do continente, sendo Etiópia o maior produtor, com cerca de 2,2 milhões de toneladas anuais.

Em Moçambique, embora a cevada ainda não seja uma cultura amplamente cultivada, há um interesse em diversificar a sua produção. Províncias como Manica e Tete apresentam condições favoráveis para o seu cultivo, no entanto, a presença das infestantes tem se mostrado como um dos factores bióticos que representam desafios significativos para o desenvolvimento da cultura (Correia, 2012).

As infestantes podem competir com a cevada por luz, água, nutrientes e espaço, além de servirem como hospedeiras para insectos, nemátodos e doenças, comprometendo a produtividade e elevando os custos de produção (Radosevich *et al.*, 2007). Entre as diversas estratégias de controlo, o método químico, tem sido amplamente adoptado devido à sua eficácia e viabilidade económica. Segundo Kniss (2017), os herbicidas continuam sendo uma das ferramentas mais eficientes no controlo de infestantes em escala global. Nesse sentido, Owen (2016) reforça que o controlo químico permanece como a forma mais prática e acessível de manejo.

1.1. Problema de Estudo e Justificação

A produção de cevada em Moçambique é ainda incipiente, mas apresenta potencial para se tornar uma cultura estratégica de rendimento, sobretudo como fornecedora de matéria-prima para a indústria cervejeira. A Heineken Moçambique em parceria com o IIAM, introduziu e avaliou variedades com características promissoras para a produção de malte, visando reduzir a dependência de importações e gerar oportunidades de rendimento para os pequenos produtores (Xonguila, 2024).

Apesar deste potencial e da adaptação da cevada a diversas condições edafoclimáticas, a sua introdução em Moçambique enfrenta desafios técnicos significativos. Embora factores climáticos como temperatura, a humidade relativa, e a precipitação irregular afectem o desenvolvimento da cultura, um dos principais obstáculos à produtividade são as infestantes. Estas competem com a cultura por recursos essenciais (luz, água, nutrientes e espaço) podendo levar a perdas de rendimento consideráveis. Na ausência de um controlo adequado, as infestantes podem reduzir a sua produtividade em até 75% (Scursoni & Satorre, 2005).

Em Moçambique, e em particular nas regiões da zona sul onde a Heineken pretende fomentar a produção da cevada em grande escala para abastecer a sua fábrica, o conhecimento sobre o efeito das infestantes nesta cultura é limitado. Não existem informações suficientes sobre a eficácia e o desempenho de herbicidas registados no país para uso local nesta cultura, o que representa um entrave à adopção de soluções de manejo eficazes. Este desconhecimento pode comprometer o sucesso da iniciativa de fomento e a rentabilidade dos produtores (Xonguila, 2024).

Nesse sentido, o presente estudo visa avaliar a eficácia de herbicidas no controlo de infestantes na cultura da cevada em Moçambique, buscando identificar as opções mais eficientes para o manejo da cultura, aumentar a sua produtividade e reduzir os custos de produção. O controlo químico, por meio de herbicidas, é reconhecido globalmente como uma ferramenta eficiente para a gestão de infestantes. Com isso, espera-se não só contribuir para a redução da dependência de importações, mas também garantir que a produção local de cevada atenda à demanda da indústria cervejeira, beneficiando as comunidades locais e promovendo o desenvolvimento agrícola sustentável no país (Magado, 2025).

1.2.Objectivos

1.2.1. Geral

- ✓ Avaliar a eficácia dos herbicidas basagran, MCPA, propanil, Pirazossulfurão-etil, no controlo de infestantes na cultura de cevada em condições de campo.

1.2.2. Específicos

- ✓ Identificar as principais infestantes que afectam a produção da cevada no Campo Experimental da FAEF;
- ✓ Analisar o efeito dos diferentes herbicidas na abundância, cobertura, e peso da biomassa seca das infestantes presentes na cultura da cevada;
- ✓ Analisar o efeito dos diferentes herbicidas no rendimento da cultura da cevada;
- ✓ Determinar o método mais eficaz no controlo de infestantes na cultura da cevada.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e Importância da Cultura de Cevada

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um dos cereais mais antigos e amplamente consumidos no mundo, com origem no Oriente Médio, especialmente na Mesopotâmia e Egito, onde foi uma das primeiras plantas a ser domesticada pelo homem (Yalçin *et al.*, 2007). Embora alguns especialistas considerem a Mesopotâmia o centro de origem, o pesquisador Vavilov (1926), argumentou que a Ásia e a Abissínia seriam as regiões primárias, devido à ampla diversidade de variedades selvagens presentes nessas áreas (Hoseney, 1994).

A sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais e o curto ciclo de crescimento tornaram-na uma cultura estratégica nas primeiras civilizações agrícolas. Actualmente, de acordo com dados da FAO (2022), a cevada é o quarto cereal mais produzido no mundo, sendo cultivada em diversos continentes, com destaque para a Europa, América do Norte, Ásia e Oceânia.

A sua importância económica resulta não apenas do uso como alimento humano e animal, mas também da transformação industrial, nomeadamente na produção de bebidas alcoólicas, etanol e subprodutos. Em termos globais, estima-se que cerca de 60–70% da produção de cevada seja destinada à produção de malte (indústria cervejeira), aproximadamente 20–30% à alimentação animal e apenas 5–10% ao consumo humano direto (Newman & Newman, 2008). Além disso, é uma fonte nutricional relevante, contribuindo com energia, proteínas e micronutrientes como ferro e fósforo (FAO, 2022).

2.2. Classificação e Desenvolvimento da Cevada

Segundo Pereira (2010), a cevada é uma das espécies cultivadas mais antigas, pertencendo ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, ordem Poales, família Poaceae e género *Hordeum*. Trata-se de uma cultura de inverno, tolerante à seca, mas sensível ao alagamento e a solos de baixa fertilidade. Apresenta sistema radicular fasciculado, colmos que variam entre 60 e 120 cm, período de germinação de até 3 dias e ciclo de 90 a 130 dias. As flores dispõem-se em espigas e originam grãos amarelo-acastanhados, ricos em amido e proteína (Pereira, 2010).

O desenvolvimento da cevada divide-se em três fases principais: crescimento vegetativo (germinação, emergência, perfilhamento e alongamento do colmo), desenvolvimento reprodutivo

(emborrachamento, formação da espiga e floração) e maturação fisiológica (enchimento dos grãos e preparação para a colheita, com teor de humidade em torno de 14%) (Taiz *et al.*, 2015).

2.3. Produção Mundial

O crescimento populacional tanto a nível nacional quanto mundial, estimula a necessidade de aumentar a produção de alimentos nas regiões consideradas aptas para o cultivo. A produção mundial da cevada tem sido significativa ao longo dos anos, sendo cultivada em diversos países do mundo. De acordo com a FAO (2022), os principais produtores de cevada incluem países como Rússia, França, Canadá, Austrália e Alemanha (Tabela 1). A Rússia tem liderado consistentemente a produção mundial, com mais de 23 milhões de toneladas por ano.

Tabela 1: Produção (ton) da cevada pelos principais produtores nos últimos 5 anos.

Países produtores	Produção da cevada (ton) ao longo do tempo				
	2018	2019	2020	2021	2022
Rússia	16 991 907	20 489 088	20 938 993,20	17 996 404,60	23 393 510
Austrália	9 253 852	8 818 946,12	10 127 175,29	14 648 581,55	14 377 284,33
França	11 042 820	13 565 420	10 277 230	11 321 320	11 285 440
Alemanha	9 583 600	11 591 500	10 769 200	10 411 100	16 991 907
Canadá	8 379 700	10 382 600	10 740 600	6 848 137	9 986 681

Fonte: (FAO, 2022).

Globalmente, a produção da cevada está sujeita a uma série de influências externas, resultando em variações significativas de ano para ano (Tabela 2). Em 1990 registou-se um dos maiores volumes de produção, com 179,1 milhões de toneladas, resultado de uma área muito extensa, (> 74 milhões de hectares), embora o rendimento médio ainda fosse relativamente baixo, cerca de 2,4 toneladas por hectares (FAO, 2022). Nos anos seguintes verificou-se uma redução acentuada da área semeada, principalmente devido à substituição da cevada por culturas mais rentáveis, como o milho e a soja, o que levou a uma queda significativa da produção entre 2000 e 2010, apesar de ligeiras melhorias no rendimento (FAO, 2022). A partir de 2020, observou-se uma recuperação da produção global, mesmo com uma área cultivada inferior a 52 milhões de hectares, graças a um aumento expressivo da produtividade, que atingiu mais de 3,2 toneladas por hectare em 2022. Esta

evolução demonstra que, ao longo das últimas décadas, a produção deixou de depender da expansão da área cultivada e passou a ser sustentada sobretudo pelos avanços tecnológicos, pelo melhoramento genético de variedades mais produtivas e resistentes e pela modernização das práticas agrícolas, o que permitiu ganhos de eficiência e estabilidade na produção mundial de cevada (USDA, 2022).

Tabela 2: Área e produção mundial

Ano	Área (ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (ton)
1990	74 272 666	2411,90	179 138 264,64
2000	53 543 815	2454,20	131 405 721,31
2010	47 579 984	2594,40	123 460 822,14
2020	51 959 891	3068,20	156 836 485,42
2021	48 781 497	3028,60	145 133 126,63
2022	47 147 005	3274,60	154 877 139,86

Fonte: FAO (2023).

2.4. Produção em Moçambique

Moçambique tem um sector agrícola em desenvolvimento, mas a cevada ainda não é uma das principais culturas do país. A produção agrícola é predominantemente voltada para culturas alimentares básicas como milho, arroz e mandioca (Agroportal, 2021).

A produção da cevada é relativamente menor em comparação com outros países, devido a uma série de factores como as condições climáticas, disponibilidade de recursos e preferência de cultivo. No entanto, em algumas regiões do país, é feito principalmente para a produção de malte cervejeiro e como cultura de subsistência em áreas rurais. A distribuição da produção até então está centralizada nas províncias de Manica, Maputo (USAID, 2023). Numa primeira fase a província de Manica teve como objectivo anual 600 ton/ano, quantidade considerada necessária para fornecer as fabricas de bebidas alcoólicas (Verdade, 2024). Entre os anos 2018 e 2020, realizaram-se ensaios para a produção de cevada em chokwé para verificar se a cultura se adaptava bem às condições locais e estes testes deram resultados suficientes para continuar o projecto. Em 2022 já houve uma colheita real de 1,4 toneladas de cevada em Boane (Xonguila, 2024).

Nos últimos anos, houve iniciativas para o cultivo de cevada, principalmente devido ao interesse da indústria cervejeira local, como a Heineken que busca reduzir a dependência de importações de cevada maltada. As áreas mais propícias para o cultivo da cevada em Moçambique estão nas regiões de clima mais ameno, como o planalto de Niassa e áreas de Manica, que possuem condições de solo e clima favoráveis, com temperaturas mais amenas durante a época de cultivo (Agroportal, 2021).

Em 2022, o país importou cerca de 530,9 toneladas de cevada, provenientes sobretudo da Bélgica, África do Sul e Portugal (WITS, 2022). Em 2023, esse volume reduziu para 374,5 toneladas, mas ainda assim demonstra um défice claro entre a produção nacional e as necessidades da indústria cervejeira (Tridge, 2023). A expansão do cultivo de cevada em Moçambique pode depender de investimentos em pesquisa agrícola, desenvolvimento de variedades mais adaptadas ao clima local e melhorias na infraestrutura de produção.

2.5. Exigências Edafoclimáticas da Cultura

2.5.1. Solos

Esta cultura, exige solos de boa fertilidade. Na escolha da área, deve ser levado em consideração que a cultura é muito susceptível à acidez do solo, exigindo um pH de 7-8. Prefere solos franco-arenosos e franco-argilosos, que oferecem boa drenagem e são ricos em matéria orgânica (Moreira, 2002). Ela pode prosperar também em solos leves e secos, mostrando certa resistência a solos com altos níveis de salinidade e alcalinidade. No entanto, em comparação com outros cereais, a cevada é mais vulnerável a solos ácidos e ao excesso de humidade, factores que podem impactar negativamente o seu desenvolvimento e produção (Wikifarmer, 2017). Os solos moderadamente férteis favorecem um crescimento rápido e vigoroso.

2.5.2. Clima

A cevada é uma planta adaptável a diferentes climas devido ao seu ciclo curto, crescendo bem em regiões de clima temperado. Adapta-se melhor em regiões que apresentam invernos frios e um clima mais seco. Ela desenvolve-se melhor em temperaturas entre 12°C e 18°C e é prejudicada por temperaturas acima de 30°C podendo reduzir o desenvolvimento e a produtividade (Hoseney, 1994).

A precipitação ideal varia entre 300 a 600 mm anuais, e ela prefere baixa humidade durante a formação e maturação dos grãos. A alta luminosidade é importante para a produtividade. A cevada tolera calor seco, mas não se desenvolve bem em climas quentes e húmidos, que favorecem a ocorrência de doenças.

2.6. Infestantes

2.6.1. Conceitos Gerais

De acordo com Silva (2006), uma planta é considerada infestante em determinado momento se estiver interferindo negativamente nos objectivos do homem, porém, esta mesma planta pode ser útil em outras situações. Plantas cultivadas também podem ser infestantes caso ocorram numa área de outra cultura.

Para Shaw (1956) a definição dada para as infestantes, se enquadra em toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada. Para Cruz (2009) infestante é uma planta sem valor económico ou que compete com o homem pelo solo. Por sua vez, Ferreira (2019) considera infestantes as plantas que, espontaneamente, emergem nos ecossistemas agrícolas, onde através da competição por água, luz e nutrientes acabam causando prejuízos de graus variados, dependendo da comunidade infestante, factores ligados à cultura, ambiente e período de convivência. Entretanto, para Chiconela (1999), infestante é toda a planta que se desenvolve em áreas não desejadas, e interfere directa ou indirectamente nas actividades do homem. Elas representam um factor limitante na produção das culturas, podendo causar elevadas perdas, variando entre 50 a 85% quando não é realizado o controlo adequado das mesmas (Ampong-Nyarko, 1994).

2.6.2. Características

As infestantes possuem determinadas características que lhes permitem sobreviver em condições adversas e, dessa forma, assegurar a manutenção das suas espécies. Segundo Mortimer (1994) as infestantes apresentam características que lhes permitem ter um melhor desempenho em relação às plantas cultivadas. Certas características lhes permite a capacidade de adaptação em várias condições ambientais e de solo, causando elevadas perdas e de difícil controlo. possuem a capacidade de competição com plantas de diferentes espécies, capacidade de reprodução de várias formas (sementes, bolbos, tubérculos, etc.), possuem rápido crescimento, sem exigências para germinarem, permite absorver água e sais minerais a diferentes profundidades do solo, possuem

ainda longevidade e vigor, habilidade de dispersão, dormência das sementes, e um elevado número de sementes (Zimdahl, 2007; Chiconela, 1999; Mortimer, 1994).

