



Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Engenharia Rural

Secção do uso de Terra e Água

Licenciatura em Engenharia Agronómica

Projecto final

Efeito da Aplicação da cobertura morta (*mulch*) e diferentes Intervalos de Rega no crescimento e rendimento da Acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) em solos salinos do Vale de Infulene



Autor:

Amisse Ibraimo Abdala

Supervisor:

Professor Doutor. Sebastião Inácio Famba

Co- supervisor: Mestre Artur Pedro Madal

Efeito da Aplicação da cobertura morta (*mulch*) e diferentes Intervalos de Rega no crescimento e rendimento da Acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) em solos salinos do Vale de Infulene

Projecto Final submetido à Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Engenharia Rural) em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção do grau académico de licenciado em Engenharia Agronómica, sob supervisão do Prof. Doutor Sebastião Famba e Mestre Artur Pedro Madal

Maputo, Julho 2026

COMPROMISSO DE HONRA

Eu, Amisse Ibraimo Abdala, declaro por minha honra que este trabalho de culminação de curso é de minha autoria e nunca foi submetido nesta ou em outra instituição para aquisição de qualquer outro grau acadêmico e que este constitui o resultado do meu esforço individual e das orientações dos meus supervisores, o seu conteúdo é original e todas fontes consultadas estão devidamente no texto e na bibliografia final.

Amisse Ibraimo Abdala

_____ Data:____/____/2026

Por ser verdade, confirmo que o trabalho foi realizado pelo candidato sob minha supervisão

Prof. Doutor. Sebastião Famba

_____ Data:____/____/2026

Mestre Artur pedro Madal

_____ Data:____/____/2026

Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal,
Universidade Eduardo Mondlane

Amisse Ibraimo Abdala

Resumo

A salinidade do solo refere-se à acumulação excessiva de sais solúveis no solo, que quando atingem níveis elevados, comprometem o crescimento das culturas, degradando a qualidade do solo. A utilização da cobertura morta (*mulching*) é cada vez mais defendida, a fim de minimizar as condições de estresse salino na prática da horticultura. Por outro lado, a gestão da rega desempenha papel fundamental no controle da salinidade, uma vez que pode favorecer a lixiviação dos sais para camadas mais profundas do solo e manter níveis adequados de humidade para o desenvolvimento das culturas. Deste modo, com o objectivo de avaliar o efeito da aplicação de *mulching* e diferentes intervalos de rega no crescimento e rendimento da acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) em solos salinos do Vale de Infulene, foi conduzido um ensaio no distrito municipal KaMubuKwana, no bairro do Benfica na cidade Maputo, entre Agosto a Novembro de 2025, nos campos da associação 10 de Novembro. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados (DBCC), num arranjo factorial de 2 x 3 nomeadamente, factor rega com 2 níveis: (i) rega diária e (ii) rega de dois em dois dias; e factor práticas culturais com 3 níveis, (i) prática local (estrume de galinha e rega diária), (ii) *mulching*; (iii) Palha enterrada, com 4 repetições totalizando 24 parcelas. Foram avaliados o número de folhas, altura da planta e o rendimento. Foram também avaliados a salinidade (CE) e o pH do solo, através de medições semanais com o aparelho portátil COMBI 5000. A aplicação do *mulching* resultou no maior número de folhas e no rendimento da acelga ($p < 0,05$). Por outro lado, a aplicação de *mulching* teve efeito na redução do pH na profundidade de 20-40 cm, de 9,7 para 8, enquanto que a rega diária reduziu a CE na profundidade de 0-20 cm de 4,4 para 0,6 dS m⁻¹, igualmente a interação entre a rega diária e a palha enterrada reduziu a CE de 0,4 para 0,3 dS m⁻¹ na profundidade de 20-40 cm. Este estudo permite recomendar o uso de *mulching* e a palha enterrada em combinação com a rega diária para o cultivo de acelga em solos salinos-sódicos.

Palavras-chave: Salinidade do solo, *Mulching*, intervalos de rega, cultura da Acelga

Abstract

Soil salinity refers to the excessive accumulation of soluble salts in the soil; when these reach high levels, they impair crop growth and degrade soil quality. The use of mulching is increasingly advocated to minimize salt stress conditions in horticultural practices. Furthermore, irrigation management plays a crucial role in salinity control, as it can facilitate the leaching of salts into deeper soil layers while maintaining adequate moisture levels for crop development. Thus, a trial was conducted to evaluate the effect of mulching and different irrigation intervals on the growth and yield of Swiss chard (*Beta vulgaris* var. *cicla*) in the saline soils of the Infulene Valley. The study took place in the KaMubukwana municipal district (Benfica neighborhood, Maputo City) between August and November 2025, at the fields of the "10 de Novembro" association. A randomized complete block design (RCBD) was used in a 2×3 factorial arrangement, comprising an irrigation factor with two levels—(i) daily irrigation and (ii) irrigation every other day—and a cultural practices factor with three levels: (i) local practice (chicken manure and daily irrigation), (ii) surface mulching, and (iii) incorporated straw. Four replications were used, totaling 24 plots. Parameters evaluated included the number of leaves, plant height, and yield. Soil salinity (EC) and pH were also assessed through weekly measurements using a portable COMBI 5000 device. Mulching application resulted in the highest number of leaves and yield for the Swiss chard ($p < 0.05$). On the other hand, the application of mulch reduced the pH at the 20–40 cm depth from 9.7 to 8, while daily irrigation reduced the EC at the 0–20 cm depth from 4.4 to 0.6 dS m⁻¹; likewise, the interaction between daily irrigation and buried straw reduced the EC from 0.4 to 0.3 dS m⁻¹ at the 20–40 cm depth. This study supports recommending the use of mulch and buried straw in combination with daily irrigation for Swiss chard cultivation in saline-sodic soils.

Keywords: Soil salinity, *Mulching*; irrigation intervals, Swiss chard cultivation

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais pela educação, amor incondicional, apoio moral e incentivo durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida e por todas as vitórias que Ele me tem proporcionado.

Ao projeto de prevenção e gestão da salinidade de solos em Maputo no distrito municipal KaMUBuKwana, pela oportunidade concedida de fazer parte do Projecto e pelo financiamento para a realização do projecto final e aos agricultores da associação 10 de novembro pelo apoio prestado durante a execução do experimento.

Ao Professor Doutor Sebastião Famba e Mestre Artur Pedro Madal supervisores deste trabalho, pelos ensinamentos transmitidos, apoio e orientação desde a introdução de métodos de investigação científica, montagem e condução do ensaio até a elaboração do projecto final. A eles vai a minha infinita gratidão.

Aos meus conselheiros académicos, Nelsa Vilankulos, Orlando Celestino, e Manuela Muchanga, por tudo que fizeram por mim, pelo todo apoio e por todos conselhos ao longo da formação.

A minha parceira Yunisse Macuácuá e aos meus irmãos que estiveram ao meu lado em todos os momentos, e que serviram de inspiração nessa caminhada académica. Seu amor incondicional e incentivo me fortaleceram ao longo dessa caminhada.

Aos meus amigos e colegas da Faculdade, Lírio Doane, Chelsea Fernando, Joana Cangela, Jorge Langa, Stela Mepasso, Martilene Chilundo, Eline Magalhães, Rúben Mate, Tania Langa, Tomás Timba, Tarcila Marrurele, Azifa Abdula, Bendita Calisto, Carlos Jessemane, Miller Pedro, Isoldina Rafael, Cleide Martinho, Amanda Sambo, Fausia Miguel, Sheila Chacanha, David Lucas, Romão Maculuve, Rosimila, Samuel Chauque, Bialodia Jonasse, Crimildo Mondlane e Américo Dimas pelo importante papel que desempenharam na minha formação. Aos meus amigos, Aylton Novela, Manuel Norberto, Francisco Mugabe e Emídio Matimbe, por fazerem sempre parte da minha vida em todos os momentos e pelo apoio concedido durante a minha formação. A todos aqueles que possibilitaram e acreditaram, que ajudaram directa ou indirectamente no desenvolvimento do meu trabalho e aqueles que por falta de memória possa ter esquecido.

O meu muito obrigado

Índice

Resumo.....	iv
Dedicatória.....	vi
AGRADECIMENTOS	vii
LISTAS DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
I. Introdução.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema de estudo e justificativa.....	2
1.3. Objectivos	3
1.3.1. Objectivo Geral	3
1.3.2. Objectivos específicos	3
1.4. Hipótese.....	3
II. Revisão Bibliográfica.....	4
2.1 Cultura da Acelga	4
2.2. Salinidade do solo.....	5
2.3. Impactos da salinidade nas culturas.....	6
2.4. Maneio da salinidade do solo	9
3. Materiais e Métodos.....	11
3.1. Descrição da área de Estudo	11
3.2. Descrição do ensaio	12
3.3. Monitoria da salinidade e pH.....	13
3.4. parâmetros da cultura avaliados	14
3.5. Análise de dados.....	16
4. Resultados e Discussões	17
4.1. Efeito do <i>mulching</i> e intervalos de rega no pH e na salinidade do solo.....	17
4.2. Efeito do <i>mulching</i> e intervalos de rega sobre os parâmetros de crescimento da Acelga.....	19
4.3. Efeito do <i>mulching</i> e intervalos de rega no de rendimento fresco da acelga	21
5. Conclusões e Recomendações.....	23
5.1. Conclusões	23

5.2. Recomendações.....	23
6. Referencias bibliográficas	24
7. Anexos	28

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 : Richards (1954), Classificação dos solos de acordo com a PST, pH e CEe, na qual faz uma distinção de um solo salino, sódico e salino sódico	5
Tabela 2 : Para água de irrigação a salinidade pode ser classificada em quatro classes, dependendo da sua condutividade, tal como ilustra a tabela (Rodriguez & Dufour, 2020).	6
Tabela 3 : Níveis de limiar de tolerância à salinidade para espécies de culturas selecionadas de acordo com (Grieve et al., 2012 Herrmann & Schilbert, 2024). limar: nível de salinidade a partir do qual se verifique uma redução de rendimento. declive: perda de rendimento em % por cada dS m ⁻¹ acima do limar. classificação de tolerância: s = SENSÍVEL, MS = MODERADAMENTE SENSÍVEL, MT = MODERADAMENTE TOLERANTE, T = TOLERANTE.....	8
Tabela 4 : Descrição dos tratamentos	13

