



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA/SEDE**

BRUNO VITOR MENDES DE VASCONCELOS

**RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO
OBRIGATÓRIO: INTEGRAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E
ANALÍTICAS NO LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO**

RECIFE

Dezembro, 2025

BRUNO VITOR MENDES DE VASCONCELOS

**INTEGRAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E ANALÍTICAS NO
LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO**

Relatório apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Estágio Supervisionado Obrigatório do
Curso de Bacharelado em Agronomia/Sede.

Professor Orientador: **Prof. Dr. Edivan Rodrigues
de Souza**

Supervisor: **Prof. Dr. Edivan Rodrigues de Souza**

RECIFE

2025

ANUÊNCIA DO PROF. ORIENTADOR E DO SUPERVISOR DO ESO

Declaro, para os devidos fins, que Bruno Vitor Mendes de Vasconcelos, estudante do curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA/SEDE, está autorizado(a) a entregar o Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório.

Recife, 15 de dezembro de 2025.

Prof. Dr. Edivan Rodrigues de Souza

IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO

Identificação da Empresa:

Nome: Grupo de Pesquisa Solo-Água-Planta

Endereço: Av. Dom Manoel de Medeiros S/N

CEP: CEP: 52171-900

Bairro: Dois Irmãos

Município: Recife

Estado: Pernambuco

Área na empresa onde foi realizado o estágio: Ecofisiologia de plantas cultivadas sob estresses abióticos, com destaque para o déficit hídrico e a salinidade

Data de início: 01/09/2025

Data de término: 01/12/2025.

Duração: 210 horas

Nome do profissional responsável pelo estágio (Supervisor): Edivan Rodrigues de Souza

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O GSAP sediado no Laboratório de Física do Solo da UFRPE/SEDE, Campus Recife, Dois Irmãos, consolidou-se como uma referência na investigação da ecofisiologia de plantas cultivadas sob estresses abióticos, com destaque para o déficit hídrico e a salinidade, temas fundamentais para a sustentabilidade agrícola no semiárido brasileiro. O GSAP orienta suas ações para a produção de conhecimento científico voltado ao manejo e à conservação do solo, buscando soluções sustentáveis e aplicáveis em regiões marcadas pela limitação hídrica e pela degradação físico-química dos solos. O grupo também mantém o compromisso de integrar ensino, pesquisa e inovação, contribuindo para a formação de pesquisadores críticos, tecnicamente capacitados e aptos a transformar desafios ambientais em oportunidades para o desenvolvimento agrícola e para a gestão responsável dos recursos naturais.

O Estágio Curricular Obrigatório foi desenvolvido por meio de uma parceria institucional com o GSAP (Figura 1). As atividades ocorreram principalmente no Laboratório de física do solo, ambiente destinado à realização de análises e procedimentos experimentais, e na casa de vegetação do laboratório, utilizada para estudos envolvendo fisiologia vegetal, manejo hídrico e experimentação em condições controladas. Além desses espaços, o estágio contou também com a integração ao Laboratório de microbiologia do solo e Laboratório de química ambiental do solo, ampliando o contato com diferentes abordagens analíticas e contribuindo para uma formação científica mais abrangente.



Figura 1. Grupo de Pesquisa Solo-Água-Planta, composto por discentes de graduação, mestrandos, doutorandos e pós-graduandos envolvidos em estudos integrados sobre solo, água, planta e ambiente. Fonte: Autor

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	7
2.ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	9
2.1 Produção de mudas de Atriplex nummularia L. sob diferentes substratos e irrigação com água salobra.....	10
2.2 Fitotecnologia com uso de halófitas para recuperação de áreas degradadas no Semiárido Brasileiro.....	15
2.3 Atividades Complementares.....	20
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

A compreensão aprofundada do solo constitui um dos fundamentos essenciais da Agronomia, uma vez que sua composição física, química e biológica determina diretamente a produtividade das culturas e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, aproximadamente 95% dos alimentos produzidos no mundo dependem direta ou indiretamente do solo, reforçando sua centralidade para a segurança alimentar global (FAO, 2022).

