



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Licenciatura em Engenharia Agronómica

Secção de Ciência de Solos

Projecto Final

Efeito da aplicação do biofertilizante no desempenho da alface (*Lactuca sativa*) cultivada em solos salinos no Distrito KaMavota, zona verde da cidade de Maputo



Autora:

Afonso, Dalísia Elda

Supervisores:

Prof. Doutor Daniel Chongo

Prof. Doutor Sebastião Famba

Maputo, Dezembro de 2024

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Dalísia Elda Afonso, declaro por minha honra que este trabalho de culminação de curso é da minha autoria e nunca foi submetido nesta ou em outra instituição para aquisição de qualquer outro grau académico e que ele constitui o resultado do meu labor individual e das orientações dos meus supervisores, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na bibliografia final.

Dalísia Elda Afonso

_____ Data: ____/____/2024

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

Prof. Doutor Daniel Chongo

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

_____ Data: ____/____/2024

Prof. Doutor Sebastião Famba

_____ Data: ____/____/2024

Maputo, Dezembro de 2024

Efeito da aplicação do biofertilizante no desempenho da alface (*Lactuca sativa*) cultivada em solos salinos no Distrito KaMavota, zona verde da cidade de Maputo

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 Professor Doutor Daniel Chongo e Professor Doutor Sebastião Famba.

RESUMO

A salinidade do solo constitui um problema para agricultura, pois é considerado um dos estresses abióticos que mais limita a produtividade agrícola, afectando negativamente o crescimento das plantas, a qualidade do solo e da água, resultando assim na degradação da terra. A utilização de biofertilizantes é cada vez mais defendida, a fim de aliviar as condições de estresse salino na prática hortícola. Deste modo, com o objectivo de avaliar o efeito de biofertilizante no desempenho da cultura da alface em dois campos com diferentes níveis de salinização foi conduzido um ensaio no Distrito KaMavota, zona verde da cidade Maputo, no período de Abril a Novembro de 2022 nos campos das associações Massacre de Mbuzine e Costa de Sol. O delineamento experimental utilizado foi de Blocos Completos Casualizados (DBCC) num arranjo factorial 2x3 [factor nível salinidade 2 níveis (pouco salino e moderadamente salino) x factor adubação 3 níveis (Controle: sem adubação de fundo, adubação de cobertura com ureia; ii. Estrume curtido de galinha como adubação de fundo + adubação de cobertura com ureia; iii. Biofertilizante à base de plantas como adubação de fundo + adubação de cobertura com ureia)] com 3 repetições. Os parâmetros da cultura avaliados foram desempenho (número de folhas, área foliar, e teor de clorofila) e o rendimento. Foram também avaliados a salinidade (CE) e o pH de solo, através de medições semanais com o aparelho portátil COMBI 5000. O efeito da interação desses factores não foi significativo para todos parâmetros avaliados, contudo, na análise singular, o rendimento, número de folhas e área foliar mostraram diferenças significativas ($p < 0.05$) para o factor adubação no primeiro ciclo, tendo sido obtido melhores resultados no tratamento estrume e tratamento controlo, os quais não tiveram diferença significativa. Neste ciclo foram obtidos baixos resultados para o tratamento biofertilizante. Contrariamente, no segundo ciclo, não houve diferença significativa ($p > 0.05$) em todos os parâmetros avaliados. Em relação ao nível de salinidade, os melhores resultados foram registados no campo com menor nível (Massacre de Mbuzine), pelo que a aplicação de biofertilizante não apresentou benefícios na produção de alface em solos salinos.

Palavras-chave: salinidade do solo, biofertilizante, alface.

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, Afonso Nhavotso (em memória) e Rita Bingano, e ao meu irmão Narciso Uachane, por todo incentivo, amor, carinho e apoio incondicional e por me acompanhar em todas as etapas da minha vida, em especial nessa conquista.

AGREDECIMENTOS

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

Ao projecto Estratégias de Mitigação de Salinidade nos sistemas de Produção de Hortícolas em Moçambique (SaliHort), pela oportunidade concedida de fazer parte do Projecto e pelo financiamento para a realização do projecto final.

Ao Professor Doutor Daniel Chongo e Professor Doutor Sebastião Famba, 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 pais Afonso Uachane (em memória) e Rita Milissuane, pela educação, amor incondicional, apoio moral e incentivo durante toda a minha vida. Aos meus irmãos Narciso Uachane, Lélia Uachane, Gregolina Uachane, Iracelma Uachane, Dióniva Uachane e Edilson Nhavotso, e a minha cunhada Leonísia Uachane 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 Megna Aminosse, Alexandrina Muchanga, Yassimina Nicolau, Graziela Siteo, Adolfo Cumbe, José Brito, Amisse Saria, Celso Alfredo, Elton Muchiua, Milton da Joana e Ernesto Mate, pelo importante papel que desempenharam na minha formação. As minhas amigas Essimânia da Filadélfia e Edna Jacinto, 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	i
DEDICATÓRIA	ii
AGREDECIMENTOS	iii
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema de estudo e Justificação.....	2
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Objectivo Geral:.....	3
1.3.2. Objectivos Específicos:.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Cultura da alface (<i>Lactuca sativa</i>)	4
2.1.1. Descrição geral.....	4
2.1.2. Condições edafoclimáticas favoráveis para a cultura de alface	4
2.1.3. Importância económica da cultura de alface.....	5
2.1.4. Resposta à adubação orgânica	5
2.2. Salinização	7
2.2.1. Causas da salinização do solo	7
2.2.2. Classificação dos solos afectados por sais.....	8
2.2.3. Efeito da salinidade no solo	8
2.2.4. Efeito da salinidade nas plantas	9
2.3. O uso de adubos orgânicos para mitigar a salinidade	10

2.3.1.	Uso de estrume no manejo dos solos salinos	10
2.3.2.	Uso de biofertilizantes no manejo dos solos salinos.....	11
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1.	Descrição da área de estudo	14
3.2.	Desenho experimental e tratamentos.....	15
3.3.	Condução e manejo do ensaio	16
3.4.	Monitoria da Salinidade e pH	17
3.5.	Parâmetros da cultura monitorados	17
3.6.	Análise de dados.....	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1.	Efeito da aplicação de biofertilizante na salinidade e pH do solo.....	21
4.2.	Efeito da aplicação de biofertilizante no desempenho da cultura de alface.....	23
4.2.1.	Avaliação do número de folhas.....	23
4.2.2.	Avaliação da área foliar	25
4.2.3.	Avaliação do teor de clorofila.....	27
4.3.	Efeito da aplicação de biofertilizante no rendimento da cultura de alface.....	28
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	31
5.1.	Conclusões	31
5.2.	Recomendações.....	31
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
7.	ANEXOS	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos solos afectados por sais.	8
Tabela 2. Classificação de solos salinos consoante a condutividade eléctrica dum extracto saturado do solo em diferentes classes	8
Tabela 3. Descrição dos tratamentos e quantidades de fertilizantes usados no ensaio.....	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da localização geográfica do Distrito KaMavota	14
Figura 2. Montagem dos canteiros (A); alocação dos tratamentos (B); aplicação dos tratamentos (C).	17
Figura 3. Aparelho portátil COMBI 5000 (A); calibração do aparelho COMBI 5000 (B) medição e registo do pH e da CE no extracto de pasta saturada (C) e (D).	17
Figura 4. Medição do diâmetro e número de folhas (A); medição do teor de clorofila (B); medição do peso fresco (C).	19
Figura 5. Variação da condutividade eléctrica do solo nos campos da Associação Massacre de Mbuzine e Costa de Sol durante o primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B) de implementação do experimento.....	21
Figura 6. Variação do pH do solo nos campos da Associação Massacre de Mbuzine e Costa de Sol durante o primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B) de implementação do experimento.	22
Figura 7. Número de folhas da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	24
Figura 8. Número de folhas da cultura de alface observado nos campos com diferentes níveis de salinidade, Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS). (Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	25
Figura 9. Área foliar da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	26

Figura 10. Área foliar da cultura de alface observado nos campos com diferentes níveis de salinidade, Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	27
Figura 11. Teor de clorofila da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	28
Figura 12. Rendimento da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	29
Figura 13. Rendimento da cultura de alface observado nos campos com diferentes níveis de salinidade, Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).	30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de Variância
Aw	Clima tropical chuvoso de savana
CE	Condutividade Eléctrica
CE 1:2.5	Condutividade eléctrica dum extracto solo/água
Cmolc.kg ⁻¹	Centimol carga por quilograma
dS m ⁻¹	Decisiemens por centímetros
CTC	Capacidade de Troca Catiónica
DBCC	Delineamento de Blocos Completos Casualizados
INAM	Instituto Nacional de Meteorologia
INIDA	Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário de Cabo Verde
mS cm ⁻¹	Milisiemens por centímetros
pH	Potencial hidrogeniónico
PST	Percentagem do Sódio Trocável

1. INTRODUÇÃO

1.1. Antecedentes

O aumento da salinidade dos solos é uma ameaça séria à produção agrícola em diversas regiões, principalmente nas zonas áridas e semiáridas. Estas zonas são caracterizada por solos pobres com baixa fertilidade, chuvas escassas, com temperaturas elevadas, secas frequentes e ocorrência de estiagem o que influencia a ocorrência da salinidade dos solos (Gheyi *et al.*, 2016).

A salinização dos solos é um fenómeno crescente à escala global, que provoca a degradação da estrutura do solo e erosão, afectando negativamente o crescimento das plantas, a produção agrícola, a qualidade do solo e da água e eventualmente, resulta na degradação da terra (Zhu, 2001). Estima-se que 833 milhões (dos 73% de solos mapeados) hectares de solos foram afectados por sais (FAO, 2021). Moçambique é especialmente vulnerável a esta tendência devido a sua localização costeira, susceptível a intrusão salina do mar e a ocorrência de subsolos salinos resultantes de antigos depósitos marinhos (Herrmann, 2019).

Os prejuízos da salinidade ao desenvolvimento das plantas se devem a efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais. O efeito osmótico provocado causa redução na absorção de água pelas plantas; o efeito de iões específicos ou excesso de iões tóxicos faz com que entrem no fluxo de transpiração, podendo causar danos às folhas, alteração da integridade estrutural e funcional da membrana plasmática e inibir a actividade de enzimas vitais ao metabolismo, causando redução no crescimento ou prejudicando a absorção de elementos essenciais. A deficiência de nutrientes e o desequilíbrio nutricional afectam a produtividade e a qualidade de produtos agrícolas (Silva *et al.*, 2016). O excesso de sais solúveis e/ou sódio trocável, que caracterizam os solos afectados por sais como salino, salino sódico ou sódico, prejudica a estrutura do solo e, por isto, o desenvolvimento das raízes das plantas, pois limita a infiltração de água no solo e dificulta a absorção de água do solo pelas plantas (Holanda *et al.*, 2010).

Existe identificação e documentação ao longo do tempo, de uma diversidade de práticas agrícolas que permitem a produção agrícola em condições de salinidade, e outras práticas que têm mesmo o potencial de inverter os processos de salinização (Herrmann, 2019). Uma das abordagens inovadoras no conceito de Maneio de Salinidade na Agricultura inclui as práticas adaptadas de fertilização.

Vários estudos com o uso de condicionadores orgânicos, como o biofertilizante, vem se desenvolvendo com resultados satisfatórios na mitigação dos efeitos depressivos da salinidade, no comportamento vegetativo e produtivo das plantas e nos aspectos qualitativos da produção. Asik *et al.*, (2009) asseguram que o biofertilizante não elimina, porém exerce acção positiva na atenuação dos efeitos degenerativos da salinidade por meio da libertação de substâncias húmicas oriundas de fontes orgânicas, que proporcionam a produção de ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares como sacarose, e outros solutos orgânicos. A utilização de biofertilizantes é cada vez mais defendida, a fim de aliviar as condições de estresse salino na prática hortícola (Baum *et al.*, 2015). Nos últimos anos, trabalhos experimentais demonstraram que os biofertilizantes produzidos a partir da digestão anaeróbia de estrume são eficazes para aliviar o estresse de salinidade na produção de plântulas de várias culturas vegetais (De Oliveira *et al.*, 2016).

1.2. Problema de estudo e Justificação

As Zonas Verdes da cidade de Maputo, com extensas áreas de produção de hortícolas apresentam aproximadamente 1200 hectares de terras agrícolas cultivadas por 11700 pequenos agricultores, e são capazes de satisfazer uma parte significativa da procura de hortícolas na cidade. Essas áreas contêm na sua maioria subsolos salinos causados maioritariamente pela intrusão das águas do mar, pelas dinâmicas estacionais do lençol freático, teor de sal na água subterrânea, sistema de drenagem ineficaz e eventos naturais de cheia (Herrmann, 2019).

Herrmann (2019), ao estudar as áreas afectadas por sais nas zonas baixas do Distrito KaMavota constatou que este problema resulta na diminuição de rendimentos e perda de terras agrícolas, isto devido à falta de estratégias eficazes para mitigar o efeito da salinidade dos solos. Verifica-se ainda nessas áreas, o escoamento superficial das águas pluviais, criando depósitos de água, que, ao evaporar devido ao aumento da temperatura, ocorre o acúmulo de sais nas camadas sub e superficiais do solo (Rhoades *et al.*, 2000), evidenciando assim, a necessidade de pesquisas que resultem em medidas viáveis para os produtores que possam minimizar os efeitos nocivos dos sais nas plantas.

Diversos trabalhos experimentais demonstraram que os biofertilizantes atenuam os efeitos do estresse salino na produção vegetal. Além dos biofertilizantes serem importantes fontes de macro e micronutrientes, funcionam como defensivos naturais quando regularmente aplicados, podendo ser aplicados sobre as folhas das plantas e sobre o solo, tendo a vantagem de serem rapidamente

assimilados pelas plantas (Filgueira, 2003). Desta forma, de modo a buscar soluções para aumentar a produção de culturas, este estudo pretende avaliar a possibilidade de utilização de biofertilizantes em solos salinos, contribuindo para a avaliação de algumas alternativas para a manejo da fertilidade do solo usando recursos locais disponíveis.

1.3.Objectivos

1.3.1. Objectivo Geral:

- Avaliar o efeito do biofertilizante no desempenho da cultura da alface (*Lactuca sativa*) cultivada em solos salinos no Distrito KaMavota.