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Mapa de localização geográfica do bairro George Dimitrov	11
Figura 2 : Vista parcial dos aspectos de manejo do ensaio	13
Figura 3 : Monitoria e medição de pH e CE.....	14
Figura 4 : Determinação do rendimento	15
Figura 5 : CE do solo em função dos intervalos de rega e da interação entre o factor rega e práticas culturais, (A CE inicial foi de 4.4 para 0-20cm e 0.3 para 20-40cm, anexo 4).	17
Figura 6 : pH na profundidade 0-20, e 20-40cm. (o pH inicial para 0-20cm foi de 9.8 e 20-40cm foi de 9.7 anexo 4).	19
Figura 7 : Número médio de folhas em função das práticas culturais. (Médias seguidas com mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey p <0,05).	20
Figura 8 : Rendimento médio seco e fresco (folhas) da acelga	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIODES - Associação de Desenvolvimento sustentável

ANOVA - Análise de Variância

Aw - Clima tropical chuvoso de savana

CE - Condutividade Elétrica

% - Percentagem

CEe - Condutividade Elétrica do extrato de saturação

ETC - Evapotranspiração da Cultura

FAO - Food and Agriculture Organization

FAEF- Faculdade de agronomia e engenharia florestal

IIAM - Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

INAM - Instituto Nacional de Meteorologia

MADER - Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural

MINAG - Ministério da Agricultura

MTC- Ministério de Transporte e Comunicações

pH - Potencial hidrogeniónico

PST- percentagem de sódio trocável

PO - Pressão osmótica

I. Introdução

1.1. Contextualização

A salinização dos solos constitui um dos principais factores limitantes na produção agrícola global, sobretudo em zonas periurbanas como o Vale de Infulene, onde o uso intensivo da terra e de águas negras e irrigação mal gerida tem contribuído para o acúmulo de sais no solo.

Para compreender melhor esse problema, é importante distinguir os solos salinos dos sódicos. Estes solos estão geralmente associados a condições de drenagem inadequadas, que favorecem a acumulação de sais solúveis e ou de sódio trocável nas camadas mais próximas da superfície (Ribeiro, 2010). A salinização ocorre quando a concentração de sais no solo atinge níveis capazes de prejudicar o desenvolvimento das culturas e reduzir a sua produtividade. Essa condição de acúmulo de sais no solo ocorre em escala mundial e tem aumentado nas últimas décadas. O relatório sobre a avaliação global de solos afectados pelo sal em 50 anos mostra que quase 1,4 bilhões de hectares de terra (pouco mais de 10% da área terrestre global) já são afectados pela salinidade, com mais um bilhão de hectares em risco devido à crise climática e à má gestão humana (FAO, 2024).

Moçambique é vulnerável a esta tendência devido à sua localização, costeira susceptível à intrusão salina do mar e a ocorrência de subsolos salinos resultantes de antigos depósitos marinhos (Herrmann, 2019).

Nas Zonas verdes da Cidade de Maputo, um dos principais factores é a presença de sedimentos marinhos naturalmente salinos, quando estão próximos da superfície, podem aumentar o nível de salinidade do solo através da ascensão capilar.

Além disso, a proximidade do oceano leva à intrusão de água salgada nos aquíferos locais, um processo natural que é exacerbado pelo uso excessivo de águas subterrâneas no contexto urbano (uso alimentar, industrial, irrigação etc.). A intrusão de água do mar também ocorre por meio de vias superficiais, como rios ou canais, particularmente durante marés altas ou inundações.

Outro factor importante, é o estado deteriorado dos sistemas de drenagem, constitui um factor relevante, impedindo uma lixiviação eficaz de sais. E por último, as águas residuais domésticas e industriais, frequentemente descarregadas sem tratamento nas zonas verdes, particularmente no rio

Infulene no distrito KaMubukwana, também contribuem para a salinização local (Herrmann & Schilbert, 2024).

No cinturão verde da cidade de Maputo a salinização compromete a produção de hortícolas, essenciais para a segurança alimentar local. Entre várias hortícolas destaca-se a acelga, (*Beta vulgaris L. var. cicla*) uma das hortaliças mais nutritivas do mundo (DLAMINI *et al.*, 2020), é uma hortaliça importante em termos conteúdos vitamínico e antioxidante (DEVECI *et al.*, 2019). Embora seja considerada relativamente pobre em minerais, a acelga é muito rica em ácido ascórbico, ou seja, vitamina C (Pokluda & Kuben, 2002; Alibaý & Okursoy, 2012). Dada a vulnerabilidade da acelga à salinidade, formas de mitigação tornam-se fundamentais. Uma prática agrícola promissora é a cobertura morta (*mulching*) que estudos recentes demonstram que o *mulching* geralmente melhora as condições de crescimento das plantas e aumenta a actividade dos benéficos organismos do solo, como as minhocas. *Mulching* é especificamente benéfico em condições salinas, uma vez que com a evaporação reduzida, minimiza a ascensão capilar e a acumulação de sais perto da superfície do solo (Herrmann & Schilbert, 2024).

1.2. Problema de estudo e justificativa

No Vale de Infulene, muitos agricultores relatam que o impacto da salinidade é maior durante a época quente-chuvosa. Esse fenómeno pode estar relacionado com a subida temporal dos lençóis freáticos salinos e associada a ascensão capilar dos sais. Ao mesmo tempo, a lixiviação de sais das camadas superiores do solo com a água da chuva, não é muito eficiente, uma vez que a maior parte dos solos locais são comparativamente pesados, (textura fina do solo: franco-argiloso), (Herrmann & Schilbert, 2024).

Embora estudos do projecto da ABIODES tenham testado técnicas para mitigar esse impacto, ainda há pouca informação sobre como a combinação da cobertura morta associada a diferentes intervalos de rega influencia no desempenho e rendimento das principais hortícolas cultivadas.

Diante deste cenário, no âmbito do projecto da ABIODES, testou-se técnicas com o objectivo de reduzir o impacto da salinidade dos solos sobre o cultivo de principais culturas hortícolas na região. A proposta foi trazer práticas sustentáveis e acessíveis aos pequenos produtores, para melhorar a gestão da salinidade e maximizar o rendimento das culturas.

Nesse contexto, este estudo avaliou o efeito da aplicação do *mulching* no crescimento e rendimento da cultura de acelga (*Beta vulgaris var cicla*) em solos salinos do Vale de Infulene, e por fim

busca-se recomendar o uso do *mulching* associado a intervalos de rega, como uma das formas para reduzir o impacto da salinização no desempenho da cultura da acelga.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo Geral

- ❖ Avaliar o efeito da aplicação de *mulching* e intervalos de rega no desempenho agronómico da acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) nos solos salinos do Vale de Infulene;

1.3.2. Objectivos específicos

- ❖ Analisar o efeito dos intervalos de rega e da aplicação do *mulching* na salinidade e pH do solo ao longo do ciclo;
- ❖ Determinar o efeito dos intervalos de rega e do *mulching* sobre os parâmetros de crescimento da acelga em condições de solo salino;
- ❖ Estimar o efeito dos intervalos de rega e do *mulching* sobre o rendimento da acelga em condições de solo salino;

1.4. Hipótese

O uso do *mulching* e intervalos de rega influenciam significativamente o crescimento da acelga nos solos salinos de Vale de Infulene.

II. Revisão Bibliográfica

2.1 Cultura da Acelga

A acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), é uma hortícola originária da região do Mediterrâneo e da costa atlântica da Europa (Filgueira, 2013). Pertence à família *Chenopodiaceae* e apresenta diversas variedades cultivadas, entre as quais se destaca a Lucullus Gigante, caracterizada por folhas enrugadas de coloração Verde-clara a avermelhada e pecíolos predominantemente brancos. O ciclo da cultura pode atingir aproximadamente 100 dias, sendo que a primeira colheita geralmente ocorre entre 60 e 70 dias após o transplante (EMBRAPA, 2010)

A acelga, cujo nome científico é *Beta vulgaris* var. *cicla*, é uma hortaliça folhosa nativa do Mediterrâneo e da costa atlântica da Europa (Filgueira, 2013), pertencente à família *Chenopodiaceae*, sendo a variedade mais cultivada a Lucullus Gigante, a qual produz folhas enrugadas, verde-claro, avermelhadas, com pecíolos claramente branco, seu ciclo pode prolongar-se por cerca de 100 dias, sendo que a colheita inicia entre 60 – 70 dias após o plantio (EMBRAPA, 2010).

Segundo (STARKE AYRES, 2014), a cultura da acelga adapta-se melhor a condições de clima ameno e frio, não sendo recomendada a sua produção em excesso, sob temperaturas elevadas. Em ambientes onde a geada é frequente durante o inverno, a acelga pode tolerar geadas leves, contudo geadas contínuas podem danificar a planta e reduzir significativamente o potencial produtivo. Em climas quentes, a acelga cresce bem, mas o calor extremo pode causar problemas na produção de folhas de boa qualidade, as altas temperaturas também não são favoráveis, à capacidade de armazenamento do produto final, caso não sejam controladas apropriadamente.

No que se refere às exigências térmicas, a acelga suporta temperatura mínima: 8-12 °C; temperatura ideal: 12-24 °C; temperatura máxima: < 32 °C. Quanto às condições do solo, se desenvolve melhor em solos franco-arenosos a franco-argilosos e os de textura média com boa fertilidade, o pH deve estar entre 6-6,8 (STARKE AYRES, 2014). Essa exigência demonstra a importância do manejo adequado do solo, especialmente em regiões sujeitas à salinização, uma vez que alterações no pH e no equilíbrio químico do solo podem comprometer a absorção de nutrientes e o desenvolvimento da cultura.