2.6.3. Importância

As infestantes apresentam tanta importância econômica quanto social, podendo causar impactos negativos assim como positivos. Nos aspectos negativos, afectam a produção agrícola, as plantações florestais, a produtividade, causando perdas da qualidade do produto agrícola, disseminam de pragas e doenças, além disso, causam danos à vida e à saúde do ser humano e outras áreas de actividades humanas, para além de problemas com o manejo e perda de água (Bridges, 1994). Por outro lado, a presença das infestantes traz benefícios ao solo, podendo criar melhorias ao reduzir a erosão, hospedar os inimigos naturais de pragas, favorecendo assim o controlo biológico das mesmas. Algumas infestantes são também utilizadas na alimentação humana e animal, como plantas medicinais, e outras como ornamental (Carvalho, 2013; Chiconela, 1999).

2.7. Competição das Infestantes Com a Cultura

A presença de infestantes nos campos de cevada compromete a produtividade, uma vez que estas disputam recursos essenciais como água, luz, nutrientes e espaço. Além da competição directa, algumas espécies produzem substâncias alelopáticas que dificultam o crescimento da cultura, reduzindo a quantidade e a qualidade do grão (Kaushik *et al.*, 2014).

A capacidade da cevada em competir eficazmente com as infestantes depende de características como a rapidez no desenvolvimento da área foliar, cobertura do solo e acumulação de biomassa aérea. Durante o período de perfilhamento, a cevada apresenta vantagem competitiva, pois emite perfilhos laterais que ocupam mais espaço, dificultando a expansão das infestantes (Silva *et al.*, 1996; Fleck *et al.*, 1980). As principais infestantes que afectam a cevada no Brasil, apresentam-se listadas na Tabela 3:

Tabela 3: infestantes problemáticas na cultura de cevada

Infestantes problemáticas na cultura de cevada	
<i>Avena fatua</i>	<i>Chenopodium album</i> ,

<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Phalaris minor</i>	<i>Striga asiatica</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Anthemis arvensis</i>
<i>Galium aparine</i> ,	<i>Turgenia latifolia</i> ,
<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Sinapis arvenses</i>

Fonte: Rizzardi *et al.*, 2020).

As infestantes identificadas apresentam diferentes níveis de interferência na cultura da cevada, podendo causar reduções significativas na produtividade, que podem atingir cerca de 50% ou mais, dependendo da espécie, densidade e condições ambientais. Espécies gramíneas, como *Lolium spp* e *Avena fatua*, tendem a ser mais competitivas devido à semelhança com a cultura. Assim, o controlo eficiente deve integrar práticas como rotação de culturas, uso selectivo de herbicidas, e monitoramento de modo a reduzir o impacto das infestantes e maximizar o rendimento (Embrapa, 2011).

2.8. Métodos de Controlo de Infestantes

Os métodos usados no controlo de infestantes são muitos e variados, neles se incluem os preventivos, mecânicos, culturais, físicos, biológicos e químicos (Qasem, 1992), podendo cada um deles ser usado sozinho ou integrado (Singh *et al.*, 2006). Segundo Kniss (2017), dentre os diferentes métodos utilizados o mais preferido é o químico devido à sua alta eficiência, praticidade e baixo custo, em comparação aos demais métodos de controlo.

2.8.1. Controlo Químico

Para o controlo de infestantes, o método químico é um dos mais preferidos. Ele consiste no uso de herbicidas (produtos que podem ser aplicados antes ou depois da sementeira). Comparado a outros, este método passou a ser a prática mais utilizada por apresentar menor custo, maior eficiência e rapidez na operação. Entretanto, a sua eficiência é dependente do conhecimento das propriedades físico-químicas do solo, condições edafoclimáticas, momento de aplicação, e espécies de infestantes presentes (Merotto Jr *et al.*, 1997).

Na cultura de cevada, o controlo químico foca-se sobretudo nas dicotiledóneas de folha larga, sendo mais comuns os herbicidas hormonais como MCPA e 2,4-D, os inibidores da ALS como metsulfurão-metílico, dicamba, bromoxinil e bentazona, muitas vezes aplicados em misturas (O'Donovan *et al.*, 2018). Segundo Prata & Lavorenti (2000), os herbicidas foram e são largamente utilizados devido às suas propriedades, e seu uso tem ajudado muito para a obtenção de maior rendimento nesta e noutras culturas. No entanto, Nunes *et al.*, (2007) aponta que, o método químico de controlo das infestantes na cultura da cevada é uma prática pouco utilizada, pois há poucos herbicidas registrados.

2.9. Generalidade dos Herbicidas

Os herbicidas são substâncias químicas usadas para o combate de infestantes, em explorações agrícolas. São muitas vezes empregues para eliminar ou impedir o crescimento de infestantes que prejudicam o crescimento de plantas (Christofolletti & López-Ovejero, 2003).

Em relação à época, o controlo de infestantes pode ser pré-emergente, quando os mesmos são aplicados antes da emergência da cultura principal e, pós-emergente quando aplicados depois. (Dayan *et al.*, 2019).

2.10. Características dos Herbicidas Estudados na Cultura de Cevada

2.10.1. MCPA (400g/l) SL

MCPA é um dos herbicidas estudados na cultura da cevada. É classificado como um herbicida sistêmico, selectivo, para combater infestantes de folha larga, sendo aplicado tanto antes quanto depois da emergência das plantas. Este herbicida é absorvido pelas folhas e se desloca para os órgãos subterrâneos. Faz parte do grupo O, age mimetizando as auxinas, que são reguladores de crescimento vegetal, devido à sua similaridade estrutural com as auxinas naturais. Sua importância histórica reside no estímulo que proporcionou ao desenvolvimento inicial da indústria química na agricultura (Senseman, 2007).

Os efeitos do MCPA incluem interferência na divisão e alongação celular, impactando o balanço hormonal das plantas. Isso resulta em crescimento desordenado do tecido vegetal, manifestando-se inicialmente através de um crescimento desigual das folhas e pecíolos. Em concentrações

elevadas, o herbicida pode inibir a divisão celular nas regiões merismáticas, levando ao desenvolvimento de sintomas como deformações foliares, paralisação do crescimento e engrossamento das raízes, além da morte de plantas susceptíveis (Constantin, 2011; Júnior, 2002).

2.10.1.1. Propriedades Físico-Químicas e Selectividade

O MCPA é formulado em diferentes formas, como éster, amina ou sal, de modo a melhorar a absorção pelas plantas. As formulações em amina e sal apresentam solubilidade em água, mas podem ser facilmente lixiviadas pela chuva. Em contrapartida, os ésteres são mais resistentes à lavagem, o que aumenta a eficácia do herbicida em ambientes com maior pluviosidade (Júnior, 2002).

A selectividade de um herbicida está relacionada com a capacidade do herbicida em eliminar as infestantes que infestam as culturas agrícolas, sem reduzir a produtividade e a qualidade do produto final obtido (Carvalho, *et al.*, 2009). As gramíneas são geralmente tolerantes a este herbicida, apresentando deformações em suas folhas, mas evitando a obstrução vascular. A selectividade é influenciada por factores como arranjos do tecido vascular e a presença de meristemas intercalares nas plantas. (Júnior, 2002).

2.10.2. Basagran (48%) SC

Basagran é um herbicida que actua inibindo o transporte de electrões no fotossistema II (PSII), apresentando efeito de contacto sobre infestantes dicotiledóneas e ciperáceas, quando aplicado em pós-emergência em culturas do arroz, ervilha e milho. Pode provocar sintomas temporários de fitotoxicidade, como amarelecimento ou necroses, que desaparecem sem comprometer a produtividade (Rodrigues & Almeida, 2011). As infestantes mais sensíveis são ciperáceas, algumas monocotiledóneas e a maioria das dicotiledóneas, sobretudo nos estágios iniciais de desenvolvimento. As espécies tolerantes inativam ou fixam o herbicida no interior da planta (Vargas & Roman, 2006).

2.10.2.1. Propriedades Físico-Químicas e Selectividade

Os inibidores do PSII apresentam solubilidade moderada em água, o que condiciona a sua lixiviação e absorção. A maioria destas moléculas é selectiva, sendo metabolizada rapidamente pelas culturas em formas não tóxicas, enquanto as infestantes não possuem essa capacidade. A selectividade, no entanto, pode ser reduzida quando estes herbicidas são aplicados em associação

com outros produtos químicos, como insecticidas ou fungicidas inibidores da colinesterase (Júnior, 2002).

2.10.3. Propanil (360 g/l) EC

O Propanil é um herbicida de contacto, selectivo, do grupo C2, derivado das cloroanilidas. Actua em pós-emergência, interferindo na fotossíntese e síntese de ácidos nucleicos e proteínas, causando clorose seguida de necrose nas folhas susceptíveis. Introduzido nos anos 1960, tornou-se amplamente usado no controlo de gramíneas e dicotiledóneas no arroz, como *Echinochloa spp.* (Júnior, 2002).

2.10.3.1. Propriedades físico-químicas e selectividade

O propanil é um herbicida utilizado principalmente na cultura do arroz para o controlo de infestantes. Apresenta solubilidade moderada em água, baixa pressão de vapor e reduzida mobilidade no solo, o que diminui risco de perda por volatilização e lixiviação. Absorvido principalmente pelas folhas e degrada-se relativamente rápido no ambiente (Júnior, 2002).

Quanto à selectividade, o propanil pode ser tolerado devido à capacidade da cultura em metabolizar e neutralizar herbicida, mecanismo que as infestantes não possuem, sendo afectadas pela inibição de fotossíntese (Peterson *et al.*, 2001).

2.10.4. Pirazossulfurão-etil (10% wp)

O pirazossulfurão-etil é um herbicida sistêmico selectivo da classe das sulfoniluréias, utilizado principalmente no controlo de ciperáceas na cultura do arroz pré-germinado. Pertencente ao grupo dos inibidores da enzima ALS, este herbicida é eficaz em baixas doses, podendo ser aplicado tanto ao solo quanto em tratamentos pós-emergentes em diversas culturas (Peterson *et al.*, 2001). Após a aplicação, é absorvido principalmente pelas raízes e translocados pelo xilema até a parte aérea da planta.

A persistência do pirazossulfurão-etil no solo varia entre 7 e 15 dias, sendo adsorvido em coloides e apresentando baixa lixiviação (Rodrigues & Almeida, 1995). A persistência e mobilidade desse herbicida no solo são influenciadas por factores ambientais, como temperatura, humidade e características físico-químicas do solo, e seu comportamento pode diferir conforme o tipo de solo e o momento da aplicação.

As sulfoniluréias ligam-se à enzima ALS. Esta enzima, localiza-se nos cloroplastos de tecidos clorofilados (verdes) e nos plastídios de tecidos não clorofilados, cuja inibição reduz a quantidade de aminoácidos de cadeia lateral, leucina, valina e isoleucina. No entanto, a morte da planta não se deve somente à falta desses aminoácidos, pois, após a aplicação do herbicida, a divisão celular também é inibida, havendo diminuição na translocação de assimilados no floema, o que pode causar um efeito que leva as plantas suscetíveis com esses produtos à morte (Oliveira jr, 2001).

2.10.4.1. Propriedades Físico-Químicas e Selectividade

As sulfoniluréias são herbicidas que se comportam como ácidos fracos, apresentando solubilidade média em água. Elas são absorvidas pelas folhas e raízes das plantas, sendo transportadas tanto pelo floema quanto pelo xilema. A persistência dessas substâncias no solo varia conforme factores como a quantidade de matéria orgânica, pH, humidade e temperatura. Em condições quentes e húmidas, sua degradação tende a ser mais rápida. Além disso, um pH mais baixo no solo pode reduzir a duração do efeito das sulfoniluréias (Júnior, 2002).

Os inibidores da ALS são herbicidas geralmente selectivos, permitindo o controlo de infestantes sem causar danos significativos às culturas. Essa selectividade se deve à capacidade das plantas cultivadas de metabolizar rapidamente esses herbicidas, enquanto as infestantes têm baixa ou nenhuma habilidade de fazer o mesmo. Essa propriedade torna os inibidores da ALS amplamente utilizados na agricultura, pois são eficazes em uma variedade de culturas (Júnior, 2002).

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da Área de Estudo

O presente ensaio decorreu entre junho e outubro de 2023, no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), pertencente à Universidade Eduardo Mondlane (UEM), localizado na cidade de Maputo. O campo possui aproximadamente 2 hectares e situa-se entre as coordenadas 25° 57' 10.7" S e 32° 36' 12.6" E, a uma altitude de 60 metros (Ussene, 2011).

Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima tropical de savana (Aw), com temperatura média anual de 22,9°C e precipitação média anual de 713 mm. Entre Abril e Setembro, o clima é mais fresco e seco, registando-se temperaturas noturnas médias inferiores a 15°C (INAM, 2008).

3.2. Condução do Ensaio

O estudo consistiu na instalação de um ensaio, seguindo as seguintes etapas:

3.2.1. Preparação do solo

Para a preparação do solo, foi realizada uma lavoura com cerca de 25 cm de profundidade, de modo a promover melhores condições para o desenvolvimento radicular. Seguidamente, procedeu-se à gradagem, com o objectivo de eliminar infestantes emergidas, fragmentar os torrões e nivelar o terreno, preparando assim uma cama adequada para a sementeira. Posteriormente, foi feita a delimitação das parcelas experimentais.

3.2.2. Adubação

A adubação de fundo incluiu a aplicação de NPK (225 kg/ha), KCL (54 kg/ha) e ureia (49 kg/ha), de acordo com as recomendações técnicas da cultura. A adubação de cobertura foi realizada no início do perfilhamento, aos 45 dias após a sementeira (DAS), utilizando-se MAP 39 (200 kg/ha) e ureia (108 kg/ha).

3.2.3. Sementeira

A sementeira foi manual, tendo sido efetuada no dia 5 de junho de 2023, com uma profundidade média de 5 cm, utilizando sementes da variedade ‘*Traveler*’, com taxa de 178 Kg de sementes/ha e taxa de germinação aproximada ou igual a 100%. Com características de ciclo que varia de 130-160 dias, e um rendimento de 10,23 ton/ha, Chiconela, *et al.*, (s.d).

3.2.4. Rega

Após a sementeira, efetuou-se uma rega inicial por aspersão. Durante o período do ensaio, a irrigação inicialmente foi realizada três vezes por semana, seguida duas vezes por semana, com exceção das semanas em que ocorreram precipitações naturais. A rega no ensaio tinha duração de uma hora e trinta minutos.

3.2.5. Controlo de Pragas e Doenças

Para o controlo de pragas, foi aplicada uma dose de 10 g/ha de substância activa (s.a.) do insecticida beta-ciflutrina (piretróide), com concentração de 125 g/L, formulado como suspensão concentrada (SC). Este produto actua por contacto e ingestão, sendo utilizado preventivamente contra a lagarta americana (*Spodoptera frugiperda*). No controlo de pássaros foram usados espantalhos distribuídos por todo o ensaio. Relativamente ao controlo de doenças, procedeu-se à aplicação preventiva do fungicida tebuconazol, pertencente à família dos triazóis, com concentração de 250 g/L Trata-se de um produto de acção sistémica, formulado como emulsão de óleo-em-água (EW), com o objectivo de prevenir a podridão negra nos grãos. Para o controlo do acamamento, foi aplicado entre as linhas, 9kg de Diatomite (85% SiO₂).