1.3.2. Objectivos Específicos:

- Analisar o efeito da aplicação de biofertilizante na salinidade e pH do solo.
- Analisar o efeito da aplicação de biofertilizante no desempenho da cultura de alface em solos salinos;
- Analisar o efeito a aplicação de biofertilizante no rendimento da cultura de alface em solos salinos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura da alface (*Lactuca sativa*)

2.1.1. Descrição geral

A alface (*Lactuca sativa*) é uma das hortícolas mais populares e amplamente cultivadas em todo o mundo, considerada uma componente primordial nos produtos processados devido a riqueza em fibras, vitaminas A e C e sais minerais, além de conter cálcio e ferro (Fernandes *et al.*, 2002). É uma planta da família Asteraceae, originária da região de clima temperado, entre o sul da Europa e a Ásia Ocidental (Edge, Fraisse & Zotarelli, 2015). A planta é herbácea, com um sistema radicular aprumado, pouco ramificado e relativamente superficial explorando apenas os primeiros 0,25 m do solo, quando a cultura é transplantada. Em geral, apresenta um caule reduzido, ao qual se prendem as folhas. As folhas são distribuídas em uma porção muito curta em volta do caule, podendo ser lisas, formando ou não uma cabeça, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a variedade (Filgueira, 2003). O ciclo da cultura compreende cinco períodos, a germinação e emergência, formação da roseta de folhas, crescimento vegetativo ou fase de formação do repolho, espigamento e floração, e maturação dos aquênios. No entanto, o ciclo cultural termina no período inicial da formação de repolho, que varia de 60 a 80 dias. A produtividade pode variar entre 20 a 40 ton ha⁻¹ (Edge, Fraisse & Zotarelli, 2015).

2.1.2. Condições edafoclimáticas favoráveis para a cultura de alface

A cultura de alface adapta-se a uma ampla gama de climas, embora seja preferencialmente de climas temperados e húmidos. Essa preferência permite que as diversas variedades de alface se adaptem facilmente as condições climáticas de vários países em qualquer época do ano (Maroto, 2002). Cresce melhor em temperaturas amenas, entre 15°C e 25°C. Temperaturas muito altas podem levar ao florescimento precoce, o que resulta em uma redução na qualidade das folhas. A humidade também é importante para o crescimento adequado da alface, com humidade relativa de 50-70 % sendo ideal.

Maroto (2002) e Almeida (2006) afirmam que a alface pode ser cultivada com sucesso em qualquer tipo de solo, embora exista uma preferência por solos bem drenados e ricos em matéria orgânica, devido ao fraco desenvolvimento do seu sistema radicular e rápido crescimento vegetativo, tendo

necessidade de nutrientes facilmente disponíveis. Em geral, o solo deve ser fértil e com boa capacidade de retenção de humidade e pH entre 6,0 e 6,8.

Segundo Maas & Hoffman (1977) a alface é moderadamente sensível à salinidade, não tolera valores superiores a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, por tanto, quando ocorre o aumento unitário da CEE, o rendimento da cultura diminui em 13%. No entanto, Taiz & Zeiger (2009) salientam que a tolerância à salinidade depende da variedade, do estágio fenológico, do tipo de sais, da intensidade e duração do estresse salino.

2.1.3. Importância económica da cultura de alface

A grande utilização da alface na alimentação humana desde a sua domesticação tem tornado a espécie, a hortaliça mais consumida no mundo. Associada a sua grande relevância económica e social, por ser produzida na sua maioria por pequenos produtores e, aliadas as respostas positivas a adubação orgânica, conferem importante papel na agricultura (Villas Boas *et al.*, 2004). Sua importância na alimentação é grande, tanto pelo aspecto nutricional, sendo fonte de vitamina e sais minerais, quanto pela facilidade de aquisição pelo consumidor ao longo do ano, com preços relativamente baixos (Furtado, 2008), fazendo da alface a hortícola folhosa de maior frequência na dieta da população e impulsionando de forma crescente o agronegócio da hortaliça (Rezende *et al.*, 2005).

Em Moçambique a cultura desempenha um papel importante na economia, contribuindo para a segurança alimentar e geração de empregos. Contribui para a segurança alimentar principalmente nas áreas urbanas, onde a demanda por alimentos frescos e nutritivos é alta. Pode gerar empregos directos e indirectos ao longo da cadeia produtiva, desde o cultivo até à comercialização. A venda de alface pode ser uma importante fonte de renda para os produtores rurais, pois pode proporcionar aos agricultores uma fonte adicional de renda, contribuindo para o sustento e o desenvolvimento de suas famílias e comunidades (Chilundo & Nhantumbo, 2016).

2.1.4. Resposta à adubação orgânica

A adubação orgânica tem grande importância no cultivo de hortícolas, principalmente em solos de clima tropical, onde a decomposição da matéria orgânica ocorre mais intensamente (Zandonadi *et al.*, 2014). A avaliação da resposta do cultivo da alface em relação à adubação é feita por meio dos

seguintes parâmetros: massa fresca, massa seca, circunferência da planta, comprimento e diâmetro do caule, contagem do número de folhas e comprimento da raiz (Santi *et al.*, 2010).

Ao estudar a acção da adubação orgânica sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface, Santi *et al.* (2010) observaram que o tratamento com adubo orgânico expressou efeitos significativos para os parâmetros anteriormente citados, excepto para o diâmetro do caule. Rodrigues e Casali (2000), ao estudarem a resposta da alface à adubação orgânica e mineral, observaram que a relação caule/folha em alguns cultivares foi menor para os adubados com composto orgânico, indicando que houve boa formação da parte folhosa, o que é mais desejável quando se cultiva alface.

Outro parâmetro a ser analisado como um factor do bom desenvolvimento da alface é o teor de clorofila, reflexo da taxa fotossintética, que resulta na boa aparência do produto e atractividade ao consumidor (Paludo; Reinehr, 2006). As clorofilas *a* e *b* estão envolvidas no processo de fotossíntese. Morais *et al.* (2011) destacaram que os adubos orgânicos disponibilizam minerais ao solo, que fazem parte da estrutura química da clorofila, os quais são absorvidos pelas raízes das plantas, como cálcio, magnésio, ferro e fósforo.

2.2.Salinização

2.2.1. Causas da salinização do solo

A salinidade pode ser definida como a situação de excesso de sais solúveis, sódio trocável ou ambos em horizontes ou camada superficiais, afectando o desenvolvimento vegetal (Ribeiro *et al.*, 2009). Os sais solúveis que contribuem efectivamente para salinizar o solo consistem, normalmente, das várias proporções de catiões de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e dos aniões cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^-), bicarbonato (HCO_3^-) e, por vezes, carbonato (CO_3^-). No entanto, o problema da salinidade nos solos agrícolas está relacionado às respostas das plantas, tanto na fisiologia quanto no metabolismo vegetal, afectando o desenvolvimento vegetal desde a germinação, provocando redução na produtividade e, em casos mais severos, podendo levar a morte (Farias, 2008).

A salinidade dos solos é causada por diversos factores, que podem ser distinguidos entre os processos primários e secundários. A salinização primária envolve a acumulação de sais através de processos como intemperismo físico ou químico, intrusões de água do mar ao longo da costa ou ainda através das águas subterrâneas. A salinização secundária é causada por intervenções humanas, como práticas inadequadas de irrigação, uso de água de rega rica em sal e/ou más condições de drenagem e uso indiscriminado e excessivo de fertilizantes. (Huber *et al.*, 2008). Em condições naturais, a acumulação de sais no solo ocorre onde a evapotranspiração supera a precipitação e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e, consequentemente, a lixiviação dos sais do solo (Freire & Freire, 2007). Nestes ambientes, há tendência de acúmulo de sais, liberados dos minerais do material de origem, predominantemente, os catiões Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+2} , K^+ e os aniões Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- e CO_3^{-2} (Ribeiro *et al.*, 2009).

A salinização também pode ocorrer devido a invasão das águas do mar em locais próximos à costa pela deposição do sal no solo, a acumulação de sais provenientes de áreas vizinhas por escoamento superficial e por drenagem lateral e pela ascensão capilar dos sais existentes no próprio terreno. Em áreas baixas pode ocorrer o acúmulo de sais provenientes da drenagem sub-superficial laterais das posições mais altas, deposição dos sais pela água de irrigação e também por ascensão capilar dos sais existentes na água geralmente em locais cujo lençol freático está próximo à superfície do solo (Ribeiro *et al.*, 2009).

2.2.2. Classificação dos solos afectados por sais.

Um solo é considerado salino quando possui uma condutividade eléctrica do extrato saturado (CEe) $\geq 4 \text{ dS.m}^{-1}$ e uma PST inferior a 15% geralmente com um pH menor que 8.5. Em casos de alto nível de salinidade, na época seca a superfície fica coberta de eflorescência salina de cor branca. Quando a CEe $\geq 7 \text{ dS.m}^{-1}$ são classificados como Solonchank no antigo sistema e no actual são considerados salino-sódicos quando a PST é maior que 15%, com CEe $\geq 4 \text{ dS m}^{-1}$ e com pH geralmente ≤ 8.5 (Camargo *et al.*,1987). Os solos sódicos apresentam PST $\geq 15\%$, CE $< 4 \text{ dS m}^{-1}$ com pH geralmente entre 8.5 a 10 ou da formação do Na_2CO_3 (Ribeiro *et al.*, 2009).

Tabela 1. Classificação dos solos afectados por sais.

Classificação	ECe (dS.m ⁻¹)	PST	pH
Salino	>4	<15	<8.5
Sódico	<4	>15	>8.5
Salino-sódico	>4	>15	<8.5

Fonte: Richards (1954)

Tabela 2. Classificação de solos salinos consoante a condutividade eléctrica dum extracto saturado do solo em diferentes classes

Classes de salinidade	ECe (dS.m ⁻¹)
Não salino	<2
Pouco salino	2-4
Moderadamente salino	4-8
Altamente salino	8-16
Extremamente salino	>16

Fonte: Abrol *et al.* (1988)

2.2.3. Efeito da salinidade no solo

O efeito do excesso de sais ocorre principalmente pela interação eletroquímica entre os sais e a argila (Sertão, 2005). A implicação prática da salinidade sobre o solo é a perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas. Ademais, a salinidade afecta também as propriedades físicas do solo, provocando desestruturação, aumento da densidade e redução das taxas de infiltração de água no solo pelo excesso de iões sódicos (Rhoades *et al.*, 2000). A principal caracterização desse efeito é a expansão

da argila quando humedecida e a concentração quando seca (Sertão, 2005). Assim, seu excesso na solução do solo provoca a dispersão da argila e, desta forma, acarreta em uma camada adensada que dificulta o crescimento, respiração, expansão radicular, além da absorção de água e fixação de CO₂ pela planta (Távora *et al.*, 2001).

Portanto, a salinidade, uma vez que influencia na estrutura do solo, reduz também a sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção. Neste caso, afecta também a absorção dos nutrientes em que o mecanismo de contato ião-raiz ocorre em solução aquosa (fluxo em massa) interferindo assim, na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg (Prado, 2008), efeito semelhante ao observado em solos compactados (Novais & Mello, 2007).

2.2.4. Efeito da salinidade nas plantas

Os sais exercem efeitos de forma directa ou indirecta, lenta ou brusca, total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas. Sertão (2005) resume os efeitos da salinidade do solo sobre as plantas em efeito osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iónica e a inibição da absorção de outros catiões pelo sódio e o efeito tóxico dos iões de sódio e cloreto.

De acordo com Alves *et al.* (2011), o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais aumentam seu potencial osmótico, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes para plantas. Assim, o aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo, poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em consequência, a planta não irá absorver água, e conseqüentemente nutrientes, devido à condição de estresse hídrico, sendo este processo também denominado de seca fisiológica (Oliveira, 2010). Ainda de acordo com o autor, dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá perder a água que se encontra no interior das raízes, pois o seu potencial osmótico será menor do que o do solo. Assim, esta tem sido a maior causa da redução do crescimento de plantas.

Cavalcante *et al.* (2010) afirmam que o estresse salino provoca a redução do desenvolvimento vegetal em função dos desequilíbrios nutricionais provocados pelo excesso de sais na absorção e transporte de nutrientes. Farias *et al.* (2009) afirmam que a salinidade, reduz a actividade dos iões em solução e altera os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes

na planta. Neves *et al.* (2004), trabalhando com os efeitos da salinidade em solução nutritiva, concluíram que o aumento nas concentrações de NaCl na solução, resultou em aumento da translocação de P, K, Mg, S, B, Zn, Cl, e Na, diminuiu as de Cu e Mn e houve alterações pouco significativas de N, Ca e Fe.

A salinidade provoca a redução do acúmulo de fitomassa, o que reflecte, também no custo metabólico de energia associado às adaptações ao estresse salino, incluindo também a síntese de solutos orgânicos para protecção de macromoléculas e osmorregulação, a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células e a manutenção da integridade das membranas celulares (Willadino & Camara, 2004). De acordo com Cavalcante *et al.* (2010), o acúmulo de Na e Cl, em tecidos vegetais acarretam em toxicidade iônica devido a mudanças nas relações Na/K e Na/Ca, provocando desde reduções no desenvolvimento até morte das plantas.

Outros danos mais encontrados na literatura são a redução da área foliar (Dantas, 2003), inibição no crescimento do sistema radicular sob condições salinas atribuída à redução da fotossíntese, adiamento no desenvolvimento de gemas apicais, redução do número de folhas, manchas avermelhadas com posterior amarelecimento das folhas mais velhas, queima das bordas e ápice do limbo e queda das folhas em estágios mais avançados (Melloni *et al.*, 2000). A clorose e queima das folhas devido à toxidade da salinidade pode ser em decorrência de alterações no balanço hormonal, redução generalizada da actividade metabólica da planta e da perda da turgescência das células guarda (Ferreira *et al.*, 2001).

2.3.O uso de adubos orgânicos para mitigar a salinidade

2.3.1. Uso de estrume no manejo dos solos salinos

O estrume de aves é um resíduo resultante da criação das aves, composto por restos de ração, fezes, urina, penas e serradura, rico em nutrientes, e usado para adubação de fundo para a cultura de alface e outras hortícolas à doses de 1 a 1.5 kg.m² e pode ser aplicado no início ou durante o plantio (Silva *et al.*, 2003). É um dos adubos orgânicos mais utilizados na agricultura, porém a sua eficiência depende do nível de decomposição, material de origem, dosagem e a forma de aplicação. Pode ser usado misturado com outras componentes no preparo de substratos de plantas, e a sua utilização melhora a qualidade do substrato, aumenta a porosidade e a agregação das partículas do solo e fornece boa disponibilidade de nutrientes essenciais as plantas (Wendling & Gatto, 2002).

Avaliando a possibilidade de esterco na recuperação de solos salino-sódicos, Gomes *et al.* (2000), relatam redução na PST, principalmente na camada de 0-20 cm de profundidade, de 48,5 para 14%.