O cultivo da acelga vem ganhando importância econômica entre as hortícolas de folha, a acelga exige grande volume de água para expressar seu máximo potencial, com uma demanda de 415 mm

por hectare. Por ser sensível ao déficit hídrico a aplicação fracionada de lâminas menores em intervalos curtos é mais eficiente que irrigações maiores e com intervalos longos. De modo geral, a (STARKE AYRES, 2014), recomenda para o período Pós-plantio até emergência sejam aplicados 18 mm/semana, da emergência até o estabelecimento das plântulas 23 mm/semana e durante a fase da maturação das plântulas 27 mm/semana em intervalos regulares. Realçar que as orientações acima são apenas diretrizes gerais e podem variar de acordo com a região e os tipos de solo utilizados para a produção de acelga. Em condições adequadas de cultivo, a acelga apresenta elevado potencial produtivo, podendo alcançar rendimentos próximos de 40 a 60 ton ha⁻¹, (Pokluda & Kuben, 2002). Embora esses valores variem em função da variedade, das condições edafoclimáticas e das práticas de manejo adotadas. Entre os vegetais folhosos, a acelga tende a acumular mais nitrato do que outros, e pode ser a principal fonte de nitrato na ingestão diária (Santamaria *et al.*, 1999; Ayaz *et al.*, 2007).

2.2.Salinidade do solo

A salinidade do solo refere-se à acumulação excessiva de sais solúveis no solo, que atinge um nível que restringe a produção agrícola e a saúde ambiental. Níveis elevados de sais solúveis, principalmente cloreto de sódio (NaCl), mas também cloreto de cálcio (CaCl₂), sulfato de magnésio (MgSO₄), e outros, podem impedir o desenvolvimento das plantas ao afectar a absorção de água e a disponibilidade de nutrientes. Ao mesmo tempo, perturba várias outras funções essenciais do solo e assim prejudica os serviços ecossistêmicos dele, que são vitais para sustentar a vida humana e a biodiversidade (Herrmann, 2024).

Tabela 1 : (Richards, 1954), Classificação dos solos de acordo com a PST, pH e CEe, na qual faz uma distinção de um solo salino, sódico e salino sódico

Classificação	CEe (dS m ⁻¹)	PST (%)	pH (-)
Salino	>4	<15	<8,5
Sódico	<4	>15	>8,5
Salino-sódico	>4	>15	<8,5

Tabela 2: De acordo com a condutividade eléctrica, água de irrigação pode ser agrupada em 4 classes quanto ao nível de salinidade, conforme indicado na Tabela 2 (Rodriguez & Dufour, 2020).

Qualidade de água para a irrigação	Condutividade eléctrica (dS m ⁻¹)
Excelente	0-0,8
Boa	0,8-2,5
Salina	2,5-5
Extremamente salina	>5

2.3. Impactos da salinidade nas culturas

A salinidade do solo pode provocar alterações significativas no crescimento, no desenvolvimento e no funcionamento fisiológico das plantas. A resposta das culturas ao excesso de sais ocorre, de forma geral, através de diferentes mecanismos que podem ser agrupados em duas fases principais: a resposta osmótica e a resposta iónica (Esteves & Suzuki, 2008; Chan *et al.*, 2016).

A fase osmótica manifesta-se numa etapa inicial, logo após as raízes entrarem em contacto com um meio com elevada concentração de sais. A presença excessiva de sais na solução do solo reduz o potencial hídrico e dificulta a absorção de água pelas raízes. Como consequência, ocorre uma redução do turgor das células, o que limita a expansão dos tecidos vegetais e pode resultar numa diminuição das taxas de crescimento. A formação e o desenvolvimento de novas folhas e de gemas laterais também podem ser afectados por este processo (Chan *et al.*, 2016; Munns *et al.*, 2008).

Em condições de elevada salinidade, a disponibilidade de água para as plantas pode ser reduzida mesmo quando o solo apresenta humidade. Isto acontece porque os sais dissolvidos aumentam o potencial osmótico da solução do solo, tornando mais difícil a entrada de água nas células das raízes. Quando a concentração salina é suficientemente elevada, a planta pode deixar de conseguir manter um gradiente de potencial hídrico favorável à absorção de água. Em situações mais severas, pode ocorrer a saída de água das células vegetais para o meio externo, provocando plasmólise. No entanto, perante níveis moderados de salinidade, as plantas podem

activar mecanismos de ajustamento osmótico que contribuem para manter a hidratação dos tecidos e a absorção de água (Gheyi *et al.*, 2016).

A fase iónica desenvolve-se de maneira mais lenta e está associada à acumulação progressiva de determinados iões nos tecidos vegetais. Entre os principais elementos envolvidos encontram-se o sódio (Na^+) e o cloreto (Cl^-), que, quando atingem concentrações tóxicas, podem provocar danos nas células e comprometer processos fisiológicos. A acumulação destes iões ocorre sobretudo nas folhas mais velhas, que apresentam menor capacidade de diluição dos sais depois de concluído o processo de expansão. Como consequência, o excesso de Na^+ e Cl^- pode acelerar a senescência das folhas e reduzir a capacidade fotossintética da planta (Munns & Tester, 2008).

Para além dos efeitos osmótico e iónico, a salinidade pode interferir no equilíbrio nutricional das plantas. O aumento da concentração de NaCl na solução do solo pode limitar a absorção radicular de nutrientes essenciais, especialmente potássio (K) e cálcio (Ca), afectando diversas funções fisiológicas da planta (Yoshida, 2002). A capacidade de uma planta manter níveis adequados de K e Ca e, simultaneamente, restringir a acumulação de Na nos tecidos é considerada um dos mecanismos relacionados com a tolerância à salinidade. De modo geral, plantas mais tolerantes apresentam maior relação K^+/Na^+ nos seus tecidos (Zeng *et al.*, 2003).

O potássio desempenha, neste contexto, um papel importante, uma vez que uma maior absorção deste nutriente pode contribuir para limitar a acumulação de sódio e manter uma relação K^+/Na^+ favorável ao funcionamento da planta. Este comportamento foi observado em plantas de pimento submetidas a condições de salinidade (Rubing *et al.*, 2003). A salinidade pode igualmente afectar a absorção de azoto. Em tomateiro, por exemplo, o aumento da concentração de NaCl na solução nutritiva foi associado à redução dos teores foliares de nitrato (NO_3^-), estando este efeito possivelmente relacionado com interações entre os iões NO_3^- e Cl^- durante a absorção radicular (Phills *et al.*, 1979; Suhayda *et al.*, 1990).

Por outro lado, a utilização de maiores quantidades de fertilizantes nem sempre permite compensar os efeitos negativos provocados pela salinidade. Em plantas de tomateiro irrigadas com água de elevada salinidade, (Blanco *et al.*, 2008) observaram alterações nas concentrações de alguns nutrientes e de prolina, um composto associado aos mecanismos de tolerância ao stress salino. Contudo, essas alterações não foram suficientes para eliminar os efeitos da salinidade

nem para aumentar a produtividade, indicando que o aumento da fertilização, por si só, não garante maior tolerância das plantas às condições salinas.

Tabela 3 : Níveis de limiar de tolerância à salinidade para espécies de culturas selecionadas de acordo com (Grieve *et al.*, 2012; Herrmann & Schilbert, 2024). limar: nível de salinidade a partir do qual se verifique uma redução de rendimento, declive: perda de rendimento em % por cada dS m⁻¹ acima do limar. classificação de tolerância: S = SENSÍVEL, MS = MODERADAMENTE SENSÍVEL, MT = MODERADAMENTE TOLERANTE, T = TOLERANTE

Cultura		Limiar de salinidade(Ece em dS m ⁻¹)	Declive (% por dS m ⁻¹)	Classificação de tolerância
Nome comum	Nome Científico			
Acelga	<i>Beta vulgaris var cicla</i>	4	9	MT
Cenoura	<i>Dacus carota</i>	1	14	S
Cebola	<i>Allium cepa</i>	1,2	16	S
Pimento	<i>capsicum annum</i>	1,5	14	MS
Couve	<i>Brassica oleracea</i>	1,8	9,7	MS
Pepino	<i>cucumis sativus</i>	2,5	13	MS
Beringela	<i>solanum melonena</i>	1,1	6,9	MS
Alho	<i>Allium sativum</i>	3,9	14,3	MS
Alface	<i>Lactuca sativa</i>	1,3	13	MS
Batata-reno	<i>Solanum tuberosum</i>	1,7	12	MS
Beterraba	<i>Beta vulgaris</i>	4	9	MT
Tomate	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	2,5	9,9	MS

2.4. Maneio da salinidade do solo

Uma das estratégias cruciais para o manejo da salinidade é o cultivo de plantas tolerantes ao sal. Diversas culturas podem tolerar a salinidade em geral, como a beterraba, acelga, algodão e a cevada (Alkharabsheh *et al.*, 2021 & Herrmann, 2024).

Para o manejo da salinidade em campos aráveis, é necessária a manutenção da lixiviação. A água de irrigação aplicada em volume conhecido deve ser acompanhada do volume de água drenada da rizosfera, que é a água extra necessária para a irrigação regular. Para uma irrigação bem-sucedida a longo prazo, a lixiviação é necessária e a frequência da lixiviação depende da demanda de evaporação, da salinização do solo e da sensibilidade das culturas à salinidade. Essa lixiviação lava os sais da zona radicular e permite que as plantas prosperem (Alkharabsheh *et al.*, 2021).

- ❖ **Culturas de cobertura e cobertura morta:** A incidência de alta evapotranspiração torna a superfície do solo mais salina. A salinidade no solo depende da profundidade do lençol freático e das concentrações de salinidade da água de irrigação. Certas práticas que diminuem o nível do lençol freático e reduzem a evapotranspiração por meio da cobertura morta reduzem a salinidade do solo na zona radicular (Felix, 2021). Além disso, a cobertura do solo com resíduos vegetais aumenta a infiltração de água através da estimulação da actividade da macrofauna, redução da perturbação da superfície do solo, aumento dos poros condutores de água, principalmente em solos arenosos e argilo-arenosos (Thierfelder, 2014)
- ❖ **Fitorremediação** é uma técnica que utiliza plantas como agentes despoluidores (Cunningham *et al.*, 1996), esta técnica consiste na utilização de espécies vegetais tolerantes à salinidade para recuperação de solos degradados, podendo estas contribuir para a redução da concentração de sais presentes no solo (Imadi *et al.*, 2016).
- ❖ **Compostagem** é uma técnica de estabilização da matéria orgânica baseada na actividade biológica de diversos organismos decompositores. Durante esse processo, organismos, como bactérias, fungos, leveduras e actinomicetes, juntamente com organismos da macro e mesofauna, promovem a transformação dos resíduos orgânicos em um material mais estável e rico em matéria orgânica, (Suquizaqui *et al.*, 2022)
- ❖ **Biocarvão (ou biochar)** é o produto obtido pelo aquecimento da biomassa na ausência de ar ou com quantidade limitada de oxigénio, a temperaturas superiores a 250 °C, (Lehmann & Joseph, 2015)), este processo é chamado de pirólise, muito semelhante à produção de

carvão de lenha. (Hermann, 2024) biocarvão é amplamente promovido como amenizante de solo, com vista a melhorar a fertilidade do solo e a capacidade de retenção de nutrientes. Foi demonstrado que o biocarvão tem um efeito melhorador nos solos afectados por salinidade, reduzindo a C_{Ee} e aumentando a capacidade de troca cationica do solo. Assim, aumenta a disponibilidade de nutrientes vegetais e equilibra a proporção de sódio e outros cations no sol (Hermann, 2024).

