UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL

***CAMPUS* ARAPIRACA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE – PPGAA

MESTRADO EM AGRICULTURA E AMBIENTE

HUGO RODRIGUES DOS SANTOS

ALTERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS NA CULTURA DO COENTRO IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DISTINTOS AMBIENTES DE CULTIVO

ARAPIRACA

2025

Hugo Rodrigues dos Santos

Alterações morfofisiológicas na cultura do coentro irrigado com diferentes lâminas e adubação nitrogenada em distintos ambientes de cultivo

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, para a obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Aurélio Lins dos Santos

Coorientadora: Dr.ª Julianna Catonio da Silva

Arapiraca

2025

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
***Campus* Arapiraca**
Biblioteca Setorial *Campus* Arapiraca - BSCA

S237a Santos, Hugo Rodrigues dos
Alterações morfofisiológicas na cultura do coentro irrigado com diferentes lâminas e adubação nitrogenada em distintos ambientes de cultivo [recurso eletrônico] / Hugo Rodrigues dos Santos. – Arapiraca, AL, 2025.
71 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Aurélio Lins dos Santos.
Coorientadora: Dr.ª Julianna Catonio da Silva.
Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, AL, 2025.
Referências: f. 58-71.

1. Coriandrum sativum L. 2. Manejo de irrigação. 3. Ureia. 4. Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento de Água pelas Plantas (SLIMCAP). I. Santos, Márcio Aurélio Lins dos, orient. II. Silva, Julianna Catonio da, coorient. III. Título.

CDU 631

Bibliotecário responsável: Nestor Antonio Alves Junior
CRB - 4 / 1557

Hugo Rodrigues dos Santos

Alterações morfofisiológicas na cultura do coentro irrigado com diferentes lâminas e adubação nitrogenada em distintos ambientes de cultivo

Dissertação apresentada à universidade federal de alagoas como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, para a obtenção do título de mestre em Agricultura e Ambiente.

Data de apresentação: 03/07/2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Márcio Aurélio Lins dos Santos
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Orientador)

Dr.ª Julianna Catonio da Silva
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca, PNPD/PPGAA
(Coorientadora)

Prof. Dr. Cícero Gomes dos Santos
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

Prof.ª Dr.ª Lígia Sampaio Reis
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA
(Examinadora)

“Quem fala menos, ouve melhor.
E quem ouve melhor, aprende mais”.

(Chico Xavier)

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais Nazilda Duda dos Santos e Antônio Rodrigues dos Santos, que sempre foram minha base e referência.

A minha Esposa, amiga e companheira Isabel Vitória Gonzaga de Oliveira, pela paciência, ajuda, amor e incentivo para que eu possa sempre alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos, Amauri Rodrigues, Allan Rodrigues, Débora Rodrigues e Andréa Rodrigues pelo companheirismo e cumplicidade.

As minhas sobrinhas Alana Rodrigues, Alice Rodrigues, Geane Ferreira e aos meus sobrinhos Kalel Daniel e Théo.

A minha sogra Neide Gonzaga e cunhados, Esdras, Israel, Isaias e David, por terem se tornado uma ótima família ao longo desse tempo de convívio e por todo carinho e atenção recebido.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela vida, pelas oportunidades e por permitir que tudo isso aconteça, por ter me dado saúde e força para superar todos os obstáculos e, ainda assim, permanecer de pé. Toda honra e glória a Ele sejam dadas.

Aos meus pais, Nazilda Duda dos Santos e Antônio Rodrigues dos Santos, por sempre estarem ao meu lado, acreditando, me dando forças para continuar e não mediram esforços para me apoiar.

Agradeço, em especial, ao meu grande amor, minha esposa Isabel Vitória Gonzaga de Oliveira, que além de sempre me ajudar com os trabalhos acadêmicos, sempre me dá força, estando ao meu lado em todos os momentos, bons e ruins, e me mostrando que posso ser uma pessoa melhor, todos os dias. Agradeço por sempre me mostrar o lado bom das coisas, por ter sido a pessoa que mais me incentivou e apoiou a tentar o mestrado. Sem ela, a realização desta etapa não seria possível.

Aos meus irmãos Amauri Rodrigues, Allan Rodrigues, Débora Rodrigues e Andréa Rodrigues, as minhas sobrinhas Alana Rodrigues, Alice Rodrigues, Geane Ferreira e aos meus sobrinhos Kalel Daniel e Théo.

A minha sogra Neide Gonzaga e cunhados, Esdras, Israel, Isaias e David, por terem se tornado uma ótima família ao longo desse tempo.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Márcio Aurélio Lins dos Santos, agradeço-o imensamente pela orientação, pelo acolhimento desde quando ingressei no Grupo Irriga, por todo apoio, amizade, incentivo, paciência, dedicação, suporte e oportunidades que me foram dadas e por não medir esforços para que as coisas se realizem, sempre estando disposto a ajudar.

A minha coorientadora Drª. Julianna Catonio, por toda ajuda, dedicação, paciência, atenção, suporte, ensinamentos, por toda a ajuda na realização deste trabalho e por sempre estar disponível a compartilhar seu conhecimento.

A todos meus amigos do Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica em Manejo de Água para Irrigação (Grupo IRRIGA), em especial ao Prof. Dr. Marcio Aurélio, Kívia Caroline, Maria Dayse, Maria Damiana, Larissa Vasconcelos, Julianna Catonio, Erik Vinicius, Josilene Pereira, João Vitor, por sempre estarem dispostos a ajudar. Agradeço pelo acolhimento, por toda ajuda e conselhos para que eu pudesse melhorar. Foram 2 anos de muitos desafios, aprendizados e muita descontração, por isso para sempre serão especiais e nunca esquecidos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, por todo o ensinamento e pelas contribuições à minha formação no mestrado, a todos os professores, obrigado, em especial ao Prof. Dr. Márcio Aurélio e Prof. Dr. Cícero Gomes por todas as oportunidades, compreensão e por sempre estarem dispostos a ajudar, e à Prof.ª Drª. Ademária Aparecida por ter entendido as minhas dificuldades no início do mestrado.

A Coordenação do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA UFAL, por todo o suporte durante esta trajetória.

A minha Prof.ª Drª. Lígia Sampaio Reis, pois além de uma ótima professora, tem um coração enorme e é um exemplo de ser humano. Agradeço por todo carinho, paciência, sabedoria e foi através de uma orientação sua, que hoje também pude está aqui. Obrigado.

Aos meus amigos da turma 2023.1 e 2023.2, em especial ao Bruno Richardson, Kívia Caroline, Jose Wilker, Maria Dayse, Maria Damiana, Larissa Vasconcelos, Alan Fontes, Wesley Galdino, Jadielson Inácio, por toda ajuda.

Aos técnicos Sivaldo Soares e Ricardo Barros, por toda disponibilidade em ajudar, pelo fornecimento de materiais e por todo apoio durante a pesquisa. A todos dos serviços gerais, por toda ajuda durante a execução deste trabalho.

Aos membros da banca de avaliação, pelas contribuições junto a este trabalho, com correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo profissional ao longo do curso.

A UFAL – *Campus* Arapiraca com todo o seu corpo de servidores, pelo suporte para a realização da minha pós-graduação.

A FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pelo suporte financeiro à minha pesquisa.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o sucesso deste trabalho e não serão citados individualmente.

RESUMO

O coentro é uma hortícola folhosa de grande importância comercial tendo vasta utilização na culinária e na indústria de condimentos, tanto *in natura* quanto na forma de tempero. No entanto, fatores como disponibilidade de água para irrigação e manejo de adubação, principalmente a nitrogenada, são essenciais para o pleno desenvolvimento da cultura. Tendo em vista sua importância, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a resposta do coentro a níveis de irrigação e adubação nitrogenada em dois ambientes de cultivo. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, em duas áreas de cultivo: campo e ambiente protegido. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, com 4 repetições. O cultivo em campo foi em esquema fatorial com parcelas subdivididas. Nas parcelas foram distribuídas 5 lâminas de irrigação (L), equivalentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura (ET_C) e nas subparcelas foram distribuídos os níveis de adubação nitrogenada (N), correspondentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do coentro, totalizando 100 parcelas experimentais para cada tipo de ambiente estudado. A cultivar de coentro utilizada foi a Verdão. Em ambas as áreas a ET_C foi determinada a partir do Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento do Consumo de Água pelas Plantas (SLIMCAP). A adubação nitrogenada foi calculada baseada na análise de solo e na recomendação de adubação para a cultura do coentro. A colheita ocorreu aos 38 e 33 dias após a semeadura, em campo e casa de vegetação, respectivamente. As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas por planta (NF), índice de clorofila (SPAD), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST). As variáveis AP e MFT apresentaram maior representatividade entre os dados analisados. Em campo, a combinação ideal foi de lâminas próximas a 100% da ET_C associada à adubação nitrogenada equivalente a 125% da adubação de recomendação. Já no ambiente protegido, os melhores resultados foram obtidos com uma lâmina levemente superior à 100% da ET_C associada à adubação nitrogenada superior a 100% da recomendação padrão. Os achados evidenciam que a cultura do coentro requer uma demanda de água levemente abaixo da ET_C padrão em campo, enquanto em ambiente protegido a demanda hídrica foi superior à ET_C. Entretanto, em ambos os ambientes a adubação nitrogenada foi levemente superior à de referência padrão para potencializar o desempenho da cultura.

Palavras-chave: *Coriandrum sativum* L.; ureia; manejo de irrigação; SLIMCAP.

ABSTRACT

Coriander is a leafy vegetable of great commercial importance, with extensive use in culinary applications and the condiment industry, both fresh and as a seasoning. However, factors such as water availability for irrigation and fertilizer management particularly nitrogen fertilization are essential for the full development of the crop. Considering its relevance, this study aimed to evaluate the response of coriander to different irrigation levels and nitrogen fertilization rates under two cultivation environments. The experiment was conducted at the Federal University of Alagoas, Arapiraca *Campus*, in two cultivation areas: open field and protected environment. A randomized block design was adopted in a 5 × 5 factorial scheme with four replications. In the open field, a split-plot factorial design was used. The plots consisted of five irrigation depths (L), equivalent to 50, 75, 100, 125, and 150% of crop evapotranspiration (ET_C), while the subplots consisted of nitrogen fertilization levels (N), corresponding to 50, 75, 100, 125, and 150% of the recommended nitrogen fertilization for coriander, totaling 100 experimental units for each cultivation environment. The coriander cultivar used was 'Verdão'. In both areas, ET_C was determined using the Lysimetric System for Monitoring Plant Water Consumption (SLIMCAP). Nitrogen fertilization was calculated based on soil analysis and the recommended fertilization for coriander. Harvesting occurred at 38 and 33 days after sowing in the field and greenhouse, respectively. The evaluated variables were: plant height (AP), stem diameter (DC), number of leaves per plant (NF), chlorophyll index (SPAD), total fresh mass (MFT), and total dry mass (MST). Among the analyzed variables, AP and MFT showed the highest representativeness. In the field, the optimal combination was irrigation depths close to 100% ET_C associated with nitrogen fertilization equivalent to 125% of the recommended dose. In the protected environment, the best results were obtained with irrigation depths slightly above 100% ET_C combined with nitrogen fertilization above the standard recommendation. The findings demonstrate that coriander requires a water demand slightly below the standard ET_C under field conditions, whereas in the protected environment, water demand exceeded ET_C. However, in both environments, nitrogen fertilization slightly above the standard recommendation enhanced crop performance.

Keywords: *Coriandrum sativum* L.; urea; irrigation management; SLIMCAP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos experimentos em campo (A) e em ambiente protegido (B) 25
Figura 2 - Coleta de solo na área experimental 26
Figura 3 - Procedimentos para determinação de porosidade e densidade 27
Figura 4 - Capina manual (A), remoção dos restos vegetais (B), área foi umedecida (C) e gradagem do solo (C) 29
Figura 5 - Demarcação da área (A) e canteiros correspondentes a 20 parcelas experimentais (B) 29
Figura 6 - Perfuração dos recipientes na base (A), adicionada uma tela de náilon (B), preenchido com uma camada de brita zero (C) e preenchido com solo (D) 30
Figura 7 - Parcelas experimentais com solo organizadas (A) e solos devidamente saturados em ambiente protegido (B) 31
Figura 8 - Registros para controle das lâminas de irrigação (A) e sistema de irrigação instalado na área experimental em campo (B) 32
Figura 9 - Sistema de irrigação por gotejamento (A) e estaca gotejadora no recipiente (B) 32
Figura 10 - Sistema SLIMCAP (Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento de Água pela Plantas) utilizado para determinação da evapotranspiração da cultura em campo .33
Figura 11 - Lisímetro no ambiente protegido 34
Figura 12 - Abertura dos sulcos em campo (A), plantio das sementes em campo (B), abertura dos sucos em casa de vegetação (C) e plantio das sementes em casa de vegetação 36
Figura 13 - Adubação de fundação em campo e casa de vegetação (A e B) e Adubação de cobertura em campo e casa de vegetação (C e D) 37
Figura 14 - Gabarito da área útil (A) e retirada das plantas da área da subparcela para serem avaliadas em campo (B) 39
Figura 15 - Variáveis analisadas: Altura de planta – AP (A), diâmetro do caule – DC (B), número de folhas por planta – NFP (C), Índice de clorofila –SPAD (D), massa fresca total – MFT (E), Amostras avaliadas acondicionadas na estufa (F) e massa seca total – MST (H) 39
Figura 16 - Superfície de resposta e isoquantas da altura de plantas do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia 43
Figura 17 - Superfície de resposta e isoquantas do diâmetro do caule do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia 44
Figura 18 - Superfície de resposta e isoquantas do número de folhas do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia 45