3.2.6. Controlo de Infestantes

Para a preparação e aplicação dos herbicidas, foi utilizada uma proveta graduada de 600 ml para a medição das doses, e um pulverizador manual dorsal de costas com capacidade de 16 litros. A pulverização foi realizada tendo em consideração a direcção e velocidade do vento, de forma a minimizar perdas por deriva e evitar a contaminação de áreas adjacentes. Para a sacha usou-se uma enxada e foram feitas duas (2) durante todo o ciclo.

3.2.7. Colheita

A colheita da cevada foi realizada a 13 de outubro de 2023, correspondendo a um ciclo de aproximadamente 130 dias desde a sementeira. A colheita ocorreu quando os grãos atingiram a maturação completa, com teor de humidade adequado de cerca de 14%. Após a colheita, o material foi separado por parcela, distinguindo-se a bordadura da área útil. Em seguida, as amostras foram secas durante três dias, procedeu-se à debulha com máquina debulhadora e, por fim, à pesagem dos grãos com uma balança.

3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos

O ensaio foi conduzido segundo um delineamento em blocos completos casualizados (DBCC), composto por seis tratamentos e quatro repetições (blocos). A área total experimental foi de 315 m² (15 m × 21 m), sendo a área útil 216 m². A área do ensaio estava dividida em 24 parcelas experimentais. Cada parcela teve uma dimensão de 9 m² (3 × 3 m). Em cada bloco foram alocadas seis parcelas, com espaçamento de 0,5 m entre parcelas adjacentes e 1,0 m entre blocos consecutivos. Entre as 24 parcelas, 16 receberam aplicação de diferentes herbicidas, 8 delas sem aplicação do produto químico, onde em quatro fez-se a sacha, e as outras quatro foram mantidas como testemunhas sem controlo de infestantes (Anexo 1).

Tabela 4: Descrição dos tratamentos

Tratamentos	Designação
T1	Controlo
T2	Sacha
T3	Basagran
T4	MCPA
T5	Propanil
T6	Pirazossulfurão-etil

3.3.1. Controlo

O tratamento controlo, também designado testemunha, corresponde à parcela onde não é aplicado qualquer herbicida. Este tratamento permite avaliar o desenvolvimento natural das infestantes e serve como base de comparação para medir a eficácia dos herbicidas testados. Neste tratamento, a cultura conviveu com as infestantes durante todo o ciclo.

3.3.2. Sacha

Este tratamento corresponde a parcelas onde não é aplicado qualquer herbicida, mas é realizado o controlo de infestantes. Foram realizadas duas sachas manuais, aos 15 e 30 dias após a sementeira (DAS), com enxada evitando-se sempre danificar o sistema radicular da cultura. No espaço entre as linhas, a remoção das infestantes foi feita manualmente.

3.3.3. Basagran (48% SC)

O Basagran, com concentração de 48% de suspensão concentrada e substancia activa bentazon, foi aplicado na dose de 3l/ha, em pré-emergência, imediatamente após a sementeira. A pulverização foi efectuada ao final da tarde, em condições de menor radiação solar. Trata-se de um herbicida selectivo de contacto, utilizado principalmente no controlo de infestantes de folha larga e algumas ciperáceas

3.3.4. MCPA (400 g/L SL)

O herbicida MCPA, com concentração de 400 g/l de solução solúvel e substancia activa acido 2-metil-4-clorofenoxiacético, foi aplicado na dose de 2L/ha, em pós-emergência, aos 15 DAS. A aplicação foi realizada durante a manhã, em condições atmosféricas favoráveis, com o solo previamente humedecido, respeitando as recomendações técnicas para evitar evaporação e degradação do produto (Hua & Liu, 2024).

3.3.5. Propanil (360 g/L EC):

O propanil, é um herbicida amplamente utilizado na cultura do arroz para controlo o de gramíneas. Tem como concentração 360 g/l de concentrado emulsionável, e substância activa propanil, aplicado na dose de 3L/ha, em pós-emergência, também aos 15 DAS, seguindo os mesmos cuidados de aplicação adoptado para o MCPA.

3.3.6. Pirazossulfurão-etil (10 % wp):

O Pirazossulfurão-etil, com concentração de 10% de pó molhável, pertence ao grupo de sulfoniluréias, sendo herbicida selectivo e sistémico. Foi aplicado na dose de 0,2L/ha, em pré-emergência, logo após a sementeira, durante o período da tarde, em condições ambientais favoráveis.

3.4. Recolha de Dados

A recolha de dados no campo, foi feita tanto na cultura da cevada como nas infestantes. Os dados foram colectados aos 15 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos. Nas infestantes, em cada quadrícula, foi feita a identificação das espécies que se encontravam dentro da área. A identificação foi com base nas características das plantas, com auxílio dos manuais de campo, aplicativo Plant Net, e para as de difícil identificação foram levadas para o herbário da Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas da UEM.

3.5. Variáveis das Infestantes Avaliadas

3.5.1. Frequência

A frequência absoluta (1) foi calculada dividindo-se o número de quadrículas em que uma espécie específica ocorreu pelo total de quadrículas analisadas. Já a frequência relativa (2) foi determinada ao dividir a frequência absoluta de cada espécie pela soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas, multiplicado por 100.

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

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

3.5.2. Abundância

A abundância nos dá o número de indivíduos de uma determinada espécie numa área considerada. A sua determinação nas parcelas, foi feita utilizando uma quadrícula de 1 m², com base na escala que varia de 1 a 5, onde:

- 1= raro (1 a 5 plantas),
- 2= pouco comum (6 a 14 plantas),
- 3= comum (15 a 29 plantas),
- 4= abundante (30 a 99 plantas) e
- 5= muito abundante (+ 100 plantas).

3.5.3. Cobertura

A cobertura do solo foi determinada visualmente com base na ajuda de uma quadrícula de 1 m², seguindo uma escala de 1 a 5, abaixo onde:

1 = 0 a 5%;

2 = 6 a 25%;

3 = 26 a 50%;

4 = 51 a 75% e

5 = 76 a 100%.

3.5.4. Altura das Infestantes e da Cultura

Para a medição da altura (cm) usou-se uma régua graduada que foi colocada desde a base da planta até ao ápice. A altura da cevada foi medida aos 30, 60 e 90 dias. A amostra medida foi constituída por 10 plantas em cada parcela, escolhidas aleatoriamente usando um padrão de amostragem do tipo W. A medição da altura da cultura de cevada serviu para analisar se as plantas estavam a seguir um crescimento vegetativo normal ou se era influenciado por algum factor.

3.5.5. Determinação da Biomassa Seca

A determinação da biomassa foi feita no final do ensaio por envolver um processo destrutivo. Para o efeito foram retiradas todas as infestantes presentes numa quadrícula de 0,25 m² e, em seguida, foram colocadas em sacos de papel. Os sacos foram depois colocados na estufa à temperatura de 75°C durante 72 horas. Depois de secas ou atingirem o peso constante, pesou-se o material resultante para a obtenção da biomassa seca em gramas (g), usando uma balança digital com 0.001 g de precisão.

3.5.6. Eficácia do Controlo das Infestantes

Para o cálculo da eficácia de controlo das infestantes, consideraram-se os pesos médios da biomassa obtidos em cada tratamento. A percentagem de eficácia (Tabela 6) foi estimada segundo a metodologia descrita por Seefeldt *et.al.*, (1995), que consiste em comparar a biomassa das infestantes no tratamento em relação à testemunha, utilizando a seguinte fórmula:

$$E\% = \frac{W_c - W_t}{W_c} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

E% = Eficácia de controle (%);

Wc = Peso médio da biomassa das infestantes na testemunha (g/m²);

Wt = Peso médio da biomassa das infestantes em cada tratamento (g/m²).

Tabela 5: Escala de eficácia do controle de infestantes

Controle (%)	Significância
1-(0,0-40%)	Nenhum a Pobre
2-(41-60%)	Regular
3-(61-70%)	Suficiente
4- (71-80%)	Bom
5- (81-90%)	Muito bom
6- (91-100%)	Excelente

Fonte: Perim *et al.* (2009)

3.5.7. Rendimento da Cevada

Para a determinação do rendimento dos grãos de cevada, separou-se a área útil das bordaduras onde, para isso, eliminou-se duas filas de plantas nos lados do comprimento, e 50 cm nos lados da largura, totalizando uma área útil de 4,4 m². De seguida procedeu-se ao corte manual das panículas com uma tesoura das onze fileiras centrais das parcelas, que compreendia a área útil do ensaio. Em seguida, foi realizada a pesagem dos grãos com o auxílio de uma balança. Depois da pesagem foi feita a conversão do peso por parcela para ton/ha com base na fórmula a seguir.

$$\text{Rendimento (ton/ha)} = \frac{\text{Peso dos grãos (ton)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \times 10000 \text{ m}^2 \text{ (4)}$$

Foi também determinado número de plantas emergidas (NPE), e as componentes do rendimento como: número de semente por espiga (NSE), número de espiga/m² (NEM), e o peso de mil sementes (P1000). A medição das diferentes variáveis foi feita da seguinte forma:

3.5.8. Número de Plantas Emergidas (NPE)

Foi determinado aos 7 DAS. Para o efeito usou-se uma quadrícula de 1 m² dentro da qual fez-se a contagem das plântulas emergidas.

3.5.9. Número de Grão por Espiga (NGE)

O número de grão por espiga foi obtido a partir de 10 espigas selecionadas aleatoriamente por parcela. A seleção das espigas foi feita colectando uma na base, no centro e uma no topo da planta, e para a obtenção da média, somou-se o número total e dividiu-se por dez.

3.5.10. Número de Espiga por m² (NEM)

Foi determinado lançando uma quadrícula de 1 m² quatro vezes na área útil. Após o lançamento, contou-se o número de espigas presentes na área. A contagem foi feita por parcela e, de seguida, somou-se o número total dividido por quatro para obter a média.

3.5.11. Peso de Mil sementes (P1000S)

Após a debulha, os grãos foram colocados num saco devidamente etiquetado com referência do tratamento. Em cada tratamento, foram colhidas quatro amostras de 1000 sementes e pesadas usando uma balança digital com 0.001 g de precisão. Para obter a média, somou-se o número total e dividiu-se por quatro.

3.6. Análise de Dados

Os dados do ensaio foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com base no teste de Fisher a 5% de nível de significância, usando o *software* STATA 13.0. Para validar os resultados da ANOVA, recorreu-se ao teste de normalidade (Shapiro-wilk), e heteroskedasticidade (Breusch-pagan). Para os dados que violaram os dois pressupostos foi feita a correção através da sua transformação usando a raiz quadrada. Nos casos em que a análise de variância foi significativa ($p < 0,05$), procedeu-se com a comparação das médias dos tratamentos utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Para a construção e análise de tabelas e gráficos recorreu-se ao programa Microsoft Excel 2010.

A análise da variância dos dados foi feita seguindo o modelo estatístico do delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), abaixo:

Modelo Matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \text{ onde}$$

Y_{ij} - representa variáveis da cevada obtido na unidade experimental j que recebeu o herbicida τ_i

μ – média geral;

τ_i - Efeito do tratamento i (i = 1,2,3,4,5 e 6);

β_j –Efeito do bloco j (j = 1,2,3,4);

ε_{ij} - Erro experimental (variação devido a factores não controlados).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Identificação de Infestantes Observadas na Área de Estudo

Com base nos levantamentos feitos no campo experimental foram identificadas no total 13 espécies de infestantes, distribuídas em 10 famílias botânicas. Das espécies encontradas no presente estudo, são de destacar o *Cyperus rotundus*, *Commelina benghalensis*, *Gomphrena celosioides*, *Portulaca oleracea* e *Tribulus terrestris*, pois, estiveram entre as cinco mais representativas em todo o campo antes da aplicação dos tratamentos. As famílias e respectivas classes apresentam-se na figura 1.

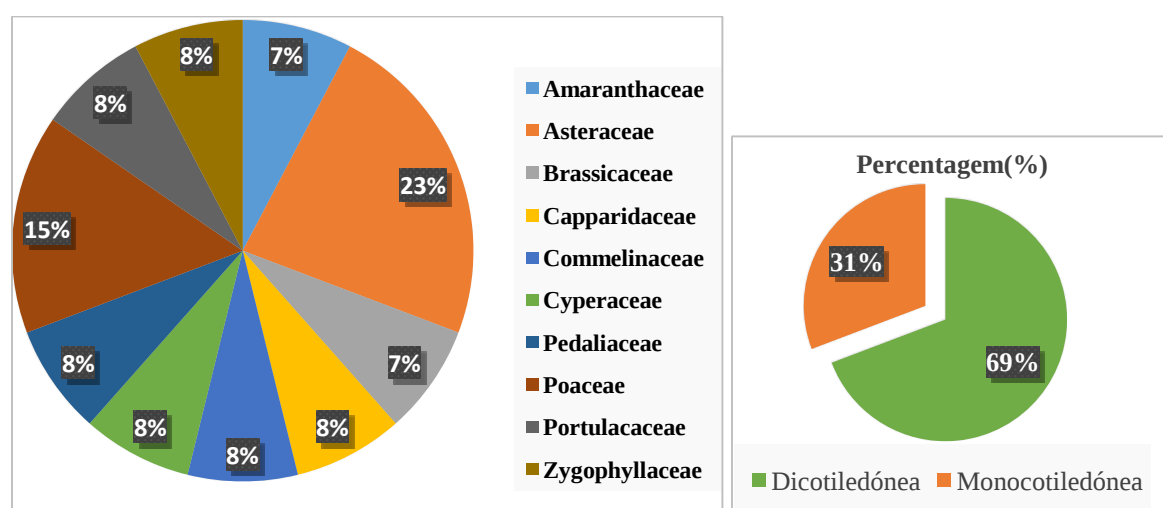


Figura 1: Distribuição das Espécies por Família, Nome científico e Classe

Com base na Figura 1, observa-se que, a família com maior número de espécies registradas foi a Asteraceae com (3), seguida por Poaceae com (2). As demais famílias apresentaram uma espécie cada. A maior representatividade das duas famílias assemelha-se aos resultados observados nos estudos de Zimdahl (2007), e Silva (1996) que reportaram maior número de espécies para as mesmas em relação às outras registradas nos estudos por eles conduzidos em campos agrícolas, onde foram desenvolvidos com base em estudos realizados em agroecossistemas agrícolas de clima temperado e sistemas de produção intensiva, principalmente em campos cultivados com cereais sob manejo convencional, onde há elevada perturbação do solo e uso frequente de herbicidas.