Em ambientes tropicais, como os do Brasil, a maioria dos solos apresentam elevado grau de intemperismo, acidez natural e baixa disponibilidade de nutrientes, fatores que exigem conhecimento técnico especializado para orientar práticas de manejo, correção e conservação. Esses desafios tornam-se ainda mais relevantes quando se considera o avanço da salinização dos solos, reconhecida atualmente como um dos principais problemas globais de degradação. Estima que mais de 833 milhões de hectares no mundo apresentam algum nível de salinização, afetando principalmente regiões semiáridas e áreas irrigadas (FAO, 2021), onde se concentram, atualmente, as terras mais intensamente cultivadas; com o uso da irrigação, o risco de tornar os solos salinizados ou alcalinizados é mais sério ainda. FAO/UNESCO (1973) destaca que os aspectos edafoclimáticos, presença de lençóis freáticos elevados, irrigação e drenagem inadequadas, em muito contribuem para o processo de salinização. O conjunto desses fatores e a ação do homem, sob diferentes níveis, imprimem uma grande variabilidade aos solos (Albuquerque *et al.*, 1996).

A salinização dos solos, além de configurar um problema ambiental de grande magnitude, compromete significativamente a produtividade agrícola em escala global, seja por reduzir o rendimento de cultivos já estabelecidos, seja por inviabilizar a expansão de novas áreas agricultáveis (Flowers, 2004; Munns *et al.*, 2006). Diante desse cenário, a literatura aponta que a recuperação de ambientes afetados por sais demanda intervenções sistemáticas e tecnicamente embasadas. Qadir *et al.* (2007) ressaltaram que práticas de manejo e reabilitação adequadas são imprescindíveis, considerando o elevado valor estratégico da terra agrícola e a necessidade de mitigar perdas socioeconômicas decorrentes da degradação salina. Em complemento, Ravindran *et al.* (2007) descrevem diferentes abordagens passíveis de serem adotadas, como o uso de vegetação halófitas, a aplicação de corretivos químicos e orgânicos e, em situações mais severas, a implementação de técnicas

mecânicas de remediação que envolvem a remoção de camadas do solo excessivamente afetadas.

Nesse contexto, a compreensão dos mecanismos fisiológicos das plantas torna-se central para explicar a capacidade diferencial das espécies em tolerar ambientes salinizados. O estresse salino é amplamente reconhecido por causar redução da taxa fotossintética, resultado do fechamento estomático, de desequilíbrios iônicos e do aumento das exigências osmóticas impostas às células vegetais, conforme discutido por Flowers e Colmer (2015). As plantas halófitas, como a *Atriplex nummularia* Lindl, são classificadas como plantas que podem tolerar altas concentrações de íons, principalmente de Na⁺ e Cl⁻ em solos afetados por sais (Lu, *et al.*, 2021). De Souza *et al.* (2012) observaram que o estresse salino promove modificações anatômicas e ajustes fisiológicos capazes de manter a integridade metabólica da espécie, assegurando sua funcionalidade mesmo sob condições ambientais adversas. De forma complementar, Paulino *et al.* (2020) evidenciaram que os tricomas vesiculares, característicos do gênero *Atriplex*, exercem funções essenciais na regulação da fotossíntese, no ajuste osmótico e na modulação de atividades enzimáticas sob condições de elevada salinidade.

Além desses mecanismos de tolerância, avanços recentes indicam que a salinidade pode, inclusive, ampliar o potencial fitorremediador de espécies halófitas. Araújo *et al.* (2025) demonstraram que a exposição ao sal aumenta significativamente a capacidade de *Atriplex nummularia* em absorver e translocar cádmio, reforçando seu potencial para estudos ecofisiológicos e como ferramenta promissora para estratégias de remediação em ambientes degradados

Nesse cenário, a articulação entre a compreensão dos mecanismos fisiológicos das plantas e o conhecimento das propriedades do solo torna-se fundamental para interpretar e manejar adequadamente ambientes submetidos a estresses abióticos. É justamente sob essa perspectiva integradora que se insere o trabalho desenvolvido pelo Grupo de pesquisa em ecofisiologia de plantas cultivadas em solo sob estresses abióticos, conhecido como Grupo de pesquisa Solo-Água-Planta (GSAP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, cuja atuação se concentra no estudo aprofundado da salinidade, do déficit hídrico, de ambientes contaminação por metais pesados e de outros fatores que afetam o crescimento e a

produtividade vegetal. O grupo mantém tradição consolidada na investigação de espécies halófitas, especialmente *Atriplex nummularia*, que se destaca como organismo central em experimentos voltados à fitorremediação. Trabalhos conduzidos por De Souza *et al.* (2011, 2012); De Melo *et al.*, (2016, 2017); Lins *et al.*, (2018); Paulino *et al.* (2020); Rêgo Junior *et al.*, (2024) e o mais recentemente, Araújo *et al.* (2025), exemplificam a consistência científica do GSAP ao abordar temas como ajuste osmótico, deposição de sais, funcionamento dos tricomas vesiculares, mecanismos antioxidantes e respostas metabólicas de halófitas sob condições extremas.