Figura 19 - Superfície de resposta e isoquantas do índice de clorofila do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia 46
Figura 20 - Superfície de resposta e isoquantas da massa fresca total do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia 47
Figura 21 - Superfície de resposta e isoquantas do diâmetro do caule do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia 48
Figura 22 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 50% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada 50
Figura 23 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 75% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada 51
Figura 24 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 100% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada 52
Figura 25 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 125% da ETC, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada 53
Figura 26 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 150% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada 53
Figura 27 - Resultado da análise hierárquica de Cluster (dendrograma) das variáveis AP, DC, NF, SPAD, MFT e MST do coentro em campo, considerando combinações de lâminas de irrigação e níveis de ureia 55
Figura 28 - Resultado da análise hierárquica de Cluster (dendrograma) das variáveis AP, DC, NF, SPAD, MFT e MST do coentro em ambiente protegido, considerando combinações de lâminas de irrigação e níveis de ureia 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas do solo da área, na profundidade de 0,0 - 0,20 m 26
Tabela 2 - Características químicas do solo da área, na profundidade de 0,0 - 0,20 m 26
Tabela 3 - Recomendação de adubação para a cultura da cebolinha verde com base na AR 38
Tabela 4 - Resumo da análise de variância da cultura do coentro em função dos fatores lâminas de irrigação (L), níveis de nitrogênio (N) em ambiente de campo para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), índice de clorofila (SPAD), massa fresca da total (MFT) e massa seca total (MST) 41
Tabela 5 - Resumo da análise de variância da cultura do coentro em função dos fatores lâminas de irrigação (L), níveis de nitrogênio (N) em ambiente protegido para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), índice de clorofila (SPAD), massa fresca da total (MFT) e massa seca total (MST) 42
Tabela 6 - Valores dos três primeiros autovalores sucessivas de variações das dimensões para análise de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) para cada nível de ureia para os dois ambientes em estudo (campo e protegido) 49
Tabela 7 - Valores dos três primeiros proporções sucessivas de variações das dimensões para análise de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) para cada nível de ureia para os dois ambientes em estudo (campo e protegido) 49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 REVISÃO DE LITERATURA 16
2.1 Coentro (*Coriandrum sativum* L.) 16
2.1.1 Aspectos gerais da cultura 16
2.1.2 Importância econômica e social do coentro 17
2.2 Manejo hídrico no cultivo do coentro 18
2.2.1 Importância do manejo hídrico 18
2.2.2 Efeito do estresse hídrico na cultura 20
2.3 Adubação nitrogenada com ureia 21
2.3.1 Papel do nitrogênio na nutrição de plantas 21
2.3.2 Características da ureia como fonte nitrogenada 22
2.4 Cultivo em campo aberto e ambiente protegido 23
2.4.1 Exigências ambientais e de manejo 23
2.4.2 Cultivo em ambiente protegido 23
3 MATERIAL E MÉTODOS 25
3.1 Localização e caracterização das áreas experimentais 25
3.2 Coleta de solo para análises físico-químicas 25
3.3 Delineamento experimental 28
3.4 Montagem da área experimental 28
3.4.1 Preparo da área em campo 28
3.4.2 Preparo da área em ambiente protegido 30
3.5 Sistema de irrigação 31
3.5.1 Determinação e aplicação da lâmina de irrigação 33
3.6 Cultivar selecionada 34
3.7 Plantio 35
3.8 Adubações de fundação e de cobertura 36
3.9 Variáveis analisada 38
3.10 Análise de dados 40
3.10.1 Função de produção (superfícies de resposta e isoquantas) 40
3.10.2 Análise multivariada 40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
4.1 Análise de variância 41

4.2 Superfície de resposta e isoquantas 42
4.3 Análise de componentes principais (ACP) 49
4.4 Análise hierárquica de Clusters (AHC) 53
5 CONCLUSÕES 57
6 REFERÊNCIAS 58

1 INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça originária do leste do Mediterrâneo e no oeste da Ásia e pertence à família Apiaceae (Reis e Lopes, 2016). As partes consumidas da planta são suas folhas, caules e sementes, sendo amplamente valorizadas pelo aroma característico e sabor marcante. Na culinária brasileira, especialmente na região Nordeste, o coentro é considerado um condimento essencial, além de apresentar elevado valor nutricional, com destaque para os teores de vitaminas A, B1, B2 e C, e minerais como cálcio e ferro (Filgueira, 2013; Bomfim, 2017).

No Brasil, a cultura é destinada tanto ao consumo *in natura* quanto ao uso industrial, encontrando aplicação nos setores alimentício, farmacêutico e terapêutico, devido às suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e diuréticas (Sobhani *et al*., 2022; Linhares *et al*., 2023). A atividade de cultivo e comercialização do coentro representa, em muitos casos, uma importante fonte de renda para pequenos produtores que dependem da agricultura familiar, destacando-se como alternativa sustentável (Silva *et al*., 2021).

No Agreste do estado de Alagoas, a precipitação anual total é em torno de 850 mm, com a maior parte desse total concentrado entre maio e julho. O período de setembro a março, por sua vez, é o menos chuvoso (Xavier e Dornellas, 2012), sendo necessário adotar a irrigação para melhorar o desempenho agronômico da cultura (Heidari *et al.,* 2011), a necessidade hídrica do coentro varia, mas em média, a cultura demanda entre 332 e 348,7 mm de água durante todo o ciclo (Silva *et al*., 2013). Para garantir a viabilidade econômica na produção de hortaliças folhosas, é fundamental adotar estratégias de manejo que considerem os principais fatores abióticos. Entre eles, a disponibilidade hídrica, o manejo nutricional e o controle ambiental se destacam por influenciar diretamente o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das culturas (Diniz *et al*., 2019). Dessa forma, é fundamental a otimização do uso da água na agricultura, principalmente, em regiões marcadas por escassez hídrica severa devido à irregularidade das chuvas, tornando imprescindível a adoção de tecnologias que aumentem a eficiência de irrigação, o que pode contribuir para o aumento da produtividade e na redução do desperdício de água (Santos *et al*., 2019; Silva *et al*., 2019a).

A maioria das hortaliças apresenta elevado teor de água, no caso do coentro, em ambiente controlado, estudos demonstraram que o teor hídrico nas partes aéreas permaneceu acima de 92% (Silva *et al*., 2023). Dessa forma, a cultura apresenta elevada sensibilidade às variações no teor de umidade do solo, em razão do alto conteúdo de água em seus tecidos. Tanto a deficiência quanto o excesso hídrico configuram situações de estresse que afetam diretamente

o metabolismo vegetal, provocando a diminuição da taxa fotossintética, o fechamento dos estômatos, redução do potencial hídrico, dentre outros fatores (Ferrari *et al*., 2015).

A quantidade de água ideal para o desenvolvimento do coentro situa-se entre 332 e 348,7 mm (Silva *et al*., 2013), sendo essencial que esse suprimento hídrico esteja associado a uma adequada nutrição mineral. A adubação, quando realizada de forma desequilibrada, seja por excesso ou falta, pode resultar em prejuízos econômicos e queda na produtividade. A aplicação de doses equilibradas de nutrientes favorece não apenas o aumento da produção, mas também a qualidade dos produtos colhidos (Gouveia Neto *et al*., 2016). Entre os macronutrientes essenciais, o nitrogênio (N) é o segundo mais exigido pelas hortaliças, desempenhando papel fundamental no crescimento vegetativo. No cultivo do coentro, a adubação nitrogenada tem se mostrado eficaz na expansão da área foliar, no estímulo ao crescimento e no aumento do potencial produtivo e da qualidade das folhas colhidas (Cerqueira *et al*., 2016; Pinto *et al*., 2018). Entre as fontes de nitrogênio, a ureia é amplamente utilizada na agricultura mundial devido à sua elevada concentração do nutriente (aproximadamente 45% de N) e menor custo por unidade de N. No Brasil, a ureia representa cerca de 66% dos fertilizantes nitrogenados comercializados, consolidando-se como a principal fonte adotada nos sistemas de adubação (Ferreira *et al*., 2011; Dias, 2018; Adame *et al*., 2023).

Diante da intensificação da produção e do uso maximizado de áreas agrícolas, o cultivo em ambiente protegido tem se consolidado como uma alternativa para hortaliças, reduzindo ciclo, incidências de pragas e uso de defensivos agrícolas. O cultivo em ambiente protegido configura-se como uma estratégia importante em que viabiliza a produção em períodos do ano considerados inadequados para o cultivo a campo, devido a condições climáticas desfavoráveis além contribui tanto para o maximizar a produtividade e a qualidade das culturas (Gonçalves *et al*., 2017).

Neste contexto, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a resposta do coentro sob níveis de irrigação e de adubação nitrogenada com ureia em dois ambientes de cultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Coentro (*Coriandrum sativum* L.)

2.1.1 Aspectos gerais da cultura

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta herbácea, de ciclo anual, que pertence à família Apiaceae, originária da região do leste do Mediterrâneo e oeste da Ásia (Vaz, 2007). Durante o período colonial, essa espécie foi trazida ao Brasil pelos portugueses (Melo *et al*., 2009). O nome do coentro deriva da palavra grega kóris (Koriandron) que significa percevejo, devido ao aroma acentuado das folhas, flores e sementes. (Corrêa, 1984; Demartelaere, 2020).

Nas regiões Norte e Nordeste, o cultivo do coentro é particularmente expressivo, amplamente explorada por pequenos e médios produtores, sendo direcionado tanto para a comercialização da parte aérea fresca, amplamente distribuída em feiras livres e redes varejistas, quanto para a produção de sementes, as quais são utilizadas como matéria-prima na indústria alimentícia e cosmética (Oliveira *et al*., 2004; Grangeiro *et al*., 2011; Linhares *et al*., 2015). No Brasil, além do coentro, outras duas espécies da família Apiaceae se destacam por sua importância agronômica: a cenoura (*Daucus carota* L.) e a salsa (*Petroselinum crispum* Mill.) (Ferreira, 2013).

O coentro destaca-se por suas propriedades aromáticas, condimentares e terapêuticas, o que possibilita sua ampla utilização em diversos setores, como o culinário, alimentício, farmacêutico e cosmético (Haber e Clemente, 2013). No contexto gastronômico, é uma planta bastante versátil, sendo que todas as suas partes podem ser aproveitadas, com ênfase nas folhas frescas e sementes secas, que são as mais valorizadas, já sob o ponto de vista nutricional, a espécie apresenta composição rica em proteínas, vitaminas A e C, além de minerais como cálcio, fósforo e ferro (Reis e Feitosa, 2023).

O óleo essencial extraído das sementes do coentro tem se mostrado promissor como agente conservante na indústria alimentícia, devido à sua capacidade de inibir a deterioração dos alimentos e reduzir riscos sanitários, graças às suas atividades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes (Mandal e Mandal, 2015).

A cultura é uma hortaliça-condimento, apresenta uma raiz tipo pivotante do tipo fusiforme, onde possui sistema radicular principal basal e raízes laterais (Rocha, 2017). Com caule ereto e cilíndrico, o qual pode alcançar até 1 m de altura e possuem uma coloração verde, entretanto, as vezes pode tornar-se vermelho ou violeta durante o período de floração (Lopes, 2014). Apresenta folha incompleta (pecíolo e limbo foliar) com folhas alternadas e pinadas,

porém o formato das folhas pode variar de acordo com a idade e a parte da planta (Vaz, 2007). As folhas jovens são mais delicadas e frequentemente arredondadas, enquanto as mais velhas tornam-se mais serrilhadas e finas (Silva *et al*., 2014). As inflorescências do são do tipo umbelas, pequenas e brancas ou rosadas, (Resende *et al*., 2015). Essas características morfológicas não apenas são importantes para a identificação da planta, mas também influenciam a capacidade de atratividade a inimigos naturais de pragas, evidenciando o potencial do coentro em sistemas agroecológicos (Cerqueira *et al*., 2019).

A planta se desenvolve de forma satisfatória em regiões de clima quente, ameno ou moderadamente frio, sendo, entretanto, bastante sensível a temperaturas muito baixas, as quais podem comprometer seu crescimento vegetativo devido à redução no metabolismo fisiológico (Wanderley Junior e Nascimento, 2016). O coentro apresenta ampla adaptabilidade a diferentes tipos de solo, porém seu desenvolvimento é favorecido em solos areno-argilosos, com elevado teor de matéria orgânica, boa fertilidade e pH variando entre 5,8 e 6,8 (Melo *et al*., 2013). No Brasil, existem dois grupos de variedades cultivadas: as variedades tardias predominantes nas regiões Sudeste e Sul, e as e as variedades precoces predominantes nas regiões Norte e Nordeste, a colheita é realizada por meio da retirada da planta inteira, ocorrendo geralmente aos 50–60 dias e 30–45 dias após a semeadura, respectivamente (Wanderley Junior e Nascimento, 2016).

2.1.2 Importância econômica e social do coentro

O coentro é amplamente consumido no Brasil e de grande importância socioeconômica, bastante utilizada como condimento na culinária da região Nordeste, seja em ramos verdes ou sementes moídas, conferindo um sabor especial a vários pratos (Silva, 2012; Wanderley Junior e Nascimento, 2016). Portanto, para a economia regional, o coentro não se limita ao papel de tempero na culinária, constituindo uma importante fonte de renda e segurança alimentar para agricultores familiares, sendo uma das hortaliças mais produzidas e comercializadas (Cardoso *et al*., 2019; Silva, 2024).

No Brasil, o cultivo do coentro se desenvolve em todas regiões, com produção nacional de 120.583 toneladas em um total de 65.491 estabelecimentos de produtores, tendo destaque as regiões Nordeste e Sudeste (IBGE, 2017). Da produção nacional total, o Nordeste responde por cerca de 64,82%. Os três principais estados produtores da região nordestina são Ceará, Pernambuco e Alagoas com produções de 23.134; 14.617 e 10.773 toneladas, respectivamente. Alagoas teve uma produção corresponde a 8,93% da produção nacional e os municípios que

mais colaboraram para esta produção foram: Arapiraca com 5.158 toneladas, Feira Grande com 2.162 toneladas e Taquarana com 2.050 toneladas, conforme dados do IBGE (2017).

A cidade de Arapiraca está localizada na região Agreste do estado de Alagoas. Historicamente, Arapiraca se destacou como centro produtor de fumo (*Nicotiana tabacum* L.), atividade que impulsionou o desenvolvimento econômico local e conferiu ao município o título de "Capital Brasileira do Fumo" (Romão, 2008). Com o declínio da fumicultura, devido à redução da demanda nacional e internacional, associada aos baixos preços pagos aos produtores, a produção de hortaliças passou a ter papel relevante, especialmente a cultura do coentro, que se consolidou como uma das principais alternativas econômicas para os agricultores familiares da região (Rocha, 2017).

O coentro é uma hortaliça de ciclo curto o que permite múltiplos cultivos ao longo do ano e favorece sua adoção por pequenos produtores e contribui significativamente para a geração de renda contínua no meio rural. No estado de Alagoas, a cultura do coentro, especificamente a cultivar Verdão, é amplamente cultivada por pequenos e médios produtores em quase todas as microrregiões e a região do Agreste alagoano configura-se como o principal polo de produção de hortaliças do estado, sendo responsáveis por suprir cerca de 90% da demanda do mercado interno alagoano (Barbosa Júnior *et al*., 2017).