Vários autores reportaram resultados similares em outros estudos em ecossistemas agrícolas (Cheplick, (2017); Da Costa *et al.*, (2014); Maciel *et al.*, (2010); Holm, *et al.*, (1997). Segundo Healp, (2021), a representatividade destas famílias está ligada à sua elevada diversidade, pois tem a capacidade de colonizar rapidamente áreas cultivadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Em relação à classificação das infestantes registradas em termo das classes, as dicotiledóneas foram as mais predominantes com 69,2%, equivalente a 9 espécies distribuídas por 7 famílias. As monocotiledóneas representaram 30,7% de espécies identificadas, o correspondente a 4 espécies, distribuídas por 3 famílias. Esse padrão de predominância de dicotiledóneas foi também observado em outros estudos. Pereira (1987), observou que, no inverno, as dicotiledóneas tendem a germinar e desenvolver mais do que as monocotiledóneas. Por sua vez, Holm *et al.*, (1997), estudou a distribuição global de infestantes tendo constatado a prevalência de dicotiledóneas em diversos sistemas de cultivo devido à sua alta capacidade adaptativa. Resultados similares foram observados em diversas culturas e regiões, como nos estudos de Basile (2005) no milho, e Nepomuceno (2004) na soja.

4.1.1. Frequência de Infestantes

A análise de frequência das infestantes nos diferentes tratamentos, revela uma dinâmica competitiva distinta ao longo do tempo, influenciada pela aplicação dos herbicidas. De acordo com as figuras abaixo, a espécie mais frequente foi a *Commelina benghalensis*, que se destacou pela presença em todos os tratamentos. No tratamento T6 (*Commelina benghalensis*) destacou-se de forma exclusiva, sendo a única infestante identificada. No T1, observou-se uma maior expressão relativa de *Cyperus rotundus*, embora outras espécies também tenham apresentado valores consideráveis. O tratamento T4, apresentou uma redução moderada das principais espécies sem destaque do aumento acentuado para nenhuma delas. Por sua vez, aos 30 DAA observou-se aumento de *Tribulus terrestris* nos tratamentos T3, T4, e, T5. Enquanto isso, o *Cyperus rotundus*, manteve frequências estáveis ou ligeiramente superiores, evidenciando a sua elevada persistência. Nos T4 e T5, a *Gomphrena celosioides* foi menos expressiva devido ao abafamento por outras espécies dominantes.

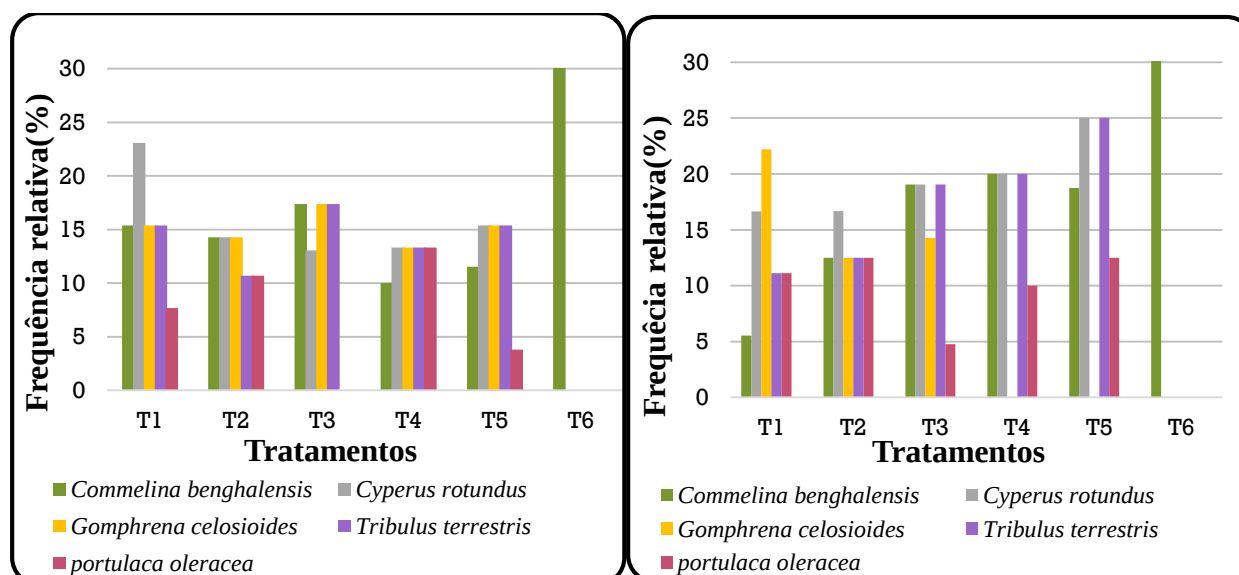


Figura 2: Frequência Relativa das Infestantes em Diferentes Tratamentos aos 15 e 30 DAA

O maior destaque de *Cyperus rotundus* pode estar associado à sua elevada capacidade de regeneração a partir de tubérculos subterrâneos, o que reduz eficácia de muitos herbicidas, especialmente aqueles com acção predominantemente foliar, permitindo sua persistência em diferentes fases da cultura (Doll, 1994). Por outro lado, *Commelina benghalensis* destacou-se pela sua elevada adaptabilidade ecológica e capacidade de propagação vegetativa e por sementes, características que contribuem para sua tolerância a diversos herbicidas e dificultam o seu controlo (Sousa *et al.*, 1997). Estes resultados estão em concordância com estudos que indicam que espécies perenes e com estrutura de reserva tendem a apresentar maior resistência ao controlo químico, persistindo mesmo após a aplicação de herbicidas (Zimdahl, 2007).

4.1.2. Abundância de Infestantes

A avaliação da abundância das infestantes, expressa em plantas/m², revelou que aos 15 DAA (Figura 3), os tratamentos apresentaram as maiores abundâncias de infestantes, com valores médios acima de 5 plantas/m². O tratamento T2 foi o que apresentou a maior abundância total, sendo a espécie *Gomphrena celosioides*, a que alcançou mais de 100 plantas/m², seguida pela espécie *Cyperus rotundus*, com mais de 15 plantas/m². Os tratamentos T3, T4 e T5 exibiram uma distribuição mais equitativa das espécies, também com destaque para a abundância de *Gomphrena celosioides*. Em contraste, os tratamentos T1 e T6 destacaram-se como tratamentos com menor abundância, onde o T6 apresentou uma abundância total de infestantes menor, com cerca de 5,0

planta/m², sendo a única espécie identificada no mesmo, a *Commelina benghalensis*, por sua vez, e T1 apresentou menor abundância total, mas com maior diversidade espécies.

De acordo com a literatura, a eficácia dos herbicidas depende não apenas do produto utilizado, mas também das características das espécies infestantes, como o tipo de reprodução, ciclo de vida, e capacidade de regeneração, factores que influenciam directamente a resposta ao controlo químico (Zimdahl, 2007; Rao, 2000).

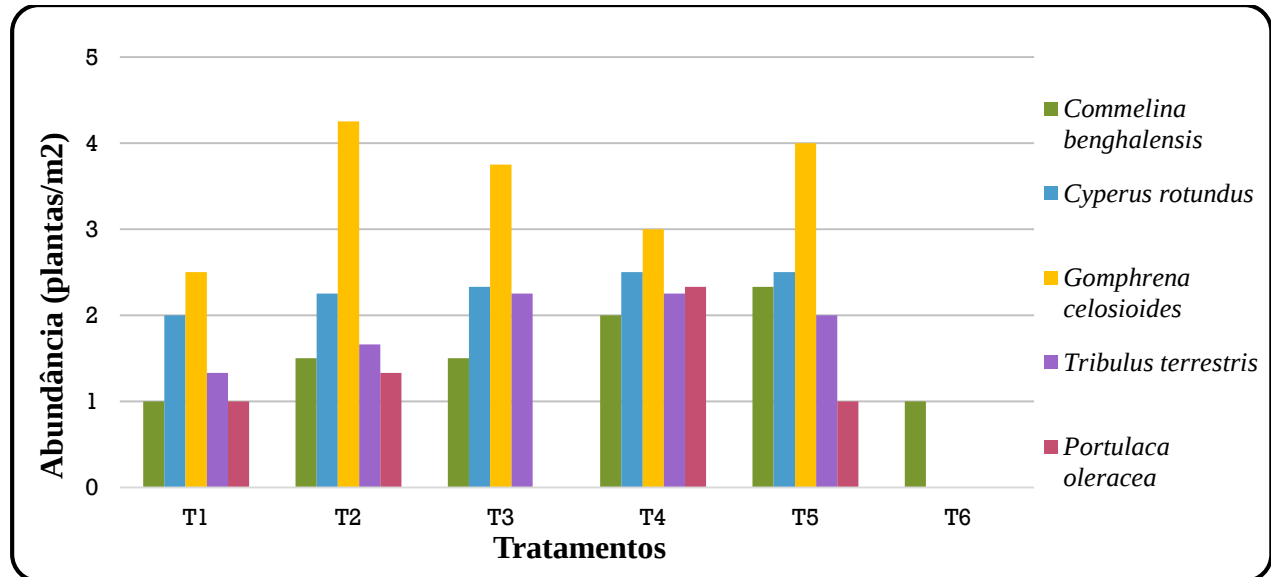


Figura 3: Abundância de Infestantes aos 15 DAA dos Tratamentos

Aos 30 DAA (Figura 3), a abundância total de infestantes diminuiu significativamente em cinco tratamentos (T2 a T6) em comparação com o T1, indicando o efeito progressivo dos mesmos. Nesse período, o tratamento T6 foi o que apresentou a menor abundância total, com valores inferiores a 5,0 planta/m², o que reflete a eficácia dos herbicidas pré-emergentes na supressão de infestantes, como reportado por Silva *et al.* (2020), especialmente em espécies de ciclo curto. Enquanto isso, o T1 manteve maior abundância, dominada por *Gomphrena celosioides* seguida de *Cyperus rotundus*. Por sua vez, o T5 demonstrou um controlo altamente eficaz onde todas as espécies foram drasticamente reduzidas.

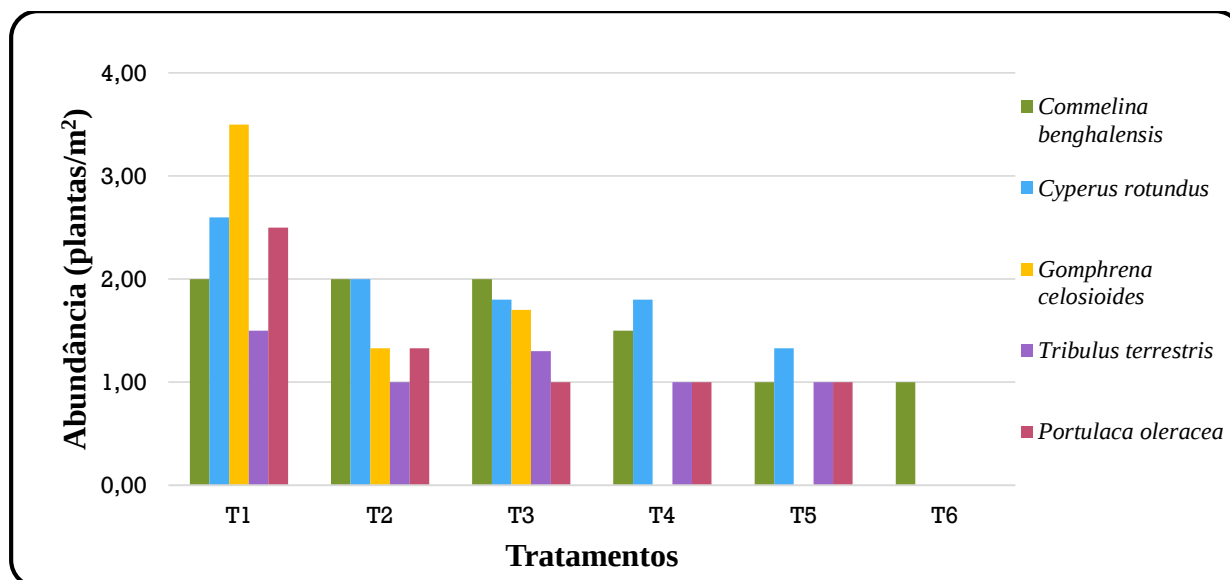


Figura 4: Abundância de Infestantes aos 30 DAA dos Tratamentos.

Estes resultados sugerem que as espécies *Commelina benghalensis*, e *Cyperus rotundus*, têm alta capacidade de persistência, mesmo após a aplicação de herbicidas. A persistência da *Commelina benghalensis* em níveis de abundância de aproximadamente 5,0 planta/m² em T6, mesmo com a redução das demais infestantes, reforça a sua alta capacidade de adaptação e multiplicação em campo. A persistência de *Commelina benghalensis*, e *Cyperus rotundus* nos diferentes tratamentos pode ser explicada pelas suas características biológicas, nomeadamente a elevada capacidade de reprodução, a propagação vegetativa, a presença de estruturas subterrâneas de reserva, a reduzida absorção dos herbicidas pelas folhas. A *Commelina benghalensis* é conhecida por sua capacidade de germinação e alta resistência a herbicidas pós-emergente (Bhowmik, 2017). Por sua vez, o *Cyperus rotundus* possui mecanismos de resistência baseados na libertação de substâncias alelopáticas e na alta capacidade de propagação vegetativa via tubérculos (Sharma *et al.*, 2018; Doll, 1994), que permitem que a planta persista mesmo após a aplicação de herbicidas que controlam outras espécies.

4.1.3. Cobertura de Infestantes

A avaliação da cobertura das infestantes aos 15 DAA (Figura 4) revelou que em relação às outras espécies, a *Gomphrena celosioides* apresentou maior percentagem de cobertura com cerca de 50 a 75%. A alta cobertura inicial apresentada, pode ser atribuída ao histórico de infestação da área

onde o estudo foi realizado. Pois um estudo conduzido por Estudo conduzido pela Cuna, (2025) no mesmo local, mostrou que a *Gomphrena celosioides* era a espécie com maior cobertura.

Carmona (1992) refere que as infestantes possuem elevada plasticidade, o que lhes permite colonizar eficazmente áreas em contínua perturbação. Isso corrobora com os resultados acima reportados. Além disso, as condições de humidade presentes no local do experimento favoreceram significativamente sua germinação, crescimento e desenvolvimento. Em contrapartida, o tratamento T6 destacou-se por apresentar uma cobertura de infestantes baixa, com valores próximos a 5,0%, a *Commelina benghalensis* a única espécie com cobertura representativa identificada neste tratamento. Este resultado inicial sugere a ineficácia do herbicida aplicado em esta espécie.