Dessa forma, as evidências científicas produzidas sobre *Atriplex nummularia*, especialmente no contexto dos estudos conduzidos pelo GSAP, reforçam como a compreensão dos mecanismos fisiológicos das plantas, quando articulada ao conhecimento das propriedades do solo, amplia significativamente a capacidade de diagnosticar, manejar e recuperar ambientes impactados por estresses abióticos. Essa integração teórica e prática constitui a base científica necessária para que o agrônomo desenvolva intervenções precisas, previna processos de degradação e promova sistemas agronômicos mais eficientes e sustentáveis, assegurando a conservação do solo como recurso estratégico para as gerações futuras. Nesse contexto, objetivou-se a realização do ESO no Laboratório de Física do Solo da UFRPE, em parceria com o GSAP, a fim de consolidar a formação prática e aprofundar o conhecimento técnico-científico do discente.

2.ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O conjunto de atividades teve como foco central a participação em experimentos de estudo da fisiologia e do desenvolvimento de *Atriplex nummularia*, espécie reconhecida por sua elevada tolerância à salinidade e por seu potencial de uso em sistemas agrícolas de ambientes semiáridos (Figura 2). A condução do experimento com *Atriplex nummularia* teve como objetivo central desenvolver um protocolo eficiente de propagação de mudas, uma vez que essa halófito apresenta baixo percentual de pagamento e desafios no estabelecimento inicial. Trata-se de uma

espécie de grande interesse para a recuperação de áreas degradadas pela salinidade, além de possuir potencial para produção de forragem, geração de biomassa para lenha e, em alguns contextos, aplicações alimentares (Moura, 2016). Contudo, seu uso ainda permanece limitado pela falta de técnicas consolidadas de propagação e manejo inicial. Assim, aprimorar os métodos de produção de mudas constitui um passo fundamental para ampliar a disponibilidade da espécie, favorecer sua adoção em projetos de reabilitação ambiental e fortalecer seu aproveitamento sustentável em ambientes afetados pela salinidade.

2.1 Produção de mudas de *Atriplex nummularia* L. sob diferentes substratos e irrigação com água salobra

O primeiro experimento acompanhado é intitulado de “Produção de mudas de *Atriplex nummularia* Lindl. sob diferentes substratos e irrigação com água salobra” foi conduzido em ambiente protegido e teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de *Atriplex nummularia* Lindl. submetidas a diferentes substratos e níveis de salinidade, permitindo verificar influência do sal no crescimento inicial da espécie em condições controladas. Inicialmente, foi realizada a montagem do ambiente experimental, estruturado a partir de um sistema hidropônico composto por bandejas plásticas rígidas revestidas com lona impermeável, dispostas para acomodar os recipientes com as mudas (Figura 2). As bandejas foram abastecidas com solução nutritiva a meia força, acrescida de diferentes concentrações de NaCl, permitindo estabelecer gradientes controlados de salinidade para avaliar o efeito do estresse salino no crescimento inicial da espécie.



Figura 2. Estrutura experimental utilizada para o cultivo hidropônico das mudas, com distribuição dos tratamentos em bandejas organizadas por níveis de salinidade. Fonte: Autor.

A estrutura foi planejada para atender às demandas fisiológicas de *Atriplex nummularia* Lindl, incorporando um sistema de aeração contínua (Figura 3) para garantir adequada oxigenação da solução nutritiva e promover o desenvolvimento radicular. Esse arranjo hidropônico assegurou condições uniformes de cultivo dentro de cada tratamento, viabilizando o controle preciso da disponibilidade de água, nutrientes e níveis de salinidade ao longo do experimento.



Figura 3. Estrutura do sistema hidropônico equipado com bomba de oxigenação, utilizada para garantir aeração adequada da solução nutritiva. Fonte: Autor.