2.2 Manejo hídrico no cultivo do coentro

2.2.1 Importância do manejo hídrico

O aumento da população mundial intensifica a demanda por alimentos, contudo, os recursos hídricos disponíveis para a agricultura têm se tornado cada vez mais escassos, pressionados tanto pelo comprometimento de sua qualidade quanto pela crescente demanda imposta pela humanidade (Villiers, 2002). Nesse contexto, o manejo da irrigação é fundamental na agricultura irrigada, uma vez que envolvem a aplicação de técnicas que visam à determinação precisa da demanda hídrica das culturas, de modo a garantir a eficiência no uso da água, maximizar o rendimento das lavouras e promover a sustentabilidade. (Padrón *et al*., 2015; El-Hendawy *et al*., 2019).

A irrigação tem por finalidade fornecer água de maneira controlada e precisa, possibilitando a produção agrícola ao longo de diferentes épocas do ano, sendo essencial para determinadas regiões, especialmente onde a pluviosidade local é insuficiente para atender às exigências hídricas das culturas, quando manejada corretamente configura-se como uma das principais estratégias para a produção de hortaliças (Marouelli *et al*., 2011; Dantas *et al*., 2016).

Essa prática também garante a oferta de alimentos em épocas de escassez de chuvas (Braga, 2017).

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, devido a irregularidade das chuvas e os longos períodos de seca, onde o balanço hídrico é negativo, devido à evaporação superior a precipitação, é necessário maximizar o uso da água na irrigação (Silva *et al*., 2019a). O manejo adequado da irrigação é importante não apenas por suprir essas necessidades hídricas das plantas e garantir a produtividade das culturas, mas também por evitar o desperdício de água, o aumento dos custos de produção, custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água (Marouelli *et al*., 2011), minimizando perdas por evaporação, lixiviação de nutrientes, problemas com doenças, e com gastos desnecessários de energia (Silva, 2019). Além disso, o uso racional desse recurso é essencial para minimizar os impactos negativos de períodos secos e assegurar a estabilidade econômica dos produtores (Oliveira *et al*., 2021).

O manejo eficiente da irrigação depende principalmente do conhecimento das necessidades hídricas reais da cultura ao longo de seu ciclo de desenvolvimento. Para isso, destaca-se a importância do uso do coeficiente de cultivo (K_C), parâmetro fundamental obtido a partir da razão entre a evapotranspiração da cultura (ET_C) e a evapotranspiração de referência (ET_0) (Silva *et al*., 2018). As estimativas desses componentes possibilitam a determinação precisa da lâmina de irrigação necessária em cada fase fenológica da planta. O coeficiente de cultivo é considerado essencial tanto para o planejamento quanto para o manejo operacional da irrigação, sendo uma ferramenta indispensável na agricultura irrigada moderna. (Alves *et al*., 2017; Divincula *et al*., 2019)

O uso de métodos como o monitoramento da ET_C, o controle da umidade do solo são fundamentais para determinar os momentos mais adequados para a irrigação (Marouelli *et al*., 1989). Entre esses métodos destaca-se a lisimetria de drenagem, que é um método direto, utilizado para determinar de maneira eficaz o consumo hídrico das culturas ao longo do seu ciclo (Miranda *et al*., 2016; Santos *et al*., 2021). Um lisímetro é basicamente um recipiente impermeável, preenchidos com solo homogêneo, para manter as condições o mais idêntico possível, e são instalados em campo ou em ambientes protegidos, também são denominados de evapotranspirômetros (Santos *et al*., 2019). Os lisímetros de drenagem possibilitam a quantificação detalhada dos componentes do balanço hídrico, pelas variáveis de entrada e saída de água do interior do perfil do solo, na qual determinam a evapotranspiração da cultura (Santos *et al*. 2009; Santos *et al*., *2019*).

2.2.2 Efeito do estresse hídrico na cultura

A água, é um recurso essencial para o desenvolvimento das plantas, devido sua importância nos processos fisiológicos e metabólicos vegetais, atuando como veículo de transporte de nutrientes, que são absorvidos e conduzidos geralmente para a parte aérea, assim como produtos orgânicos da fotossíntese, transpiração e respiração da planta , na abertura dos estômatos, bem como na manutenção da turgescência celular, que é essencial para o aumento do volume e o crescimento vegetal, especialmente em fases iniciais de desenvolvimento das culturas (Reichardt, 1996; Fernandes *et al*., 2015).

O estresse hídrico é um fator externo que limita a produtividade das culturas em todo o mundo, podendo acontecer tanto por déficit hídrico, quanto pelo excesso de água disponível e, em ambos os casos, a sua ocorrência e duração são fatores limitantes para as plantas. Dessa forma, o estresse hídrico é o fator mais importante, afetando o comportamento fisiológico, o crescimento e a produtividade dos vegetais (Seleiman *et al*., 2024).

Todas as plantas precisam de água desde a germinação até a produção, normalmente, o déficit hídrico provoca impactos negativos no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas, ocorrendo quando a taxa de transpiração excede a capacidade de absorção hídrica pelas raízes, devido a uma irrigação insuficiente ou mal distribuída (Campos *et al*. 2021). Essa condição promove o aumento da temperatura foliar, o fechamento dos estômatos em forma de defesa, para que haja redução da transpiração e, consequentemente, a redução da taxa fotossintética, como resposta, a planta tende a ajustar sua superfície foliar à disponibilidade de água, o que acarreta redução da parte aérea e murchamento foliar, diminuição do rendimento da cultura, além de promover a aceleração da senescência e a abscisão foliar (Ferrari *et al*., 2015; Taiz *et al*., 2017). Em casos extremos a falta de água no solo para a demanda pode levar ocorrer a morte da planta (Marenco e Lopes, 2005; Campos *et al*. 2021).

O excesso de água no solo pode causar sérios prejuízos às culturas, pois favorece a lixiviação de nutrientes para camadas mais profundas, consequentemente, há a redução da disponibilidade nutricional para as plantas, compromete a aeração do solo, diminuindo a disponibilidade de oxigênio na região radicular, o que pode ocasionar o apodrecimento da raiz e também favorece a formação de um microclima propício ao desenvolvimento de doenças fúngicas e bacterianas, agravando ainda mais os impactos sobre o crescimento e a produtividade das culturas (Sá *et al*., 2004; Taiz *et al*., 2017). Se o excesso hídrico durar muitos dias pode causar danos irreversíveis e, às vezes, a morte das plantas, dependendo do tipo de solo, fase fenológica e espécie cultivada (Costa *et al*., 2021).

As hortaliças têm o desenvolvimento e o rendimento intensamente influenciados pelas condições de umidade do solo, dessa forma, qualquer estresse hídrico, mesmo que pontual, pode resultar em redução no rendimento e perdas econômicas na produção (Marouelli, 2007; Silva *et al*., 2015).

2.3 Adubação nitrogenada

2.3.1 Papel do nitrogênio na nutrição de plantas

A adubação é uma prática extremamente importante no manejo dos cultivos, sendo fundamental para a obtenção de bons rendimentos e, quando realizada da maneira correta, proporciona o suprimento equilibrado de nutrientes essenciais ao pleno desenvolvimento fisiológico e morfológico das plantas (Porto *et al*., 2012). Dentre os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, é reconhecida a importância e a necessidade do fornecimento adequado de nitrogênio (N) para as hortaliças, principalmente para as hortaliças folhosas, a exemplo do coentro (Alves *et al*. 2020), exercendo efeito positivo sobre o desenvolvimento vegetativo e o aumento do volume foliar, contribuindo para a elevação do potencial produtivo e da qualidade da produção (Cerqueira *et al*., 2016; Pinto *et al*., 2018).

O nitrogênio (N) se destaca, por atuar diretamente em processos metabólicos fundamentais, sendo responsável pela divisão e expansão celular, especialmente em tecidos fotossintéticos, além de compor estruturalmente moléculas vitais como proteínas, ácidos nucleicos e clorofila (Silva *et al*., 2024). O N é facilmente perdido por lixiviação, volatilização, de nitrificação no sistema solo-planta-atmosfera, portanto, é essencial manejar especificamente a adubação nitrogenada das culturas, a fim de maximizar a eficiência do uso do nutriente, e, ao mesmo tempo, minimizar as perdas econômicas e os impactos ambientais (Carvalho *et al*., 2021).

Um suprimento adequado de nitrogênio está diretamente relacionado a uma elevada taxa fotossintética e ao crescimento vegetativo vigoroso das plantas (Filgueira, 2000). No entanto, quando a dose de nitrogênio aplicada é subestimada, observa-se uma redução na produtividade das culturas, por outro lado, a superestimação da dose pode resultar em aumento dos custos de produção, alterações fisiológicas indesejáveis nas plantas e impactos ambientais negativos, decorrentes das perdas de nitrogênio no ambiente (Almeida, 2011). Diante disso, o manejo adequado da adubação nitrogenada é indispensável, uma vez que a eficiência de absorção do N pelas plantas varia entre 15% e 30%, sendo influenciada por fatores como a fonte do nutriente, a dose aplicada, as condições edafoclimáticas e a época de aplicação (Kurtz *et al*., 2013).

2.3.2 Características da ureia como fonte nitrogenada

A eficiência de utilização do nitrogênio (N) na produção agrícola global ainda é considerada bastante limitada. A recuperação do N aplicado via fertilizantes varia amplamente, sendo influenciada por fatores como a espécie cultivada, as práticas de manejo adotadas, as características físico-químicas do solo, as condições ambientais locais e a fonte de N utilizada (Espindula *et al*., 2010).

Entre os fertilizantes minerais nitrogenados, a ureia destaca-se como o mais utilizado na agricultura mundial, devido à sua elevada concentração de nitrogênio (cerca de 45% de N) e por sua forma sólida e granulada, que facilita o manuseio e a aplicação a campo (Dias, 2018). No Brasil, essa tendência se confirma, com a ureia representando aproximadamente 66% do total de fertilizantes nitrogenados utilizados, devido a características como da maior concentração de N por quilograma do produto, menor preço por unidade de nitrogênio, elevada solubilidade, facilidade de acesso no mercado e menor poder de acidificação do solo (Ferreira *et. al*., 2011; Dias, 2018; Adame *et al*., 2023), consolidando-se como a principal fonte de nitrogênio nas práticas de adubação.

A ureia, embora amplamente utilizada como fonte de nitrogênio na agricultura, não é absorvida diretamente pelas plantas, sendo necessária sua conversão em formas assimiláveis no solo. Após sua aplicação, a ureia é hidrolisada pela enzima urease, originando carbonato de amônio, que subsequente se decompõe em amônio, bicarbonato e íons hidroxila, esse amônio gerado pode ser absorvido diretamente pelas plantas ou, alternativamente, convertido em amônia, a qual pode volatilizar para a atmosfera, representando uma perda significativa de nitrogênio (Tasca *et al*., 2011). Alternativamente, o amônio pode ainda ser oxidado a nitrato pela ação de bactérias nitrificantes presentes no solo, processo que o torna disponível para absorção radicular, mas por apresentar maior mobilidade no perfil do solo em relação ao amônio, torna suscetível a perdas por lixiviação (Carvalho *et al*., 2021).

Entretanto, a ureia requer manejo adequado para minimizar perdas, especialmente por volatilização. Quando incorporada ao solo após sua aplicação, a perda de nitrogênio na forma de amônia diminui sensivelmente, uma vez que a amônia gerada se difunde em direção às camadas mais profundas do solo, onde o pH é geralmente mais ácido, favorecendo a conversão de amônia em amônio, forma não volátil e absorvível pelas plantas (Motasim *et al*., 2024). Kurtz *et al*. (2012) relatam que o nitrogênio deve ser parcelado durante o ciclo da cultura reduzindo as perdas por lixiviação, contaminação das águas subsuperficiais, além de aumentar a eficiência do nitrogênio aplicado.

2.4 Cultivo em campo aberto e ambiente protegido

2.4.1 Exigências ambientais e de manejo

No Brasil o coentro ainda é comumente cultivado em sistemas de campo aberto, ou seja, por meio de semeadura direta em canteiros (Maciel *et al*., 2012). Esse cultivo expõe as plantas a uma variedade de fatores bióticos como pragas e doenças, e abióticos, como variações extremas de temperatura, excesso de chuvas e radiação solar intensa, que podem causar reduções tanto do rendimento quanto da qualidade final da produção, afetando características comerciais e nutricionais do produto colhido.

O coentro, embora tolere pequenas variações climáticas, apresenta baixa tolerância a temperaturas amenas, seu cultivo é mais eficiente em regiões e épocas com temperaturas acima de 25 °C, pois a planta demonstra melhor desempenho em condições de temperatura moderada (Reis e Lopes, 2016). O solo ideal para a cultura deve ser profundo, com boa drenagem, rico em matéria orgânica, boa fertilidade e pH variando entre 5,8 e 6,8 (Melo *et al*., 2013; Lopes, 2014). O coentro hortaliça folhosa que possui vida de prateleira curta, devido ao fato de suas folhas serem consumidas frescas são suscetíveis à rápida perda de água após a colheita e ao amarelecimento, isso dificulta a sua comercialização, essa rápida desidratação compromete não apenas o aspecto visual do produto, como também ocasionar mudanças no metabolismo e qualidade nutricional (Oliveira *et al*., 2015; Santana *et al*., 2023).

2.4.2 Cultivo em ambiente protegido

O cultivo protegido consiste na condução de culturas sob estruturas que promovam a proteção parcial ou total do microclima ao redor das plantas, proporcionando condições ambientais mais favoráveis ao seu desenvolvimento. Essa técnica é amplamente utilizada com o objetivo de controlar variáveis climáticas como temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, ocorrência de granizo e chuvas intensas, contribuindo diretamente para o crescimento vegetal (Salomão, 2012; Rodrigues, 2015). Além disso, a utilização do cultivo protegido está associada à redução da incidência de pragas, o que, por sua vez, diminui a disseminação de viroses, uma vez que muitos insetos atuam como vetores desses patógenos (Guedes, 2012).

Diante da demanda por inovações tecnológicas que aumentem a eficiência produtiva na horticultura, o cultivo protegido tem se consolidado como uma alternativa viável às limitações do cultivo a céu aberto. A técnica contribui não apenas para o aumento da produtividade, mas

também para a melhoria da qualidade dos produtos colhidos, tornando-se uma ferramenta estratégica para a agricultura intensiva (Silva e Moreno, 2016).

No caso específico do coentro, a utilização de telas de sombreamento tem se mostrado promissora, especialmente por atenuar os efeitos negativos das variações climáticas, como a radiação solar intensa e as altas temperaturas. Ao possibilitar um maior controle sobre a luminosidade e a temperatura do ambiente, essa prática contribui para a manutenção de condições mais estáveis e favoráveis ao desenvolvimento da cultura, viabilizando a produção em períodos do ano que, em condições de campo aberto, seriam limitantes (Torzecki *et al*., 2023).

Quando aliado à fertirrigação, esse sistema permite maior controle sobre as variáveis ambientais e nutricionais, promovendo melhor desenvolvimento vegetativo e qualidade superior dos produtos colhidos (Diniz *et al*., 2019).