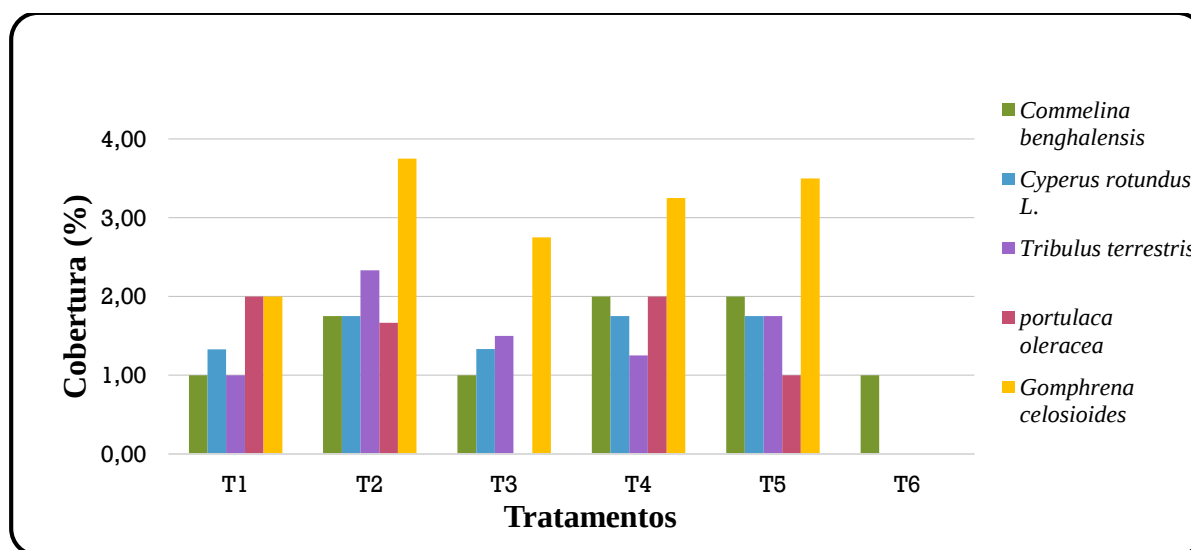


Figura 5: Cobertura das Infestantes aos 15 DAA dos Tratamentos.

A análise da cobertura aos 30 DAA (Figura 5) demonstra que a espécie com maior cobertura para o T1 e T2, foi o *Cyperus rotundus*, e para o T3, T4, T5 e T6, foi a *Commelina benghalensis*, que mostrou uma elevada persistência e capacidade de adaptação com uma cobertura entre 6 a 25 %. O aumento da cobertura de *Commelina benghalensis* ao longo do período experimental (de 15 para 30 DAA) indica a pouca eficácia dos herbicidas usados contra estas infestantes. A resiliência de *Commelina benghalensis* está diretamente relacionada à sua biologia e capacidade de multiplicação vegetativa, além da adaptação a diversos ambientes de cultivo (Chauhan & Johnson, 2008). Estudos como os de Dada *et al.* (2019) reforçam que herbicidas em pré-emergência, embora

eficientes em curto prazo, apresentam dificuldades em controlar a rebrota desta espécie a partir de seus nós e estolhos subterrâneos.

O facto de *Commelina benghalensis* não ter sido eliminada pelo tratamento T6, enquanto as restantes infestantes foram controladas, pode estar associado à tolerância natural desta espécie a determinados herbicidas. Embora não haja evidência de resistência confirmada, vários estudos relatam que a *Commelina benghalensis* apresenta mecanismos que dificultam a acção dos herbicidas (Monquero *et al.*, 2004).

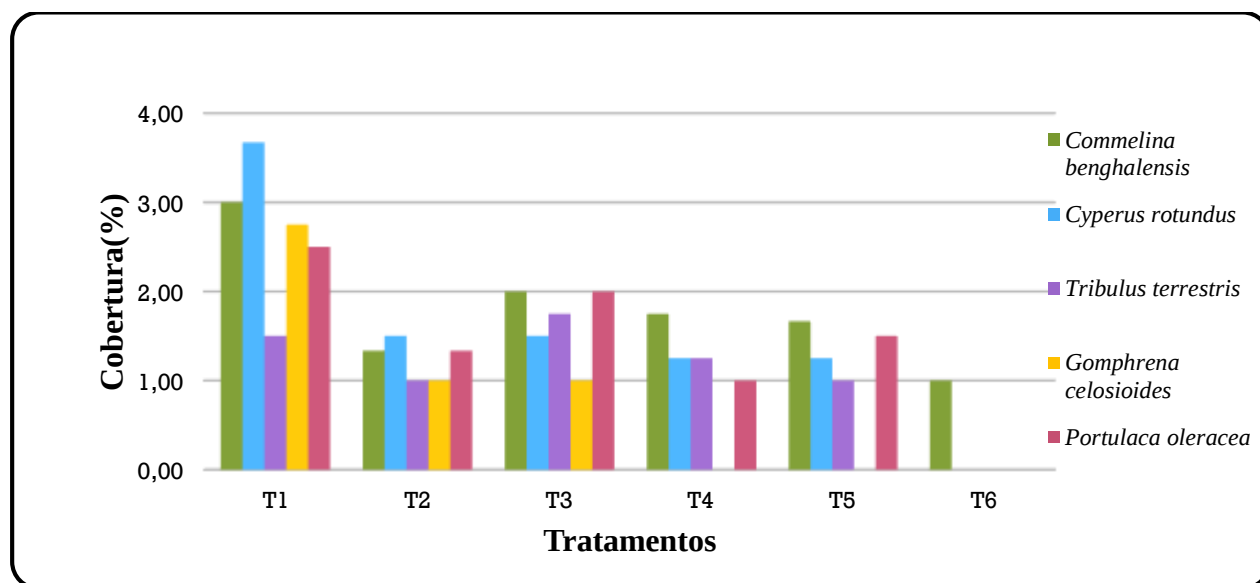


Figura 6: Cobertura das Infestantes aos 30 DAA dos Tratamentos.

4.1.4. Altura das Infestantes

O gráfico apresenta espécies de infestantes com maior altura média (cm) durante o ensaio, indicando variações significativas entre elas. A espécie com maior altura média foi o *Sesamum alatum*, atingindo cerca de 90 cm (Figura 6). A sua presença foi observada exclusivamente no tratamento T3, o que indica que os demais tratamentos foram altamente eficazes na supressão desta espécie. Devido à sua maior altura, essa espécie pode ter vantagem na competição por luz, afectando negativamente o crescimento de outras. A competitividade de espécies de maior altura está alinhada com estudos como o de Radosevich *et al.* (2007), os quais apontam que há uma relação entre altura e habilidade de competição por recursos como luz.

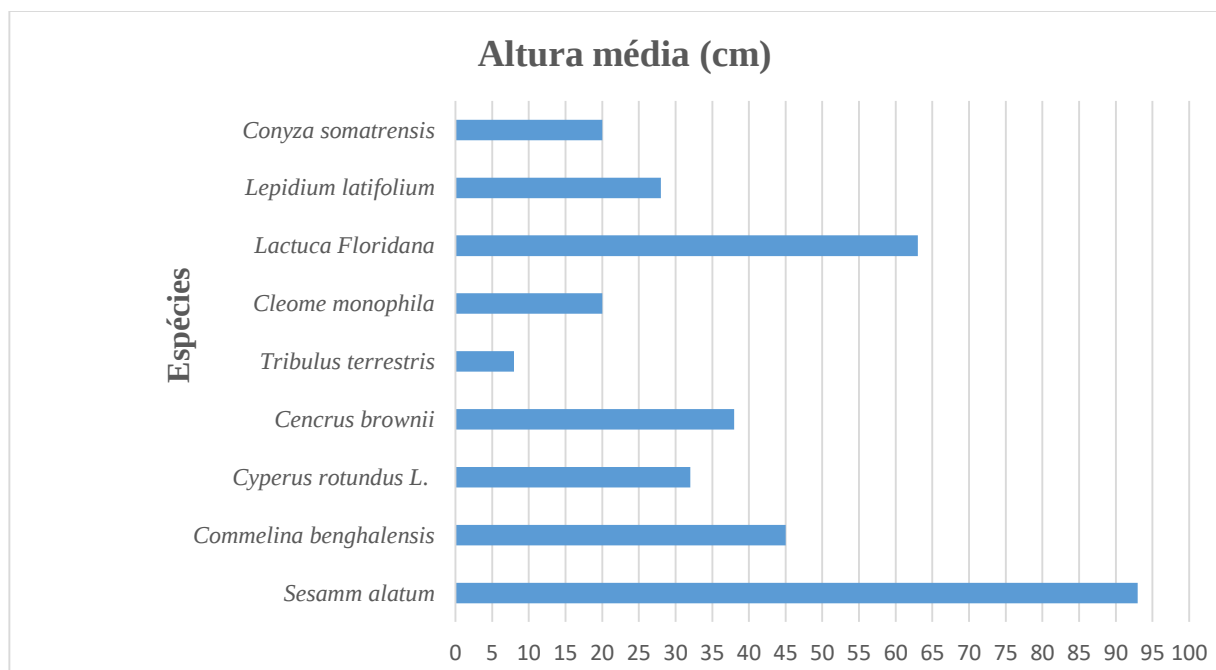


Figura 7: Altura média das Infestantes.

O desenvolvimento de *Sesamum alatum* e outras espécies como *Lactuca floridana*, observadas no T3, que também apresentou valores relativamente elevados de altura média, pode ser interpretado como um indicativo de que estes tratamentos não foram plenamente eficazes na eliminação de infestantes. A persistência destas espécies e a sua capacidade de alcançar alturas elevadas sugerem uma pouca eficácia destes tratamentos. Por outro lado, a menor altura de espécies como *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis* pode não significar um controlo eficaz, mas sim ser reflexo da sua biologia de crescimento rasteiro ou propagação vegetativa, que lhes confere capacidade de rápida cobertura do solo e sobrevivência em condições adversas, independentemente da altura (Winkler *et al.*, 2015).

4.2. Biomassa, Eficácia das infestantes e Rendimento da Cultura de Cevada

4.2.1. Biomassa das infestantes

A biomassa das infestantes é um indicador importante do quão eficaz foi o controlo das infestantes em um determinado tratamento. A biomassa variou consideravelmente nos diferentes tratamentos. No entanto, o T1 foi o que apresentou a maior biomassa de infestantes (205,1 g/m²), seguido pelo

T4 com (76,0 g/m²), não diferindo significativamente do T1 que, por sua vez, não diferiu dos demais excepto T6 (0 g/ m²).

Tabela 6: Biomassa, Eficácia das infestantes e Rendimento da Cultura de Cevada

Tratamentos	Biomassa das Infestantes (g/m²)	Controlo de Significância (%)	Rendimento Médio (ton/ha)
Controlo	205,10 c	0,00	1,03 a
Sacha	41,70 abc	78,28	2,53 ab
Basagran	12,20 ab	89,59	2,35 ab
MCPA	76,00 bc	43,43	2,30 ab
Propanil	0,60 ab	99,39	3,00 b
Pirazossulfurão-etil	0,00 a	100,00	2,30 ab

Par de médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem, significativamente, entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%;

O T4, sendo um herbicida selectivo para gramíneas, pode ter sido menos eficaz em controlar certas espécies de infestantes, o que resultou em uma biomassa relativamente alta. O controlo insuficiente de algumas infestantes é uma possível explicação para a biomassa observada, já que o T4 pode ter um efeito mais selectivo, favorecendo o crescimento de algumas infestantes enquanto controla outras (Teferi *et al.*, 2020; Noworolnik & Leszczyńska, 2017).

O T2, teve tendência de se igualar com todos os demais tratamentos, apresentando um controlo moderado das infestantes, com biomassa intermediária. Este tratamento não foi eficiente, e também a sua biomassa não foi relativamente alta. Sua eficácia pode ser reduzida pelo facto de a sachá não ser adequada para certas espécies de infestantes (Chaudhry, 2019).

O T5 juntamente com o T3, tiveram uma biomassa significativamente mais baixa, o que sugere que foram eficazes no controlo das infestantes. Estes herbicidas, são amplamente utilizados para o controlo de gramíneas, e seu efeito positivo é observado no baixo desenvolvimento das infestantes, o que permite que a cevada tenha maior acesso aos recursos do solo (Müller *et al.*, 2020).

O T6 evidenciou biomassa de infestantes igual a zero, indicando uma eficácia total no controlo das infestantes no ensaio. Este resultado reflete alta eficácia do herbicida, que é projectado para

ser altamente selectivo e eficaz em doses adequadas, mas também pode ter causado efeitos fitotóxicos à cultura da cevada, como observado em estudos anteriores sobre fitotoxicidade (Al-Khafaji *et al.*, 2023).

Em suma, os resultados sugerem que o T5 e o T6 foram mais eficazes no controlo das infestantes, refletido pela baixa biomassa das infestantes. Em contraste, o T4 e o T1 foram menos eficientes, o que pode estar relacionado ao seu espectro de acção e à resistência ou adaptação das infestantes.

4.2.2. Eficácia do Controlo das Infestantes

A avaliação da eficácia do controlo das infestantes (Tabela 6) revelou diferenças marcantes entre os tratamentos testados. O T4 (43,43%) demonstrou um nível de significância regular, insuficiente para garantir um manejo satisfatório. O T2 (78,28%) mostrou um nível de significância bom. Em contrapartida, o T3 (89,59%) alcançou um desempenho muito bom, promovendo elevada redução das infestantes. Destaque particular para o T5 (99,39%) e o T6 (100%), classificaram como excelentes, confirmando-se como os tratamentos mais eficazes, tendo proporcionado uma eliminação eficaz das infestantes.

Vários estudos corroboram que níveis de eficácia inferiores a 60% não são considerados satisfatórios para um manejo sustentável das infestantes, pois permitem rápida recuperação das populações e consequente competição com a cultura (Kudsk & Streibig, 2003). Por outro lado, herbicidas que atingem percentagens de eficácia acima de 80% são geralmente adequados pois reduzem de forma significativa o impacto das infestantes sobre a produtividade (Ferreira, & Silva, 2019).

A presença inicial de *Commelina benghalensis* pode estar associada à sua tolerância ao herbicida. No entanto, o seu desaparecimento posterior pode ser explicado pelo efeito residual do produto, aliado à competição com a cultura e às condições ambientais, que terão contribuído para a sua supressão ao longo do ciclo. Neste contexto, valores próximos de 100% confirmam a eficácia de determinados grupos químicos, como é o caso das sulfoniluréias e anilidas, reconhecidos pela elevada selectividade e capacidade de controlo a baixas doses (Gitsopoulos & Froud-Williams, 2004).

4.2.3. Rendimento da Cultura de Cevada

Os resultados da (tabela 6), demonstraram que o rendimento da cevada foi estatisticamente influenciado pelos diferentes tratamentos. O T5, teve tendência de apresentar o resultado mais elevado, com 3,00 ton/ha. O T1 apresentou o rendimento mais baixo 1,025 ton/ha. Isso confirma a competição severa causada pelas infestantes na ausência do manejo químico resultando em uma perda de produtividade de aproximadamente 61% em relação ao tratamento superior. Segundo Ampong-Nyarko (1994), as perdas do rendimento no tratamento controlo, se deve à não realização do controlo de infestantes e à competição interespecífica entre a cultura e as infestantes pelos recursos. Os tratamentos T2 (2,525 ton/ha), T3 (32,35 ton/ha), T4 (2,3 ton/ha) e T6 (2,3 ton/ha), não diferiram significativamente do tratamento superior, nem do tratamento mais ineficaz.