3. Materiais e Métodos

3.1. Descrição da área de Estudo

O ensaio foi conduzido nos campus da associação 10 de novembro, no bairro Benfica, no distrito municipal Kamubukwana, na cidade Maputo com as seguintes coordenadas, latitude 25° 52' 44,741" S e longitude 32° 33' 38,55" E. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw (Clima tropical chuvoso de savana) caracterizado por uma precipitação e temperaturas médias anuais de 713 mm e 22,9 °C respectivamente. O verão apresenta chuvas e temperaturas elevadas, enquanto o Inverno é seco com temperaturas relativamente amenas. Fevereiro constitui o mês mais chuvoso, com uma precipitação média de 137 mm ao passo que Agosto é o mês mais seco registrando apenas 12 mm. Os solos apresentam características particulares por estarem inseridos na zona terrestre costeira, onde predominam solos hidromórficos, especialmente os do tipo machongos. Estes solos são caracterizados pela presença de depósitos de quartzo e argila, bem como por elevados teores de matéria orgânica. (INAM, 2008 & Mtc, 2023).

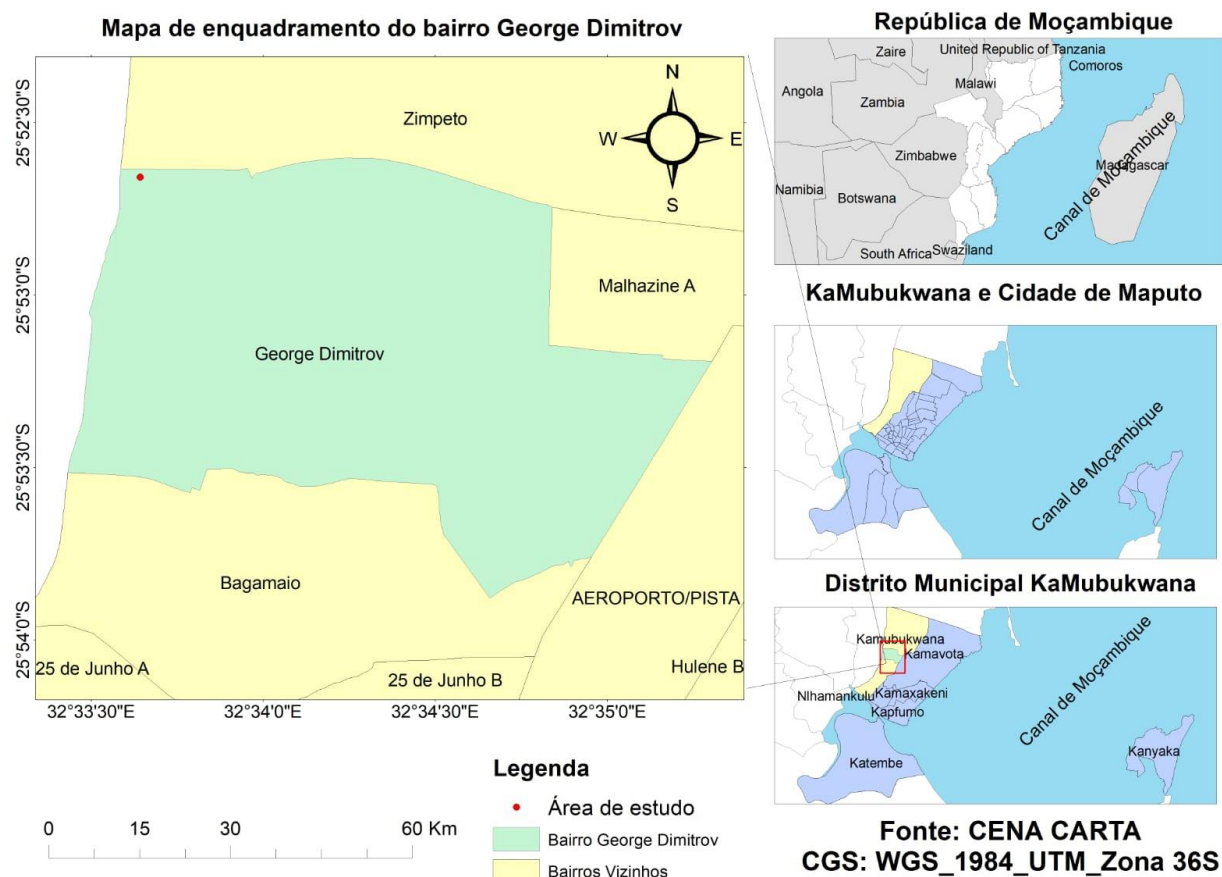


Figura 1 : Mapa de localização geográfica do bairro Benfica

3.2. Descrição do ensaio

A condução do ensaio compreendeu actividades como a lavoura, adubação, transplante, aplicação do *mulching*, sacha, e avaliação periódicas de parâmetros em estudo, o cronograma detalhado das operações culturais durante o período do ensaio encontram-se apresentados no (Anexo 1).

Para o ensaio, primeiramente coletou-se amostras de solo, em duas profundidades, de 0-20 cm e de 20-40 cm por amostragem composta em X, onde colheu-se subamostras ao longo das diagonais, e de seguida homogeneizadas para formar uma amostra representativa. As amostras foram etiquetadas e enviadas ao laboratório da faculdade de agronomia e Engenharia florestal, e submetidas as análises laboratoriais químicas para identificação do tipo de solo e da situação inicial do solo. Também foi colectada uma amostra do esterco de galinha para análise laboratorial. Em seguida procedeu-se com a lavoura manual com auxílio da enxada e de seguida a montagem do experimento, seguindo o delineamento de blocos completos causalizados, em arranjo factorial de 2×3 com dois factores, nomeadamente factor rega com 2 níveis (rega diária 7 mm por parcela por dia) e o segundo intervalo (cada dois dias 7 mm), a rega foi feita com auxílio de regadores manuais de 10 litros, o segundo factor, com 3 níveis, nomeadamente á prática local, a palha enterrada e o *mulching*, foram testados 6 tratamentos com 4 repetições segundo (Anexo 2) do layout do experimento.

A alocação dos tratamentos foi feita com auxílio do software excel, para garantir a aleatorização. A área que usou-se para o experimento foi de $131m^2$. Em cada bloco fez-se parcelas(canteiros) com 1,35 m de comprimento e 1 m de largura e 0,3 m de altura do canteiro, as parcelas foram colocadas na posição norte e sul. Primeiramente abriu-se os canteiros sobre os quais foram colocados 1,2 kg de palha como base (Figura 2A), coberta com uma camada de solo, e para adubação utilizou-se estrume de galinha curtido, com base de serradura (Anexo 3), aplicando-se 5 kg por parcela para adubação de fundo e outros 5 kg para adubação de cobertura, segundo (Dlamine *et al.*, 2020), os melhores rendimentos da cultura de acelga usando a adubação orgânico são obtidos usando doses de $70-80 \text{ ton ha}^{-1}$ (Anexo 3). O esterco foi deixado ao sol por dois dias. Posteriormente, realizou-se o transplante de mudas com 30 dias após a emergência, com o compasso de $30 \times 30 \text{ cm}$.



Figura 2: Vista parcial dos aspectos de manejo do ensaio

A- Aplicação da palha enterrada, **B-** transplante, **C-** aplicação do *Mulching*

Tabela 4: Descrição dos tratamentos

Código	Factor Rega	Factor Práticas	Descrição
T1	0	0	rega diária (7 mm), sem palha enterrada e sem <i>mulching</i>
T2	0	1	rega diária (7 mm), com palha enterrada
T3	0	2	rega diária (7 mm), com <i>mulching</i>
T4	1	0	rega a cada 2 dias(7 mm), sem <i>mulching</i> sem palha
T5	1	1	rega a cada 2 dias (7 mm), com palha enterrada
T6	1	2	rega a cada 2 dias(7 mm), com <i>mulching</i>

3.3. Monitoria da salinidade e pH

Para a monitoria da condutividade elétrica e do pH do solo, foram feitas medições semanais com auxílio do aparelho portátil COMBI 5000 (Figura 3A). Para isso, foram colectadas amostras semanais em cada parcela, colhendo uma amostra e 3 subamostras, onde utilizou-se a sonda para extrair amostras de 0-20 cm e de 20-40 cm por parcela de seguida foram homogeneizadas para formar uma amostra representativa. E para o preparo das amostras, utilizou-se um copo plástico, no qual se adicionou solo e água destilada na proporção 1:2,5, onde se preencheu 1 cm com a camada de solo e 2,5 cm com água destilada (Figura 3B), as amostras foram agitadas por 10 minutos e deixadas em repouso por 10 minutos respectivamente, em seguida fez-se a leitura da condutividade e pH com o eléctrodo para os respectivos parâmetros.



Figura 3: Monitoria e medição de pH e CE.

A- Calibração do COMBI 500 **B-** preparação das amostras de solo

Após a leitura e organização dos dados, foi feita a anova e os testes de homoscedasticidade, e de normalidade para validação da ANOVA, e para os casos onde os pressupostos foram violados foi feita a logaritimização, para validação dos pressupostos (Anexo 5.1.1).

3.4. Parâmetros da cultura avaliados

Determinação do efeito da aplicação do *mulching* sobre os parâmetros de crescimento da acelga em condições de solo salino.