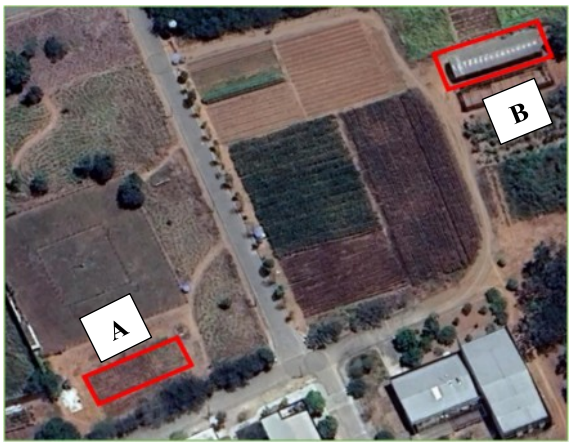
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização das áreas experimentais

A pesquisa foi conduzida em dois ambientes: 1) em campo aberto, na área experimental do Grupo Irriga (Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica em Manejo de Água para Irrigação), e 2) em ambiente protegido (casa de vegetação) (Figura 1), situados nas dependências do *Campus* de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, localizada na mesorregião Agreste de Alagoas (9° 45’ 09” S, 36° 39’ 40” W, altitude de 325 metros). O período experimental foi de 17 de março de 2025 a 27 de abril de 2025.

O município de Arapiraca fica localizado numa região de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano, cujo clima é classificado como do tipo ‘As’ tropical com estação seca de verão, conforme a classificação climática de Köppen (Alvares *et al*., 2014). O período seco é concentrado nos meses de setembro a março, enquanto a maior concentração de chuvas é registrada nos meses de maio, junho e julho (Xavier; Dornellas, 2012). A precipitação pluvial e temperatura média anual é 854,27 mm e 25° C, respectivamente (Silva, 2019). O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico não salino e não sódico (Santos *et al.*, 2025).

Figura 1 - Localização dos experimentos em campo (A) e em ambiente protegido (B) na Universidade Federal de Alagoas.



Fonte: Google maps (2025).

3.2 Coleta de solo para análises físico-químicas

A coleta do solo deformado foi realizada em 12 pontos da área experimental em zig zag com auxílio de um trado na profundidade de 0,0 – 0,2 m (Figura 2), para determinar as características físico-químicas do solo (Tabelas 1 e 2). Em seguida, a amostra coletada foi

destorroada, homogeneizada e peneirada em uma malha de 2,0 mm, acondicionada em saco plástico, identificado e enviado para a análise físico-química no Laboratório da Central Analítica LTDA. O solo utilizado nos recipientes para o cultivo em ambiente protegido foi retirado do mesmo local onde conduziu o experimento em campo, proporcionando as mesmas condições.

Figura 2 - Coleta de solo na área experimental.

Fonte: O autor (2025).

Tabela 1 - Características físicas do solo da área, na profundidade de 0,0 - 0,20 m.

Parâmetros	Resultados
Areia Grossa	475 g kg^{-1}
Areia Fina	185 g kg^{-1}
Areia Total	660 g kg^{-1}
Silte	135 g kg^{-1}
Argila	205 g kg^{-1}
Macroporosidade	2,07 %
Microporosidade	40,73 %
Porosidade total	42,80%
Densidade do solo	1,30 g cm^{-3}
Densidade de partícula	2,43 g cm^{-3}
Classe Textural	Franco Argilo Arenoso

Fonte: O autor (2025).

Solo Tipo 2. MAPA - IN nº 02 09/11/2021.

Tabela 2 - Características químicas do solo da área, na profundidade de 0,0 - 0,20 m.

Resultados Analíticos de Solo									
pH	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**Al**	**H+Al**	**S.B.**	**t**	**CTC**
	-----(ppm)-----		**---------- (meq/100mL) ----------**						
6,5	21	151	4,3	1,5	0,00	1,2	4,84	6,04	4,84
Na	**Fe**	**Cu**	**Zn**	**Mn**	**V**	**M**	**Na/CTC**	**K/CTC**	**M.O.**
----------(ppm)----------					**----------(%)----------**				
35	125,0	0,55	0,20	0,52	80,1	0,0	2,52	6,6	3,22

Fonte: O autor (2025).

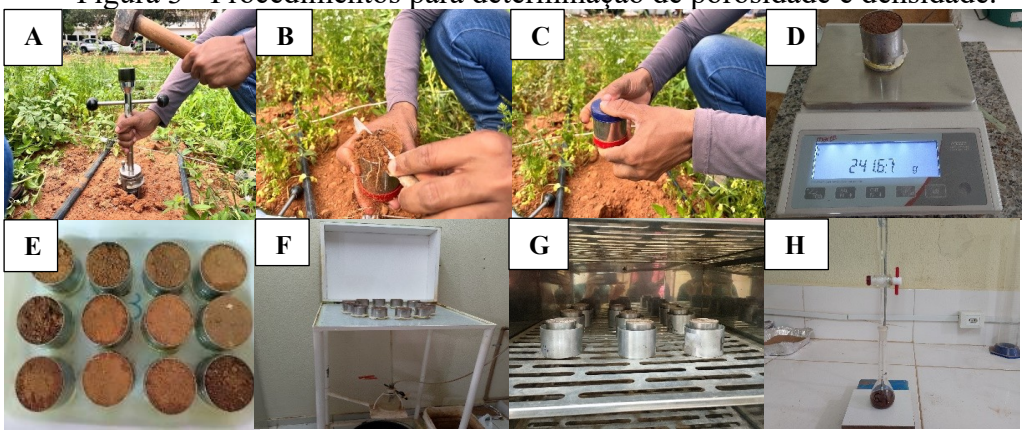
Método EMBRAPA; EXTRAÇÃO: Água (pH); Mehlich (Na, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn); KCL 1N (Ca, Mg, Al); Acetado de Cálcio pH 7 (H+Al); Água quente (Boro).

Para a determinação da densidade do solo, densidade de partículas, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, foram coletadas 12 amostras de solo indeformados com o auxílio de anéis volumétricos no amostrador tipo Uhland na profundidade de 0,0 – 0,2 m (Figura 3A), onde foi retirado o excesso de solo dos anéis (Figura 3B) e tampou para preservar a umidade (Figura 3C) e foram encaminhadas para o Laboratório de Física do Solo do *Campus* Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas.

Para determinação da densidade do solo, macroporosidade e microporosidade, os anéis volumétricos foram pesados com a umidade que veio do campo (Figura 3D) em seguida foram colocados em uma bandeja com água por 24h com a finalidade de saturar o solo (Figura 3E), assim preenchendo os espaços porosos (ar). No dia seguinte as amostras saturadas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01 g, em seguida foram acomodados na mesa de tensão (Figura 3F), onde permaneceram por 72h e novamente pesadas, após a pesagem foram colocadas em estufa com circulação de ar forçado a 105º C por 24h (Figura 3G), e posteriormente pesadas.

A densidade de partículas foi obtida pelo método do balão volumétrico, onde após a obtenção da amostra em estufa (Terra fina seca em estufa – TFSE), ela foi destorroada e peneirada em uma malha de 2,0 mm e foi pesada 20 g da amostra de solo. Após isto a amostra foi transferida para um balão de 50 mL com o auxílio de um funil, onde foi adicionando álcool etílico através de uma bureta até cobrir a amostra (Figura 3H), posteriormente o balão foi agitado por 1 minuto para eliminar as bolhas de ar que se formam, depois repete-se a operação, vagarosamente, até completar os 50 mL do volume do balão, verificando-se a ausência de bolhas, e anotou-se o volume de álcool consumido. Os cálculos foram feitos segundo o Manual de Métodos de Análise de Solo (Teixeira *et al.*, 2017).

Figura 3 - Procedimentos para determinação de porosidade e densidade.



Fonte: O autor (2025).

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) em ambos os ambientes de cultivo. Em campo, foi utilizado um esquema fatorial 5x5 em parcelas subdivididas, com 4 blocos. As parcelas corresponderam a cinco lâminas de água equivalentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da Evapotranspiração da Cultura (ET_C) e as subparcelas correspondentes a cinco níveis de nitrogênio (N) equivalentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da adubação recomendada padrão (AR) para a cultura do coentro, totalizando 20 tratamentos e 100 parcelas experimentais. Em ambiente protegido, foi disposto em fatorial 5x5 as parcelas foram equivalentes a um recipiente cilíndrico de 4 L, cujo cada parcela possuía uma lâmina combinada com um nível de adubação.

A área experimental total, de 120 m², foi subdividida em 4 blocos. Cada bloco possuía 5 canteiros, com dimensões de 5,0 m de comprimento e 0,9 m de largura. Cada canteiro correspondia a uma parcela experimental, na qual foram distribuídas as lâminas de irrigação. Além disso, cada parcela foi dividida em 5 subparcelas, medindo 1,0 m de comprimento e 0,9 m de largura, nas quais os níveis de adubação nitrogenada foram distribuídos de forma aleatória. A subparcela foi representada por 0,9 m^2, sendo a área útil equivalente a 0,09 m^2 das duas fileiras centrais de cada arranjo.

3.4 Montagem da área experimental

3.4.1 Preparo da área em campo

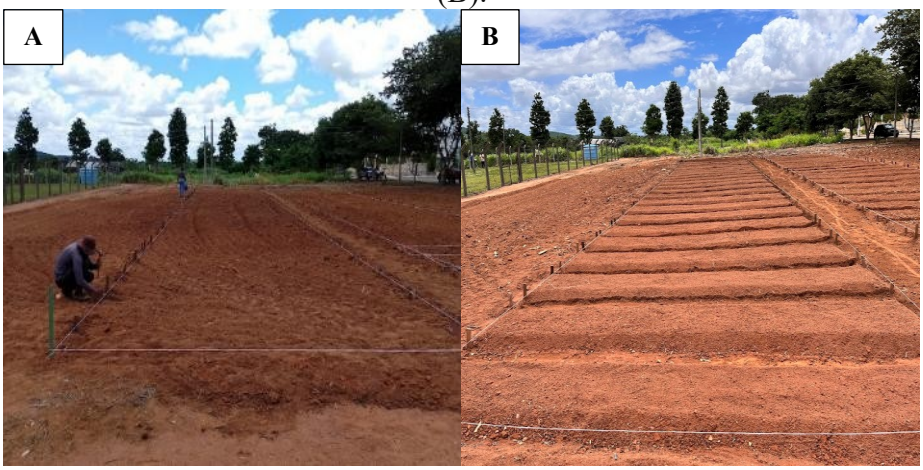
Inicialmente, foi realizada a limpeza da área, através de capina manual com o uso de enxadas, rastelo e remoção dos restos vegetais (Figura 4A e B). A área foi umedecida para facilitar a penetração da grade no solo (Figura 4C). O preparo do solo foi realizado através de uma gradagem (Figura 4D), que teve como finalidade a descompactação da camada superficial do solo, melhorando assim a infiltração de água e aeração do solo e facilitar a construção dos canteiros experimentais.

Figura 4 - Capina manual (A), remoção dos restos vegetais (B), área umedecida (C) e gradagem do solo (C)

Fonte: O autor (2025).

Em seguida, foi feito a demarcação da área de 24,0 x 5,0 m de comprimento e largura, respectivamente, totalizando 120 m^2 (Figura 5A), e posteriormente foram demarcados e construídos manualmente os 20 canteiros experimentais na área (Figura 5B).

Figura 5 - Demarcação da área (A) e canteiros correspondentes a 20 parcelas experimentais (B).

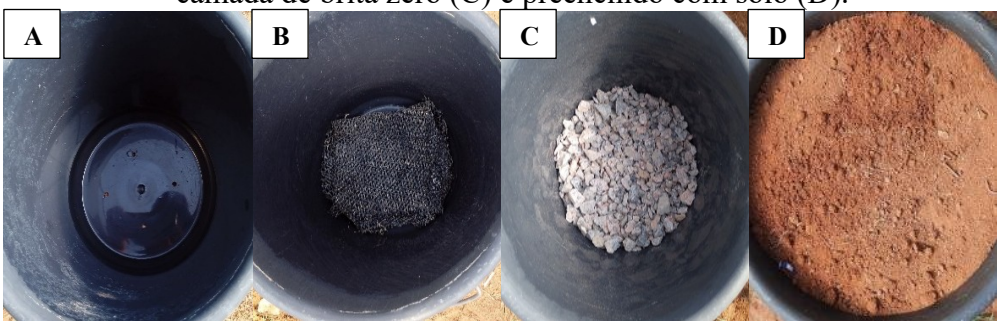


Fonte: O autor (2025).

3.4.2 Preparo da área em ambiente protegido

Inicialmente, o solo utilizado para preenchimento dos recipientes equivalentes as parcelas experimentais, foi coletado na mesma área do experimento em campo. Para a formação das parcelas experimentais, foi utilizado um recipiente cilíndrico com área de 0,0314 m² e volume de 4L. Cada recipiente foi perfurado na base em 4 pontos (Figura 6A), com seu fundo forrado com uma tela de náilon (Figura 6B) em seguida foi colocado 800 g de brita do tipo zero (Figura 6C), para simular e facilitar o sistema de drenagem da água sem a passagem de sedimentos de solo. Por fim, os recipientes foram preenchidos com 4,2 kg de solo devidamente peneirado coletado da área experimental, deixando 2 cm livres em sua superfície, totalizando 5kg por recipiente (Figura 6D).

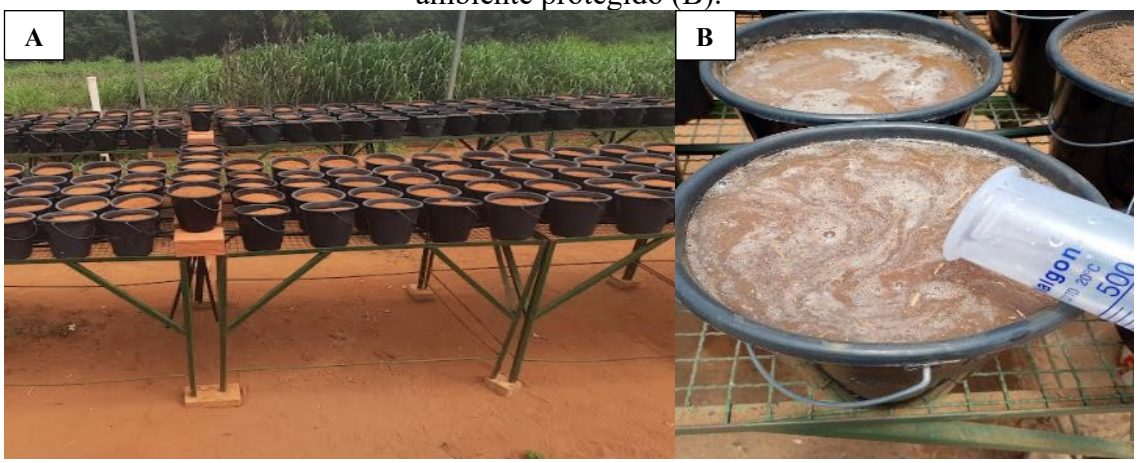
Figura 6 - Perfuração dos recipientes na base (A), tela de náilon (B), preenchido com uma camada de brita zero (C) e preenchido com solo (D).