O rendimento da cevada pode variar significativamente dependendo das condições climáticas, práticas de manejo e variedade cultivada. A variedade Traveler, utilizada neste estudo, é reconhecida pelo seu alto potencial de rendimento e, em condições ideais de manejo, pode atingir produtividade de 10,23 ton/ha. Em termos gerais, a produtividade média de cevada sob condições ideais de manejo varia entre 2,5 e 4,5 toneladas por hectare (Ali et al., 2021). No entanto, rendimentos mais elevados podem ser alcançados com práticas de manejo aprimoradas e condições favoráveis, como irrigação adequada e controlo eficaz de infestantes. De forma geral, qualquer rendimento acima de 3,0 toneladas por hectare é considerado razoável, e valores superiores a 4,0 toneladas por hectare são considerados bons, principalmente quando a cevada é cultivada em regiões onde as condições de solo e clima são favoráveis, e o controlo de pragas e doenças é eficaz (FAO, 2022; Ali et al., 2021).

Estudos sobre o rendimento da cevada com diferentes herbicidas revelaram que estes influenciam variavelmente os componentes de rendimento, como o número de grãos por espiga e o peso de mil grãos, elementos cruciais para o rendimento total (O'Donovan et al., 2000). Além disso, os mesmos contribuem para o aumento de rendimento ao reduzir a competição por nutrientes e luz, especialmente em condições de alta infestação. Contudo, o efeito positivo pode ser prejudicado por factores externos como o acamamento, que limita a altura das plantas e, assim, reduz o rendimento de grãos. Este fenómeno, pode explicar o baixo rendimento entre os tratamentos neste estudo (Noworolnik & Leszczyńska, 2017).

4.3. Variáveis Medidas Relacionadas à Cultura de Cevada

4.3.1. Número de Plantas Emergidas por Metro Quadrado

Segundo a Embrapa (2023), a densidade de sementeira deve ser ajustada tendo como meta o estabelecimento de população entre 250 a 300 plantas por m² necessária para atingir o potencial produtivo.

Aos 7 dias após a sementeira das plantas foi possível observar que emergiram dos tratamentos T4 (362,5 plantas/m²), T3 (360,5 plantas/m²) e T1 (361,3 plantas/ m²), a apresentarem uma maior densidade de plantas. Por outro lado, os tratamentos T5 (320,7 plantas/m²) e T6 (343,5 plantas/m²) demonstraram uma tendência de apresentar uma menor densidade. A ausência de diferenças estatisticamente significativas sugere que, apesar das variações numéricas, a aplicação dos diferentes tratamentos não alterou substancialmente a densidade de plantas na cultura.

Segundo Noworolnik & Leszczyńska (2017), densidades mais altas podem aumentar a produtividade, onde se observou que o aumento da densidade de sementeira até certo ponto favorece o aumento no número de espigas por metro quadrado e a produtividade. No entanto, a densidade excessiva também pode comprometer a planta devido à competição por recursos, perfilhamento limitado e uma redução no tamanho das espigas, impactando negativamente o rendimento por planta, apesar do aumento no número de plantas por metro quadrado.

4.3.2. Componentes do Rendimento

Das variáveis estudadas na Tabela 7, exceptuando a altura das plantas, não apresentam diferenças significativas. Isto significa que em todas elas, as plantas apresentaram a mesma eficácia.

Tabela 7: Componentes do rendimento da cultura de cevada

Tratamentos	Altura(cm)	Nº Grão/espiga	Espigas/m ²	1000S(g)
Controlo	71,35 ab	17,70	243,50	47,50
Sacha	80,68 b	17,70	332,00	47,70
Basagran	73,47 ab	19,00	350,20	48,00
MCPA	59,88 a	17,70	229,70	48,70
Propanil	76,33 ab	17,50	335,00	48,90

Pirazossulfurão-etil	61,95 ab	17,00	313,70	45,10
----------------------	----------	-------	--------	-------

Par de médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem, significativamente, entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%;

4.3.2.1. Altura das Plantas

Com base nos dados analisados e apresentados na Tabela 7, pode-se observar que os tratamentos influenciaram na altura média das plantas de cevada, mostrando uma diferença significativa entre elas.

O T2, teve a tendência de apresentar a maior altura média registada com 80,68 cm. Por sua vez o T4, teve uma tendência inversa, tendo registado uma altura média de 59,88 cm. Os T1, T3, T5 ao mesmo tempo não diferiram do T2 e T4.

A tendência do T4 apresentar a menor altura comparativamente aos outros, deve-se ao facto do mesmo ser um herbicida hormonal, cujo modo de acção é desregular a divisão celular e o crescimento das dicotiledóneas, levando ao enrolamento, murchamento, necrose e morte das plantas, o mesmo aconteceu com o T6 que também teve a tendência de apresentar uma menor altura devido ao resultado do efeito fitotóxico deste herbicida (Oliveira, 2001).

4.3.2.2. Número de Grãos por Espiga

Com base nos resultados da (Tabela 7), a aplicação dos diferentes tratamentos, não afectou o número de grãos por espiga na cevada, corroborando com estudos que sugerem que, as práticas de manejo de infestantes, condições como variedade da cultura, a densidade de sementeira, o manejo de nutrientes e o clima são cruciais para esse parâmetro (Noworolnik & Leszczyńska, 2017; Sotherton, 1991).

Nabinger *et al.*, (2012), demonstraram que, o número de grãos por espiga é um dos componentes mais importantes para o rendimento final da cevada, sendo influenciado por vários factores bióticos e abióticos. Stewart & Dyke (1993), apontaram que um bom controlo de infestantes é crucial para o desenvolvimento adequado das espigas e a formação de sementes. No entanto, realçam também a necessidade de se ter em conta outros factores como a densidade da sementeira e as condições climáticas por desempenharem um papel fundamental no aumento do número de grãos.

Um número ideal ou considerável de grãos por espiga para a cevada geralmente fica entre 20 a 30, conforme reportado por Noworolnik, & Leszczyńska (2017). No presente estudo, o número médio de grãos por espiga manteve-se entre 17 e 19, não sendo afetado significativamente pela aplicação dos diferentes tratamentos. Esse número é consistente com o encontrado em outros estudos, como o de O'Donovan *et al.* (2000). Entretanto, um número muito baixo de grãos (abaixo de 15 grãos) por espiga, pode indicar problemas como a competição intensa entre as plantas ou danos causados por condições climáticas ou fitotoxicidade de herbicidas, o que impacta negativamente a produtividade (Sharma & Vanden, 1983).

4.3.2.3. Número de Espiga por Metro Quadrado

Com base nos resultados da (Tabela 7), foi possível observar que, o tratamento T3 (350,2 espigas/m²) apresentou uma tendência de apresentar o maior número de espigas por metro quadrado. Em contraste, o tratamento T4 (229,7 espigas/m²), a de apresentar o menor número. Estes valores sugerem não ter havido uma contribuição significativa entre os diferentes tratamentos estudados no de controle de infestantes.

Estudos apontam que o aumento no número de espigas por metro quadrado pode potencialmente melhorar o rendimento de grãos, pois cada espiga adicional contribui para o número total de grãos (Noworolnik & Leszczyńska, 2017). No entanto, essa correlação depende de uma densidade equilibrada. Todavia, se a densidade de espigas for muito elevada, o risco de acamamento aumenta, especialmente em condições climáticas desfavoráveis, como vento ou chuva intensa, prejudicando o rendimento total da cultura.

A densidade ideal de espigas/m² depende também do cultivar e das condições de manejo, com variações entre 400 e 500 espigas/m² em condições ideais para otimizar a produção de grãos. Em estudos de campo, valores típicos geralmente ficam na faixa de 250 a 350 grãos/m², dependendo da densidade de plantas e do grau de acamamento que a cultura sofreu (Teferi *et al.*, 2020). Em condições de acamamento, as espigas não se desenvolvem plenamente, resultando em menor produtividade de grãos, como também observado por Megersa (2022), que correlacionou o acamamento a uma menor quantidade de grãos devido à interrupção do processo fotossintético e à absorção de nutrientes.

4.3.2.4. Peso de Mil Sementes(g)

Os resultados da (Tabela 7) mostram que, embora os valores do peso de mil sementes (PMS) da cevada tenham variado de 45,1 a 48,9 gramas, entre os diferentes tratamentos herbicidas, não houve diferenças estatisticamente significativas entre eles.

O valor do PMS é conhecido como um indicador directo da qualidade do tamanho dos grãos, e um componente crucial do rendimento final (Al-Khafaji *et al.*, 2023). O T5 teve a tendência de apresentar o valor mais elevado (48,9 g), enquanto o T6 registou o mais baixo (45,1 g).

As variações no PMS podem ser parcialmente influenciadas por condições como o acamamento, que limita o acesso à luz e prejudica o desenvolvimento das espigas. Megersa (2022) reportaram que o acamamento pode reduzir o peso dos grãos ao diminuir a capacidade fotossintética das plantas e a absorção de nutrientes, principalmente em ambientes onde as condições climáticas são adversas e a cevada é mais suscetível ao estresse físico.

O PMS pode variar dependendo da variedade e das condições de cultivo. Em geral, o PMS para cevada saudável costuma andar entre 40 e 50 gramas, com valores ideais situados próximos a 45-50 gramas, pois representam grãos bem desenvolvidos e com boa densidade, o que contribui para a qualidade e o rendimento da cultura (Noworolnik & Leszczyńska, 2017; Schaafsma & Tamburic, 2005).

Os resultados do presente estudo apontam que, o T5 com 48,9 gramas, é o tratamento com o PMS mais próximo do valor ideal, o que indica uma boa qualidade de grão para esse tratamento. Outros tratamentos, como o T6, que apresentou 45,1 gramas, também estão dentro do intervalo aceitável, mas representam um PMS um pouco mais baixo, o que pode reflectir o efeito negativo deste herbicida no desenvolvimento das plantas, indicando uma influência ou estresse residual que impediu o desenvolvimento completo dos grãos (Al-Khafaji *et al.*, 2023; Chaudhry, 2019).

Além disso, estudos de Megersa (2022) e Bremner (1966) indicam que uma densidade elevada de plantas pode levar à competição intraespecífica, o que pode reduzir o peso dos grãos e, em alguns casos, até o número de grãos por espiga, resultando em um rendimento menor, como ilustrado no T1.

4.4. Correlação entre o Rendimento e as Variáveis Analisadas

Os resultados deste estudo indicam que o rendimento da cevada tem uma correlação positiva forte com o número de espigas por m², destacando-se como o principal factor de produtividade nos dados avaliados (Anexo 17). Resultados similares foram reportados por Gupta *et al.*, (2020); e Li *et al.*, (2019), os quais constataram também que, a densidade de espigas era um dos factores críticos no manejo da cevada.

Por sua vez, o peso de mil sementes apresentou uma correlação positiva, porém fraca, sugerindo uma pequena relação directa na contribuição do rendimento total. Por outro lado, observou-se uma correlação negativa moderada com a biomassa seca das infestantes, reforçando que o aumento excessivo desta variável tende a diminuir a produtividade. Para reduzir o efeito negativo das infestantes no rendimento das culturas, Zimdahl (2018) destacou a importância de práticas integradas de controlo para reduzir a competição por recursos. As restantes variáveis apresentaram correlações muito próximas de zero, indicando que o seu efeito teve um impacto mínimo no rendimento.

4.5 Análise de Regressão Linear entre a Biomassa de Infestantes e o Rendimento da Cevada

A análise visual da relação entre biomassa e rendimento, mostra uma relação inversa ou negativa das duas variáveis. Essa tendência é confirmada pela equação de regressão abaixo onde o coeficiente angular de (-0,0069) indica que para cada aumento de 1 unidade na biomassa de infestantes, há queda correspondente no rendimento da cevada. O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7487$) mostra que, a biomassa de infestantes é responsável pela perda de cerca de 75% do rendimento total da cevada. Os dados mostram que enquanto o ponto do maior rendimento está associado a uma biomassa mais baixa (com cerca de 3 ton/ha), o ponto do menor rendimento (1.025 ton/ha) corresponde a uma maior quantidade de biomassa. Com base nestes resultados,

pode se afirmar que o aumento da biomassa de infestantes reduz o rendimento da cevada

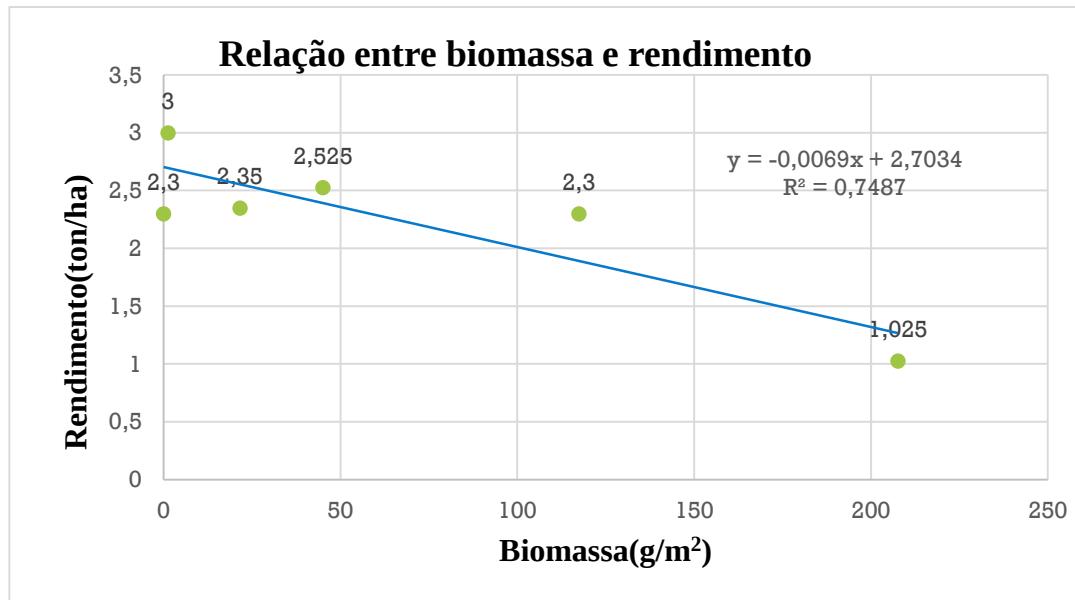


Figura 8: Regressão linear entre Rendimento da Cultura de Cevada e o Peso de Biomassa de Infestantes.