- ❖ **Altura da planta:** Altura da planta, foi obtida através da medição com o auxílio de uma régua, desde a base da planta até a folha mais desenvolvida em comprimento, os resultados foram expressos por média de três plantas da área útil. Foi feita a ANOVA e os testes de homoscedasticidade e de normalidade para validação da ANOVA, (Anexo 5.2.1).
- ❖ **Número de folhas:** o número de folhas foi obtido através da contagem, desde as folhas basais até a última folha expandida, os resultados foram expressos por média de três plantas da área útil, e foi feita a ANOVA e os testes de homoscedasticidade e de normalidade para validação da ANOVA, (Anexo 5.2.2).

Determinar o efeito do *Mulching* sobre o rendimento da acelga em condições de solo salino

Avaliação do rendimento

Para avaliação do rendimento, fez-se a colheita da área útil, desprezou-se as plantas da bordadura de modo a evitar a influencia de factores externos.

O rendimento foi determinado através da medição do peso fresco e peso seco, colheu-se as plantas da área útil, seguido da pesagem do peso fresco, usando uma balança eletrónica (Figura 4A), de seguida levadas ao laboratório para a secagem e pesagem do peso seco, e foi feita a ANOVA e os testes de homoscedasticidade, e de normalidade para validação da ANOVA, (Anexo 5.2.3, 5.2.4).

Os resultados foram expressos em kg m^{-2} (Equação I), sendo depois convertidos em rendimento médio em ton ha^{-1} pela seguinte fórmula:

Equação 1:

$$\text{Rendmed (ton ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{produção média (kg)}}{\text{área(m}^2\text{)}} * \frac{10000\text{m}^2}{1000\left(\frac{\text{kg}}{\text{ton}}\right)}$$

10000 → factor de conversão da área em hectare;

1000 → factor de conversão do peso em toneladas;



Figura 4: Determinação do rendimento

A- Pesagem do rendimento fresco, **B-** Pesagem do rendimento seco

3.5. Análise de dados

Os dados obtidos no ensaio foram organizados no microsoft excel e submetidos à ANOVA factorial utilizando o software Stata versão 14.0. A ANOVA factorial foi feita para verificar se as diferenças observadas nas variáveis avaliadas (salinidade do solo, pH, número de folhas, altura da planta da acelga, rendimento seco e fresco), foram estatisticamente diferentes aos tratamentos aplicados, ou resultavam da variabilidade natural do sistema experimental.

Para a realização da ANOVA, procedeu-se à verificação dos seguintes pressupostos do modelo:

- ❖ Normalidade dos resíduos, através do teste de Shapiro-Wilk;
- ❖ Homogeneidade de variâncias, através do teste de Breusch-Pagan;

Após confirmação dos pressupostos ($p > 0,05$), procedeu-se com a ANOVA ao nível de 5% de significância.

Para os casos em que a ANOVA revelar diferenças significativas ($p < 0,05$), as médias serão comparadas pelo teste de Tukey-Kramer, ao nível de 5% de significância. Nos casos em que a interação entre os factores não foi significativa, analisou-se o efeito isolado de cada factor sobre os parâmetros avaliados. O Microsoft Excel foi utilizado para a organização dos dados e construção de tabelas descritivas.

O modelo estatístico utilizado, considerando um delineamento em blocos completos casualizados (DBCC) com arranjo fatorial 2×3 e 4 blocos, foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + \theta_i + B_k + \tau_j + (\theta\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk}; i=1,2,\dots,a; j=1,2,\dots,b; k=1,2,\dots,r; \varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2);$$

Onde:

Y_{ijkl} = Rendimento observado no bloco k que recebeu o nível i do factor rega e o nível j do factor práticas culturais;

μ = rendimento médio;

θ_i = efeito do nível i do factor rega;

τ_j = efeito do nível j do factor práticas culturais;

B_k = efeito do bloco k;

$(\theta\tau)_{ij}$ = interação entre o nível i do factor rega e o nível j do factor práticas culturais;

ε_{ijk} = erro experimental;

4. Resultados e Discussões

4.1. Efeito do *mulching* e intervalos de rega no pH e na salinidade do solo

A condutividade elétrica (CE) do solo é um importante indicador da salinidade, desta forma este parâmetro permite avaliar o efeito das práticas culturais na dinâmica dos sais na zona radicular. A (Figura 5) apresenta os valores médios de CE na profundidade de 0-20 cm e 20-40 cm.

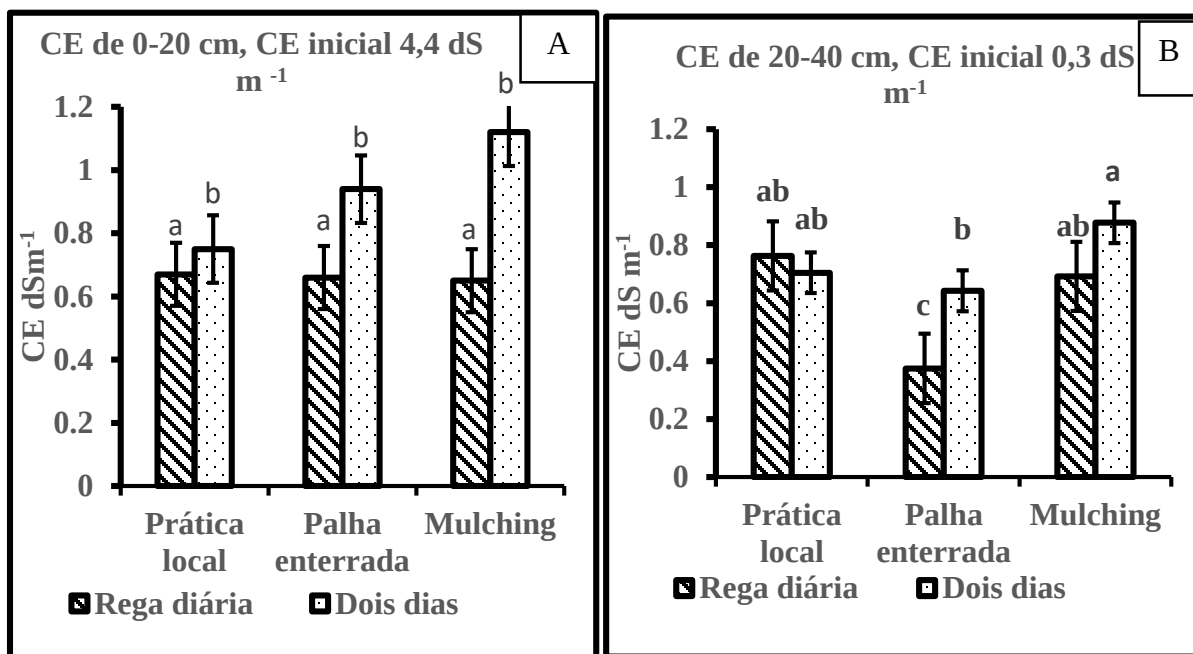


Figura 5: CE do solo em função dos intervalos de rega e da interação entre o factor rega e práticas culturais, (A CE inicial foi de 4,4 para 0-20 cm e 0,3 para 20-40 cm, Anexo 4).

A- CE na Profundidade 0-20 cm em função do factor rega **B-** CE na profundidade 20-40 cm em função da interação do factor rega e factor práticas.

A CE na profundidade 0-20 cm foi influenciada significativamente pelos intervalos de rega, sendo maior no intervalo de dois em dois dias (1,1 dS m⁻¹) em relação à rega diária (0,6 dS m⁻¹). A caracterização inicial do solo revelou que a área experimental apresentava características de solo salino-sódico, dado que a CEe (22 dS m⁻¹) > 4,4 dS m⁻¹, PST(94%) > 15% e pH(9,8) > 8,5 (Anexo 4). Após o cultivo, ambos os intervalos reduziram a CE para níveis próximos abaixo de 1,2 dS m⁻¹. No entanto, a rega diária foi mais eficiente na lixiviação dos sais. Esse resultado pode ser explicado pela maior frequência de aplicação de água, que promove maior deslocamento dos sais para zona radicular e reduz a evaporação superficial. Conforme (Ayers & Westcot, 1991), que

afirma que, irrigações frequentes e com laminas adequadas mantêm a salinidade da zona radicular em níveis toleráveis às culturas

A análise da condutividade elétrica (CE) na profundidade 20-40 cm apresentou efeito significativo para a interação entre os dois factores (Anexo 5), na prática local não houve diferença significativa entre os dois regimes de rega. Por outro lado, a palha enterrada para rega diária mostrou diferenças significativas em relação a rega dois em dois dias. A CE inicial era de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$, o aumento da CE na prática local e no *mulching* indica acúmulo de sais na solução do solo, sem atingir níveis de salinidade. Esse aumento pode estar associado à qualidade de água, pois segundo (Rodriguez & Dufour, 2020), a qualidade de água ideal para rega é de $0,8\text{-}2,5 \text{ dS m}^{-1}$ enquanto que a água que foi utilizada apresentou CE de $4,2 \text{ dS m}^{-1}$.

Esse resultado está de acordo com (Hoffman *et al.*, 1992), diz que, para o cultivo em solos salinos, a frequência de rega é um factor importante, pois quanto maior for a frequência de rega, menor será a concentração de sais devido ao efeito da diluição, e para o *mulching* os dois regimes não diferiram entre si.