Fonte: O autor (2025).

Posteriormente, os recipientes foram agrupados em cima de 4 bancadas, na casa de vegetação, com 25 recipientes distribuídos em cada bancada, totalizando assim as 100 unidades experimentais (Figura 7A). Antes da semeadura, para que o solo se encontrasse em condições de capacidade de campo, foi adicionado água até não infiltrar mais no solo, formando uma lâmina de água na superfície, preenchendo todos os espaços porosos, ocasionando na saturação (Figura 7B). Em seguida, a água foi drenada por 24 horas, após esse período o solo encontrava-se em capacidade de campo.

Figura 7 - Parcelas experimentais com solo organizadas (A) e solos devidamente saturados em ambiente protegido (B).



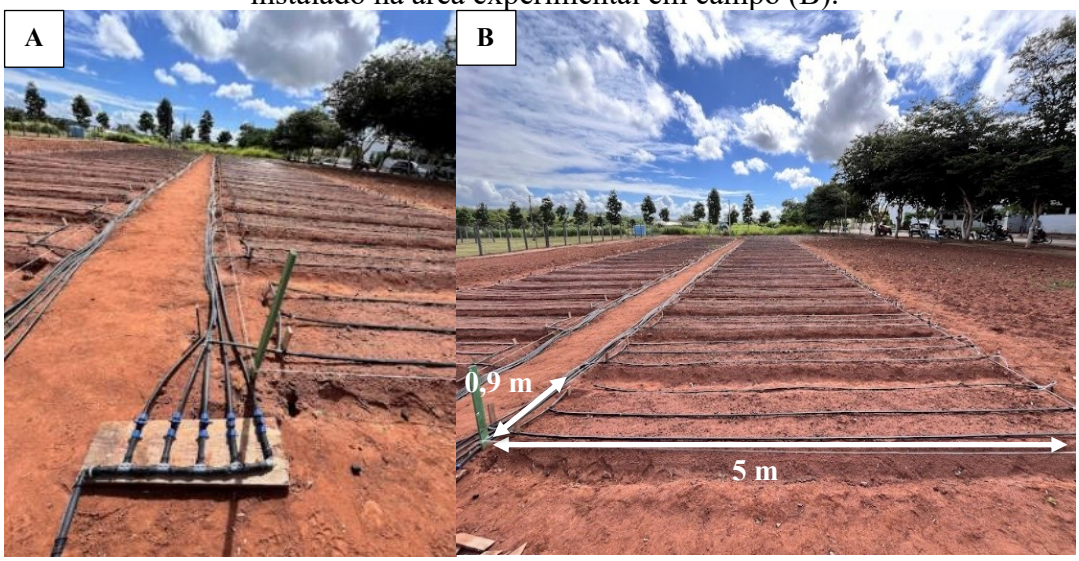
Fonte: O autor (2025).

3.5 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, para a montagem do sistema em campo, foram utilizadas uma bomba de 1,0 CV, com linha principal com tubo de 20 mm, com linha de derivação composto por mangueira cega de 16 mm que eram acopladas a 5 registros para o controle da aplicação da lâmina (Figura 8A) e linhas laterais compostas pelas fitas gotejadoras, cada canteiro continha 3 fitas gotejadoras com 0,30 m espaçadas entre si (Figura 8B). A pressão de trabalho adotada de 10 mca. A vazão média foi de 1,07 L h^{-1}, determinada após a realização da análise do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) (1942 apud Rezende *et al.*, 2002). O espaçamento entre os emissores foi de 0,20 m, sendo distribuídos 15 emissores por subparcela.

A irrigação foi realizada com água proveniente da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), do sistema de abastecimento municipal, armazenada em cisterna de 10.000 L, essa interligada a um sistema de reservatórios com três caixas d'água com capacidade de 500 L cada uma.

Figura 8 - Registros para controle das lâminas de irrigação (A) e sistema de irrigação instalado na área experimental em campo (B).



Fonte: O autor (2025).

Em casa de vegetação, o sistema de irrigação adotado também foi o método localizado por sistema de gotejamento (Figura 9A), para a linha principal foi utilizado tubo de PVC de 25 mm, com mangueiras cega de 16 mm para as linhas derivação, e as linhas laterais foram compostas por um microtubo que continha uma estaca gotejadora que ia até o centro de cada recipiente, permitindo a aplicação da água diretamente na zona radicular da cultura (Figura 9B). Continha uma caixa d'água de 500 L, com captação de água proveniente da CASAL e com o auxílio de uma bomba de 0,5 CV a água era direcionada através da tubulação para um conjunto de 5 registros, sendo, 1 destinados para cada tratamento, estes foram utilizados para o controle da aplicação da lâmina.

Figura 9 - Sistema de irrigação por gotejamento (A) e estaca gotejadora no recipiente (B).

Fonte: O autor (2025).

Após instalação do sistema, realizou-se a aferição da vazão dos gotejadores, utilizando uma pressão de trabalho adotada de 3 mca, em seguida foi determinado a vazão do sistema de irrigação através do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) (1942 apud Rezende *et al.*, 2002), a vazão média foi de 1,73 L h^{-1}. Depois que obteve a vazão, a aplicação nos lisímetros, foi através de uma proveta graduada e os volumes aplicados e drenado eram adicionados ao aplicativo *mobile slimcap.app*. que sugeria o tempo da água aplicada, em cada parcela.

3.5.1 Determinação e aplicação da lâmina de irrigação

Para os dois ambientes a lâmina de água e o tempo de irrigação necessário para fornecer cada lâmina, a partir da evapotranspiração da cultura (ET_C), foi determinada através do sistema SLIMCAP (Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento do Consumo de Água pelas Plantas) (Santos *et al*., 2024), que consiste na contabilização das entradas e saídas de água no solo. Em campo o sistema foi instalado em um canteiro com dimensão de 0,9 m x 5 m, com 3 linhas de fileira dupla de coentro para deixar o mais real das condições da área experimental (Figura 10).

Figura 10 - Sistema SLIMCAP (Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento de Água pela Plantas) utilizado para determinação da evapotranspiração da cultura em campo.

Fonte: O autor (2025).

Já em ambiente protegido foi composto por lisímetros com os mesmos recipientes que foi utilizado nas parcelas experimentais. Os lisímetros do sistema SLIMCAP ficaram nas bancadas, localizados as parcelas experimentais (Figura 11). Após 24 horas da aplicação nos lisímetros, a água dos cinco recipientes foi coletada, e esses dados foram inseridos no aplicativo. Todos os dados eram fornecidos e o manejo da irrigação realizado diariamente.

Figura 11 - Lisímetro no ambiente protegido.

Fonte: O autor (2025).

A ET_C foi determinada a partir do resíduo do método simplificado do balanço de água no solo (Libardi, 2005), conforme Equação 1:

$$ET_C = I - D \qquad \textbf{(Equação 1)}$$

onde:

ET_C é a evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1});

I é a irrigação (mm) e D é a drenagem (mm).

3.6 Cultivar selecionada

A cultivar utilizada foi a Verdão, por ser a de maior disseminação e mais utilizada na região Nordeste, por apresentar ciclo precoce, em torno de 30 a 40 dias para a produção de folhas, dependendo da época do ano e tolerância a doença de folhagens: queima das folhas (*Alternaria dauci*) e a cercosporiose (*Cercosporas sp*) (Oliveira *et al*., 2015; Pinheiro e Pereira, 2016) Foi lançada em 1988 pela empresa Hortivale. Esta cultivar é bastante vigorosa, com

folhas de coloração verde-escura, excelente rusticidade e boa resistência às pragas e doenças (Angeli *et al*., 2016).

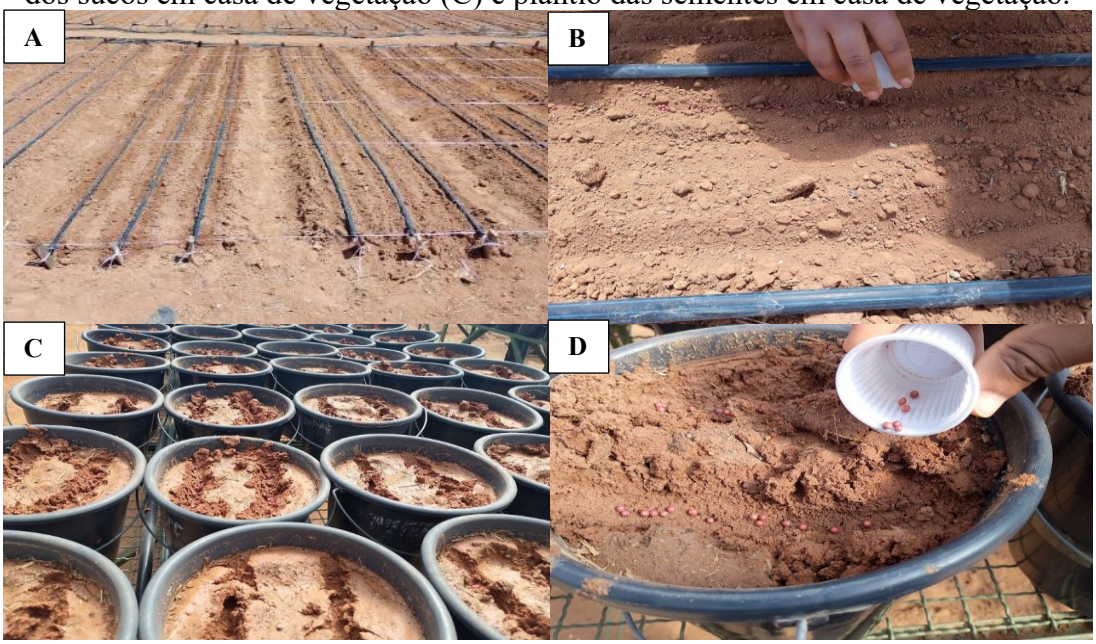
3.7 Plantio

O plantio em campo foi realizado a partir de sementes, inicialmente foi feito o cálculo da densidade populacional (100 sementes por metro linear) determinada pelo peso de mil sementes conforme a fórmula proposta por Brasil (2009). O peso de mil sementes obtido foi 12,6 g. Para calcular a quantidade de sementes para semeio, foi dividido o valor do comprimento da parcela (5m) pelo espaçamento da cultura (0,01m) obtendo 500 sementes por fileira/linha de plantio. Como cada parcela tinham 3 fileiras duplas, totalizou 3.000 sementes por canteiro, consequentemente na área experimental completa um total de 60.000 sementes. Fazendo a correção com base na percentagem de germinação de 90%, totalizou em 66.667 sementes na área experimental, 3.333 por parcela, 555 por fileira e 111 por metro linear. Fazendo a regra de três entre o peso calculado de mil sementes (12,6 g) e a quantidade de sementes por metro linear (111 sementes), obtemos o peso de ≅1,4 g por metro linear.

Posteriormente foram abertos 2 sulcos de plantio (fileira dupla) com 0,03 m de profundidade distanciados 5 cm da fita de gotejo, totalizando 6 sulcos por canteiro (Figura 12A). As sementes foram plantadas em 17 de março de 2025, com a distribuição de 1,4 g de sementes por metro linear, a distribuição foi feita de forma manual e homogenia sob as parcelas (Figura 12B)

Já o plantio na casa de vegetação foi realizado em 25 de março de 2025, onde foram feitos 2 sulcos de plantio com 0,03 m de profundidade (Figura 12C) distanciados a 0,10 m entre si e distribuiu 0,4 g de sementes por recipiente (Figura 12D). A quantidade de sementes para semeadura seguiu os mesmos cálculos que em campo.

Figura 12 - Abertura dos sulcos em campo (A), plantio das sementes em campo (B), abertura dos sucos em casa de vegetação (C) e plantio das sementes em casa de vegetação.

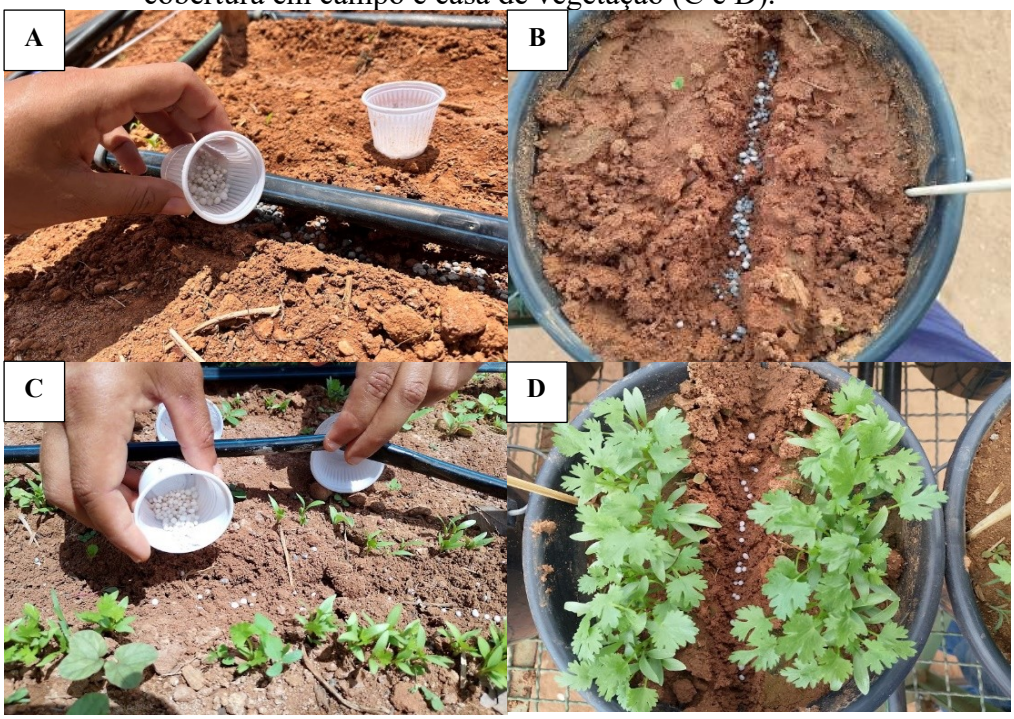


Fonte: O autor (2025).