Foram utilizados três tipos de substratos: pó de coco, solo e areia lavada (Figura 4A, 4B e 4C); que foram escolhidos por apresentarem características físicas contrastantes, especialmente no que se refere à retenção de água, granulometria e porosidade. Cada substrato foi previamente pesado e acondicionado em recipientes plásticos padronizados, assegurando uniformidade de volume e permitindo comparação consistente entre as unidades experimentais.



Figura 4. A) Pó de coco utilizado como substrato inerte no cultivo em ambiente controlado. B) Solo empregado no cultivo experimental. C) Areia lavada utilizada como substrato de apoio. Fonte: Autor.

Após esse preparo, os recipientes foram organizados na estrutura de acordo com o tratamento da solução salobra (Figura 5), possibilitando avaliar o comportamento inicial das mudas de *Atriplex nummularia* Lindl em ambientes com diferentes propriedades físicas de suporte.



Figura 5. Disposição das mudas sob diferentes substratos, em bandejas contendo soluções salobras com distintas doses de NaCl. Fonte: Autor.

Foram preparadas soluções contendo seis concentrações de NaCl (0, 10, 15, 25, 35 e 45 mmol), de modo a estabelecer diferentes níveis de sal suplementar na solução nutritiva. Paralelamente, elaborou-se a solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) utilizada no experimento (Figura 6), preparada para fornecer os macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento inicial das mudas. Após o preparo, cada solução foi cuidadosamente distribuída nas bandejas correspondentes, garantindo a aplicação correta de cada concentração de NaCl aos respectivos tratamentos.



Figura 6. Etapa de preparação da solução nutritiva utilizada no sistema hidropônico.

Fonte: Autor.

Durante todo o período do experimento, foi realizado o acompanhamento semanal das plantas (Figura 7A), incluindo o monitoramento visual de sintomas de possível estresse e desenvolvimento (altura). Esse acompanhamento também envolveu o abastecimento periódico das bandejas com solução nutritiva, garantindo a manutenção da condutividade elétrica e dos níveis de sais previstos para cada tratamento. Para quantificar o desenvolvimento das plantas, foram realizadas avaliações ao longo dos 120 dias de experimento, com coletas a cada 30 dias, totalizando quatro campanhas de monitoramento. Em cada avaliação, foram mensuradas a altura das mudas, a fluorescência da clorofila e a condutância estomática. As medições fisiológicas foram conduzidas com instrumentos específicos: o fluorômetro, utilizado para estimar a eficiência fotoquímica e a integridade do aparato fotossintético, e o porômetro (Figuras 7B e 7C), empregado para determinar a condutância estomática. Esse conjunto de análises permitiu caracterizar de maneira integrada o desempenho fisiológico e o crescimento das mudas nas diferentes condições experimentais.



Figura 7.A) Acompanhamento semanal das mudas de *Atriplex nummularia* Lindl., monitorando seu desenvolvimento sob diferentes condições de cultivo; B) Preparação do equipamento para leitura da condutância estomática e C) Detalhe do Porômetro equipamento utilizado para as medições em mudas de *Atriplex nummularia* Lindl. cultivadas em diferentes substratos e águas salobras. Fonte: Autor

2.2 Fitotecnologia com uso de halófitas para recuperação de áreas degradadas no Semiárido Brasileiro

O segundo experimento, intitulado “Fitotecnologia com uso de halófitas para recuperação de áreas degradadas no Semiárido Brasileiro”, foi conduzido em ambiente protegido. Seu objetivo principal foi o estabelecimento e fortalecimento de mudas de *Atriplex nummularia* Lindl para posterior cultivo em áreas degradadas, com foco em ambientes afetados por salinização e condições físicas adversas do solo. Inicialmente, as mudas foram obtidas por estaquia (Figura 8) a partir de uma planta matriz da espécie.



Figura 8. A) Confecção das mudas de *Atriplex nummularia* Lindl. Fonte: Autor

Os propágulos foram selecionados e padronizados, procedendo-se à remoção do excesso de folhas para favorecer o enraizamento e reduzir a perda de água por transpiração, e posteriormente, cultivados em sistema hidropônico para padronização do enraizamento (Figura 9A, 9B e 9C).