O pH do solo é um importante indicador da reação do solo, influenciando a disponibilidade de nutrientes, a actividade microbiana e o desenvolvimento das culturas. Assim, a avaliação deste parâmetro permite verificar o efeito das diferentes práticas culturais sobre as condições químicas do solo. A (Figura 6) apresenta os valores médios de pH na profundidade 0-20 cm e 20-40 cm

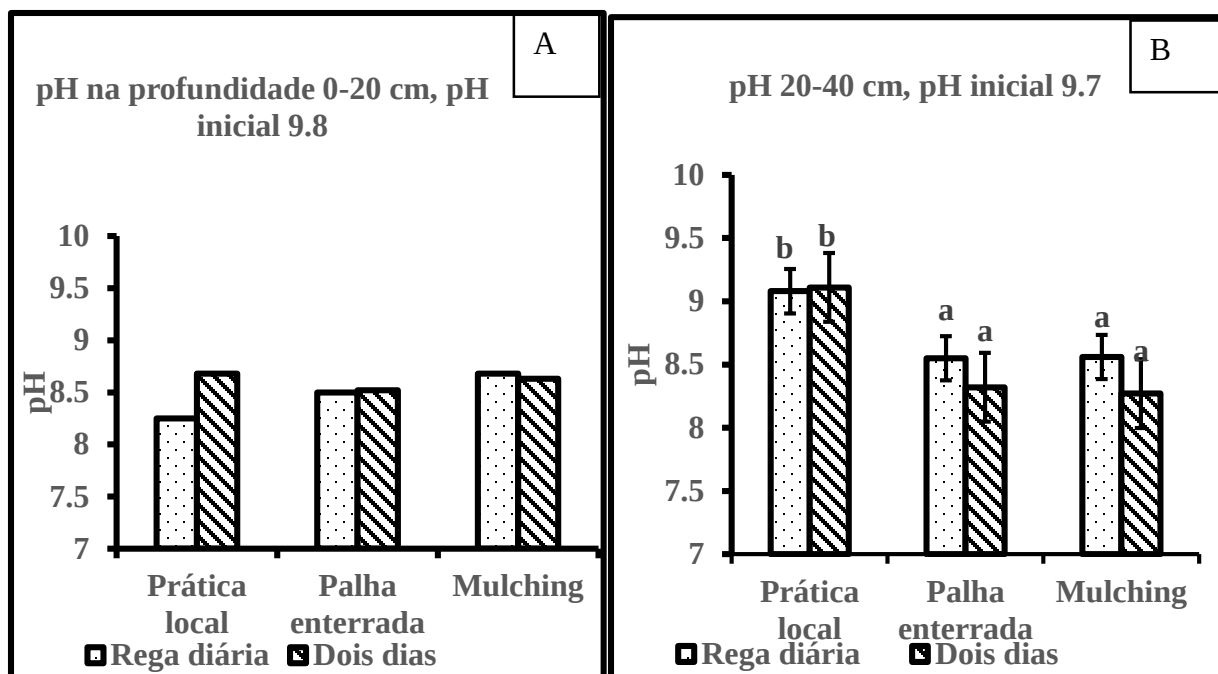


Figura 6: pH na profundidade 0-20 e 20-40 cm, (o pH inicial para 0-20 cm foi de 9,8 e 20-40 cm foi de 9,7 Anexo 4).

A- pH na profundidade 0-20 cm B- pH na profundidade 20-40 cm

Para o pH na profundidade 20-40 cm (Figura 6A), o tratamento prático local apresentou maior valor de pH, enquanto que os tratamentos *mulching* e palha enterrada apresentaram valores próximos de 8. O pH inicial era de 9,7 classificando-se como solo salino-sódico. Após o ensaio todos tratamentos reduziram o pH, porém apenas o *mulching* e palha enterrada reduziram para os valores próximos da neutralidade. Embora o *mulching* e palha enterrada tenham apresentado diferenças estatísticas em relação a prática local, (Magdolf & Bartlett, 1995), afirma que a matéria orgânica pode influenciar a capacidade tampão e contribuir para alterações graduais no pH. Por outro lado, na profundidade 0-20 cm, (Figura 6B), não foi observado efeito significativo dos factores rega e práticas, indicando que o pH não respondeu aos tratamentos impostos. O facto de não haver diferenças significativa de pH, (Brady & Weil, 2017), afirmam que o pH do solo é regulado pela capacidade tampão, que reduz alterações bruscas na reação do solo.

4.2. Efeito do *mulching* e intervalos de rega sobre os parâmetros de crescimento da Acelga

O número de folhas é um parâmetro de crescimento que reflete diretamente a capacidade fotossintética e o potencial produtivo da acelga. A (Figura 7) apresenta a comparação das médias obtidas em função das práticas culturais.

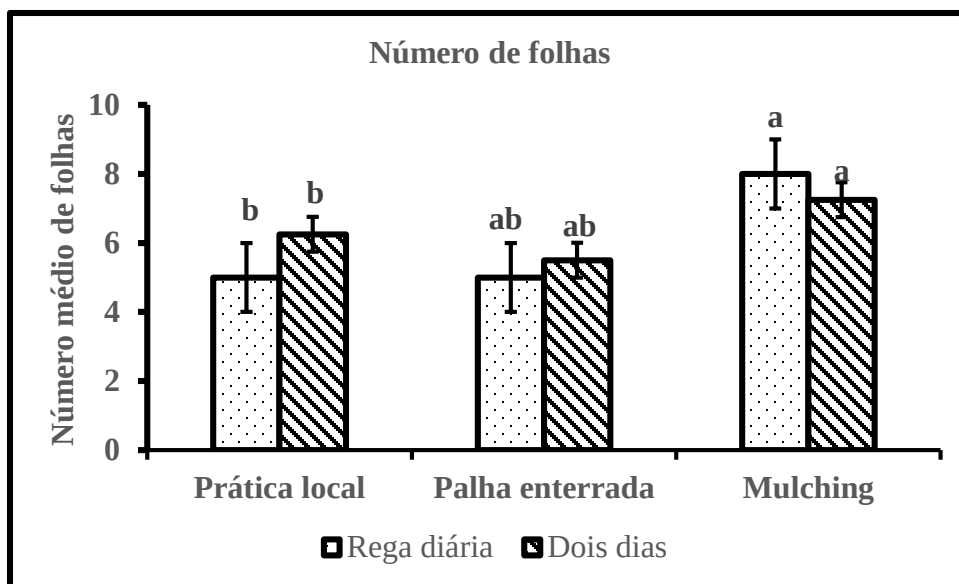


Figura 7 : Número médio de folhas em função das práticas culturais. (Médias seguidas com mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$).

De acordo com o gráfico acima, observou-se que a prática *mulching* proporcionou maior número médio de folhas quando comparadas a prática palha enterrada e prática local. Pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), verificou-se que o *mulching* diferiu significativamente da prática local, por outro lado o *mulching* e a palha enterrada não diferiram entre si. Portanto, estes resultados podem estar relacionados á capacidade do *mulching* reter a humidade do solo e reduzir os efeitos da salinidade pela decomposição da matéria morta e produção da matéria orgânica, favorecendo o crescimento vegetativo da acelga de acordo com (Vargas *et al.*, 2018), a cobertura do solo cria condições para aumentar a disponibilidade da água para as plantas na zona radicular. De acordo com (Pokluda & Kuben, 2002) em condições adequadas a cultura pode apresentar entre 10 a 16 folhas por planta. Apesar do *mulching* ter favorecido a emissão de número de folhas, para o alongamento do caule os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas. Quanto a altura média da planta, a ANOVA não foi diferente estatisticamente, e esta ausência da diferença, pode estar associada a condição salina de solo, pois em condições ideais, a acelga atinge 40-50 cm de altura, porém o excesso de sais no solo provoca estresse osmótico, reduzindo o potencial hídrico celular e alterando o metabolismo. Isso afecta directamente o alongamento e a elasticidade da parede celular (Pokluda & Kuben, 2002; Taiz & Zeiger, 2009).

4.3. Efeito do *mulching* e intervalos de rega no de rendimento fresco da acelga

O rendimento é o principal parâmetro de produção para culturas folhosas, pois determina directamente a produtividade comercial. A (Figura 8) apresenta os valores médios do peso fresco e seco de folhas obtidos em função das práticas culturais.

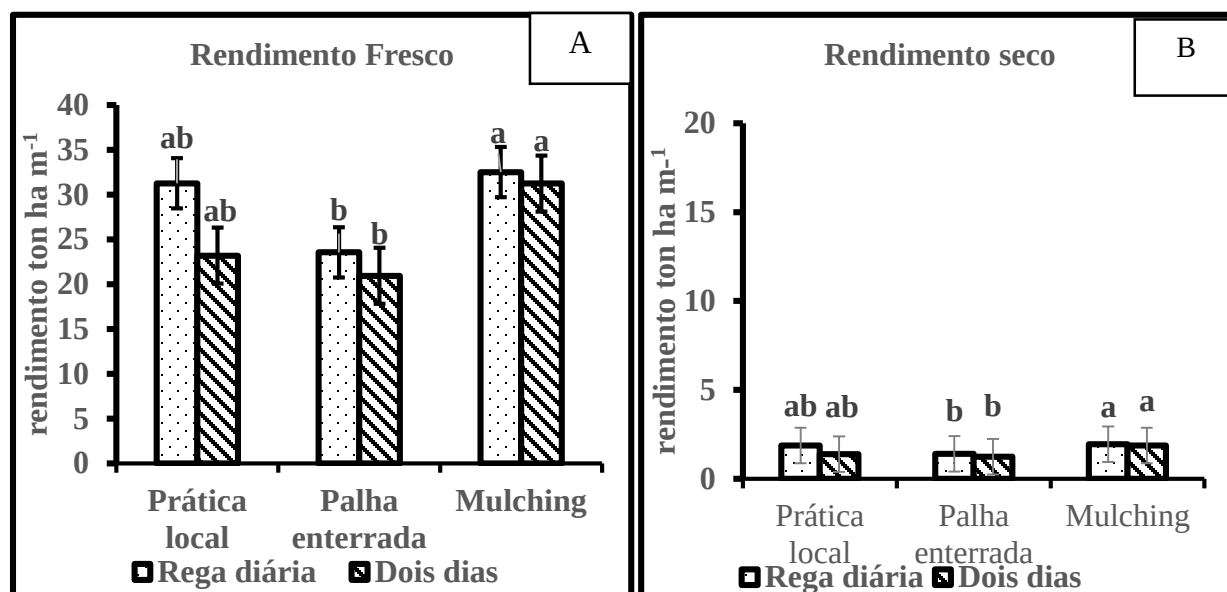


Figura 8: Rendimento médio seco e fresco (folhas) da acelga

A-Rendimento fresco (folhas) em função das práticas culturais **B-** Rendimento seco (folhas) em função das práticas culturais.

Conforme apresentado no gráfico acima, o uso do *mulching* apresentou o maior rendimento da acelga, em comparação com a palha enterrada e a prática local. Embora a palha enterrada tenha apresentado menor condutividade elétrica na profundidade 20-40 cm as diferenças observadas entre os tratamentos foram menores, ou seja, não foram suficientes para provocar alterações no desempenho da cultura. Assim, o maior rendimento obtido no *mulching* pode ser atribuído aos benefícios do *mulching*, como a conservação da humidade e melhorias nas condições ambientais do sistema radicular. Este resultado pode estar associado com sistema radicular superficial da acelga, que concentra a maior parte das raízes nos primeiros centímetros do solo, onde os benefícios do *mulching* tornam-se importantes para o crescimento e desempenho agronómico da acelga. De acordo com (Mlhanga *et al.*, 2021), o uso de *mulching* aumenta a retenção da água no solo, reduzindo a evaporação e melhora a estabilidade e produtividade das culturas em diferentes

ambientes de cultivo. O teste de Tukey, indicou diferença significativa entre a prática *mulching* e palha enterrada enquanto a prática local não diferiu estatisticamente das demais práticas.