3.8 Adubações de fundação e de cobertura

As adubações foram realizadas com base no resultado da análise química do solo e das necessidades nutricionais da cultura do coentro segundo a recomendação de adubação do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA). A adubação de fundação foi realizada com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), utilizando as fontes ureia (46% de N), a de fósforo foi o superfosfato simples (18% de P_2O_5), e fonte potássio o cloreto de potássio (58% de K_2O). O fósforo e o potássio foram aplicados somente em fundação, e a aplicação do nitrogênio foi dividida fundação (43% da recomendação de adubação) (Figura 13A e 13B) e cobertura (57% da recomendação de adubação) (Figura 13C e 13D).

Figura 13 - Adubação de fundação em campo e casa de vegetação (A e B) e Adubação de cobertura em campo e casa de vegetação (C e D).



Fonte: O autor (2025).

Sendo recomendado 152,1 kg ha^{-1} de ureia (65,4 e 86,7 kg ha^{-1} em fundação e cobertura, respectivamente), 500 kg ha^{-1} de superfosfato simples e 50 kg ha^{-1} cloreto de potássio para o plantio. A recomendação de adubação foi ajustada para o tamanho da área experimental nos dois ambientes de cultivo. Em campo foram aplicados 2,8 g m^{-1} de ureia (correspondente a 100% da AR), 21 g m^{-1} de superfosfato simples e 2,1 g m^{-1} de cloreto de potássio. A adubação de cobertura, foi realizada 15 dias após a semeadura (DAS) aplicando 3,8 g m^{-1} de ureia (100% da AR).

Já em ambiente protegido, foram aplicados com base na área da parcela experimental (0,0314 m^2), sendo aplicados no plantio 0,21 g de ureia (100% da adubação de recomendação), 1,65 g de superfosfato simples e 0,165 g de cloreto de potássio. Aos 15 DAS, foi realizada a adubação de cobertura com 0,28 g de ureia (100% da adubação de recomendação) por parcela.

Tabela 3 - Recomendação de adubação para a cultura do coentro com base na AR.

Ambiente/ aplicação	**Níveis de N (%) e níveis aplicadas (g m¹ / g)**				
	50	**75**	**100**	**125**	**150**
	% da Recomendação de adubação				
Campo/fundação	1,40 g m¹	2,10 g m¹	2,80 g m¹	3,50 g m¹	4,20 g m¹
Campo/cobertura	1,90 g m¹	2,85 g m¹	3,80 g m¹	4,75 g m¹	5,70 g m¹
Casa de vegetação/ fundação	0,11 g	0,16 g	0,22 g	0,27 g	0,33 g
Casa de vegetação/ cobertura	0,16 g	0,24 g	0,32 g	0,40 g	0,48 g

Fonte: O autor (2025).

O controle das plantas espontâneas foi realizado manualmente, sempre que necessário, visto que estas competem por água, luz e nutrientes, podendo prejudicar o desenvolvimento da cultura principal.

3.9 Variáveis analisadas

A colheita foi realizada aos 38 e aos 33 dias após a semeadura (DAS) em campo e casa de vegetação, respectivamente, quando as plantas já haviam atingido seu máximo desenvolvimento vegetativo e já possuíam características comerciais desejáveis, como: altura e cor intensa. Em campo foi considerada como área útil 0,09 m^2 da fileira dupla central de cada subparcela (Figura 14A e 14B) e em casa de vegetação a área útil foi a área do recipiente. As variáveis analisadas foram:

A) **Altura da planta (AP):** mensurada com o auxílio de uma régua graduada, medindo do colo da planta até a inserção da folha mais alta, em 5 plantas de cada subparcela. (Figura 15A);
B) **Diâmetro do caule (DC)**: medido com o auxílio de um paquímetro analógico (Figura 15B);
C) **Número de folhas por planta (NF)**: foi quantificada a partir da contagem manual das folhas completamente expandidas em 5 plantas selecionadas de forma aleatória de cada subparcela. (Figura 15C);
D) **Índice de clorofila (SPAD)**: foi utilizado o clorofilômetro, com os resultados apresentados em unidades SPAD, determinada em uma amostra de 5 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela útil, selecionando três folhas de cada, por meio de cinco leituras, obtendo o valor médio de teor clorofila por planta (Figura 15D);

E) **Massa fresca total (MFT)**: selecionada a área útil 0,09 m^2, dessa área, todas as plantas frescas e inteiras (folhas, caule e raiz) são colhidas e pesadas imediatamente em balança analítica (Figura 15E);

F) **Massa seca total (MST)**: as plantas provenientes de cada tratamento foram colocadas em sacos de papel do tipo kraft identificados e acondicionadas em estufa a 65º C, onde permaneceram por 72 h ou até atingir peso constante (Figura 15F). Em seguida, foram pesadas para avaliação da massa seca (Figura 15G).

Figura 14 - Gabarito da área útil (A) e retirada das plantas da área da subparcela para serem avaliadas em campo (B).

Fonte: O autor (2025).

Figura 15 - Variáveis analisadas: Altura de planta – AP (A), diâmetro do caule – DC (B), número de folhas por planta – NFP (C), Índice de clorofila –SPAD (D), massa fresca total – MFT (E), Amostras avaliadas acondiciona das na estufa (F) e massa seca total – MST (H).

Fonte: O autor (2025).

Em campo e casa de vegetação, para a análise das variáveis, foram utilizadas 5 plantas selecionadas de forma aleatória, contidas na parcela útil. Após todos os dados coletados, foi

realizada uma média dos valores das 5 plantas para obtenção de um valor único por tratamento para cada variável.

3.10 Análise de dados

3.10.1 Função de produção (superfícies de resposta e isoquantas)

Para determinar o rendimento da cultura do coentro, os resultados serão apresentados na forma de função de produção com duas variáveis (dois fatores). Para esse tipo de análise, são utilizadas superfícies de resposta, permitindo visualizar as combinações entre dois fatores experimentais, lâminas de irrigação e níveis de adubação nitrogenada, que resultam em um mesmo nível de produção. As superfícies de resposta e as equações funcionais serão confeccionadas por meio do software estatístico R, a partir de dados experimentais obtidos e processados, obtenção da análise de variância, de acordo com o nível de significância, e ao teste F quando significativos. A análise de regressão foi feita a 5% de probabilidade.

3.10.2 Análise multivariada

Para análise multivariada, foi utilizada a análise de componentes principais (ACP), reduzindo a dimensionalidade dos dados, facilitando a visualização e interpretação das variáveis estudadas. Foram correlacionadas as variáveis com os dois primeiros componentes principais (ACP1 e ACP2), sendo que as contribuições de cada variável para os componentes foram expressas em porcentagens de variância explicada, acompanhadas de seus respectivos autovalores.

Os gráficos da ACP tiveram suas variáveis projetadas nos eixos das dimensões (Dim1 e Dim2) e compostos por representações do tipo elipsoide dos níveis de adubação (A1, A2, A3, A4 e A5) para cada lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5) permitindo avaliar as relações das variáveis entre os níveis de adubação para cada lâminas de irrigação. O critério adotado para selecionar os componentes mais relevantes foi o de Kaiser (1960), que considera como significativos os componentes cujos autovalores são superiores a 1 e cuja variância acumulada explicada seja superior a 70%.

Além da ACP, foi realizada a análise hierárquica de agrupamento (Cluster), representados graficamente em dendrogramas. A distinção entre os grupos foi feita visualmente por cores diferentes, com o objetivo de identificar padrões nos dados e validar os resultados obtidos, contribuindo para interpretações mais robustas das interações entre os fatores analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

Na Tabela 4 contém o resumo da análise de variância das variáveis da cultura do coentro: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), índice de clorofila (SPAD), massa fresca da total (MFT) e massa seca total (MST) para os fatores lâminas de irrigação (L) e níveis de nitrogênio (N) em cultivo de campo, conduzido sob delineamento em parcelas subdivididas, em que o fator principal (parcela) foi composto por cinco lâminas de irrigação e o fator secundário (subparcela) por cinco níveis de ureia, com quatro blocos.

Verifica-se que não houve efeito significativo para nenhuma das variáveis na interação entre os fatores (LxN). Para as variáveis DC e SPAD houve efeito significativo para a lâminas de irrigação (L). Exceto para a variável SPAD todas as outras variáveis apresentaram efeito significativo para níveis de nitrogênio (N), conforme na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da cultura do coentro em função dos fatores lâminas de irrigação (L), níveis de nitrogênio (N) em ambiente de campo para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), índice de clorofila (SPAD), massa fresca da total (MFT) e massa seca total (MST).

Fatores da variação	**GL**	**Quadrados médios**					
		AP	**DC**	**NF**	**MFT**	**MST**	**SPAD**
Lâmina (L)	4	73,33^{ns}	0,3292*	0,674^{ns}	7527,8^{ns}	85,45^{ns}	15,318*
Blocos	3	65,80	0,5107	4,0005	22962,9	145,90	16,693
Erro *a*	12	41,22	0,1024	0,2972	5732,1	45,55	4,175
Nitrogênio (N)	4	85,67**	0,4977**	2,1230**	16607,8**	188,65***	81,480^{ns}
L x N	16	15,96^{ns}	0,0790^{ns}	0,4695^{ns}	1626,2^{ns}	18,11^{ns}	6,555^{ns}
Erro *b*	60	19,03	0,1168	0,4335	1436,2	22,70	5,564
Total	99						
CV 1 (%)		**25,73**	**12,44**	**9,06**	**41,96**	**31,93**	**7,57**
CV 2 (%)		**17,48**	**13,29**	**10,94**	**21,00**	**22,54**	**8,73**

Fonte: O autor (2025).

*; **; *** e ^{ns}, significativos a 0,05; 0,01; 0,001 e não significativo pelo teste F, respectivamente.

A análise de variância (Tabela 5) realizada para as variáveis do coentro cultivado em ambiente protegido não apresentou efeito significativo para interação entre os fatores (LxN). A variável número de folhas (NF) não apresentou diferença significativo ao efeito isolado das lâminas de irrigação, contudo, foi afetado significativamente pelos níveis de nitrogênio. Todas as demais variáveis foram significativamente influenciadas tanto pelas lâminas de irrigação quanto pelos níveis de adubação nitrogenada.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância da cultura do coentro em função dos fatores lâminas de irrigação (L) e níveis de nitrogênio (N) em ambiente protegido para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), índice de clorofila (SPAD), massa fresca da total (MFT) e massa seca total (MST).

Fatores da variação	**GL**	**Quadrados médios**					
		AP	**DC**	**NF**	**MFT**	**MST**	**SPAD**
Lâmina (L)	4	61,252*	0,9153*	0,6793^{ns}	9365,4*	161,01**	79,138***
Nitrogênio (N)	4	99,346**	0,7968*	2,7793*	11006,2**	119,75*	98,111***
Blocos	3	41,136	0,7076	8,2446	13030,4	161,52	8,9
L x N	16	12,488^{ns}	0,0635^{ns}	0,3109^{ns}	867,1^{ns}	8,86^{ns}	3,3^{ns}
Resíduos	147	18,356	0,277	1,0739	2972,1	45,79	6,482
CV (%)		**21,61**	**12,87**	**10,00**	**31,48**	**24,24**	**8,15**

Fonte: O autor (2025).

*; **; *** e ^{ns}, significativos a 0,05; 0,01; 0,001 e não significativo pelo teste F, respectivamente.

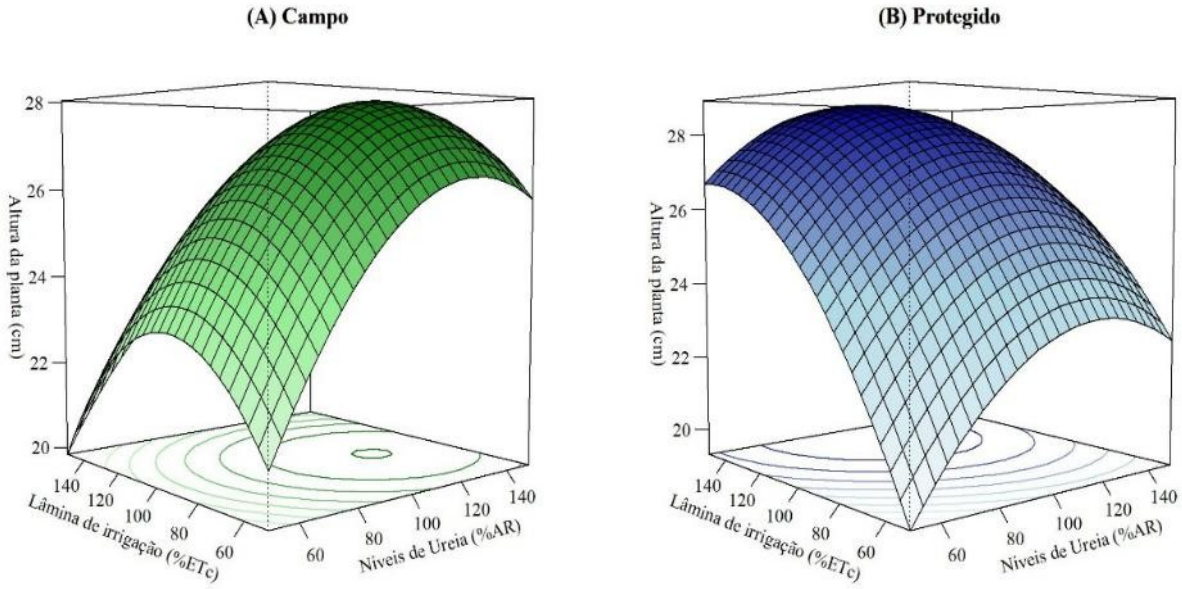
4.2 Superfície de resposta e isoquantas

A superfície de resposta para a variável altura da planta no cultivado em campo, a associação entre a lâmina de 89,92% da ET_C com o nível de ureia de 123,41% da adubação de recomendação (AR), obtiveram valor máximo de altura de plantas (26,62 cm) (Figura 16A). Já para as plantas cultivadas em ambiente protegido, a maior altura de plantas (28,85 cm) foi obtida a partir da combinação entre a lâmina de 137,26 % da ET_C e 102,16 % da AR, (Figura 16B). Assim, observa-se que os valores máximos de altura de planta foram próximos nos dois ambientes de produção, mas em ambiente protegido a lâmina de irrigação foi 52,5% e a dose de ureia foi 17,22%, superior e inferior respectivamente quando comparada com o campo. Isso se deve ao fato de que, em casas de vegetação, a radiação solar acumulada eleva a temperatura interna, a ventilação natural é reduzida e há maior dificuldade na dissipação de calor, o que eleva a evaporação do solo e a transpiração das plantas, exigindo maior frequência de irrigação (Andriolo, 1999). Corroborando com os resultados, Silva *et al*. (2019b) e Cavalcante *et al*. (2019), estudando lâminas de irrigação na cultura do coentro, sob as condições de ambiente protegido, observaram que 114,3% e 150% da ET_C, respectivamente, estas lâminas acima de 100% proporcionaram os maiores resultados para a variável AP. Angeli *et al*. (2016), também estudando a cultura do coentro, verificaram que a altura máxima alcançada foi com a lâmina de 121% irrigação real necessária (IRN).