Em solos salinos e sódicos, a matéria orgânica é muito benéfica por promover maior agregação do solo, diminuindo a dispersão promovida pelo sódio. Em solos tropicais a matéria orgânica actua na estruturação do solo como agente ligante entre as partículas e entre agregados, favorecendo seus atributos físicos, como a condutividade hidráulica, a infiltração e retenção de água. Além disso, é importante para o incremento da capacidade de retenção de nutrientes e representa compartimento importante para a fixação do carbono atmosférico (Gomes *et al.* 2000). À medida que o uso de adubos orgânicos ameniza a salinidade por melhorar propriedades físicas do solo, como a retenção de água, faz com que as células vegetais fiquem túrgidas por mais tempo. Além disso, eles proporcionam benefícios relacionados às trocas gasosas como fotossíntese, transpiração e condutância estomática em relação a plantas que não receberam aplicação do insumo orgânico (Benites *et al.*, 2009).

2.3.2. Uso de biofertilizantes no manejo dos solos salinos

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido que contém organismos e nutrientes (micro e macro), formado pela decomposição de esterco e restos de culturas em um recipiente que pode estar, ou não, em contato com o ar. O líquido é resultado da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água. É uma excelente fonte de nutrientes para os vegetais, porque apresenta na sua composição elementos que são essenciais ao desenvolvimento das plantas. O baixo custo é uma das principais vantagens do seu uso na agricultura. Quando aplicado em sementes, plantas ou solo, o biofertilizante coloniza a rizosfera ou o interior das plantas e promove o seu crescimento aumentando o fornecimento de nutrientes e/ou através da síntese de substâncias promotoras do crescimento das plantas. Estes microrganismos promovem potencialmente o crescimento das plantas quer directamente através de uma aquisição facilitada de nutrientes (solubilização de nutrientes, especialmente de fósforo; mineralização de nutrientes; fixação de nitrogénio; sequestro de ferro) e modulação dos níveis de fitohormona; ou indirectamente através da supressão de potenciais patógenos vegetais (Mahanty *et al.*, 2017).

Os biofertilizantes são fontes nutricionais eficientes, possuindo alta qualidade devido às suas características que, pela digestão de matéria orgânica ao longo de sua fabricação, diminuem o teor

de carbono e aumentam o de nitrogênio e dos demais nutrientes. Além disso, o material já se encontra em nível de decomposição, facilitando a actuação dos micro-organismos do solo, o que aumenta a eficiência na solubilização parcial de determinados nutrientes (Bettiol, 1998). Os biofertilizantes são baseados em produtos específicos de cada região, adaptadas às condições locais (Baum *et al.* 2015), permitindo assim, que os produtores tenham uma fonte de fertilizante que pode ser facilmente obtida e produzida localmente. Podem ser obtidos com o uso de subprodutos do próprio agroecossistema, como dejetos de animais, cinzas e folhas que são processados a partir da digestão anaeróbica ou aeróbica tornando-se eficientes fontes de nutrientes às plantas cultivadas. Usados em baixa dosagem e diluídos em água, podem ser aplicados como adubo foliar, em sementes, e no solo suprindo deficiências nutricionais e melhorando biológica, química e fisicamente a qualidade do solo (Kiehl, 2010).

A composição do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material que o origina. O biofertilizante à base de plantas, além de água com esterco fresco, contém plantas subprodutos da produção agrícola. Podem ser juntados os mais variados tipos possíveis como leguminosas, gramíneas e hortícolas, ricas em cálcio, enxofre e micronutrientes (Costa *et al.*, 2023). Para Bettiol *et al.* (1998), uma das principais características do biofertilizante é a presença de microorganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos especialmente antibióticos e hormônios. Em seu conteúdo são encontradas células vivas ou latentes de microorganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentação (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e também metabólitos e quelatos organominerais em soluto aquoso (Medeiros & Lopes, 2006). Segundo Santos e Akiba (1996), os metabólitos são compostos de proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres e ácidos, inclusive de acção fito-hormonal, produzidos e libertados pelos microorganismos. Em geral possui grande diversidade de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes.

Estudos têm demonstrado que o uso de biofertilizantes em ambientes salinos pode atenuar os efeitos da salinidade sobre o crescimento das plantas (Cavalcante *et al.*, 2010), actuando como fertilizante, correctivo e inoculante microbiológico no solo, provocando dessa forma uma redução de potencial osmótico entre a planta e a matriz do solo (Munns & Tester, 2008). A importância do uso de biofertilizantes líquidos na forma de fermentados microbianos simples ou enriquecidos,

está nos quantitativos dos elementos, na diversidade dos nutrientes minerais e na disponibilização de nutrientes pela actividade biológica (Alves *et al.*, 2009).

A aplicação de biofertilizante ao solo pode proporcionar aumento na velocidade de infiltração de água no solo, devido à acção dos ácidos húmicos presentes na matéria orgânica que fazem parte da constituição do biofertilizante, favorecendo a remoção de sais por lixiviação (Cavalcante *et al.*, 2009). Mesquita *et al.* (2010) mostra que o biofertilizante activa o crescimento das plantas, suprindo os nutrientes essenciais ao metabolismo vegetal e na reciclagem de nutrientes, contribui também para a melhoria física, química e biológica do solo. O biofertilizante também ajuda a reduzir a PST, devido à libertação de CO₂ e ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica, além de actuarem como fontes de cálcio e magnésio, em detrimento do sódio (Sousa *et al.*, 2012). Os seus baixos custos de obtenção, através do uso de recursos locais (subprodutos agrícolas) a melhoria na qualidade das plantas e da estrutura física do solo, a optimização na reciclagem de nutrientes e melhoras ambientais nos sistemas de cultivo implica em mais uma vantagem do seu uso (Soares *et al.*, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado em duas épocas no período de Abril à Novembro, no Distrito KaMavota, localizado na cidade de Maputo, entre as latitudes 25° 53' sul e longitude 32° 38' leste (Figura 1). De acordo com a classificação do Koppen o clima da região é do tipo Aw (Clima tropical chuvoso de savana) onde a precipitação e a temperatura média anual é de 713 mm e 22.9° C respectivamente, com chuvas e temperaturas elevadas no Verão, e um Inverno seco com temperaturas amenas. Fevereiro é o mês mais chuvoso com 137 mm e Agosto é o mês mais seco com 12 mm (INAM, 2008).

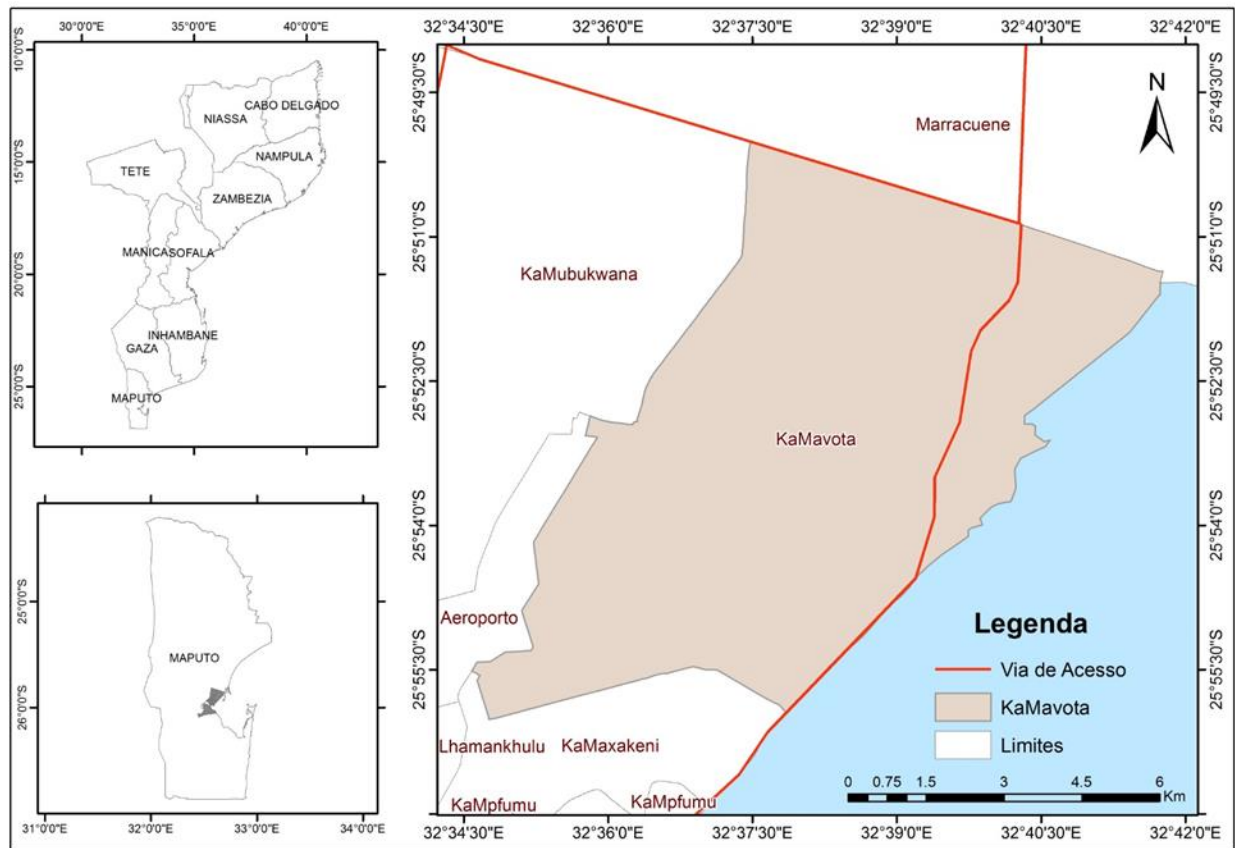


Figura 1. Mapa da localização geográfica do Distrito KaMavota

Os solos são pouco profundos com sedimentos marinhos de textura franco arenoso a argilosa cinzento e calcário, com as seguintes limitações: salinidade, sodicidade, elevado nível freático que condiciona a produção na estação chuvosa devido a inundações, tornando-se assim uma actividade

sazonal. Os agricultores desta zona produzem, sobretudo, hortícolas. Devida à sua localização estratégica (proximidade dos principais mercados da cidade de Maputo), os pequenos agricultores desta zona têm possibilidades consideráveis de comercializar as suas culturas, para além de produzir para o próprio consumo familiar (Muchangos, 1999).

3.2. Desenho experimental e tratamentos

O ensaio foi conduzido em dois campos de experimentação de duas associações do Distrito KaMavota, com diferentes níveis de salinidade, nomeadamente Massacre de Mbuzine e Costa de Sol. Foi utilizando o delineamento de Blocos Completos Casualizados (DBCC) num arranjo factorial 2x3 [factor salinidade 2 níveis (pouco salino e moderadamente salino) x factor adubação 3 níveis (Controle: sem adubação de fundo, adubação de cobertura com ureia; ii. Estrume curtido de galinha como adubação de fundo + adubação de cobertura com ureia; iii. Biofertilizante à base de plantas como adubação de fundo + adubação de cobertura com ureia)] com 3 repetições (Tabela 3). Cada parcela teve uma área de 7.5 m² (5 x 1.5 m). Por se tratar de um ensaio em ambiente não controlado, os blocos foram alocados perpendicularmente ao grau de salinidade do terreno para que a diferença dentro do bloco fosse mínima e pudesse captar as diferenças entre blocos. Para a alocação dos tratamentos foi feita uma aleatorização usando o *software* Microsoft Office Excel 2016 (Anexo I).

Tabela 3. Descrição dos tratamentos e quantidades de fertilizantes usados no ensaio.

Identificação	Salinidade	Adubação	Quantidade
T1	Pouco salino (Massacre de Mbuzine)	Controlo	0
T2		Estrume curtido de galinha	5 ton.ha ⁻¹
T3		Biofertilizante à base de plantas	2 m ³ .ha ⁻¹
T4	Moderadamente salino (Costa do Sol)	Controlo	0
T5		Estrume curtido de galinha	5 ton.ha ⁻¹
T6		Biofertilizante à base de plantas	2 m ³ .ha ⁻¹

O biofertilizante foi produzido de forma anaeróbica com período de incubação de 30 dias para a fermentação dos resíduos orgânicos. Trituraram-se e misturaram-se 50 kg de estrume de galinha e 50 kg de restos culturais (couve, alface e repolho). Colocou-se água não tratada e a mistura de resíduos orgânicos em um tambor limpo. Adicionou-se 1 kg de açúcar, 10 kg de cinza e 200 g de folhas de margosa (*Azadirachta indica*) piladas e coadas para acelerar a fermentação. Raspou-se uma polegada de sabão e fechou-se hermeticamente sem deixar nenhum ponto para entrada de ar.

Durante a fermentação foi se adicionando água para manter o nível de humidade adequado para o crescimento de microorganismos e para diluir a mistura. Após o tempo de fermentação, o biofertilizante foi colectado do tanque de fermentação e filtrado para remover partículas sólidas remanescentes e armazenado em baldes de 20 litros protegidos da luz solar directa e em local fresco.

A aplicação de biofertilizante foi feita via foliar, uma vez por semana, onde foram aplicados 1.5 litros/parcela. Para tal, o biofertilizante foi diluído em água limpa (1.5 litros de biofertilizante para 14.5 litros de água). De seguida foi colocado em um pulverizador de dorso e aplicado de forma uniforme, nas folhas. A aplicação de estrume foi feita em linha, no dia do transplante incorporando-se ao solo, onde foram aplicados 3.75 kg/parcela. Em todos os tratamentos foi feita a adubação de cobertura com ureia 40%, a uma dose de 13 g/m².

3.3. Condução e manejo do ensaio

A preparação do solo foi realizada nos dois campos de forma manual com ajuda dos agricultores locais. Esta actividade foi feita com ajuda de uma enxada de cabo longo. Posteriormente, fez-se o nivelamento, demarcação de blocos e parcelas (Figura 2A) usando, fita métrica, cordas e estacas.

A variedade de alface usada foi Éden, uma variedade volumosa, pesada (250 à 300 g) que produz folhas grandes, onduladas e bem divididas, com cor verde brilhante, e que suportam longos períodos de conservação. É uma variedade resistente a podridão, necrose, ao calor e que melhor se adapta em condições de temperaturas altas. O ciclo da variedade é de 60 a 70 dias após o transplante (Inida, 2012).

A aplicação do estrume e transplante foi feita respeitando o compasso de (30x30) cm de distância entre as plantas e dentro da linha respectivamente com resultado de 5 linhas e 13 plantas por linha, perfazendo 65 plantas por parcela (Figura 2 B e C).

A adubação de cobertura foi feita 15 dias após o transplante. A aplicação foi feita a lanço com ureia. A rega foi feita diariamente com recurso a regadores de mão, onde eram aplicados 20 litros.parcela⁻¹ (2 regadores x 10 litros cada regador), equivalente 2,67 mm.

Para a colheita usou-se sacos plásticos e facas, onde escolheram-se 5 plantas aleatoriamente em cada parcela, usando um padrão de amostragem em forma de W, ignorando-se as plantas nas

bordaduras do canteiro pois estas sofrem influência do ambiente externo, considerando assim uma área útil de 3,78 m² (Anexo I).