Relativamente ao factor rega, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para o rendimento fresco e seco. Para o rendimento fresco (Figura 8A) a rega diária proporcionou 32 ton ha⁻¹, enquanto que a rega a cada dois dias obteve 31 ton ha⁻¹, estes resultados assemelham-se com aos de (Pokluda & Kuben, 2002), que afirmam que o rendimento potencial da acelga em condições ideais, os valores estão próximos de 40 a 60 ton ha⁻¹. Em relação ao rendimento seco (Figura 8B) a rega diária apresentou 1,8 ton ha⁻¹ e a rega de dois dias 1,7 ton ha⁻¹. Apesar da rega diária apresentar média ligeiramente superior, os resultados mostram que os dois intervalos de rega proporcionaram respostas semelhantes para o rendimento fresco da acelga nas condições de estudo.

Este resultado pode estar relacionado ao facto de que, o rendimento é determinado pela interação entre o genótipo e o ambiente, como a irrigação e as condições edáfoclimáticas, e quando a questão da irrigação é controlada pode reduzir ou atenuar o stress salino, permitindo o desenvolvimento e o desempenho agronómico semelhante entre os tratamentos (Taiz & Zeiger 2017).

5. Conclusões e Recomendações

5.1. Conclusões

- ✓ A aplicação da rega diária reduziu a salinidade do solo na profundidade de 0-20 cm.
- ✓ O uso da palha enterrada combinado com a rega diária reduziu a salinidade do solo na profundidade de 20-40 cm.
- ✓ O uso do *mulching* resultou na redução do pH na profundidade de 20-40 cm.
- ✓ O uso do *mulching* resultou no maior número de folhas e maior rendimento.

5.2.Recomendações

Aos Agricultores:

- ✓ Recomenda-se a adoção da prática *mulching* no cultivo da acelga ou de outras hortícolas folhosas, pois esta prática proporcionou maior número médio de folhas e maior rendimento da cultura da acelga.

Aos investigadores:

- ✓ Recomenda-se a realização de estudos em diferentes épocas do ano para avaliar os efeitos do *mulching* e palha enterrada na mitigação da salinidade do solo
- ✓ Recomenda-se avaliar o efeito de diferentes doses de estrume curtido de galinha sobre a salinização do solo.

6. Referencias bibliográficas

- ❖ ALIBAĞ Y., OKURSOY R. 2012. *Determinação de algumas propriedades técnicas de folhas de couve (Brassica oleracea L. var. acephala), acelga (Beta vulgaris L. var. cicla) e espinafre (Spinacia oleracea L.)*. Revista da Faculdade de Agricultura da Universidade de Uludag, 26(1): 39-48.
- ❖ ALKHARABSHEH, H. M., SELEIMAN, M. F., HEWEDY, O. A., BATTAGLIA, M. L., JALAL, R. S., ALHAMMAD, B. A., SCHILLACI, C. Ali, N., & Al-Doss, A. (2021). *Field Crop Responses and Management Strategies to Mitigate Soil Salinity in Modern Agriculture: A Review*. Agronomy, 11(11), 2299. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112299>.
- ❖ AYAZ, A, TOPCU A. & YURTTAGU M. (2007) *Levantamento dos níveis de nitrato e nitrito em vegetais frescos na Turquia*. Revista de Tecnologia de Alimentos, 5:177-9.
- ❖ AYERS, R.S., & WESTCOT, D.W. (1991), *A qualidade da água de irrigação*. UFPB
- ❖ BLANCO, F. F.; Folegatti, M. V. (2008) *Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.122-127.
- ❖ CATÁLOGO BRASILEIRO DE HORTAÇAS (2010), *Saiba como plantar e aproveitar 60 espécies mais comercializadas no País*. Embrapa hortaliças
- ❖ CHAN, K. X, PHUA, S.Y., CRISP, P. MCQUINN, R. POGSON, B, J. (2016) *learning the languages of the chloroplast; retrograde signaling and beyond*, Annual review of plant Biology, v67. Pag.25-53.
- ❖ CUNNINGHAM, S. D. ANDERSON, T.A. SCHWAB, A. P. (1996), *Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants*. Advances in Agronomy, New York, p. 269-272, 1986.
- ❖ DEVECI, M. KAYA, C. KARACA, M. YILDIRIM (2019), *E. Effects of salt stress on growth, mineral nutrition and antioxidant activity in Swiss chard (Beta vulgaris var. cicla)*. Applied Ecology and Environmental Research, v. 17, n. 3, p. 7237–7248.
- ❖ DLAMINI, C, Michael T. Masarirambi, Paul K. Wahome e Tajuddin O. Oseni (2020), *Efeitos das taxas de aplicação de esterco de galinha no crescimento e rendimento da acelga (Beta vulgaris var. cicla L. uyengo, Eswatini*.

- ❖ ESTEVES, B.S, & SUZUKI, M.S, (2008), *Efeito da salinidade nas plantas* .Oecol. Bras. 12 pág. 662-679.
- ❖ FELIX, Wagner, Pereira (2021), *Agricultura irrigada em Ambientes Salinos*, DF Codevasf, Brasília.
- ❖ FILGUEIRA, F, A, R (2013). *Novo manual de olericultura 3 edição*, UFV – Universidade Federal de viçosa.
- ❖ GHEYI. R.H, DIAS .S. N, LACERDA. F. C. & FILHO. G, Enéas (2016), *Manejo da salinidade na agricultura estudos básicos e aplicados*.
- ❖ GRIEVE, C. M, GRATTAN, S. R, MAAS, E. V. (2012): *Plant Salt Tolerance. in Agricultural Salinity Assessment and Management* 405 459, American Society of Civil Engineers, Reston, VA.
- ❖ HERRMANN, J. (2019) *Soil salinity and its effects on the coastal peri-urban vegetable production system of Maputo*, Mozambique.
- ❖ HERRMANN, Jakob & SCHILBERTH Theresa (2024), *Um guia prático com enfoque na agricultura urbana de Maputo*, Maputo .
- ❖ HOFFMAN, G. J.; Howell, T. A.; Solomon, K. H (1992). *Management of farm irrigation systems. St. Joseph: ASAE*, Cap.18, p.667-715. ASAE Monograph, 9
- ❖ <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-launches-first-major-global-assessment-of-salt-affected-soils-in-50-years>
- ❖ IMADI, S. R., Shah, S. W., KAZI, A. G., Azooz, M. M., & Ahmad, P. (2016). *Phytoremediation of Saline Soils for Sustainable Agricultural Productivity. In Plant Metal Interaction (pp. 455–468). Elsevier.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803158-2.00018-7>.
- ❖ INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFISICA (INAM). (2008). Atlas *climatológico de Mocambique*. Maputo, Moçambique: INAM.
- ❖ LEHMANN, J., & JOSEPH, S: (2015). *Biochar for Environmental Management: Technology and Implementation* 2ª edição.
- ❖ MAGDOFF, F., & BARTLWTT, R. J.(1995). *Soil Ph AND Liming. In Methods of soil Analysis*. USA
- ❖ MINISTÉRIO DE TRANSPORTE E COMUNICAÇÃO, (2023) *Manual de procedimento de boas práticas ambientais e sociais para implementação de obras rápidas*, Maputo

- ❖ MLHANGA, B. ERCOLI. PELEGRINO.E. ONOFRI.A. THIERFELDER. Christian (2021), *The crucial role of mulch to enhance the stability and resilience of cropping systems in Southern Africa*.
- ❖ MUNNS S, R. TESTER, M (2008). *Mechanisms of salinity tolerance*. *Annu. Rev. Plant Biol.* V59, pag.651-681.
- ❖ PHILLS, B. R.; Peck, N. H.; Macdonald, G. E.; Robinson, R. W (1979). *Differential response of Lycopersicon and Solanum species to salinity. Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.104, p.349-352.
- ❖ POKLUDA R, Kuben J. (2002). *Comparação de variedades selecionadas de acelga suíça (Beta vulgaris ssp. cicla L.)*. Hortico. Ciência, 29: 114-118.
- ❖ RIBEIRO, Mateus R.(2010), parte II *salinidade no solo e na água in Manejo básico e aplicados*. Fortaleza
- ❖ RICHARDS LA (ed) (1954) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*: U.S. Department Agriculture Handbook 60. U.S. Gov. Printing Office, Washington DC.
- ❖ RODRIGUEZ, O, & Dufour, R. (2020). *Saline and Sodic Soils: Identification, Mitigation and Management Considerations*. *ATTRA Sustainable Agriculture*, 1–12.
- ❖ RUNINIGG, M., POSTHUMUS, F., FERSCHKE, M., ELZENGA, J. T. M., & STULEN, I (2003), *Effects of NaCl salinity on N- nitrate fluxes and specific root length in the halophyte Plantago maritima L. Plant and Soil*, p.201-213.
- ❖ SANTAMARIA, P., Elia A., SERIO F. e TODARO E. (1999) *Um levantamento do teor de nitrato e oxalato em vegetais frescos*. *Journal of Science Food and Agriculture*. 79:1882-1888.
- ❖ STARKE AYRES, (2014) *swiss chard production guideline*
- ❖ SUHAYDA, C.G., GIANNINI, J.L., BRISKIN, D. P., & SHANNON, M. C. (1990), *Electrostatic changes in Lycopersicon esculentum root plasma membrane resulting from salt stress. Plant physiology*, p.471-478.
- ❖ SUQUISAQUI, B.V., Biscaro, A. C. R., Mayese, G. S., VAZ, J.V.S., Bouro, R. M., Rezende, M. O. O., Mingossi, M. E. A., & Máximo, M. E. G.(2022), *Manual de compostagem . Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo*.
- ❖ TAIZ, L., Edvard, Z. MOLLER, I. e MURPHY, Angus (2017). *Fisiologia Vegetal*. 6a edição, Artmed Editora.