Para o fator níveis de ureia, ambas as condições de cultivo apresentaram maiores incrementos em condições superiores a 100% da AR. Em ambiente protegido, a AP apresentou incremento de 8,4% em relação ao campo. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves *et al*. (2020), que em estudo com o coentro, verificaram que a aplicação de 160 kg ha^{-1} de nitrogênio, na forma de ureia, o que corresponde a 105,19% da recomendação de adubação

do presente estudo, proporcionou os maiores valores de altura de plantas. No entanto, ao se utilizar doses superiores a essa, observou-se uma que houve uma redução na altura de plantas, sugerindo que doses excessivas de N podem exercer efeitos negativos sobre o cultivo, quanto a este parâmetro. No entanto, os valores obtidos em ambos os ambientes se mantiveram altura mínima de 20 cm desejável para comercialização (Silva, 2016).

Figura 16 - Superfície de resposta e isoquantas da altura de plantas do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

$AP_{(campo)} = 3,68 + 0,214*L + 0,239*A - 0,00109*L^2 - 0,00091*A^2 - 0,000147*L*A$ $R^2 = 0,74$

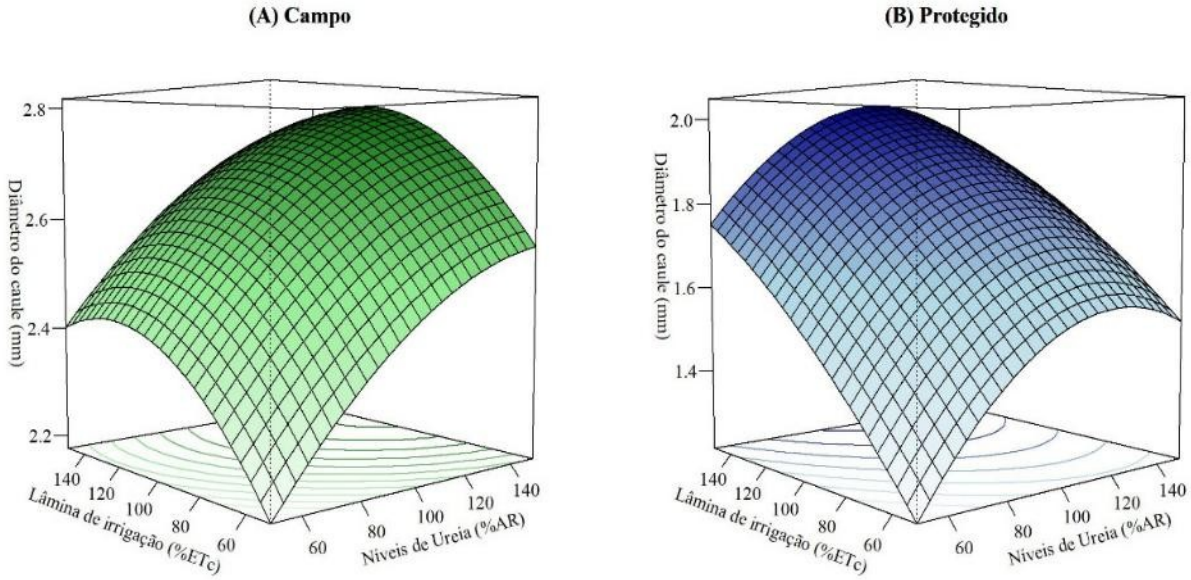
$AP_{(protegido)} = 1,086 + 0,242*L + 0,219*A - 0,000757*L^2 - 0,000848*A^2 - 0,000336*L*A$ $R^2 = 0,80$

A variável diâmetro do caule da planta, em campo, a combinação da lâmina de irrigação de 125,44% da ET_C combinada com a níveis de 150% da AR obtiveram a maior resposta de 2,81 mm (Figura 17A). Já em ambiente protegido, a maior resposta obtida para diâmetro do caule da planta foi 2,02 mm, em resposta a combinação da lâmina de 150% da ET_C com 114,5% da AR (Figura 17B). O cultivo em campo proporcionou acréscimo na variável analisada de 39% em relação à casa de vegetação, entretanto com lâmina de água 20% inferior e ureia 31% superior. Angeli *et al*., (2016) estudando a cultura do coentro, verificou que a utilização de lâminas de irrigação específicas, como 26% a mais da irrigação normal recomendada, resultou em um aumento no diâmetro do caule, sugerindo que a água disponibilizada para as plantas é um fator determinante no crescimento do coentro.

Souza *et al*., (2010), tralhando níveis de adubação nitrogenada na cultura do gergelim, observou que ocorreu aumento linear do diâmetro do caule com máximo obtido referente a dose

de 200 kg ha^{-1} equivalente a 131,58% de N no presente estudo. Discordando de dados obtidos por Paixão *et al*., (2020) que avaliando o tomate obteve o máximo diâmetro de caule quando a cultura é irrigada com reposição hídrica de 100% da capacidade de campo, associado à adubação com aplicação nitrogênio de 100% da dose recomendada.

Figura 17 - Superfície de resposta e isoquantas do diâmetro do caule do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

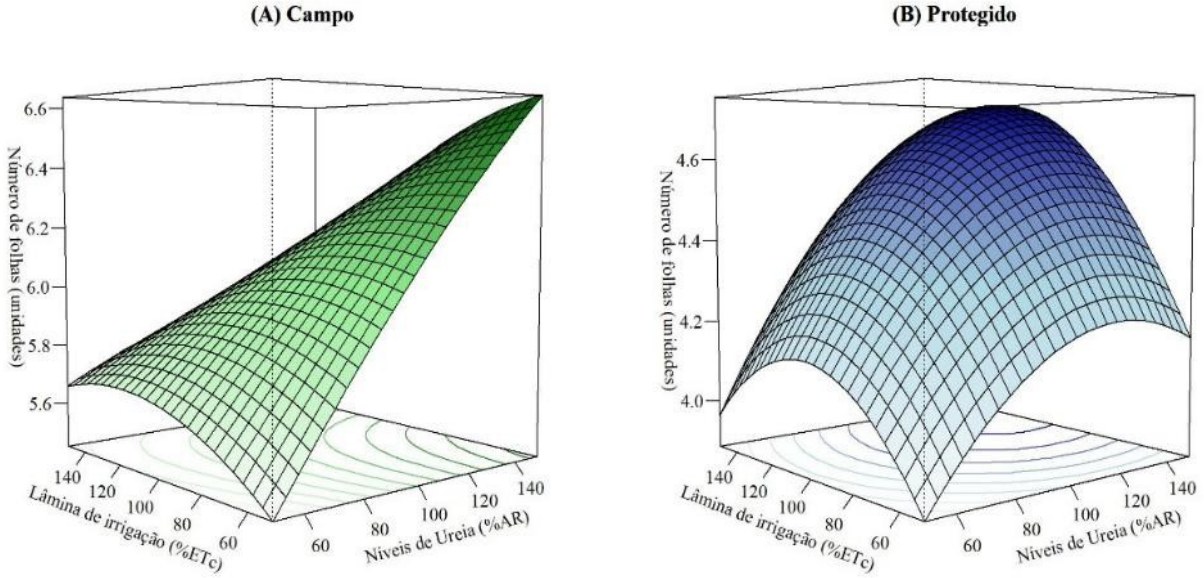
$DC_{(campo)} = 1,31 + 0,0113*L + 0,00968*A - 0,0000457*L^2 - 0,0000297*A^2 + 0,000001*L*A$ $R^2 = 0,71$

$DC_{(protegido)} = 0,0968 + 0,0098*L + 0,017*A - 0,000019*L^2 - 0,000068*A^2 - 0,00001*L*A$ $R^2 = 0,87$

A variável número de folhas em campo, apresentou melhor resposta de 6,63 unidades com a aplicação da lâmina de 50% da ET_C associada a aplicação de 150% da AR (Figura 18A), já no cultivo em ambiente protegido, a melhor resposta obtida para o número de folhas foi de 4,70 unidades, em resposta a combinação da lâmina de 129,54% da ET_C com o nível de adubação de 146,37% da AR (Figura 18B). Em campo, o NF apresentou um incremento de 41% em relação a casa de vegetação. Os resultados referentes a lâmina de irrigação corroboram com os encontrados por Angeli *et al*, (2016), também em estudo com o coentro com diferentes lâminas de irrigação, obtiveram o maior número de folhas por planta aplicando lâminas deficitária de 68% da irrigação real necessária. Em relação aos resultados da adubação nitrogenadas, trabalho conduzido por Alves *et al*., (2020), estudando a cultura do coentro sob influência de doses, observaram o resultado máximo para número de folhas (11,2 unidades) quando aplicada uma dose de 175 kg ha^{-1}, diferindo dos resultados encontrados neste estudo. Nas hortaliças folhosas, a exemplo do coentro, o NF representa uma característica

agronomicamente relevante, uma vez que as folhas correspondem à principal parte comercializada da planta (Alves *et al*., 2020).

Figura 18 - Superfície de resposta e isoquantas do número de folhas do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

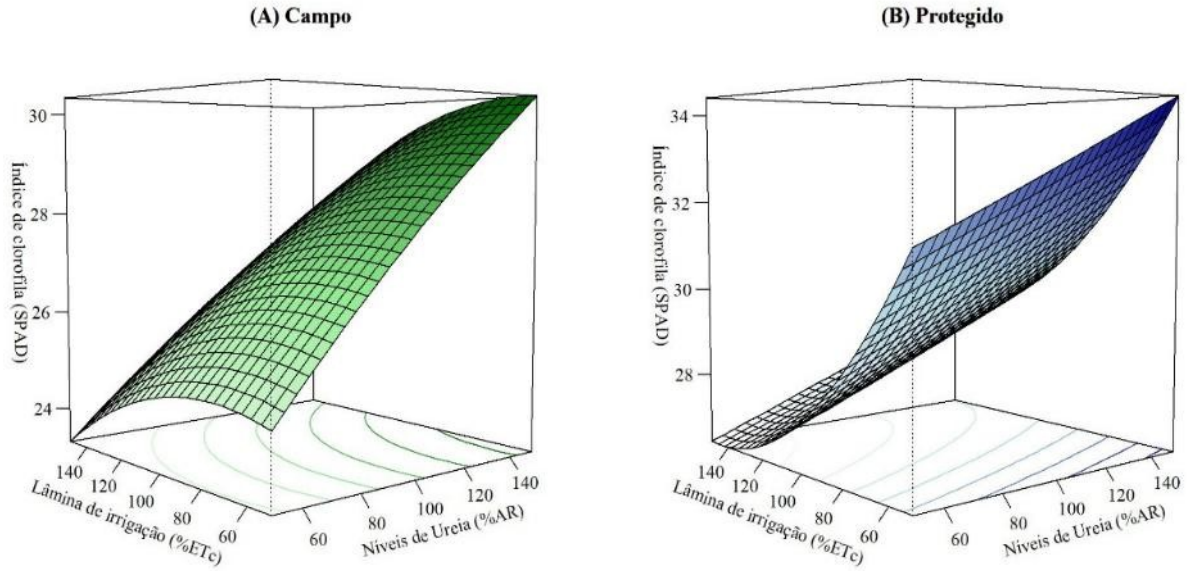
$NF_{(campo)} = 3,968 + 0,0163*L + 0,0215*A - 0,000049*L^2 - 0,000026*A^2 - 0,000089*L*A$ $R^2 = 0,69$

$NF_{(protegido)} = 2,62 + 0,016\ L + 0,0147*A - 0,000089*L^2 - 0,000071*A^2 + 0,000046*L*A$ $R^2 = 0,74$

A superfície do índice SPAD, em campo, mostra o máximo índice de 30,35 enquanto em casa de vegetação obteve 34,41, em ambos os ambientes foram obtidos com irrigação deficitária (53,5 % e 50 da ET_C) e nível máximo de adubação (150 % de N) para os dois ambientes (Figura 19A e B). Resultados semelhantes aos constatados na presente pesquisa foram, também, encontrados por Delazari *et al*., (2019), os quais testando o efeito de diferentes lâminas, e doses de nitrogênio, verificaram que o aumento nos índices de clorofila "a" em plantas cultivadas com irrigação reduzida, desde que associada a doses elevadas de nitrogênio. Também observarão que o índice de clorofila "b" apresentou uma redução linear à medida que a lâmina de irrigação foi aumentada, indicando que os maiores teores dessa clorofila ocorreram justamente sob condições de menor disponibilidade hídrica. Segundo os autores, o nitrogênio exerce papel fundamental na atenuação dos efeitos do déficit hídrico, favorecendo a manutenção da fotossíntese e da saúde das folhas. Um estudo de Liu *et al*., (2011) estudando o efeito do nitrogênio e do enxofre no crescimento e na qualidade da cebolinha (*Allium fistulosum* L.) mostrou que as maiores concentrações de clorofilas a, b e total, foram observadas nos

maiores níveis de N, indicando que o fornecimento de nitrogênio aumentou significativamente a concentração de clorofila.