Figura 2. Montagem dos canteiros (A); alocação dos tratamentos (B); aplicação dos tratamentos (C).

3.4. Monitoria da Salinidade e pH

Durante o ciclo da cultura foram monitorados o pH e a CE 1:2.5. Os dados foram colectados uma vez por semana com o aparelho portátil COMBI 5000 (Figura 3A). Para tal, foram colectadas três amostras de solo em três pontos distintos em cada parcela, misturadas e colocadas em um copo plástico, formando uma amostra composta. De seguida foi adicionada água destilada, agitada por 5 minutos e deixada em repouso. Após a preparação do extrato, foi feita a calibração do aparelho usando soluções padrão (Figura 3 B e C). De seguida foi feita a medição usando a sonda correspondente para cada parâmetro, mergulhando a ponta do eléctrodo na pasta saturada, aguardando até que a leitura estabilizasse no medidor, e essas medições foram posteriormente anotadas (Figura 3D).



Figura 3. Aparelho portátil COMBI 5000 (A); calibração do aparelho COMBI 5000 (B) medição e registo do pH e da CE 1: 2.5 (C) e (D).

3.5. Parâmetros da cultura avaliados

Os parâmetros da cultura monitorados foram o desempenho da cultura (número de folhas, a área foliar, o teor de clorofila nas folhas) e o rendimento.

Número de folhas: número de folhas foi obtido através da contagem, desde as folhas basais até última folha expandida e foram representados por média de cinco plantas.

Área foliar: A área foliar foi estimada através da medição do diâmetro da planta com uma fita métrica (Figura 4A). Os valores foram expressos em centímetro (cm) representado em média das 5 plantas. Para calcular a área foliar, foi usada a fórmula abaixo (Equação I):

$$A = \pi r^2$$

[Equação I]

Onde:

A → Área foliar (cm²);

π → 3.14; e

r → raio (cm)

Teor de clorofila: O teor de clorofila foi determinado mediante leituras com o medidor portátil do modelo SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*) (Figura 4B). As leituras foram realizadas na parte mediana de uma folha em cada planta, e os resultados foram representados em unidades SPAD.

Avaliação do rendimento: O rendimento foi determinado através da medição do peso fresco, colhendo as plantas rente ao solo dentro da área útil (ignorando as bordaduras), seguido da pesagem das mesmas usando uma balança (Figura 4C). Os resultados foram expressos em kg.m⁻², sendo depois convertidos em rendimento médio em ton.ha⁻¹ pela seguinte fórmula (Equação II):

$$\text{Rend}_{\text{med}} (\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}) = \frac{\text{peso médio}(\text{kg})}{\text{Área}(\text{m}^2)} \times \frac{10000\text{m}^2/\text{ha}}{1000\text{kg}/\text{ton}}$$

[Equação II]

Onde:

Rendmed → rendimento médio de alface ton.ha⁻¹;

Peso médio → peso médio de alface em Kg.m⁻²;

10000 → factor conversão da área em hectare; e

1000 → factor conversão do peso em toneladas.



Figura 4. Medição do diâmetro e número de folhas (A); medição do teor de clorofila (B); medição do peso fresco (C).

3.6. Análise de dados

Os dados obtidos no ensaio (Anexo II) foram submetidos a ANOVA usando o *software* stata (versão 13.0). Nos casos em que a análise de variâncias (ANOVA) foi significativa ($p < 0,05$) as médias foram comparadas pelo teste Tukey-Kramer a 5% de nível de significância. Nos casos em que a interação não foi significativa, determinou-se o efeito singular do nível de salinidade ou adubação. Para validar a ANOVA, fez-se o teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e heteroskedasticidade (Breusch-Pagan) a valores do parâmetro em questão. Também usou-se Microsoft Excel para construção de tabelas e gráficos. O modelo estatístico usado no processo de geração dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \tau_i + (\alpha\tau)_{ki} + \beta_j + \varepsilon_{ij}; \varepsilon_{ij} \sim \text{iidN}(0, \sigma^2)$$

[Equação II]

Onde:

Y_{ijk} → é o rendimento da alface obtido na unidade experimental que recebeu a adubação i e nível de salinidade k na repetição j .

μ → é a média geral;

$\tau_i = \mu_i - \mu$ → é o efeito da adubação i ($i = 1, 2, 3$);

$\alpha_k = \mu_k - \mu$ → é o efeito do nível de salinidade k ($k = 1, 2$);

$(\alpha \tau)_{ki} \rightarrow$ é o efeito da interação entre a adubação i e o nível de salinidade k ;

$\beta_j = \mu_j - \mu \rightarrow$ é o efeito do bloco j ($j = 1,2,3$);

$\epsilon_{ij} \rightarrow$ é o termo erro (a parte de variação devido a factores não controlados).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito da aplicação de biofertilizante na salinidade e pH do solo

As figuras abaixo (figura 5A e 5B) representam a variação da salinidade do solo nos campos das associações Massacre de Mbuzine e Costa de Sol durante os dois ciclos de implementação da cultura. O teste estatístico mostrou que não houve diferença estatística na interação entre o nível de salinidade e adubação, contudo houve diferença estatística singularmente para o nível de salinidade no segundo ciclo, onde o campo da associação Massacre de Mbuzine registou valores mais baixos de condutividade eléctrica (1.39 a 1.78 mS.cm^{-1}) em relação ao campo da associação Costa de Sol (1.58 a 3.45 mS.cm^{-1}). Contudo, observou-se redução da condutividade eléctrica nos dois campos, uma vez que o campo da associação Massacre de Mbuzine apresentava CE de 2.85 mS.cm^{-1} (Anexo V), sendo classificado como pouco salino segundo Abrol *et al.* (1988), e o campo da associação Costa de Sol apresentava CE de 4.21 mS.cm^{-1} (Anexo V) sendo este classificado como moderadamente salino pelo mesmo autor. Segundo Bernardo *et al.* (2006), solos com condutividade eléctrica do extrato saturado menor que 4.0, percentagem de sódio trocável menor que 1.5 são considerados adequados ao bom desenvolvimento das plantas em geral, sem problemas de salinidade e alcalinidade. Segundo Villas Bôas *et al.* (1999) para a alface o limite máximo de salinidade do solo sem haver perdas de produtividade é de 1.3 dS.m^{-1} .

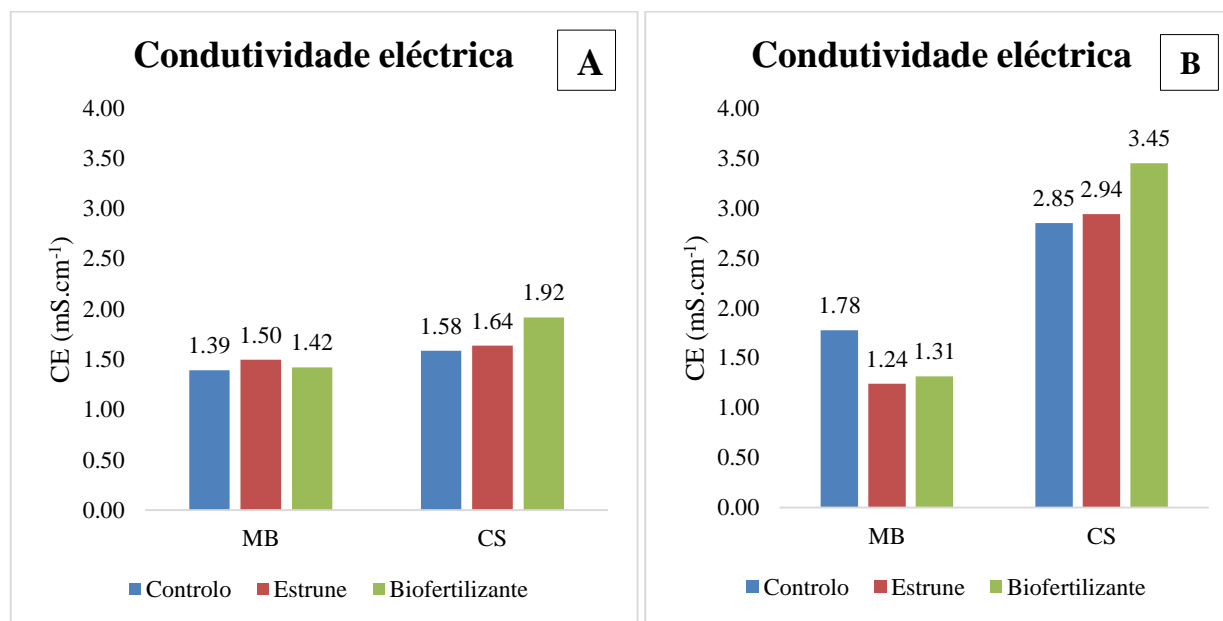


Figura 5. Variação da condutividade eléctrica do solo nos campos da Associação Massacre de Mbuzine e Costa de Sol durante o primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B) de implementação do experimento.

Comparando a variação da condutividade eléctrica durante os dois ciclos de implementação do experimento, pode-se verificar que o primeiro ciclo apresentou valores mais baixos de condutividade em relação ao segundo ciclo. Esse facto que pode ser explicado devido ao efeito de chuvas e elevadas temperaturas, uma vez que o segundo ciclo foi implementado na época quente-chuvosa, o que causou a precipitação e concentração de sais presentes no solo, o que é também relatado por Eyhorn (2005) e Parmes (2013).

As figuras 6A e 6B representam a variação do pH do solo nos campos das associações Massacre de Mbuzzine e Costa do Sol durante os dois ciclos de implementação da cultura. Tal como foi observado na salinidade do solo, o teste estatístico mostrou que não houve diferença significativa na interação entre o nível de salinidade e adubação, contudo houve diferença estatística singularmente para o nível de salinidade em ambos ciclos de produção, onde o campo da associação Massacre de Mbuzzine mostrou valores de pH baixos em relação ao campo da associação Costa de Sol, tendo registado também redução do pH do solo após a aplicação dos tratamentos nos dois campos.

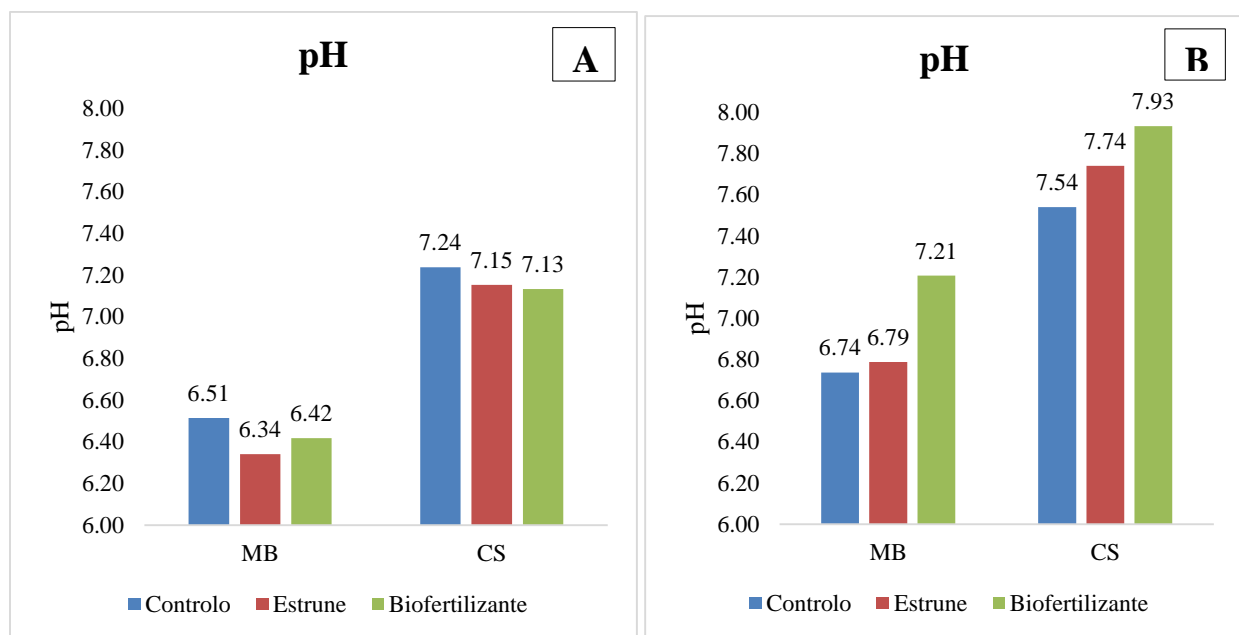


Figura 6. Variação do pH do solo nos campos da Associação Massacre de Mbuzzine e Costa de Sol durante o primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B) de implementação do experimento.

Apesar de não terem apresentado diferença significativa entre os tratamentos, todos os valores de pH foram classificados agronomicamente como favoráveis segundo Alvarez *et. al.* (1999).

Isso é importante de ser observado, pois mudanças no pH interferem na disponibilidade dos nutrientes para as plantas. A faixa de pH que favorece a absorção de nutrientes para a maioria das culturas, dentre as quais a alface, esta entre 5.5 a 6.5. Valores altos de pH maiores que 7.5 são indesejáveis, pois reduzem a disponibilidade de Zn, Fe e P para as plantas (Papadopoulos, 1999). Para Maroto (2002) e Almeida (2006), o pH ideal para o cultivo da alface com sucesso varia entre 6,0 e 6,8.

4.2.Efeito da aplicação de biofertilizante no desempenho da cultura de alface

4.2.1. Avaliação do número de folhas

Na Figura 7 (A e B) está representado o número de folhas da cultura de alface obtido nos campos das associações Massacre de Mbuzine e Costa do Sol durante os dois ciclos de implementação da cultura. Em ambos ciclos não houve diferença estatística na interação entre o nível de salinidade e adubação, contudo no primeiro ciclo (Figura 7A) apresenta diferença estatística singularmente para a adubação e para o nível de salinidade. Em relação à adubação obteve-se maior número de folhas para o tratamento estrume e controle, os quais não diferiram significativamente e menor número de folhas foi verificado no tratamento biofertilizante. No segundo ciclo (Figura 7B), não houve diferença significativa para o factor adubação, porém, obteve-se diferença significativa para o nível de salinidade.

Verificou-se durante o experimento que as folhas externas da alface onde foi aplicado o biofertilizante apresentaram sintomas de necrose e descoloração. Essas lesões podem ser explicadas por possíveis razões, incluindo a concentração excessiva de nutrientes ou substâncias químicas nocivas presentes no biofertilizante (Romero, 1975). Apesar do benefício evidente do uso do biofertilizante, a sua concentração, o tipo de substrato e da hortícola utilizados ainda precisam ser considerados para uma correcta definição da quantidade a ser usada, sob a pena de obtenção de efeitos negativos como a inibição do crescimento vegetal (Zandonadi *et al.*, 2014).