Figura 9: A) Propágulos selecionados após remoção do excesso de folhas. B) Padronização do tamanho para todas as estacas. C) Processo de enraizamento para confecção de mudas de *Atriplex nummularia* Lindl. Fonte: Autor

Após aproximadamente um mês, as mudas já enraizadas foram transplantadas para sacos contendo solo, onde permaneceram por mais três meses para crescimento e aclimação antes do transplante definitivo para o ambiente degradado. Para garantir condições adequadas de irrigação nessa fase, foi instalado um sistema de microaspersão, proporcionando maior automação e uniformidade na aplicação de água (Figura 10A e 10B).



Figura 10.A) Estrutura de microaspersão utilizada para o fornecimento automático de água, programada para realizar irrigações em intervalos pré-definidos. B) Mudas de *Atriplex nummularia* Lindl. já estabelecidas em local adequado, posicionadas de forma a receber a irrigação. Fonte: Autor

O solo utilizado no experimento foi inicialmente secado ao ar, destorroado (Figura 11A e 11B) homogeneizado e peneirado em malha com abertura de 4 mm para o preenchimento dos vasos. Para a caracterização física e química, foram retiradas subamostras do material, as quais foram passadas em peneira de 2 mm. Em seguida, foi realizada a determinação da capacidade de pote (CP), etapa fundamental para estabelecer os valores correspondentes à capacidade máxima de retenção de água no solo (CMRA). Com base nessa determinação, os lisímetros de pesagem foram calibrados, definindo-se o peso correspondente a 95% da CMRA. Após essa etapa, o rejeito de mineração previamente preparado foi distribuído uniformemente nos vasos, devidamente pesados, e então procedeu-se ao transplante das mudas (Figura 11C). A partir desse momento, o manejo hídrico passou a ser controlado pelo monitoramento diário do lisímetro, garantindo que os vasos permanecessem próximos a 95% da CMRA. Assim, o lisímetro eram pesados diariamente e a reposição de água era realizada com base no valor de referência.



Figura 11. A) Material sendo preparado para o destorroamento, etapa inicial do processamento do solo antes do uso experimental. B) Solo após destorroamento, sendo passado em peneira de 4 mm para padronização e obtenção da fração adequada ao preenchimento dos vasos. C) Mudanças transplantadas para os vasos contendo o solo já peneirado e distribuído uniformemente, dando início à fase de estabelecimento das plantas. Fonte Autor.

Após o estabelecimento das mudas no rejeito, foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento equipado com emissores autocompensantes, além de um sistema de filtragem e uma bomba hidráulica, garantindo pressão adequada, maior precisão, regularidade e automatização no suprimento hídrico (Figura 12).



Figura 12. Sistema de irrigação por gotejamento utilizado no experimento, composto por emissores autocompensantes distribuídos ao longo da linha lateral. Fonte: Autor.

Além das atividades diretamente relacionadas ao cultivo das mudas, o estágio também proporcionou o estudo detalhado do rejeito de mineração, incluindo análises fundamentais de física e química do solo. Entre as avaliações físicas, foram realizadas determinações de densidade do solo e granulometria, permitindo caracterizar a estrutura, textura e comportamento físico do material (Figura 13A e 13B). No âmbito químico, foram conduzidas análises como a determinação do pH em água, essenciais para compreender as condições químicas do rejeito e sua influência no desenvolvimento das plantas.



Figura 13. A) Preparação da amostra para a análise granulométrica, com adição de dispersante ao solo. B) Garrafas contendo as amostras no agitador tipo Wagner durante o processo de dispersão.
Fonte: Autor.

2.3 Atividades complementares

Além das etapas diretamente vinculadas aos experimentos principais, o estágio também envolveu um conjunto de atividades complementares que contribuíram de maneira significativa para a formação técnica, científica e operacional no âmbito da pesquisa em solos, plantas e ambientes degradados.

Durante o período de estágio, um dos pontos de destaque foi a participação na pesquisa intitulada “Qualidade do solo e componentes fisiológicos de plantas sob diferentes sistemas de manejo na área de fruticultura do Vale de São Francisco”. Esta pesquisa avalia como diferentes manejos na cultura da uva afetam a qualidade física do solo e os estoques de carbono orgânico no Vale do São Francisco. A intensificação agrícola na região, marcada pelo uso de máquinas, revolvimento do solo e alta demanda produtiva, que tem provocado degradação estrutural e redução da matéria orgânica, comprometendo a fertilidade e contribuindo para maiores emissões de gases de efeito estufa. Uma atividade de destaque foi a participação em procedimentos relacionados à avaliação da fertilidade do solo, com ênfase no acompanhamento das análises de fósforo disponível (Figura 14). Essa etapa envolveu a observação do processo de extração do nutriente pelo método Mehlich-1 e sua posterior quantificação por espectrofotometria, técnica que forma o complexo fósforo-molibdico e permite estimar a fração realmente assimilável pelas plantas. Essa vivência possibilitou compreender, de forma prática, a importância do fósforo como nutriente essencial e seu papel na dinâmica química do solo e na disponibilidade para as culturas agrícolas.