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

- ✓ Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que foram identificadas durante o ensaio 13 espécies infestantes, distribuídas em 10 famílias. A família Asteraceae teve a maior contribuição específica 23,1%, seguida pelas Poaceae 15,4%, as demais tiveram uma contribuição de 7,69% por família.
- ✓ As espécies com maior frequência, abundância, e cobertura, foram *Comelina benghalensis*, *Gomphrena celosioides*, e *Cyperus rotundus*.
- ✓ A aplicação de pirazossulfurão-etil tendeu a apresentar a biomassa seca mais baixa de infestantes quando comparado com os outros tratamentos.
- ✓ Os tratamentos que se mostraram mais eficazes no controle de infestantes foram o pirazossulfurão-etil e propanil com 100%, e 99,39% de eficácia de controle de infestantes respectivamente.
- ✓ A aplicação do propanil teve a tendência de apresentar o maior rendimento da cevada, com 3 ton/ha e o controle, o menor com 1,025 ton/ha.

5.2 Recomendações

Com base nos resultados deste estudo recomenda-se:

- ✓ A adoção do uso de qualquer um dos herbicidas, particularmente do propanil, onde a mão-de-obra seja onerosa, conforme indicado pelos resultados deste trabalho.
- ✓ Apesar do pirazossulfurão-etil ter apresentado elevada eficácia no controle das infestantes, verificaram-se possíveis efeitos de fitotoxicidade na cultura. Assim, recomenda-se a realização de novos ensaios com doses mais baixas, de modo a identificar uma dose tecnicamente eficaz que garanta o controle das infestantes sem comprometer o crescimento da cevada.
- ✓ Realização de estudos em outros locais para aferir os resultados obtidos neste em outras regiões com condições agroclimáticas diferentes.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroportal. (2021). Produção de cereais em Moçambique em 2020: inquérito 03 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.agroportal.pt/produção-de-cereais-em-mocambique-ultrapassou-19-milhoes-de-toneladas-em-2020-inquerito/>. Acessado: 06/05/2024;
- Al-Khafaji., et al (2023). Herbicide application and its effect on barley yield. Journal of Agricultural Sciences, 54(4), 1094-1100;
- Ali, R., Khan, S., & Alam, S. (2021). Barley yield response to different agronomic practices in arid regions. Journal of Agronomy, 13(2), 175-185;
- Ampong-Nyarko, K. (1994). Weed management in tropical cereals: Maize, sorghum, and millet. Weed management for developing countries, 120, 264-270;
- Araújo, R. C. A. (2014). Efeito de herbicidas em duas variedades de cana-de-açúcar: fitotoxicidade e controle de plantas daninhas. Universidade Federal da Paraíba Monografia 35 pp;
- Basile, A. G. (2005). Influência do espaçamento da semeadura de milho na comunidade infestante e nos componentes produtivos da cultura. Monografia 54 pp;
- Bayer, E., & Guo, L. (2019). Herbicide use in agriculture: Mechanisms of action and impact on crops. Agricultural Systems, 172, 5768;
- Bhowmik, P. C. (2017). Biology and management of *Commelina benghalensis*. Weed Science Journal, 65(3), 219-225;
- Bremner, P. M., & Taha, M. A. (1966). Studies in the individual development of barley: II. The effect of varying nutritional supply on the pattern of growth and the yield of grain. Journal of Agricultural Science, 66(1), 47-59;
- Bridges, D. C. (1994). Impact of weeds on human endeavors. *Weed Technology*, 8(2), 392-395;
- Carvalho, L.B., Nicolai, M., Ferreira, R.R., Figueira, A., & Christoffoleti, P.J. (2009). Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. Scientia Agricola, 66, 136-142;
- Chauhan, B. S., & Johnson, D. E. (2008). Germination ecology of *Commelina benghalensis* and its implications for weed management. *Weed Science*, 56(5), 497-504;

- Cheplick, G. P. (2017). Approaches to Plant Evolutionary Ecology. Oxford University Press, 312 pp;
- Chiconela, T. F. (1999). Apontamentos da disciplina de controlo de infestantes. Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Maputo;
- Christoffoleti, P. J. & López-Ovejero, R. F. (2003). Aspectos de resistência de plantas daninhas ao herbicida Glyphosate. Londrina: associação brasileira de ação a resistência de plantas aos herbicidas. Planta Daninha, Viçosa-MG, 21(3),07-515;
- Correira, N. M. (2012). Impacto das infestantes na produção agrícola. Revista de Agricultura e Desenvolvimento Rural sustentável, 5(2), 127-139;
- Cruz, D. L. S., Rodrigues, G. S., Dias, F. O., Alves, J. M. A., & Albuquerque, J. A. A. (2009). Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. Revista Agro ambiente, 3(1), 58-63;
- Cuna, N. (2025). Avaliação do efeito do mulching e do glifosato no controlo de infestantes na cultura da beringela (*Solanum melongena* L.). Trabalho final de curso Universidade Eduardo Mondlane, 68 pp;
- Da Costa, P. F., Piano, J. T., Taffarel, L. E., De Oliveira, P. S. R., Sarto, M. V. M., Fróes, C. Q., & De Vasconcelos, E. S. (2014). Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em Latossolo cultivado com diferentes culturas de inverno em função dos maneios químico e mecânico. Cultivando o Saber, 2(7), 192-204;
- Dada, O. A., et al. (2019). Weed seedbank dynamics and composition under different tillage systems in cassava-based cropping systems. Weed Research, 59(2), 132-140;
- Dayan, F. E., Barker, C. M., Dayan, F. E., & Ravet, K. (2019). Mechanism of action of protoporphyrinogen oxidase (PPO) inhibitors: Accumulation of protoporphyrin IX and production of reactive oxygen species. Weed Science, 67(4), 485-494;
- Doll, J. D. (1994). Biology and management of *Cyperus rotundus*. Califórnia. Weed Research 42(3), 378-384;
- Embrapa. (2023). Manual de produção de cevada. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 39 pp;

- Embrapa, (2009). Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira nas safras de 2009 e 2010. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 116 pp;
- Ferreira, A. G. C. (2019). Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em treze áreas experimentais do CCAA, UFMA, Campus IV. TCC (Bacharelado em agronomia), Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 6 pp;
- Fleck, N. G., Oosterheld, M., & Garcia, L. (1980). Competition between crops and weeds for light, water, and nutrients. *Agroecosystems*, 5(3), 211-224;
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Statistical yearbook: World food and agriculture 2022. Rome: FAO. Retrieved from [https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agriculturalproduction-statistics-\(2000-2022\)/en](https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agriculturalproduction-statistics-(2000-2022)/en). Acessado: 02/12/2023;
- Galon, L., Tironi, S.P., Rocha, P.R.R., Concenço, G., Silva, A.F., Vargas, L., Silva, A.A., Ferreira, E.A., Minella, E., Soares, E.R., & Ferreira, F.A. (2011). Habilidade competitiva de cultivares convivendo com azevém. *Planta Daninha*, 29(4), 771-781;
- Gitsopoulos, T. K., & Froud-Williams, R. J. (2004). Effects of sulfonylurea herbicides on grass weeds. *Weed Biology and Management*, 4(1), 1–11;
- Gupta, P. K., Mir, R. R., Kumar, J., & Kumar, A. (2020). Marker-assisted selection in wheat and barley breeding. *Plant Breeding Reviews*, 24(2), 41-81;
- Healp, I. (2021). Weeds and their impact on crop productivity: A review. *Journal of Agricultural Science*, 15(2), 45-58;
- Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1997). World Weeds: Natural Histories and Distribution. Science 10 pp;
- Hoseney, R. C. (1994). Principles of cereal science and technology (2nd ed.). American Association of Cereal Chemists, 327 pp;
- Hua, Y., & Liu, G. (2024). Food pesticide residues monitoring and health risk assessment. *Foods*, 13(3), 474;
- Inam, (2008). Climate Change and Development-Adapting by Reducing Vulnerability. Atlas de Precipitação em Moçambique, 276 pp;

- Júnior, R. S. O. (2002). Mecanismos de ação de herbicidas. São Paulo, Brasil, 96 pp;
- Kaushik, P., Sharma, S., & Saini, R. K. (2014). Allelopathy and competition in plants: A review. Journal of Environmental Biology, 35(2), 257-262;
- Kniss, A. R. (2017). Long-term trends in the intensity and relative toxicity of herbicide use. Nature Communications, 8(1), 1-7;
- Kogan, M., & Pérez, A. (2003). Herbicidas hormonales: Mecanismos de acción y resistencia en malezas. Ediciones Universidad Católica de Chile, 98 pp;
- Kudsk, P., & Streibig, J. C. (2003). Herbicide bioassays. Weed Research, 43(1), 1–10;
- Li, X., Yang, W., & Zhang, D. (2019). Factors influencing yield potential in barley under different environmental conditions. Field Crops Research, 24(1)66-74;
- Luiz, D., Gazziero, P., Adegas, F., & Voll, E. (n.d.). Plantas daninhas e seu controle. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219420/1/> Acessado:17/09/2024;
- Maciel, R. M., Almeida, F. A., & Pereira, J. S. (2010). Flora infestante e sua interação com o sistema agrícola. Revista Brasileira de Agricultura, 25(3), 123-137;
- Magado, N. (2025). Manica já produz cevada para a produção de bebidas alcoólicas. Agencia de informação de Moçambique. <https://aimnews.org/2025/10/22/manica-ja-produz-cevada-para-producao-de-bebidas-alcoolicas/>;
- Megersa, B. (2022). Effect of plant density on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in the highlands of Ethiopia. Journal of Agricultural Science, 14(2), 45-54;
- Merotto Júnior, A. (1997). Aumento da população de plantas daninhas: potenciais fatores explicativos e implicações no controle. Revista Brasileira de Herbicidas, 14(2), 113-121.
- Monquero, P. A., Christoffoleti, P. J., Osuna, M. D., & De Prado, R. (2004). Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate em biótipos de *Commelina benghalensis* e *Ipomoea grandifolia*. Planta Daninha, 22(3), 445–451;
- Moreira, N. (2002). Agronomia das forragens e pastagens. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 153 pp;

- Mortimer, A. M. (1994). The classification and ecology of weeds. Weed management for developing countries. Roma 120: 11-26;
- Müller, J., Sattari, S. Z., & Van Ittersum, M. K. (2020). Yield potential of barley and environmental factors influencing productivity. Field crops research, 252, 107-119;
- Nabinger, C., Ferreira, E. T., & Freitas, F. K. (2012). Produção de forragem e grãos em sistemas integrados. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 2(4), 43-51;
- Nepomuceno, M. (2004). Períodos de convivência e de controle de plantas daninhas em soja cultivada em sistemas de semeadura direta e convencional, 4 pp;
- Newman, C. W., & Newman, R. K. (2008). Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. Journal of Cereal Science, 48(2), 233–242;
- Noworolnik, K., & Leszczyńska, D. (2017). Influence of herbicide treatments on the yield and yield components of spring barley. Crop protection, 102, 35-40;
- O'Donovan, J. T., Blackshaw, R. E., & Harker, K. N. (2000). Herbicide application and its effect on barley yield. Weed science, 48(5), 635-640;
- Oliveira Júnior, R. S. (2001). Mecanismos de ação de herbicidas. In: Oliveira Júnior, R.S.; Constantin, J. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: Agropecuária, 207-260 pp;
- Oliveira Júnior, R. S., Constantin, J., & Inoue, M. H. (2011). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, 1-36 pp;
- Owen, M.D.K. (2016). Diverse approaches to herbicide-resistant weed management. Weed science, 64(1), 570-584;
- Perim, L., Toledo, R. E. B., Negrisoni, E., Corrêa, M. R., Carbonari, C. A., Rossi, C. V. S & Velini, E. D., (2009). Eficácia do herbicida amicarbazone no controle em pós-emergência de espécies de corda-de-violão (*Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoids*). Revista Brasileira de Herbicidas, 8(1), 19-26;
- Pereira, J. (2010). Cultivo e caracterização de grãos: aspectos botânicos e agrônômicos. Universidade de Lisboa 158 pp;

- Pereira, J. (1987). Ecologia e manejo de plantas daninhas no inverno: Diferenças entre dicotiledôneas e monocotiledôneas. Revista Brasileira de Botânica, 10(3), 123-130;
- Peterson, D.E.; Thompson, C.R.; Regehr, D.L.; Al-Khatib, K. (2001). Herbicide mode of action. Topeka: Kansas State University, 24 pp;
- Prata, F., & Lavoretti, A. (2000). Comportamento de herbicidas no solo: influência da matéria orgânica. Revista Bioci, (6), 17-22;
- Powles, C.; Holtum, J. A. M. (1994). Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry. Boca Raton: Lewis, 353 pp;
- Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghersa, C. M. (2007). Weed ecology: Implications for vegetation management (3rd ed.). 30 pp;
- Rizzardi, M. A., Sauer, J., & Carvalho, M. (2020). Impact of weeds on barley production. Agronomy Journal, 112(3), 1425–1436;
- Roe, V. S. (2000). Principles of weed science (2ª ed.). Science Publishers;
- Rodrigues, B.N.; Almeida, F.S. (2011). Guia de herbicidas. Londrina, (6º ed). 697 pp.
- Rodrigues, B. N., & Almeida, F. A. (1995). Manejo de plantas daninhas com herbicidas. (2ª ed.). Editora Agronômica Ceres. 31 pp;
- Seefeldt, S. S., Jensen, J. E., & Fuerst, E. P. (1995). Log-logistic analysis of herbicide dose–response relationships. Weed Technology, 9(2), 218–227;
- Schaafsma, A. W., & Tamburic-Ivancic, L. (2005). Effect of previous crop and crop residue management on deoxynivalenol accumulation in corn kernels and corn stover in Ontario. Plant disease, 89(5), 403-407;
- Sharma, A., & Vanden Born, W. (1983). Effects of competition and herbicide treatment on barley production. Canadian Journal of Plant Science, 63(1), 103-108;
- Sharma, S. D., et al. (2018). Allelopathic interactions in weed management. Journal of Agronomy and Crop Science, 204(4), 343-356;
- Shaw, W.C. (1982). – Integrated weed management systems technology for pest management. Weed Science, 30(1), 2-12;

- Scursoni, J. A.; Satorre, E. H. (2005). Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. Weed Technology, 19(4), 790-795;
- Seefeldt, S. S., Jensen, J. E., & Fuerst, E. P. (1995). Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technology, 9(2), 218-227;
- Senseman, S. A. (Ed.). (2007). Herbicide handbook (9th ed.). Lawrence, KS: Weed Science Society of America. 275-278;
- Silva, A. F. S., de Oliveira, M. F., & Brighenti, A. M. (2018). Métodos de controle de plantas daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. In M. F. de Oliveira & A. M. Brighenti (Eds.), Controle de plantas daninhas (1ª ed). Brasília: Embrapa Milho e Sorgo. 11-33 p;
- Silva, A. R., & Ferreira, L. P. (1996). Cevada: Aspectos agronômicos e produtivos. Revista Brasileira de Agricultura, 20(1), 77-83;
- Silva, A. G., et al. (2020). Eficiência de herbicidas pré-emergentes na redução da infestação de plantas daninhas. Revista Brasileira de Herbicidas, 19(4), 417-424;
- Silva, R.N. et al. (2007). Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. Revista Brasileira de Sementes, 29(1), 40-44;
- Silva, A. A., Ferreira, F. A., & Silva, J. F. (2019). Herbicidas: fundamentos fisiológicos e aplicados. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 367 pp;
- Sousa, J. R., & Veline, E. D (1997). Manejo da cultura da cevada: Impactos no crescimento e na produtividade. Revista Brasileira de Agronomia, 15(2), 1997;
- Sotherton, N. W. (1991). Environmental factors affecting barley yields. Agricultural Systems, 36(Chaudhry, Q. (2019). Herbicide application and its effect on barley yield. Journal of Agricultural Sciences, 12(3), 158-167;
- Spandl, E., Westra, P., & Moore, F. D. (1997). Weed interference and herbicide efficacy in no-till barley. Weed Science, 45(6), 768–772;
- Stewart, W. D., & Dyke, P. T. (1993). Weed control and its impact on barley yield. Agricultural Systems, 41(3), 231-245;

- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Plant physiology and development (6th ed.). Aarhus University, 888 pp;
- Teferi, M., Mekonen, M., & Getachew, Y. (2020). The impact of seed density and nitrogen fertilizer on barley yield and yield components under varied environmental conditions. Ethiopian Journal of Agricultural Sciences, 30(2), 81-93;
- Tridge. (2023). Barley import data for Mozambique. Tridge.
<https://www.tridge.com/intelligences/barley/MZ/import>;
- United States Department of Agriculture, Economic Research Service. (2024). ERS research models future effects of climate change on corn and soybean yields, production, and exports. Recuperado de <https://www.ers.usda.gov>. Acessado 03/05/2024;
- Usaid. (2023). Feed the future Mozambique agricultural innovations activity: Manica-Sofala rapid market assessment. United States Agency for International Development, 54 pp;
- Ussene, O. M. (2011). Dinâmica do Nitrogénio Inorgânico num Solo Arenosos tratado com Sulfato de Amónio. Tese de Licenciatura- Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Departamento de Engenharia Rural, 15 pp;
- Vargas, L.; Roman, E.S. (2006). Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Embrapa Trigo, 779 pp;
- Verdade, (2024). Província de Manica já produz cevada.
<https://verdade.co.mz/provincia-de-manica-ja-produz-cevada>. Acessado: 06/11/24;
- Wikifarmer. (2017). Fertilization and plant protection under higt temperatures.
<https://wikifarmer.com/en>. Acessado: 03/03/2024;
- World Integrated Trade Solution (WITS). (2022). Mozambique barley imports. The World Bank.
<https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/MOZ/year/2022/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/100300>;
- Xonguila. (2024). O papel da Heineken Moçambique. Revista.
Disponível em: <https://xonguila.co.mz/2024/02/12/o-papel-da-heineken-mocambique>;

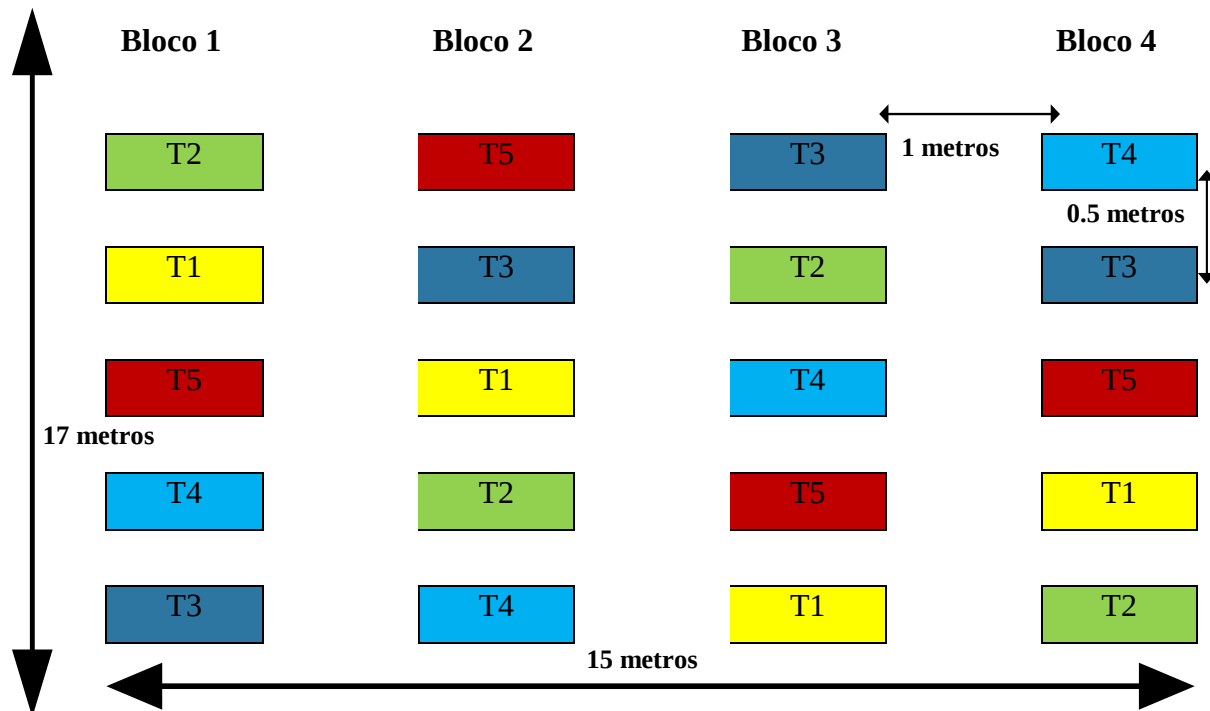
Yalçin, E.; Çelik, S.; Akar, T.; Sayim, I.; Köksel, H. (2007) Effects of genotype and environment on b-glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. Food Chemistry, London, 101(1), 171-176;

Zimdahl, R. L. (2007). Fundamentals of weed science. (3th ed). Elsevier. California. 556 pp;

Zimdahl, R. L. (2018). Fundamentals of weed science (5th ed.). Academic Press. 758 pp.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Layout do ensaio



Número de Plantas Emergidas

Anexo 2: Análise de variância do número de plantas emergidas por metro quadrado após 7 dias

`. anova nplantas trat bloco`

Number of obs = 24 R-squared = 0.1840
Root MSE = 58.9687 Adj R-squared = -0.2512

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	11760.167	8	1470.0208	0.42	0.8896
trat	7363.3333	5	1472.6667	0.42	0.8252
bloco	4396.8333	3	1465.6111	0.42	0.7403
Residual	52159.667	15	3477.3111		
Total	63919.833	23	2779.1232		

Dado que o valor-p (0,8252) é maior que o nível de significância β (0,05), não se rejeita a hipótese nula. Então com base no teste de F, ao nível de significância de 5%, não há evidências suficientes que mostram que as parcelas apresentam diferentes números de plantas.

Número de Sementes por Espiga

Anexo 3: Análise de variância de número de sementes por espiga

```
. anova nsemente trat bloco
```

```
Number of obs =      24    R-squared      =  0.1532
Root MSE      =  2.2029    Adj R-squared = -0.2985
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	13.166667	8	1.6458333	0.34	0.9367
trat	8.7083333	5	1.7416667	0.36	0.8686
bloco	4.4583333	3	1.4861111	0.31	0.8205
Residual	72.791667	15	4.8527778		
Total	85.958333	23	3.7373188		

Número de Espiga/m²

Anexo 4: Análise de variância de número de espiga por metro quadrado

```
. anova nespiga trat bloco
```

```
Number of obs =      24    R-squared      =  0.6695
Root MSE      = 77.4013    Adj R-squared =  0.4933
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	182060.5	8	22757.563	3.80	0.0125
trat	52349.708	5	10469.942	1.75	0.1845
bloco	129710.79	3	43236.931	7.22	0.0032
Residual	89864.458	15	5990.9639		
Total	271924.96	23	11822.824		

Peso de mil Sementes

Anexo 5: Análise de variância do peso de mil sementes

`. anova peso1000s trat bloco`

Number of obs = 24 R-squared = 0.4200
Root MSE = 2.11003 Adj R-squared = 0.1106

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	48.354996	8	6.0443744	1.36	0.2901
trat	38.293327	5	7.6586653	1.72	0.1907
bloco	10.061669	3	3.3538896	0.75	0.5374
Residual	66.783307	15	4.4522205		
Total	115.1383	23	5.0060132		

Rendimento

Anexo 6: Análise de variância do rendimento

`anova rendimento trat bloco`

Number of obs = 24 R-squared = 0.6971
Root MSE = .634823 Adj R-squared = 0.5356

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	13.915	8	1.739375	4.32	0.0072
trat	8.6149999	5	1.723	4.28	0.0129
bloco	5.3000003	3	1.7666668	4.38	0.0210
Residual	6.0449998	15	.40299999		
Total	19.96	23	.86782609		

Dado que o valor-p (0,0129) é menor que o nível de significância β (0,05), rejeita-se a hipótese nula. Então com base no teste de F, ao nível de significância de 5%, há evidências suficientes que mostram que pelo menos um dos tratamentos tem um efeito diferenciado no rendimento das plantas.

Teste de Normalidade

Anexo 7: Teste de normalidade (Shapiro-wilk)

```
. predict erro  
(option xb assumed; fitted values)  
  
. swilk erro
```

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	24	0.96377	0.977	-0.047	0.51862

Dado que o valor-p (0,51862) é maior que o nível de significância β (0.05), não se rejeita a hipótese nula, pois os resíduos seguem uma distribuição normal. Assim com base no teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5% há evidências suficientes que mostram que os resíduos seguem uma distribuição normal.

Anexo 8: Teste de heterocedasticidade (Breusch-pagan)

```
hettest erro  
  
breusch-pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Ho: Constant variance  
Variables: erro  
  
chi2(1) = 0.55  
Prob > chi2 = 0.4586
```

Dado que o valor-p (0,4586) é maior que o nível de significância β (0.05), não se rejeita a hipótese nula. logo os resíduos são homoskedásticos. Assim com base no teste de Breusch-pagan, ao nível de significância de 5% não há evidências suficientes que afirmem que os resíduos não são homoskedásticos.

Comparação de Médias

Anexo 9: Teste de comparação de médias

rendimento	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
trat			
1	1.025	.3969502	A
2	2.525	.3969502	AB
3	2.35	.3969502	AB
4	2.3	.3969502	AB
5	3	.3969502	B
6	2.3	.3969502	AB

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

Altura da cevada

Anexo 10: Análise de variância da altura de cevada

. anova altura trat bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.5161
Root MSE = 9.34452 Adj R-squared = 0.2580

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	1396.9166	8	174.61457	2.00	0.1177
trat	1331.8283	5	266.36566	3.05	0.0427
bloco	65.088302	3	21.696101	0.25	0.8612
Residual	1309.8016	15	87.320108		
Total	2706.7182	23	117.6834		

Dado que o valor-p (0,0427) é menor que o nível de significância β (0,05), rejeita-se a hipótese nula. Então com base no teste de F, ao nível de significância de 5%, há evidências suficientes que mostram que pelo menos um dos tratamentos tem um efeito diferenciado na altura das plantas.

Teste de Normalidade

Anexo 11: Teste de normalidade (Shapiro-wilk)

```
. swilk erro
```

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	24	0.92819	1.937	1.348	0.08882

Dado que o valor-p (0,08882) é maior que o nível de significância β (0.05), não se rejeita a hipótese nula, pois os resíduos seguem uma distribuição normal. Assim com base no teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5% há evidências suficientes que mostram que os resíduos seguem uma distribuição normal.

Anexo 12: Teste de heterocedasticidade (Breusch-pagan)

```
. hettest erro
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Ho: Constant variance  
Variables: erro  
  
chi2(1)          =      0.45  
Prob > chi2      =      0.5025
```

Dado que o valor-p (0,5025) é maior que o nível de significância β (0.05), não se rejeita a hipótese nula. Logo os resíduos são homoskedásticos. Assim com base no teste de Breusch-pagan, ao nível de significância de 5% não há evidências suficientes que afirmem que os resíduos não são homoskedásticos

Comparação de Médias

Anexo 13: Teste de comparação de médias

altura	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
trat			
1	71.35	4.369862	AB
2	80.675	4.369862	B
3	73.475	4.369862	AB
4	59.875	4.369862	A
5	76.325	4.369862	AB
6	61.95	4.369862	AB

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at

Biomassa das Infestantes

Anexo 14: Análise de variância da biomassa das infestantes

```
. generate NVbiomassa=biomassa^0.5
```

```
. anova NVbiomassa trat bloco
```

Number of obs = 24 R-squared = 0.7915
Root MSE = 3.35748 Adj R-squared = 0.6802

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	641.70543	8	80.213179	7.12	0.0006
trat	582.30186	5	116.46037	10.33	0.0002
bloco	59.403572	3	19.801191	1.76	0.1985
Residual	169.08979	15	11.272653		
Total	810.79522	23	35.251966		

Teste de Normalidade e Heterocedasticidade

Anexo 15: Teste de normalidade (Shapiro-wilk) e teste de Heterocedasticidade (Breusch-pagan)

```
. predict erro12
(option xb assumed; fitted values)
```

```
. swilk erro12
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro12	24	0.95630	1.179	0.335	0.36864

```
. hettest erro12
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro12

chi2(1) = 1.02

Prob > chi2 = 0.3123

Comparação de Médias

Anexo 16: Teste de comparação de médias

biomassa	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
trat			
1	207.6	29.16992	B
2	45.08	29.16992	A
3	21.6	29.16992	A
4	117.44	29.16992	AB
5	1.25	29.16992	A
6	0	29.16992	A

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

Análise de Correlação

Anexo 17: Matriz de correlação de Pearson

pwcorr rendimento nplantas nsemente nespiga peso1000s altura biomassa

	rendim~o	nplantas	nsemen~p	nespig~2	pe~1000s	altura	biomassa
rendimento	1.0000						
nplantas	-0.0732	1.0000					
nsementeesp	-0.0495	-0.4151	1.0000				
nespigam2	0.7094	0.0137	-0.0243	1.0000			
peso1000s	0.1456	-0.2812	0.3819	-0.1557	1.0000		
altura	0.0549	0.0830	-0.0155	0.1861	0.0391	1.0000	
biomassa	-0.5184	0.1558	-0.0475	-0.4671	0.0572	0.0313	1.0000

Análise de Regressão

Anexo 18: Análise de regressão

regress rendimento biomassa

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	24
Model	5.36353943	1	5.36353943	F(1, 22)	=	8.08
Residual	14.5964607	22	.663475485	Prob > F	=	0.0095
				R-squared	=	0.2687
				Adj R-squared	=	0.2355
Total	19.9600001	23	.867826092	Root MSE	=	.81454

rendimento	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
biomassa	-.0052328	.0018404	-2.84	0.009	-.0090497 -.001416
_cons	2.592724	.2053649	12.62	0.000	2.166824 3.018625