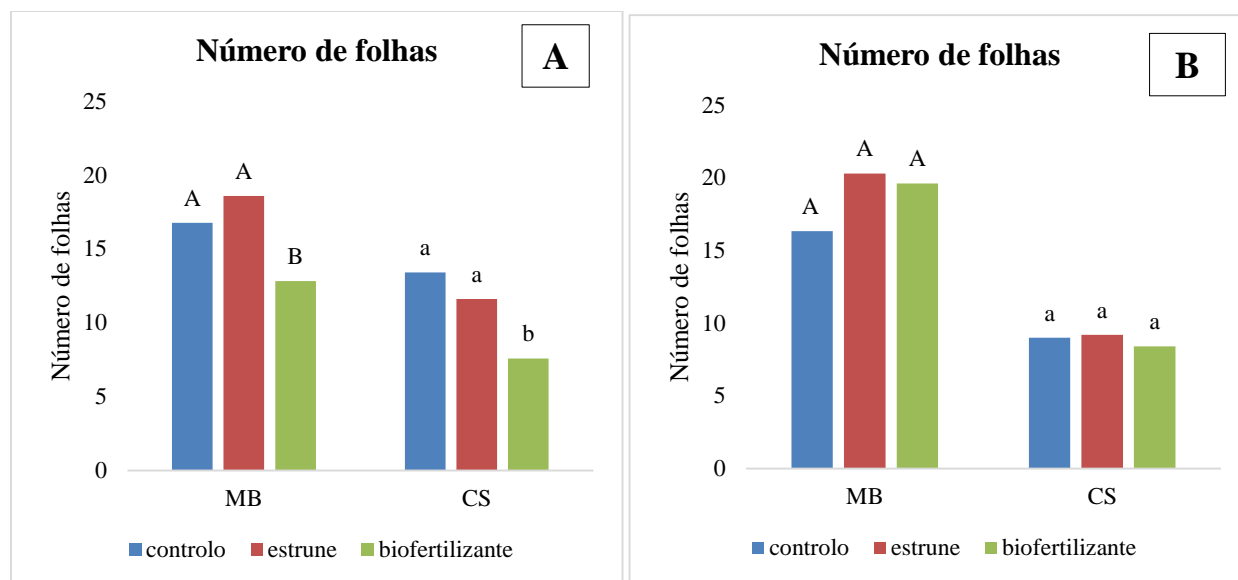


Figura 7. Número de folhas da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

Tal comportamento discorda de Chiconato *et al.*, (2013), que estudando o efeito de biofertilizantes sobre alface em campo moderadamente salino, observaram que os tratamentos com biofertilizantes apresentam melhores resultados, e que apresentaram maior número de folhas com a elevação das doses de biofertilizantes. Silva *et al.* (2019), ao estudar o efeito de biofertilizante no crescimento de alface, rúcula e repolho obtiveram resposta unânime no aumento de número de folhas nas três hortícolas utilizadas no experimento, com aumento mais expressivo nas plantas de alface, onde as que tiveram acesso ao biofertilizante tiveram, em média, 70 % maior número de folhas. Alencar *et al* (2012), avaliando intervalos de aplicação de biofertilizantes na produção de alface Elba, concluíram que o número de folhas por planta foi maior para os tratamentos com biofertilizante submetidos a intervalos de aplicação de 05 e 15 dias.

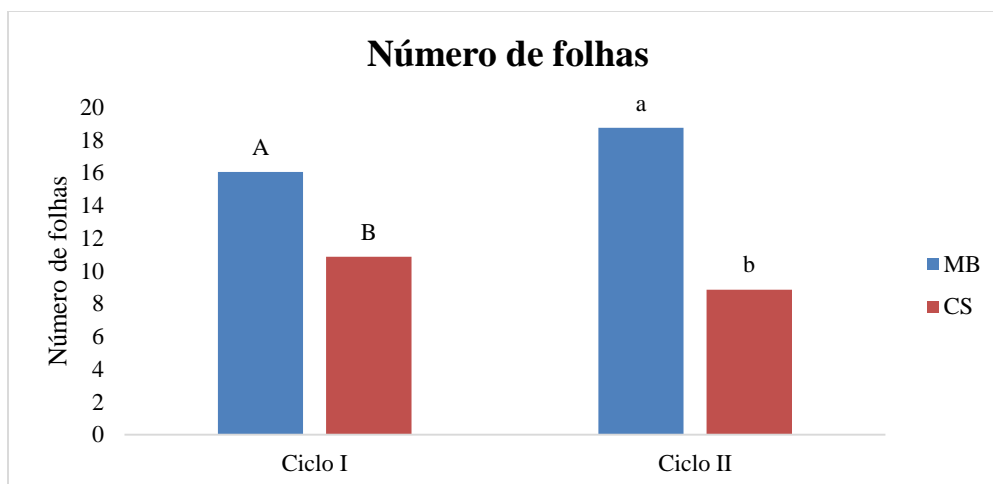


Figura 8. Número de folhas da cultura de alface observado nos campos com diferentes níveis de salinidade, Massacre de Mbuzzine (MB) e Costa do Sol (CS). (Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

Na figura 8 está representado o efeito do nível de salinidade no número de folhas da cultura de alface durante os dois ciclos de implementação da cultura. Pode-se observar com base na figura que tanto no primeiro como no segundo ciclo, maior número de folhas foi obtido no campo da associação Massacre de Mbuzzine (com menor nível de salinidade), evidenciando assim o efeito negativo da salinidade na cultura. A redução de número de folhas em condições de estresse salino é uma das possibilidades que as plantas buscam para manter a absorção da água, como consequência de alterações morfológicas e anatômicas, refletindo-se na redução da transpiração (Tester; Davenport, 2003).

4.2.2. Avaliação da área foliar

Em relação a área foliar, o teste estatístico mostrou que houve diferença significativa ($p < 0.05$) para o factor adubação e nível de salinidade no primeiro ciclo (Figura 8A). Como foi obtido na variável número de folhas, a maior área foliar foi verificada no tratamento estrume e tratamento controlo e menor área foliar foi verificada no tratamento biofertilizante. Menor área foliar verificada no tratamento biofertilizante, pode estar associado ao menor número de folhas verificado nesse tratamento.

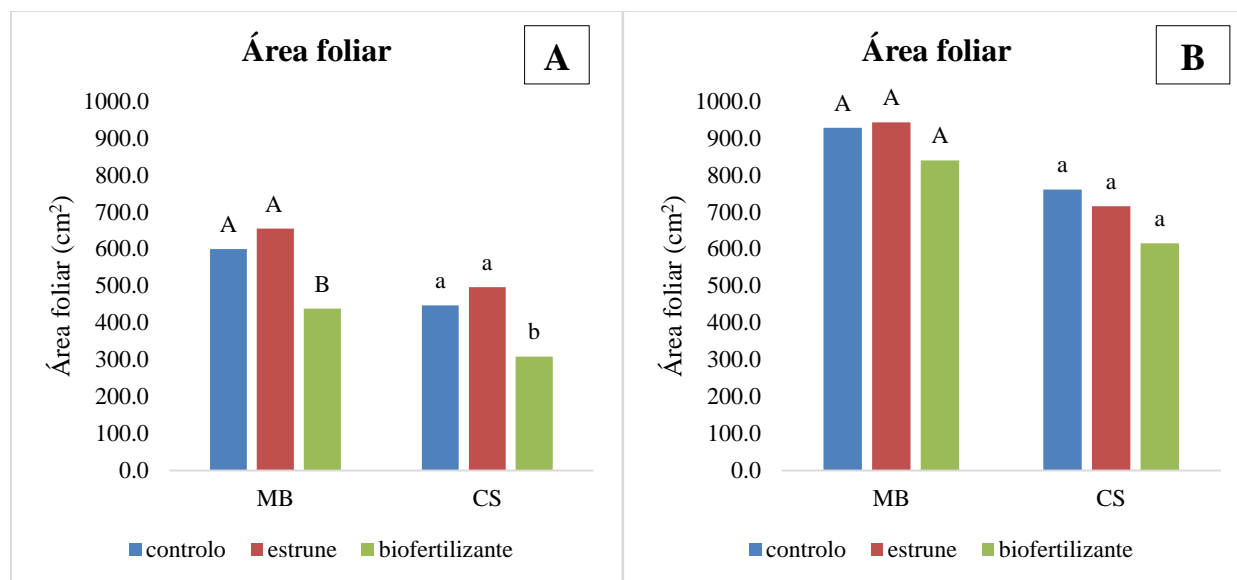


Figura 9. Área foliar da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

No segundo ciclo (Figura 8B), não houve diferença significativa ($p > 0.05$) para os tratamentos, porém, obteve-se diferença significativa para o nível de salinidade. Blank *et al.* (2007) em seu experimento com capim-limão observou que a maior dose de biofertilizante proporcionou as maiores médias na área foliar e houve diferenças significativas entre os tratamentos. Oliveira *et al* (2010), avaliando o efeito biofertilizantes bovinos no estado nutricional da alface, verificaram que as plantas que receberam o tratamento com aplicação de biofertilizantes bovinos responderam positivamente aumentando o número de folhas e área foliar consideravelmente em relação à testemunha, chegando a valores próximos ao do tratamento com adubação convencional, o que difere dos resultados encontrados nesse experimento.

Menor área foliar foi verificada no campo da associação Costa de Sol, com maior nível de salinidade, como pode-se observar na figura 10. A redução no número folhas e, conseqüentemente da área foliar no solo com maior salinidade reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela planta, sendo que o decréscimo da área foliar está, possivelmente, relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino e à diminuição da superfície transpirante (Tester & Davenport, 2003).

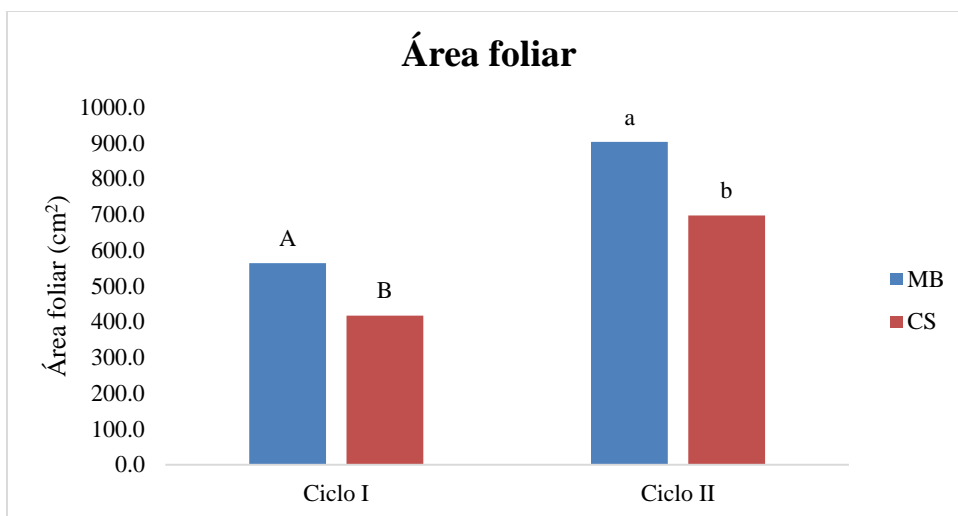


Figura 10. Área foliar da cultura de alface observado nos campos com diferentes níveis de salinidade, Massacre de Mbuzzine (MB) e Costa do Sol (CS) primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

4.2.3. Avaliação do teor de clorofila

Para o teor de clorofila, não houve diferença estatística entre os tratamentos nos dois campos de implementação do experimento, durante os dois ciclos (Figura 9 A e B). Os tratamentos apresentaram valores médios que partiram de 17.79 até 24.81. Estes resultados assemelham-se com os resultados de Schmitt (2021) que em seu estudo de uso de biofertilizantes na cultura de alface, não obteve significância estatística para os dados de clorofila das folhas analisados, com valores médios que partiram de 17,51 ICF (testemunha) até valores médios de 18,70 ICF (em concentrações 15%), valores considerados ideais segundo Carvalho *et al.*, (2012) pois resultam na melhor assimilação do nitrogênio pela planta.

Silva (2018) apresenta em seus estudos com diferentes concentrações de biofertilizante na alface, que apenas o tratamento testemunha apresentou valores inferiores (13,12 ICF) comparados as concentrações de biofertilizantes utilizados.

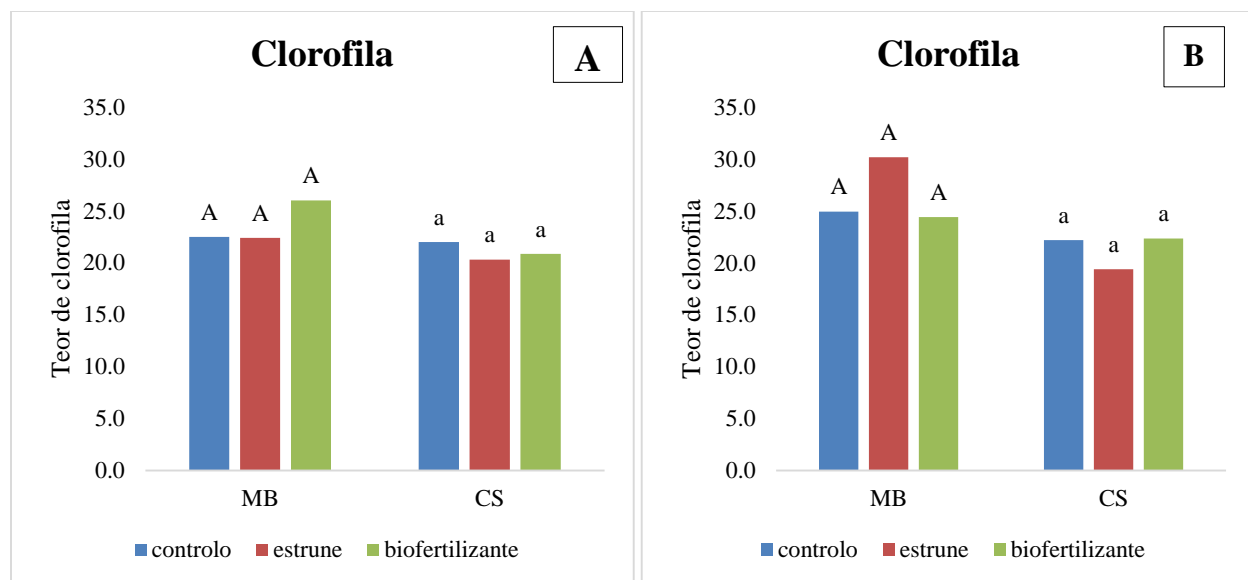


Figura 11. Teor de clorofila da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

4.3. Efeito da aplicação de biofertilizante no rendimento da cultura de alface

Na Figura 10 (A e B) está representado o rendimento obtido nos campos das associações Massacre de Mbuzine e Costa do Sol durante os dois ciclos de implementação da cultura. Pode-se verificar que para o primeiro ciclo (Figura 10A) o rendimento da cultura de alface apresenta diferença estatística ($p < 0.05$) apenas para o factor adubação. Maior rendimento foi verificado no tratamento estrume e controle. Foi observado menor rendimento no tratamento biofertilizante nos dois campos.