Figura 14. Participação nas etapas de análise de fósforo disponível no solo, incluindo preparo das amostras, extração pelo método Mehlich-1 e leitura espectrofotométrica. Fonte: Autor.

De forma integrada ao cotidiano do laboratório, foram desenvolvidas atividades gerais essenciais para o bom funcionamento das rotinas experimentais, como a identificação, seleção e preparo de materiais utilizados em experimentos; a lavagem e organização de vidrarias e a calibração de equipamentos (como o condutivímetro e o pHmetro) (Figura 15A e 15B) , garantindo precisão nas análises e confiabilidade nos resultados obtidos. Também foram realizadas atividades de manutenção, limpeza e organização da casa de vegetação (Figura 15C), assegurando condições adequadas para o desenvolvimento dos experimentos e para a conservação das estruturas de cultivo.



Figura 15. A) Condutivímetro utilizado para determinação da condutividade elétrica das soluções e monitoramento da salinidade no preparo e manejo do experimento. B) pHmetro empregado na medição do pH das amostras, assegurando o controle das condições químicas dos substratos e soluções utilizadas. C) Atividades de manutenção e limpeza realizadas na casa de vegetação. Fonte: Autor.

A participação em reuniões do grupo de pesquisa constituiu outra atividade relevante, proporcionando troca de conhecimentos, discussão de resultados parciais, planejamento de novas etapas e integração com outros projetos desenvolvidos pelo Grupo Solo-Água-Planta (Figura 16). Além disso, o estágio envolveu a execução de tarefas relacionadas à elaboração e revisão de relatórios contribuindo para o desenvolvimento da autonomia, responsabilidade e capacidade de organização no ambiente científico.



Figura 16. Grupo de pesquisa Solo-Água-Planta Fonte: Autor.

CONCLUSÕES

O conjunto de atividades desenvolvidas ao longo deste estágio permitiu uma imersão ampla e significativa no universo da pesquisa científica aplicada à recuperação de áreas degradadas, ao estudo da salinidade e ao entendimento das interações solo-planta. A participação nos experimentos com *Atriplex nummularia* Lindl. possibilitou vivenciar desde a preparação de mudas e montagem de sistemas de irrigação até o monitoramento fisiológico e o cultivo em rejeitos, proporcionando uma compreensão sólida dos desafios e possibilidades associados ao cultivo da halófito.

Da mesma forma, as atividades complementares, envolvendo análises físicas, químicas e biológicas do solo, rotinas laboratoriais e manutenção da casa de vegetação, contribuíram para ampliar a visão sobre a complexidade dos processos que sustentam a pesquisa científica. Esses procedimentos fortaleceram habilidades essenciais, como organização, precisão experimental, trabalho em equipe e interpretação de dados, consolidando uma formação mais completa e integrada.

O estágio também permitiu desenvolver senso crítico, autonomia e responsabilidade no acompanhamento dos experimentos, além de proporcionar convivência com pesquisadores e colegas que contribuíram continuamente para o aprendizado. A participação em reuniões e a elaboração de relatórios reforçaram a importância da comunicação científica e da sistematização de informações.