- ❖ TAIZ, L., ZEIGER, E. (2009) *Fisiologia vegetal*. 4^a edição Artmed Porto Alegre .
- ❖ THIERFELDER C, Rusinamhodzi L, Ngwira A, Mupangwa W, Nyagumbo I, Kassie GT, Cairns JE (2014) *Conservation agriculture in Southern Africa: advances in knowledge. Renew Agric Food Syst 30:328 348*.
- ❖ VARGAS, R. Pankova, E.I., Balyuk, S.A. Krasilnikov. P. v. & Khasankhanova, G.M (2018) *saline soil management. Rome* Fao
- ❖ WEIL, R.R. and BRADY, N.C. (2017), *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education, Bostons.
- ❖ Yoshida, K, (2002) *Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance*. Journal Bioscience Bioengineering, v.94, p.585–590.
- ❖ ZENG, L.; POSS, J.; WILSON, C.; DRAZ, A. S. E.; GRIEVE, C. M (2003). *Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters*. Euphytica, v.129, p.281-292,

7. Anexos

Anexo 1: Calendário das actividades

Cultura Acelga					
Operções Culturais	Antes e depois do transplante				Data
	Antes	Depois	Frequência	Quantidade	
Coleta de Amostras do solo	X		1		15/07/2025
Lavoura	X		1		23/07/2025
Aplicação da palha	X		1		28/07/2025
Adubação	X		1	80ton ha ⁻¹	29/07/2025
Transplante		X	1		31/07/2025
retancha		X	1		8/8/2025
Aplicação do <i>mulching</i>		X	1		11/8/2025
Sacha		X	1		19/08/2025
Medição COMBI-1		X	1		20/08/2025
Medição COMBI-2		X	1		27/08/2025
Medição COMBI-3		X	1		10/9/2025
Colheita		X	1		10/9/2025
Medição COMBI-4		X	1		17/09/2025

Anexo 2 : layout do experimento



Anexo 3: Cálculo da quantidade de Esterco de galinha utilizado.

Dados Necessidades da cultura da acelga 80 ton ha⁻¹ de esterco de galinha

Número de parcelas: 24

Quantidade de Esterco a aplicar?

Fórmula e resolução Conversão em para área útil (1.35 m²)

10000 m²80 000 kg

1.35m².....X

X=10.8 kg de esterco de galinha

X=10.8x12 parcelas

X=130 kg de esterco

Anexo 4 : Resultados obtidos no laboratório da FAEF, o solo é do tipo Solo sódico salino.

Parâmetro	Camadas de solo		Esterco de galinha
	0-20 cm	20-40 cm	
CE (dS m ⁻¹)	4,4	0,3	1,3
pH(H ₂ O)	9,8	9,7	7,8
pH (KCl)	8,6	8,2	8,2
MO (%)	1,2	0,6	0,6
Na ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	5,6	7,2	10,3
K ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	11,4	12,5	21,4
P(mg kg ⁻¹)	0,2	0,1	1,7
Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	8,0	7,2	14,8
Mg ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,6	1,3	1,2
CTC (cmolc kg ⁻¹)	5,9	8,3	11,1

Cálculo da CEe e PST

$$CEe = 5CE_{1:2.5} \quad PST = \left(\frac{Na^{2+}}{CTC} \right) \times 100$$

$$CEe = 5 \times 4,4 = 22 \text{ dS m}^{-1} \quad PST = \left(\frac{5,6}{5,9} \right) \times 100 = 94\%$$

Anexo 5: Análise de variância das variáveis da salinidade (pH e CE)

Anexo 5.1 anova para CE na profundidade 0-20 cm

```
. anova ce020cm práticas##rega bloco
```

		Number of obs =	24	R-squared =	0.3766
		Root MSE =	.308363	Adj R-squared =	0.0442
Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	.8617334	8	.10771668	1.13	0.3968
práticas	.12077503	2	.06038752	0.64	0.5436
rega	.45926671	1	.45926671	4.83	0.0441
práticas#rega	.15440833	2	.07720416	0.81	0.4626
bloco	.12728333	3	.04242778	0.45	0.7236
Residual	1.4263166	15	.09508777		
Total	2.28805	23	.09948044		

```
. swilk log_ce020cm
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
log_ce020cm	23	0.94305	1.490	0.810	0.20884

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
 Ho: Constant variance
 Variables: fitted values of ce020cm

chi2(1) = 0.20
 Prob > chi2 = 0.6552

5.1.1 anova de pH para profundidade 0-20 cm

```
. anova ph020cm rega##práticas bloco
```

Number of obs = 24 R-squared = 0.5393
 Root MSE = .230658 Adj R-squared = 0.2936

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	.93424979	8	.11678122	2.20	0.0901
rega	.13953734	1	.13953734	2.62	0.1262
práticas	.20063348	2	.10031674	1.89	0.1860
rega#práticas	.24389975	2	.12194987	2.29	0.1353
bloco	.35017922	3	.11672641	2.19	0.1311
Residual	.79804526	15	.05320302		
Total	1.732295	23	.07531718		

```
. swilk resid
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	24	0.93967	1.627	0.993	0.16037

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

chi2(1) = 0.07
 Prob > chi2 = 0.7966

Anexo 5.1.2. Anova de pH na profundidade 20-40cm

. anova ph2040cm rega##práticas bloco

Number of obs = 24 R-squared = 0.6278
 Root MSE = .315774 Adj R-squared = 0.4293

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	2.5230255	8	.31537818	3.16	0.0261
rega	.11858235	1	.11858235	1.19	0.2927
práticas	2.1386647	2	1.0693323	10.72	0.0013
rega#práticas	.17534923	2	.08767461	0.88	0.4354
bloco	.09042922	3	.03014307	0.30	0.8233
Residual	1.4957021	15	.09971347		
Total	4.0187275	23	.17472728		

. swilk resid

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	24	0.93513	1.750	1.141	0.12696

```
. estat hettest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of ph2040cm

chi2(1) = 0.07

Prob > chi2 = 0.7969

5.1.3. Anova para CE da profundidade 20-40 cm

```
. anova ce2040cm rega##práticas bloco
```

Number of obs = 24 R-squared = 0.8547
Root MSE = .080035 Adj R-squared = 0.7772

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	.56510002	8	.0706375	11.03	0.0000
rega	.10401667	1	.10401667	16.24	0.0011
práticas	.34550834	2	.17275417	26.97	0.0000
rega#práticas	.11415834	2	.05707917	8.91	0.0028
bloco	.00141667	3	.00047222	0.07	0.9732
Residual	.09608334	15	.00640556		
Total	.66118335	23	.0287471		

```
. swilk resid
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	24	0.97588	0.651	-0.876	0.80961

```
. hetttest resid
```

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

chi2(1)      =      0.00
Prob > chi2   =      0.9988
```

Anexo 5.2. Anova para parâmetros de crescimento (altura da planta e número de folhas, rendimento fresco e seco).

Anexo 5.2.1 Anova para Altura da Acelga

```
. anova alt rega##práticas bloco
```

```
Number of obs =      24    R-squared      = 0.4381
Root MSE      = 7.19491    Adj R-squared = 0.1384
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	605.33333	8	75.666667	1.46	0.2505
rega	10.666667	1	10.666667	0.21	0.6564
práticas	50.583333	2	25.291667	0.49	0.6229
rega#práticas	2.5833333	2	1.2916667	0.02	0.9754
bloco	541.5	3	180.5	3.49	0.0424
Residual	776.5	15	51.766667		
Total	1381.8333	23	60.07971		

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk à 5%) para Altura média

```
. swilk erro
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	24	0.93686	1.703	1.086	0.13879

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk à 5%) para Altura média

```
. hettest erro
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 2.87

Prob > chi2 = 0.0900

Anexo 5.2.2 Anova para Número de folhas

```
. anova nrfolha rega##práticas bloco
```

Number of obs = 24 R-squared = 0.7669
Root MSE = .875595 Adj R-squared = 0.6426

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	37.833333	8	4.7291667	6.17	0.0013
rega	.66666667	1	.66666667	0.87	0.3658
práticas	26.083333	2	13.041667	17.01	0.0001
rega#práticas	4.0833333	2	2.0416667	2.66	0.1024
bloco	7	3	2.3333333	3.04	0.0614
Residual	11.5	15	.76666667		
Total	49.333333	23	2.1449275		

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk à 5%) para número de folhas

```
. swilk resid
```

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	24	0.96073	1.059	0.117	0.45332

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk à 5%) para Altura média

```
. hettest resid
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
```

```
Ho: Constant variance
```

```
Variables: resid
```

```
chi2(1) = 1.26
```

```
Prob > chi2 = 0.2609
```

```
.
```

```
.
```


Anexo 5.2.3. Anova para Rendimento fresco

```
. anova rendimentofresco rega##práticas bloco
```

```
Number of obs =      24    R-squared      = 0.6832
Root MSE      = 4.20945    Adj R-squared = 0.5142
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	573.16667	8	71.645833	4.04	0.0096
rega	100.04167	1	100.04167	5.65	0.0312
práticas	380.33333	2	190.16667	10.73	0.0013
rega#práticas	54.333333	2	27.166667	1.53	0.2478
bloco	38.458333	3	12.819444	0.72	0.5535
Residual	265.79167	15	17.719444		
Total	838.95833	23	36.476449		

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk à 5%) para rendimento fresco

```
. swilk resid
```

```
Shapiro-Wilk W test for normal data
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	24	0.93846	1.660	1.034	0.15068

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk à 5%) para rendimento fresco

```
. hetttest resid
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: resid

chi2(1) = 3.32

Prob > chi2 = 0.0684

.

Anexo 5.2.4. Anova para rendimento seco

```
. anova rendseco rega##práticas bloco
```

Number of obs = 24 R-squared = 0.6845

Root MSE = .24815 Adj R-squared = 0.5163

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	2.0041164	8	.25051455	4.07	0.0093
rega	.3432041	1	.3432041	5.57	0.0322
práticas	1.3344332	2	.66721658	10.84	0.0012
rega#práticas	.18403331	2	.09201665	1.49	0.2560
bloco	.14244584	3	.04748195	0.77	0.5280
Residual	.92367916	15	.06157861		
Total	2.9277956	23	.12729546		

```
. swilk resid
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	24	0.93422	1.774	1.169	0.12116

```
. hettest resid
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: resid

chi2(1) = 3.77

Prob > chi2 = 0.0522