No segundo ciclo (Figura 10B), o rendimento da cultura não apresentou diferenças significativas ($p > 0.05$) para o factor adubação, porém, obteve-se diferença significativa para o nível de salinidade. Roel *et al.*, (2007), quando avaliaram biofertilizantes em alface Verônica e Regina, constataram que os produtos testados com biofertilizantes não alteraram os valores de massa fresca. Batista *et al.*, (2012), testando o efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface, concluíram que os tratamentos aplicados não influenciaram na produtividade da alface, bem como a aplicação do biofertilizante não foi percebido resultados positivos para produção da alface nas condições estudadas.

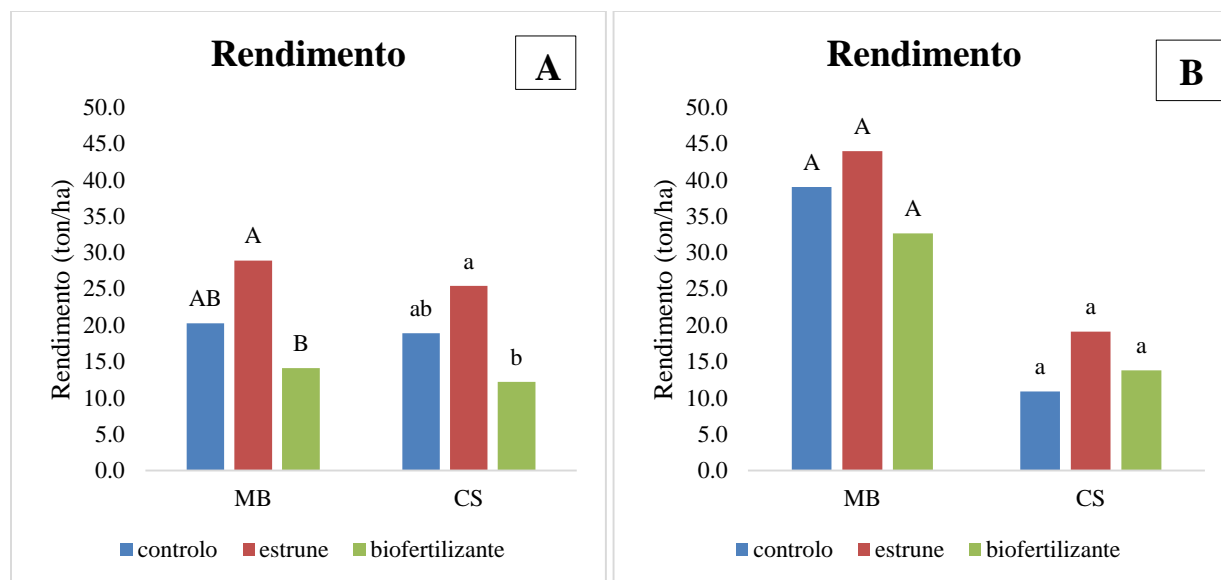


Figura 12. Rendimento da cultura de alface obtido nos diferentes tratamentos, nos campos da associação Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

Bettiol *et al.*, (1998) verificaram efeitos positivos do biofertilizante na cultura da alface, quando tratadas, semanalmente, com um extrato aquoso de composto de gado bovino e de galinha. Por outro lado, o efeito residual dos fertilizantes antes aplicados na área experimental pode ter causado a falta de respostas do biofertilizante testado, ou seja, as plantas podem ter alcançado um bom desempenho em presença de níveis satisfatórios de nutrientes, que foram disponibilizados continuamente durante o ciclo da cultura, isto porque a área experimental era utilizada anteriormente como área de produção de hortícolas, sendo frequentemente adubada. Desta forma, a possível condição adequada de nutrição das plantas pode ter acarretado uma baixa absorção foliar, uma vez que a adubação foliar é uma complementação da adubação no solo, havendo necessidade de uma correção imediata de deficiência (Moraes *et al.*, 2006).

Na figura 13 está representado o efeito do nível de salinidade no rendimento da cultura de alface durante os dois ciclos de implementação da cultura. Como foi observado, não houve diferença significativa no rendimento da cultura para o nível de salinidade no primeiro ciclo de produção. Para o segundo ciclo, obteve-se maior rendimento da cultura no campo da associação Massacre de Mbuzine, com menor nível de salinidade.

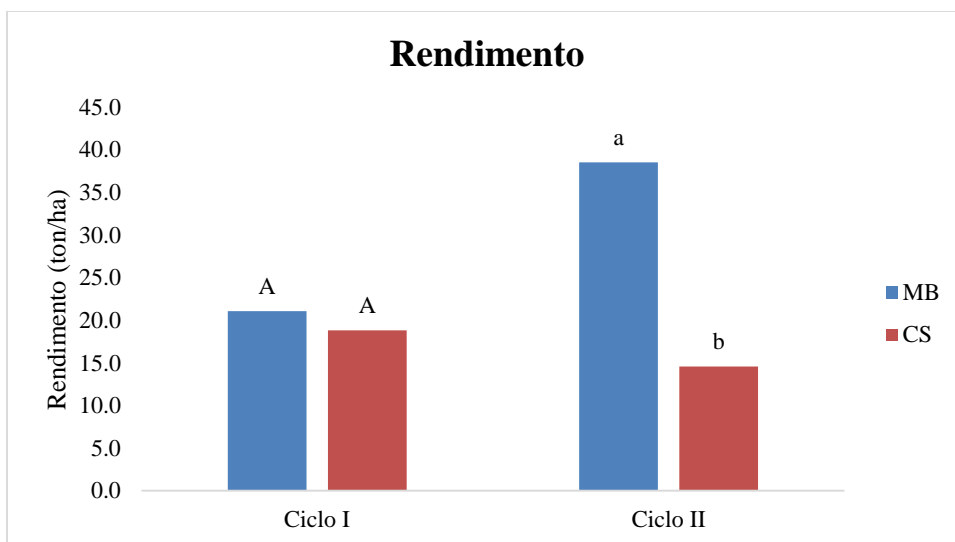


Figura 13. Rendimento da cultura de alface observado nos campos com diferentes níveis de salinidade, Massacre de Mbuzine (MB) e Costa do Sol (CS) primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B). (Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

- A aplicação de biofertilizante não se destacou na redução da salinidade e pH do solo, pois observou-se efeito similar nos outros tratamentos.
- A aplicação de biofertilizante não apresentou benefícios no desempenho e rendimento da cultura de alface comparativamente com aplicação de estrume e controlo (sem adubação de fundo).
- A aplicação de estrume apresentou um efeito similar ao controlo (sem adubação de fundo), tendo estes, apresentado melhores resultados em quase todos os parâmetros avaliados (rendimento, número de folhas e área foliar).

5.2. Recomendações

5.2.1. Aos produtores:

- O uso de estrume (esterco de galinha) para a adubação na produção de alface nos campos da associação Massacre de Mbuzine e Costa de Sol.
- Uso de melhores fontes de água de rega.

5.2.2. Aos investigadores:

- Teste de novas tecnologias para manejo da salinidade.
- Aprofundar o estudo do biofertilizante no manejo de salinidade do solo.
- Repetição do experimento em uma área de ensaio sem histórico de uso para evitar influência de factores fora do controlo como o efeito residual de fertilizantes antes aplicados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrol, I. P., Yadav, J. S. P., Massoud, F. I. (1988). Salt-affected soils and their management. United Nations, Rome, FAO Soils Bull.
- Almeida, M. M. T. B. (2006). Caracterização de germoplasma de alface (*Lactuca sativa* L.) para resistência a nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e à murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras.
- Alvarez, V.; Novaes, R. F.; Barros, N. F.; Cantarutti, R. B.; Lopes, A. S. (1999). Interpretação dos resultados das análises de solo. 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, UFV, p. 25-32.
- A F. A. L. *et al.* (2011). Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.602-608.
- Alves, G. S.; Santos, D; Silva, J. A.; Nascimento, J. A. M; Cavalcante, L. F.; Dantas, T. A. G. (2009). Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. Revista Acta Scientiarum, v.31. p.661-665.
- Asik, B. B. et al.; (2009); Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. Asian Journal Crop Science, v. 1, n. 2, p. 87-95.
- Batista, M. A. V.; Vieira, L. A.; Souza, J. P. (2012).; Efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface no município de Iguatu-CE. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 8-11.
- Baum, C., Römheld, V., & Martinoia, E. (2015). Silicon transport in plants: mechanisms, uptake, and biological functions. In *Silicon in Agriculture* (pp. 119-134). Springer.
- Bernardo, S; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. (2006). Manual de irrigação. 8 ed. Viçosa: UFV, 625 p.
- Betiol, W. (2001). Resultados de pesquisa com métodos alternativos para o controle de doenças de plantas. IN: 1º encontro de processos de protecção de plantas: controlo ecológico de pragas e doenças, 2001. Botucatu. Resumos. Agroecologia. p. 125-135.
- Blank, I.; De Moares, J. R.; Pereira, J. L. (2007). Efeito de biofertilizantes no crescimento e produção de capim-limão. Revista Brasileira de Ciência do Solo. P. 757-764.

- Camargo, M. N.; Klant, E.; Kauffman, J. H. (1987). Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.12, p.11-33.
- Carvalho, S., Santos, S., & Teixeira, J. (2012). Composting of vegetable waste and its effect on the growth and yield of lettuce. Bioresource Technology, 105, 269-274.
- Cavalcante, L. F. *et al.* (2010). Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. Semina: Ciências Agrárias, v.31, p.1281- 1290.
- Cavalcante, L. F.; Silva, G. F.; Gheyi, H. R.; Dias, T. J.; Alves, J. C.; Costa, A. P. M. (2009). Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. Revista Brasileira Ciências Agrárias, v.4, n.4, p.414-420.
- Chiconato, D. A., Pereira, J. L., Oliveira, A. C., & Borges, E. S. (2013). Response of lettuce to biofertilizer and irrigation levels. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 37 (2), 453-460.
- Chilundo, M., & Nhantumbo, I. (2016). Overview of the horticulture sector in Mozambique: Challenges and opportunities for value chain development. Agribusiness for Africa's Prosperity. World Bank.
- Costa, M. M. N., Barros, M. A. L, & Freire, R. M. M (2023). Biofertilizantes. e-ISSN. Campina Grande, PB.
- Dantas, J. P. *et al.* (2003). Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. Agropecuária Técnica, v. 24, n. 2, p.119-130.
- De Oliveira, J. A., Prasad, M. N. V., & Varadarajan, D. K. (2016). Silicon-mediated amelioration of metal toxicity. In plants. In Silicon in Agriculture (pp. 207-220). Springer.
- Edge, F., Fraisse, C., & Zotarelli, L. (2015) Características, Tecnologias de Produção e de Pós-Colheita: Embrapa Brasília, DF.
- Eyhorn, F. (2005). Soil Properties, Soil Fertility management and Plant nutrition in organic cotton. Training manual on soil fertility, 1st Edition.
- Farias, S. G. G. (2008). Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.)). 61f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil.
- Farias, S. G. G. *et al.* (2009). Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, p. 1499-1505.

- Fernandes, A.A., Martinez, H.E.P., Pereira, P.R.G., Fonseca, M.C.M. (2002); Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. Horticultura Brasileira, Brasília, junho.
- Ferreira, R. G.; *et al.* (2001). Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 1, p. 79-88.
- Filgueira, F.A. (2003). Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. In: Novo Manual de Olericultura. Viçosa: UFV, 2003, 240p.
- Freire, M. B. G. S. & Freire, F. J. (2007). Fertilidade do solo e seu manejo em solos afectados por sais. In: NOVAIS, R. F.; et al. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 929-954.
- Gomes, E. M.; Gheyi, H. R.; Silva, E. F. F. (2000). Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v. 4, n. 3, p. 355-361.
- Herrmann, J. (2019) Soil salinity and its effects on the coastal peri-urban vegetable production system of Maputo, Mozambique.
- Holanda, J. S.; Amorim, J. R. A.; Ferreira Neto, M.; Holanda, A. C.; (2010). Qualidade da água para irrigação. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 43-61.
- Huber, S., Prokop, G., Arrouays, D., Banko, G., Bispo, A., Jones, R. J. A., Jones, A. R. (2008). Environmental Assessment of Soil for Monitoring: Volume I Indicators & Criteria. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg (Vol. I).
- Inida (2012). Lista de variedades de hortícolas recomendadas em cabo verde.
- Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INAM). (2008). Atlas climatológico de Mocambique. Maputo, Moçambique: INAM.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance – current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, New York, v.103, n.1R2.
- Marcelo, Schmitt. (2021). Dosagens de biofertilizantes na cultura da alface cerro largo biblioteca da Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS 45p.
- Maroto, J. V. (2002). Adaptación de las plantas hortícolas al medio ambiente. In Producción y protección vegetal: Horticultura (pp. 57-75). Ediciones Mundi-Prensa.