Assim, as experiências adquiridas ao longo desse período representaram não apenas um avanço técnico, mas também um amadurecimento acadêmico e profissional, culminando em uma compreensão mais profunda dos processos que envolvem a pesquisa em solos, plantas e ambientes degradados. Esse percurso, marcado por desafios e descobertas, contribuiu de forma decisiva para a construção de bases sólidas que certamente auxiliarão nos próximos passos da trajetória científica do estagiário como engenheiro agrônomo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; FIORIN, J.E.; REINERT, D.J.; MUTTI, L.S.M.; SILVA, E.P. da. Variabilidade espacial do solo e produção do milho. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, v.20, n.1, p.151-157, 1996.
- ARAÚJO, C. A. F.; SOUZA PAULINO, M. K.; COSTA, D. H. Gomes da; SILVA, A. R. da; LEAL, L. Y. de C.; NUNES, J. A.; BEZERRA, F. S.; BERTO, S. D. da C.; GONÇALVES, W. J. F.; ARAÚJO DO NASCIMENTO, C. W.; SOUZA, E. R. *Soil salinity improves the capacity of *Atriplex nummularia* Lindl. to phytoextract cadmium*. *Journal of Hazardous Materials*, v. 491, 137955, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.137955>.
- DE SOUZA, E. R.; FREIRE, M. B. G. S.; MELO, H. F. *et al.* Biomass, anatomical changes and osmotic potential in *Atriplex nummularia* Lindl. cultivated in sodic saline soil under water stress. *Environmental and Experimental Botany*, v. 82, p. 20–27, 2012.
- DE SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; MATOS, J. A. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. *Agricultural Water Management*, v. 99, p. 26–32, 2011. DOI: 10.1016/j.agwat.2011.08.002.
- DE MELO, H. F.; DE SOUZA, E. R.; ALMEIDA, B. G.; FREIRE, M. B. G. S.; MAIA, C. E. Growth, biomass production and ions accumulation in *Atriplex nummularia* Lindl grown under abiotic stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 2, p. 144–151, 2016. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n2p144-151.
- DE MELO, H. F.; DE SOUZA, E. R.; CUNHA, J. C. Fluorescence of chlorophyll *a* and photosynthetic pigments in *Atriplex nummularia* under abiotic stresses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 4, p. 232–237, 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p232-237.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Day: FAO highlights threat of soil salinization to food security. 2022. Disponível em:

<https://www.fao.org/newsroom/detail/world-soil-day-fao-highlights-threat-of-soil-salinization-to-food-security-031221/en>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Global Map of Salt-Affected Soils. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb9910en/cb9910en.pdf>.

FAO/UNESCO - Irrigation, drainage and salinity. An international sourcebook. Paris. HUTCHINSON/FAO/UNESCO, 1973. 510p.

FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. *Annals of Botany*, v. 115, n. 3, p. 327–331, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcv052>.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. *The water-culture method for growing plants without soil*. Berkeley: University of California, 1950. 32 p. (California Agricultural Experiment Station Circular, 347).

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.

LINS, C. M. T.; DE SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; PAULINO, M. K. S. S.; DOURADO, C. S.; LEAL, L. Y. C.; SANTOS, M. A. Pressure-volume (P–V) curves in *Atriplex nummularia* Lindl. for evaluation of osmotic adjustment and water status under saline conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 124, p. 155–159, 2018. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.01.014.

LU, C., YUAN, F., GUO, J., HAN, G., WANG, C., CHEN, M., & WANG, B. Current understanding of role of vesicular transport in salt secretion by salt glands in recretohalophytes. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 4, p. 2203, 2021.

MOURA, E. S. R.; COSME, C. R.; DIAS, N. S.; PORTELA, J. C.; SOUZA, A. C. M. Produção e qualidade forrageira da erva-sal irrigada com rejeito da dessalinização por osmose reversa. *Revista Caatinga*, v. 29, n. 1, p. 1–10, 2016. DOI:

10.1590/1983-21252016v29n101rc.

Disponível

em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3745>.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 651–681, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>.

PAULINO, M. K. S. S. *et al.* Influence of vesicular trichomes of *Atriplex nummularia* on photosynthesis, osmotic adjustment, cell wall elasticity and enzymatic activity. 2020.

QADIR, M. *et al.* Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. *Advances in Agronomy*, v. 96, p. 197-247, 2007.

RAVINDRAN, K. C.; VENKATESAN, K.; BALAKRISHNAN, V.; CHELLAPPAN, K. P.; BALASUBRAMANIAN, T. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 39, p. 2661–2664, 2007. DOI: 10.1016/j.soilbio.2007.02.005.

RÊGO, JUNIOR; SOUZA; SANTOS; LEAL; LINS; SILVA;PAULINO.. *Nutritional management and physiological responses of Atriplex nummularia Lindl. on the improvement of phytoextraction in salt-affected soil. International Journal of Phytoremediation*, v. 26, n. 13, p. 2194-2205, nov. 2024. DOI: 10.1080/15226514.2024.2379608.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* (Ed.). *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1085202/1/ManualdeMetodosdeAnalisedoSolo.pdf>.