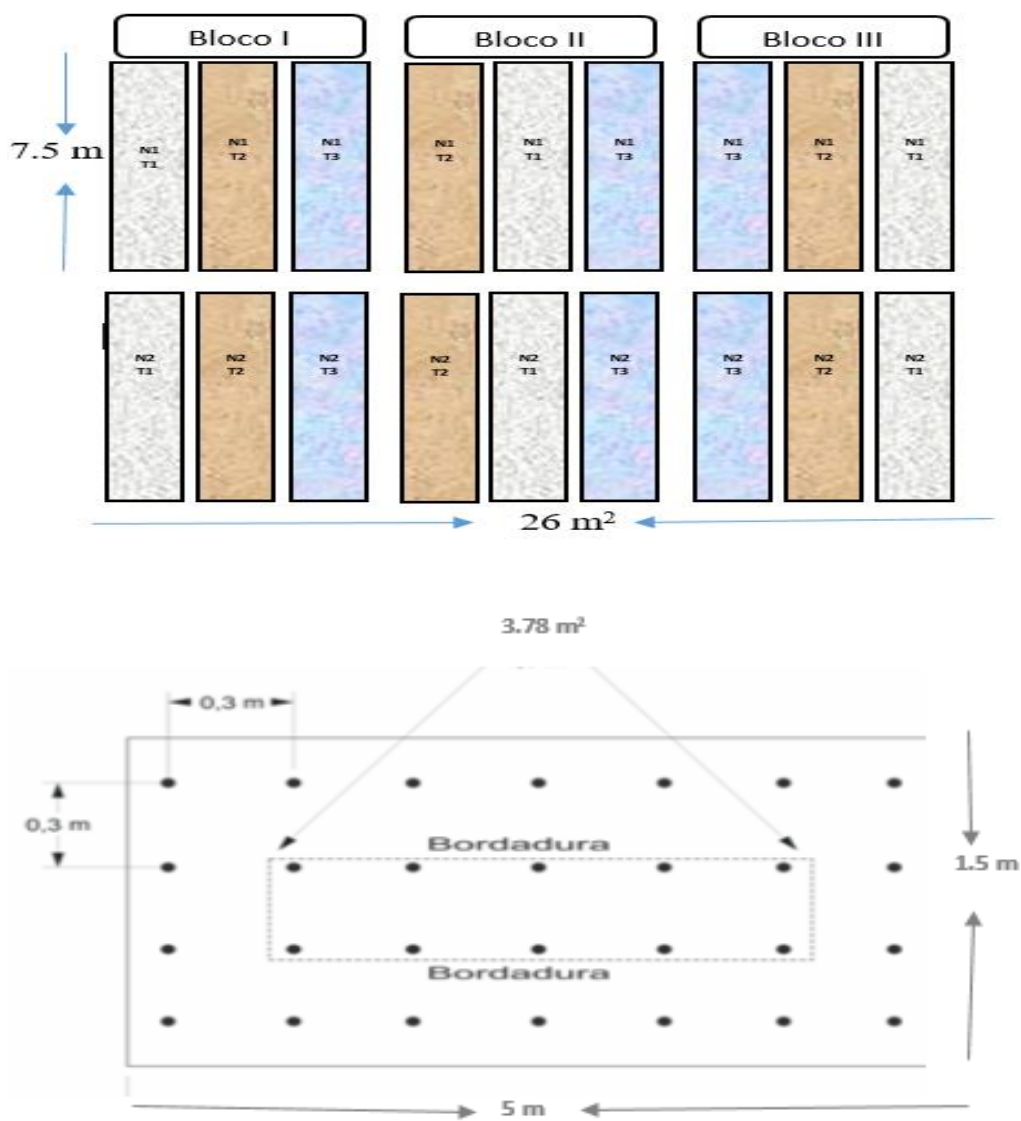
- Medeiros, M.B.; Lopes, J. S.; (2006). Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. Bahia Agric. V.7. n.3.
- Melloni, R; Silva, F. A. M.; Carvalho, J. G. (2000). Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). Cerne, v. 6, n. 2.
- Mesquita, O. F.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, M. A.; Lima Neto, A.; Nunes, J. C.; Nascimento, J. A. M. (2010). Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. Agropecuária Técnica, Areia, PB – v. 31, n. 2, p 134–142.
- Moraes, F. M. R., Lopes, A. P., Silva, R. B., & Souza, E. G. (2006). Efeito da adubação foliar na produção de tomateiro. Revista Brasileira de Agrociência, 12 (3), 413-418.
- Morais, J.; Nascimento, I. de O.; Neves, V. L. D.; Rodrigues, A. A. C.; Azevedo, S. A. de; Bezerra, G. de A. (2011). Efeitos Dos Ácidos Húmicos E Fúlvicos Na Microflora Do Solo E Na Concentração De Clorofila Em Alface. In: VII Congresso Brasileiro De Agroecologia, 2011, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: Cadernos de Agroecologia. p. 1-6.
- Muchangos, A. (1999). Moçambique: Paisagens e Regiões Naturais. Maputo, Mocambique: Instituto Nacional de Investigação Agrária.
- Munns, R.; Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. Annual Review of Plant Biology, 1(59): 651-81.
- Neves, O. S. C.; *et al.* (2004). Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 5, p. 997-1006.
- Novais, R. F.; Mello, A. W. V. de. Relação Solo-Planta. In: Novais, R. F.; *et al.* (2007). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 133-204.
- Oliveira, A. B.; *et al.* (2010). O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11.
- Paludo, G.; Reinehr, C. O. (2006). Temperatura e luminosidade como fatores influentes no teor de clorofila da alface. In: Salão De Iniciação Científica, 18., 2006, Porto Alegre. Resumo. Porto Alegre: UFRGS, p. 178 - 178.

- Papadoulos, I. (1999). The effect of pH on the availability of zinc, iron and phosphorus in soil and water. *Journal of plant Nutrition*. p. 2137-2152.
- Parmes, R. (2013). A Guide to Organic and Inorganic Soil Amendements. *Soil Fertility*
- Prado, R. de M. (2008). Solos salinos e sódicos: manejo e recuperação. Oficina de Textos
- Rhoades, J. D.; Chanduvi, F., & Lesch, S. M. (2000). Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 117p.
- Ribeiro, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. (2009). Química dos solos salinos e sódicos. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. (ed). Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P.449-484.
- Richards LA. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils: U.S. Department Agriculture Handbook 60. U.S. Gov. Printing Office, Washington DC.
- Rodrigues, E. T.; Casali, V. W. D. (2000). Resposta da Alface à Adubação Orgânica I: Seleção de Cultivares. *Revista Ceres*, Viçosa, v. XLVII, n. 273, p.461-467, set-out.
- Santi, A.; Carvalho, M. A. C.; Campos, O. R.; Silva, A. F. da; Almeida, J. L. de; Monteiro, S. (2010). Ação de Material Orgânico Sobre a Produção e Características Comerciais de Cultivares de Alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 1, p.87-90, jan-mar.
- Santos, A. C. V.; Akiba, F.: (1996). Biofertilizantes líquidos: uso correcto na agricultura alternativa. Seropedia: UFRRJ Impr. Univer. 35p.
- Schmitt, F. L., Pereira, J. L., & Campos, D. (2021). Biofertilizers improve lettuce yield and quality under field conditions in Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 12 (1), 1-10.
- Sertão, M. A. J. (2005). Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (*Urocloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido. 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil.
- Silva, A. R., Silva, R. M., Souza, A. C., & Silva, A. B. (2018). Efeito de diferentes doses de biofertilizantes no crescimento e desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 13 (2), 106-111.
- Silva, E. M.; Lacerda, F. H. D.; Medeiros, A. S.; Souza, L. P.; Pereira, F. H. F (2016). Métodos de aplicação de diferentes concentrações de H₂O₂ em milho sob estresse salino. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, v. 11, n.3, p.1-7.
- Silva, R. M., Souza, A. C., & Silva, A. B. (2019). Biofertilizer application in the production of lettuce, arugula and cabbage. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 14 (1), 151-156.

- Souza, J. L.; Resende, P. (2006). Manual de Horticultura Orgânica. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora,. 843 p.
- Taiz, L. Zeiger, E. (2009). Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed.
- Távora, F. J. A. F.; *et al.* (2001). Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, p. 441-446.
- Tester, M.; Davenport, R. J. (2003). Salinity tolerance in crop plants: a review. Crop Science.
- Villas Bôas, R. L.; Büll, L. T.; Fernandes, D. M. (1999). Fertilizantes em Fertirrigação. In: Folegatti, M. V. (Org). Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Guaiabá: p. 293-334.
- Willadino, L.; Camara, T. R. (2004). Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: Reigosa, M. J.; Pedrol, N.; Sánchez, A. (ed.). La ecofisiología vegetal – Una ciência de síntesis. Madrid: Thompson, p.303-330.
- Zandonadi, D. B.; Santos, M. P.; Medici, L. O.; Silva, J. (2014). Ação da Matéria Orgânica e suas Frações Sobre a Fisiologia de Hortaliças. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 32, n. 1, p.14-20, jan.
- Zandonadi, F., Mentzoni, M., & Zandonadi, A. (2014). Efeito de diferentes concentrações de biofertilizante na cultura da rúcula (*Eruca sativa* Miller) cultivada em diferentes substratos. Revista Brasileira de Agroecologia, 9 (1), 112-117.
- Zhu, J.-K. (2001). Plant Salt Tolerance. Trends in Plant Science, 06(02), 66–71. (00)01838-0.

7. ANEXOS

Anexo I: *Layout* do ensaio e ilustração da área útil na colheita



Anexo II: Parâmetros avaliados com aparelho portátil Combi5000 no primeiro e segundo ciclos (pH e condutividade elétrica)

➤ **Massacre Mbuzine ciclo 1**

Tratamento	Bloco	pH						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	7.89	7.75	7.4	7.66	7.14	7.13	5.98
1	2	7.88	7.86	7.83	7.55	7.6	7.32	6.94
1	3	8.11	7.4	7.79	8	7.55	7.41	6.62
2	1	7.69	7.64	7.6	7.4	7.17	6.76	5.63
2	2	8.02	7.8	8	7.89	7.37	7.33	6.67
2	3	7.85	7.43	8.04	7.9	7.56	7.64	6.72
3	1	8.08	7.8	8	7.6	7	7.32	5.94
3	2	7.94	7.7	7.87	8.02	7.82	7.06	6.62
3	3	7.73	7.5	7.9	7.76	7.67	7.66	6.69

Tratamento	Bloco	CE2.5 (mS.cm ⁻¹)						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	0.7	0.76	0.77	0.9	0.33	0.27	1.76
1	2	0.63	0.55	0.5	0.49	0.36	0.28	1.25
1	3	0.58	0.94	0.84	1.06	1	0.27	1.16
2	1	1.11	1.17	0.56	0.41	0.53	0.32	1.64
2	2	0.57	0.51	0.45	0.54	0.59	0.42	1.4
2	3	1.4	0.78	0.68	1.15	0.63	0.31	1.45
3	1	1.16	2.48	2.93	2.25	0.28	0.33	1.64
3	2	0.55	0.47	0.41	0.57	0.79	0.37	1.75
3	3	0.6	0.56	0.55	0.88	0.55	0.32	0.87

➤ **Massacre de Mbuzine ciclo 2**

Tratamento	Bloco	pH						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	sem7
1	1	8.29	8.2	7.29	8.61	8.44	6.4	6.65
1	2	8.14	7.96	7.23	8.33	7.55	7.64	6.56
1	3	7.5	7.97	7.24	8.23	7.41	7.64	7
2	1	8.3	7.49	7.04	8.72	8.62	7.2	7.72
2	2	8.08	7.75	6.99	8.34	7.64	7.6	5.44
2	3	8	7.55	7.11	8.18	7.7	7.36	7.2
3	1	8.26	8.02	7.32	8.51	8.23	7.9	6.76
3	2	8.4	8.15	7.18	8.41	7.68	7	7.86
3	3	8.27	8.02	7.24	8.26	7.49	7.23	7

Tratamento	Bloco	CE2.5 (mS.cm ¹)						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	1.42	0.82	2.69	3.66	2.76	3.53	3.44
1	2	1.74	1.79	4.10	4.43	2.30	3.04	2.55
1	3	2.83	1.61	2.44	2.41	4.48	4.01	2.55
2	1	1.64	2.64	3.77	4.70	2.41	3.53	1.95
2	2	2.84	1.21	3.04	3.92	1.53	1.62	2.96
2	3	1.71	2.72	1.93	3.20	3.16	4.25	3.90
3	1	1.47	1.22	2.84	3.84	2.62	2.43	2.04
3	2	0.77	0.92	4.87	3.75	6.03	2.80	2.40
3	3	1.17	1.59	2.78	2.02	2.03	3.93	5.90

➤ Costa de Sol ciclo 1

Tratamento	Bloco	pH						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	8.58	7.81	8.2	7.37	7.32	7.22	8.32
1	2	8.78	7.95	8.15	7.67	7.32	7.44	8.64
1	3	8.69	7.75	8.72	7.96	7	7.46	8.66
2	1	8.69	7.92	8.17	7.32	7	7.14	8.24
2	2	8.62	7.64	7.9	7.7	7.12	7.61	8.81
2	3	8.49	7.61	8.43	7.9	7.32	7.27	8.47
3	1	8.44	7.66	8.07	7.56	7.43	7.13	8.33
3	2	8.79	7.63	8.24	7.81	7.51	7.18	8.38
3	3	8.64	7.14	7.99	7.84	7.43	7.09	8.29

Tratamento	Bloco	CE2.5 (mS.cm ¹)						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	0.79	0.46	1.49	2.04	1.54	1.96	1.91
1	2	0.97	0.99	2.28	2.46	1.28	1.69	1.42
1	3	1.57	0.90	1.36	1.34	5.90	2.23	1.42
2	1	0.91	1.47	2.10	2.61	1.34	1.96	1.09
2	2	1.58	0.67	1.69	2.18	5.15	0.90	1.65
2	3	0.95	1.51	1.07	1.78	1.76	2.36	2.17
3	1	0.82	0.68	1.58	2.13	1.46	1.35	1.14
3	2	0.43	0.51	2.71	2.08	3.35	1.56	1.33
3	3	0.65	0.88	1.54	1.12	1.13	2.19	3.28

➤ **Costa de Sol ciclo 2**

Tratamento	Bloco	pH						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	8.29	8.2	7.29	8.61	8.44	6.4	6.65
1	2	8.14	7.96	7.23	8.33	7.55	7.64	6.56
1	3	7.5	7.97	7.24	8.23	7.41	7.64	7.0
2	1	8.3	7.49	7.04	8.72	8.62	7.2	7.72
2	2	8.08	7.75	6.99	8.34	7.64	7.6	5.44
2	3	8.0	7.55	7.11	8.18	7.7	7.36	7.2
3	1	8.26	8.02	7.32	8.51	8.23	7.9	6.76
3	2	8.4	8.15	7.18	8.41	7.68	7.0	7.86
3	3	8.27	8.02	7.24	8.26	7.49	7.23	7.0

Tratamento	Bloco	CE2.5 (mS.cm ¹)						
		Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1	1	4.04	2.67	2.18	2.45	2.91	3.30	3.63
1	2	1.92	1.76	1.80	3.63	2.85	3.31	0.68
1	3	2.89	1.19	1.10	4.61	3.91	4.69	1.02
2	1	3.11	2.47	2.23	1.65	1.41	2.16	1.56
2	2	2.75	2.55	3.64	2.34	2.47	2.81	0.94
2	3	3.32	1.34	1.79	4.51	3.91	3.09	1.22
3	1	5.87	1.77	3.46	1.44	3.03	3.30	1.00
3	2	2.47	2.77	3.53	3.63	2.78	3.80	1.27
3	3	3.77	2.49	3.81	3.55	2.46	2.83	1.67

Anexo III: Parâmetros de rendimento avaliadas no primeiro e segundo ciclos (representados em media de 5 plantas).

➤ **Massacre de Mbuzine Ciclo 1**

Bloco	Tratamento	Rendimento (ton/ha)	Nr de folhas	Área foliar (cm ²)	Teor de Clorofila
1	1	16.5	7	691.6	21.0
1	2	27.4	12	553.3	25.5
1	3	16.8	8	554.6	21.0
2	1	27.0	12	694.7	23.1
2	2	34.5	9	653.7	22.0
2	3	25.2	7	615.2	22.2
3	1	20.4	9	391.4	27.5
3	2	10.6	7	437.7	28.4
3	3	11.3	9	485.9	22.2

➤ **Massacre de Mbuzine Ciclo 2**

Bloco	Tratamento	Rendimento (ton/ha)	Nr de folhas	Área foliar (cm ²)	Teor de Clorofila
1	1	40.6	19	802.9	35.4
1	2	35.7	20	860.5	21.0
1	3	40.8	13	557.2	10.2
2	1	44.1	16	821.0	18.5
2	2	52.9	20	761.5	22.0
2	3	34.9	14	650.8	17.7
3	1	34.0	16	658.0	16.5
3	2	39.9	16	524.7	28.4
3	3	23.9	12	638.2	22.2

➤ **Costa de Sol Ciclo 1**

Bloco	Tratamento	Rendimento (ton/ha)	Nr de folhas	Área foliar (cm ²)	Teor de Clorofila
1	1	14.7	15	475.5	21.5
1	2	21.4	15	458.5	22.9
1	3	13.8	10	406.3	21.7
2	1	20.4	11	424.6	22.2
2	2	22.8	12	482.8	17.9
2	3	14.2	12	583.1	20.9
3	1	16.1	9	384.1	17.2
3	2	9.3	7	284.1	23.3
3	3	15.9	7	258.3	22.2

➤ **Costa de Sol Ciclo 2**

Bloco	Tratamento	Rendimento (ton/ha)	Nr de folhas	Área foliar (cm ²)	Teor de Clorofila
1	1	11.4	17	948.8	20.2
1	2	7.4	16	925.5	23.5
1	3	13.8	16	909.5	31.2
2	1	20.4	28	965.9	27.4
2	2	22.8	13	974.5	27.6
2	3	14.2	20	579.0	35.5
3	1	16.1	20	960.4	26.7
3	2	9.3	19	943.9	23.4
3	3	15.9	21	923.3	24.4

Anexo IV: Resumo dos resultados dos testes estatísticos

➤ pH Ciclo 1

Anova

```
. anova ph nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	3.30450588	7	.472072268	1.86	0.1793
nsalin	2.54627257	1	2.54627257	10.05	0.0100
trata	.062877882	2	.031438941	0.12	0.8846
nsalin#trata	.157011086	2	.078505543	0.31	0.7402
bloco	.538344343	2	.269172171	1.06	0.3815
Residual	2.53238898	10	.253238898		
Total	5.83689486	17	.343346756		

Teste de especificação

```
. swilk erro
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	18	0.94388	1.234	0.420	0.33721

```
. hettest erro
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 0.00

Prob > chi2 = 0.9535

Teste de comparação de médias

ph	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
1	7.174444	.1677428	B
2	7.926667	.1677428	A

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

➤ pH ciclo2

Anova

. anova ph nsalin trata nsalin#trata bloco

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	2.5762392	7	.368034172	1.06	0.4511
nsalin	1.91427246	1	1.91427246	5.51	0.0408
trata	.31071113	2	.155355565	0.45	0.6515
nsalin#trata	.11444465	2	.057222325	0.16	0.8503
bloco	.236810962	2	.118405481	0.34	0.7190
Residual	3.47238831	10	.347238831		
Total	6.04862752	17	.355801619		

Teste de especificação

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	18	0.91130	1.950	1.336	0.09071

. hetttest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 1.88

Prob > chi2 = 0.1707

Teste de comparação de médias

ph	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
1	6.91	.1964232	B
2	7.562222	.1964232	A

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

➤ Condutividade electrica ciclo 1

Anova

```
. anova ce nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.772505603	7	.110357943	0.27	0.9506
nsalin	.344450003	1	.344450003	0.85	0.3772
trata	.099477803	2	.049738901	0.12	0.8853
nsalin#trata	.111033331	2	.055516666	0.14	0.8730
bloco	.217544466	2	.108772233	0.27	0.7690
Residual	4.03332214	10	.403332214		
Total	4.80582774	17	.282695749		

Number of obs = 18 R-squared = 0.1607
 Root MSE = .635084 Adj R-squared = -0.4267

Teste de especificação

```
. swilk erro
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	18	0.95191	1.057	0.111	0.45578

```
. hettest erro
```

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

chi2(1) = 2.47
 Prob > chi2 = 0.1163

➤ Condutividade electrica ciclo 2

Anova

```
. anova ce nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	9.12657209	7	1.30379601	2.39	0.1022
nsalin	7.93347197	1	7.93347197	14.56	0.0034
trata	.279344465	2	.139672233	0.26	0.7788
nsalin#trata	.235144535	2	.117572268	0.22	0.8096
bloco	.678611117	2	.339305559	0.62	0.5561
Residual	5.4487893	10	.54487893		
Total	14.5753614	17	.857374199		

Number of obs = 18 R-squared = 0.6262
 Root MSE = .738159 Adj R-squared = 0.3645

Teste de especificação

```
. swilk errol
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
errol	18	0.90915	1.997	1.384	0.08312

```
. hettest errol
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: errol

chi2(1) = 8.40

Prob > chi2 = 0.0038

Teste de comparação de médias

ce	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
1	1.443333	.246053	B
2	2.771111	.246053	A

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

➤ Rendimento (ton/ha) Ciclo 1

Anova

```
anova rendimento nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Number of obs = 18 R-squared = 0.7370
 Root MSE = 4.8137 Adj R-squared = 0.5530

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	649.463358	7	92.7804796	4.00	0.0239
nsalin	22.2222201	1	22.2222201	0.96	0.3505
trata	589.440029	2	294.720014	12.72	0.0018
nsalin#trata	3.69777802	2	1.84888901	0.08	0.9239
bloco	34.1033309	2	17.0516654	0.74	0.5033
Residual	231.716658	10	23.1716658		
Total	881.180015	17	51.8341185		

Teste de especificação

```
. swilk erro3
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro3	18	0.91630	1.840	1.220	0.11119

```
. hettest erro3
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro3

chi2(1) = 0.63

Prob > chi2 = 0.4289

Teste de comparação de médias

rend	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
trata			
3	13.16667	1.800432	B
1	19.56667	1.800432	AB
2	27.16667	1.800432	A

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

➤ Rendimento (ton/ha) Ciclo 2

Anova

```
. anova nrend nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Number of obs = 18 R-squared = 0.8823
Root MSE = .264875 Adj R-squared = 0.8000

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	5.26139555	7	.751627936	10.71	0.0006
nsalin	4.55125923	1	4.55125923	64.87	0.0000
trata	.44478959	2	.222394795	3.17	0.0859
nsalin#trata	.208217022	2	.104108511	1.48	0.2727
bloco	.057129712	2	.028564856	0.41	0.6761
Residual	.70158745	10	.070158745		
Total	5.962983	17	.350763706		

Teste de especificação

```
. swilk errol

                Shapiro-Wilk W test for normal data

+-----+-----+-----+-----+-----+
Variable | Obs   W       V       z       Prob>z
+-----+-----+-----+-----+-----+
errol    |  18  0.94707   1.164   0.303   0.38087

. hettest errol

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

chi2(1)      =      0.10
Prob > chi2  =      0.7506
```

Teste de comparação de médias

nrend	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
2	14.58889	2.205374	B
1	38.53333	2.205374	A

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

➤ Número de Folhas Ciclo 1

Anova

```
anova nrfolhas nsalin trata nsalin#trata bloco

                Number of obs =      18      R-squared      = 0.9234
                Root MSE      = 1.43372      Adj R-squared = 0.8698

+-----+-----+-----+-----+-----+
Source   | Partial SS   df    MS           F       Prob > F
+-----+-----+-----+-----+-----+
Model    | 247.888889   7    35.4126984    17.23   0.0001
nsalin   |           128  1     128           62.27   0.0000
trata    | 93.4444444   2    46.7222222    22.73   0.0002
nsalin#trata | 8.33333333  2    4.16666667    2.03   0.1824
bloco    | 18.1111111   2    9.05555556    4.41   0.0425
Residual | 20.5555556  10   2.05555556
+-----+-----+-----+-----+-----+
Total    | 268.444444  17   15.7908497
```

Teste de especificação

```
. swilk erro
                                Shapiro-Wilk W test for normal data
Variable | Obs   W       V       z       Prob>z
-----|-----
erro    |   18  0.92045  1.749  1.118  0.13168

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

chi2(1)   =    1.47
Prob > chi2 = 0.2254
```

Teste de comparação de médias

nrfolhas	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
trata			
3	10.33333	1.394433	B
1	15.16667	1.394433	A
2	15.16667	1.394433	A

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

nrfolhas	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
2	10.88889	.9875772	B
1	16.22222	.9875772	A

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

➤ **Número de Folhas Ciclo 2**

Anova

```
. anova nrfolhas nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	485.055556	7	69.2936508	5.53	0.0080
nsalin	401.388889	1	401.388889	32.05	0.0002
trata	29.7777778	2	14.8888889	1.19	0.3442
nsalin#trata	32.4444444	2	16.2222222	1.30	0.3160
bloco	21.4444444	2	10.7222222	0.86	0.4537
Residual	125.222222	10	12.5222222		
Total	610.277778	17	35.8986928		

Number of obs = 18
 Root MSE = 3.53868
 R-squared = 0.7948
 Adj R-squared = 0.6512

Teste de especificação

```
. swilk erro2
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro2	18	0.95249	1.044	0.087	0.46533

Shapiro-Wilk W test for normal data

```
. hettest erro2
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
 Ho: Constant variance
 Variables: erro2

chi2(1) = 0.20
 Prob > chi2 = 0.6542

Teste de comparação de médias

nrfolhas	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
2	8.88889	1.104843	B
1	18.88889	1.104843	A

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

➤ Área foliar ciclo 1

Anova

anova areafoliar nsalin trata nsalin#trata bloco

Number of obs = 18 R-squared = 0.8503
 Root MSE = 64.0673 Adj R-squared = 0.7455

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	233111.445	7	33301.6351	8.11	0.0019
nsalin	96917.3716	1	96917.3716	23.61	0.0007
trata	132007.004	2	66003.502	16.08	0.0008
nsalin#trata	686.048204	2	343.024102	0.08	0.9205
bloco	3501.02165	2	1750.51083	0.43	0.6641
Residual	41046.1753	10	4104.61753		
Total	274157.621	17	16126.9189		

Teste de especificação

. swilk errol

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
errol	18	0.97892	0.463	-1.539	0.93816

. hettest errol

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: errol

chi2(1) = 0.13

Prob > chi2 = 0.7180

Teste de comparação de médias

areafoliar	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
trata			
3	373.5833	39.74231	B
1	523.3	39.74231	A
2	575.6833	39.74231	A

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

areafoliar	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
2	417.4778	35.08326	B
1	564.2333	35.08326	A

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

➤ Área foliar Ciclo 2

Anova

```
. anova areafoliar nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1139869.03	7	162838.433	2.86	0.0644
nsalin	826040.941	1	826040.941	14.52	0.0034
trata	3353.61332	2	1676.80666	0.03	0.9710
nsalin#trata	79991.5979	2	39995.799	0.70	0.5179
bloco	230482.878	2	115241.439	2.03	0.1825
Residual	568814.631	10	56881.4631		
Total	1708683.66	17	100510.804		

Number of obs = 18
 Root MSE = 238.498
 R-squared = 0.6671
 Adj R-squared = 0.4341

Teste de especificação

```
. swilk erro3
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro3	18	0.92050	1.748	1.117	0.13192

```
. hettest erro3
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
 Ho: Constant variance
 Variables: erro3

chi2(1) = 1.42
 Prob > chi2 = 0.2338

Teste de comparação de médias

areafoliar	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
nsalin			
2	697.2	40.47427	B
1	903.4222	40.47427	A

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

➤ Teor de clorofila ciclo 1

Anova

. anova clorofila nsalin trata nsalin#trata bloco

Number of obs = 18 R-squared = 0.5330
 Root MSE = 2.44729 Adj R-squared = 0.2060

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	68.343881	7	9.76341157	1.63	0.2331
nsalin	29.645001	1	29.645001	4.95	0.0503
trata	13.1211113	2	6.56055564	1.10	0.3714
nsalin#trata	16.8233326	2	8.41166631	1.40	0.2900
bloco	8.75443609	2	4.37721804	0.73	0.5055
Residual	59.8922189	10	5.98922189		
Total	128.2361	17	7.54329999		

Teste de especificação

```
. predict erro33, residual
. swilk erro33
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro33	18	0.95333	1.026	0.051	0.47960

```
. hettest erro3
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro3

chi2(1) = 2.85
Prob > chi2 = 0.0915

➤ Teor de clorofila Ciclo 2

Anova

```
. anova clorofila nsalin trata nsalin#trata bloco
```

Number of obs = 18 R-squared = 0.2844
Root MSE = 7.14714 Adj R-squared = -0.2165

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	203.038049	7	29.0054355	0.57	0.7671
nsalin	128.329094	1	128.329094	2.51	0.1440
trata	5.80859446	2	2.90429723	0.06	0.9450
nsalin#trata	66.9137801	2	33.45689	0.65	0.5404
bloco	1.9865799	2	.993289952	0.02	0.9808
Residual	510.81651	10	51.081651		
Total	713.854558	17	41.9914446		

Teste de especificação

```
. swilk erro4
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro4	18	0.95719	0.941	-0.122	0.54838

```
. hettest erro4
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: erro4

chi2(1) = 1.18
Prob > chi2 = 0.2778

Anexo V: Características químicas dos solos e do biofertilizante antes da implementação do experimento

Parâmetro	Na ⁺	K ⁺	Ntotal	P.assim.	C.O	M.O	pH _{H2O} (1:2.5)	CEe	Ca ²⁺	CTC
Unidade	[Cmolc/kg]	[Cmolc/kg]	[%]	[mg/Kg]	[%]	[%]	[-]	[mS/cm]	[Cmolc/kg]	[Cmolc/kg]
Massacre de Mbuzine	1.155	0.29	0.275	37.312	2.375	4.095	8.25	2.85	44.2	6.9
Costa do sol	4.11	0.635	0.535	43.718	2.53	4.365	8.65	4.21	71.8	6.09

Parâmetro	Na ⁺ troca	K ⁺ troca	Ntotal	P.assim	C.O.	M.O.	pH _{H2O}	CE	Ca ²⁺	CTC
Unidades	[Cmolc/kg]	[Cmolc/kg]	[%]	[mg/Kg]	[%]	[%]	[-]	[mS/cm]	[Cmolc/kg]	[Cmolc/kg]
Biofertilizante Ciclo 1	1.31	0.26	0.48	24.640	2.00	3.44	8.40	0.660	44.40	7.67
Biofertilizante Ciclo 2	1.49	0.25	0.54	23.514	2.65	4.57	8.40	0.753	44.00	8.48