Figura 19 - Superfície de resposta e isoquantas do índice de clorofila do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

$SPAD_{(campo)} = 19,27 + 0,0507*L + 0,0843*A - 0,000292*L^2 - 0,000108*A^2 - 0,000126*L*A$ $R^2 = 0,87$

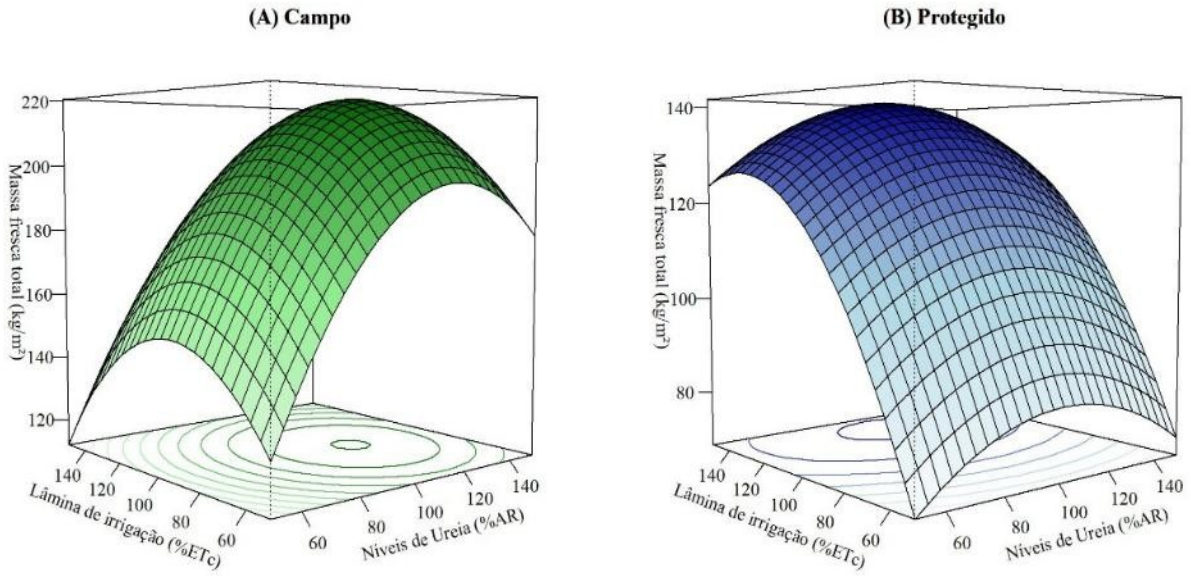
$SPAD_{(protegido)} = 36,49 - 0,158*L + 0,0296*A + 0,000547*L^2 + 0,0000139*A^2 - 0,0000403*L*A$ $R^2 = 0,93$

Para a variável massa fresca total no cultivo em campo, a combinação entre a lâmina de 94,16% da ET_C com 116,99 da AR, atingiu máxima resposta para massa fresca total (220,3 g) (Figura 20A). Já para o cultivo em ambiente protegido, a maior massa fresca total (141,68 g) foi obtida a partir da combinação entre a lâmina de 132,51% da ET_C e 105,27% da AR (Figura 20B). O maior consumo de água observado em casa de vegetação, pode ser devido ao déficit de saturação de vapor d'água que aumenta com a elevação da temperatura, resultando em maior demanda evaporativa, nos horários mais quentes do dia (Farias; Hora, 2018). Em campo, a MFT apresentou incremento de 35,68% em relação ao ambiente protegido, com lâmina de irrigação inferior à de 100% da ET_C, porém com incremento de 11,72% do nível de adubação em relação ao ambiente protegido.

Os resultados referentes a lâmina de irrigação evidenciam que o maior valor de massa fresca total foi encontrado com regime hídrico ligeiramente abaixo da ET_C da recomendada. Corroborando com os resultados encontrados por Santos *et al*. (2018) estudando a cultura da alface em condições próximas a capacidade de campo, obteve o maior valor de massa fresca. Esses também podem ser explicados embasando-se no trabalho de Flecha (2004), que expõe

que o excesso de umidade disponível pode provocar redução no peso da parte área, mostrando que o acúmulo de matéria fresca é favorecido por um regime hídrico ligeiramente abaixo da ET_C recomendada. Quanto para a dose de nitrogênio os resultados corroboram com os encontrados por Almeida *et al*. (2015) que testando adubação nitrogenada na cultura do coentro, obteve maior peso de massa fresca da parte aérea e da raiz em função das doses crescentes de N aplicado, percebe-se que a dose de 194 kg ha^{-1} e 204 kg ha^{-1}, respectivamente, expressou a maior produção. Quantidade esta equivalente a 127,63% e 134,21 desta pesquisa. evidenciando que matéria fresca é beneficiada por doses moderadamente acima de 100% da adubação de recomendação padrão.

Figura 20 - Superfície de resposta e isoquantas da massa fresca total do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

$MFT_{(campo)} = - 104,15 + 2,45*L + 3,577*A - 0,01297*L^2 - 0,01526*A^2 - 0,00008*L*A$ $R^2 = 0,75$

$MFT_{(protegido)} = - 62,246 + 2,266*L + 1,022*A - 0,00863*L^2 - 0,00498*A^2 + 0,0002*L*A$ $R^2 = 0,94$

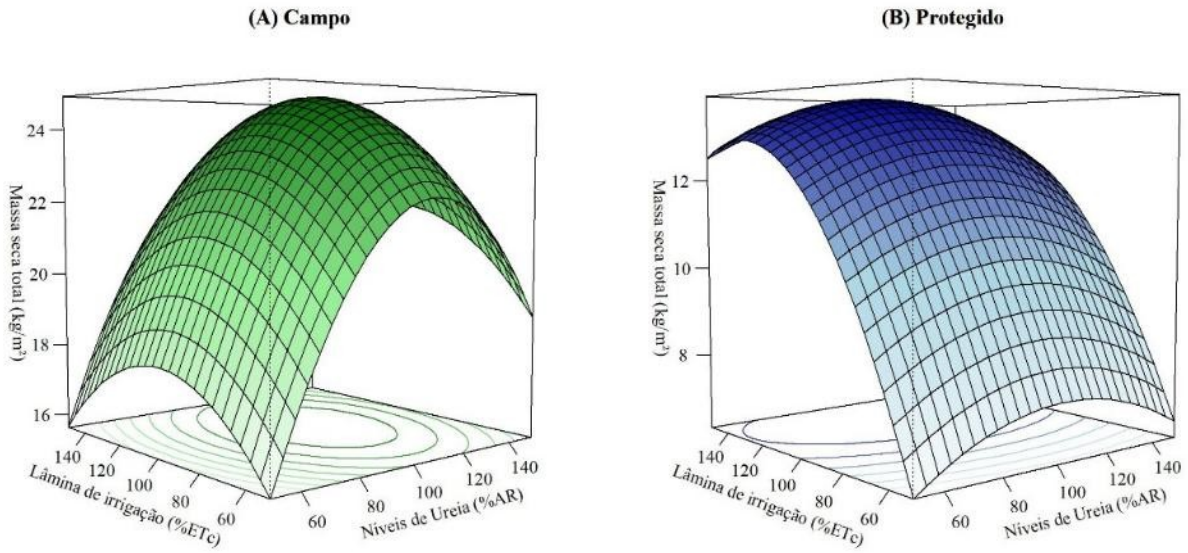
Para a variável massa seca total, em campo, a lâmina de 103,69% da ET_C combinada com o nível de 110% da adubação de recomendação (AR), obtiveram a melhor resposta para massa seca total (24,87 g) (Figura 21A). Já em ambiente protegido, a melhor resposta obtida para massa seca total (13,79 g), foi em resposta a combinação da lâmina de 128,72% da ET_C com o nível de adubação de 98,49% da AR (Figura 21B). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Lira *et al*. (2016), que ao estudarem o cultivo de coentro sob distintos níveis de umidade no solo, verificaram que a maior massa seca da parte aérea foi obtida quando a umidade foi mantida em 100% da capacidade do contêiner. Isso reforça a relevância de se

manter o solo próximo da sua capacidade ideal de retenção de água para favorecer o acúmulo de biomassa e o desenvolvimento da planta.

Em estudo conduzido por Franca *et al*. (2020), avaliando o cultivo de coentro em ambiente protegido com uso de água salina evidenciaram que o maior nível de lâmina de irrigação favoreceu o acúmulo de massa seca, tanto na parte aérea quanto nas raízes. Entretanto, neste estudo observou-se que, em campo e ambiente protegido, as lâminas de irrigação foram levemente superior a 100% e 125% da ET_C, respectivamente, devido à qualidade da água utilizada. Esse fato reforça que, ao se trabalhar com água de boa qualidade, há influência direta no consumo hídrico pelas plantas, já que a menor presença de sais reduz a interferência nas questões osmóticas na fisiologia vegetal da cultura e a necessidade de volumes adicionais para lixiviação, favorecendo um manejo mais eficiente e equilibrado da irrigação.

Os resultados obtidos quanto à adubação nitrogenada indicam que a maior produção de massa seca total ocorreu quando se aplicou uma dose levemente superior recomendada para a cultura. Diferindo dos resultados encontrados por Almeida *et al*. (2015) que relação à massa seca da parte aérea do coentro, obteve maior resposta com a dose de 204 kg ha^{-1}, que equivale a 134,21% da dose aplicada no presente estudo. Cunha *et al*. (2016), ao estudarem a cultura do coentro sob diferentes doses de N, verificaram que o melhor resultado para massa seca da parte aérea foi obtido com dose de 153 kg ha^{-1}, cerca de 100,5% em relação à esta pesquisa.

Figura 21 - Superfície de resposta e isoquantas do diâmetro do caule do coentro, cultivada em campo (A) e em ambiente protegido (B), sob níveis de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

$MST_{(campo)} = - 7,203 + 0,181*L + 0,413*A - 0,00093*L^2 - 0,00193*A^2 + 0,000108*L*A$ $R^2 = 0,60$

$MST_{(protegido)} = - 8,024 + 0,27*L + 0,092*A - 0,00103*L^2 - 0,000427*A^2 - 0,0000624*L*A*$ $R^2 = 0,96$

4.3 Análises de componentes principais (ACP)

As análises de componentes principais (ACP) mostram o comportamento das seis variáveis estudadas da cultura do coentro sob os cinco níveis de ureia (%AR) (A50, A75, A100, A125, A150) dentro de cinco lâminas de irrigação (% da ET_C) (L50, L75, L100, L125 e L150), nos dois ambientes de cultivo, em campo e em ambiente protegido. As somas dos primeiros autovalores variaram entre 4,51 a 5,25 para o campo, e 4,90 a 5,59 para ambiente protegido (Tabela 6). Já os percentuais das proporções de variância de 81,64 a 93,38% e 75,16 a 87,52% para campo e ambiente protegido, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 6 - Valores dos três primeiros autovalores sucessivas de variações das dimensões para análise de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) para cada nível de ureia para os dois ambientes em estudo (campo e protegido).

Lâminas de Irrigação	Autovalores					
	Campo			Protegido		
	ACP1	ACP2	ACP3	ACP1	ACP2	ACP3
L50	2,75	1,23	0,92	2,83	1,08	0,76
L75	2,89	1,44	1,04	2,02	1,65	1,08
L100	2,82	1,84	0,57	2,48	2,10	0,67
L125	3,81	0,98	0,71	2,04	1,63	0,93
L150	3,99	1,05	0,55	2,05	1,61	0,85

Fonte: O autor (2025).

Tabela 7 - Valores dos três primeiros proporções sucessivas de variações das dimensões para análise de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) para cada nível de ureia para os dois ambientes em estudo (campo e protegido).

Lâminas de Irrigação	Proporções de variâncias (%)					
	Campo			Protegido		
	ACP1	ACP2	ACP3	ACP1	ACP2	ACP3
L50	45,83	20,45	15,36	47,12	18,04	12,74
L75	48,21	23,95	17,29	33,71	27,48	18,07
L100	46,94	30,69	9,59	41,39	35,01	11,12
L125	63,46	16,27	11,84	33,96	27,14	15,47
L150	66,59	17,55	9,24	34,24	26,82	14,10

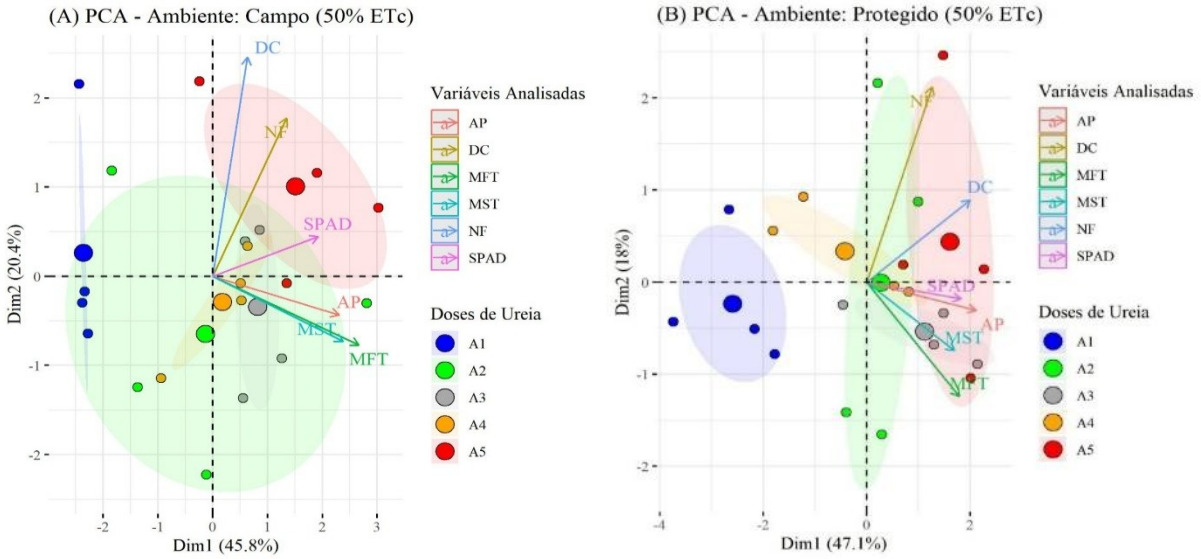
Fonte: O autor (2025).

Em campo os dois primeiros componentes principais foram suficientes para explicar L1(66,28%); L2 (72,16%); L3 (77,63%); L4 (79,73%) e L5 (84,14%), a soma das variâncias explicadas por ACP1 e ACP2 ultrapassou 70% em quase todas as lâminas, exceto na L1. Enquanto em ambiente protegido, a soma dos três primeiros componentes principais variou entre L1(77,90%); L2 (79,26%); L3 (87,52%); L4 (79,26%) e L5 (75,16%), A ACP1 e ACP2 responderam por 66,16%, 61,19%, 76,40%, 61,09% e 61,06%, respectivamente.

É possível observar que na lâmina de irrigação de 50%, em campo, houve maior influência dos níveis mais elevados de ureia nas variáveis DC, NF e SPAD, enquanto que as variáveis AP, MST e MFT predominou o nível de 75% da adubação de recomendação, a MST e MFT tiveram maior correlação entre si e com a lâmina. Já em ambiente protegido, as variáveis se correlacionaram com os maiores níveis de ureia (Figura 22).

Esse padrão indica que em campo, sob estresse hídrico acentuado, o nitrogênio assume papel central na manutenção de características fisiológicas e foliares, mas não consegue sustentar o acúmulo de biomassa total (MST e MFT), que permanece limitado pela escassez de água. Situação semelhante foi descrita por Angeli *et al*. (2016), que verificaram que em déficits de irrigação (68% da IRN), doses mais elevadas de N aumentaram o número de folhas, mas a massa fresca apresentou forte dependência da lâmina hídrica.

Figura 22 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 50% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada.



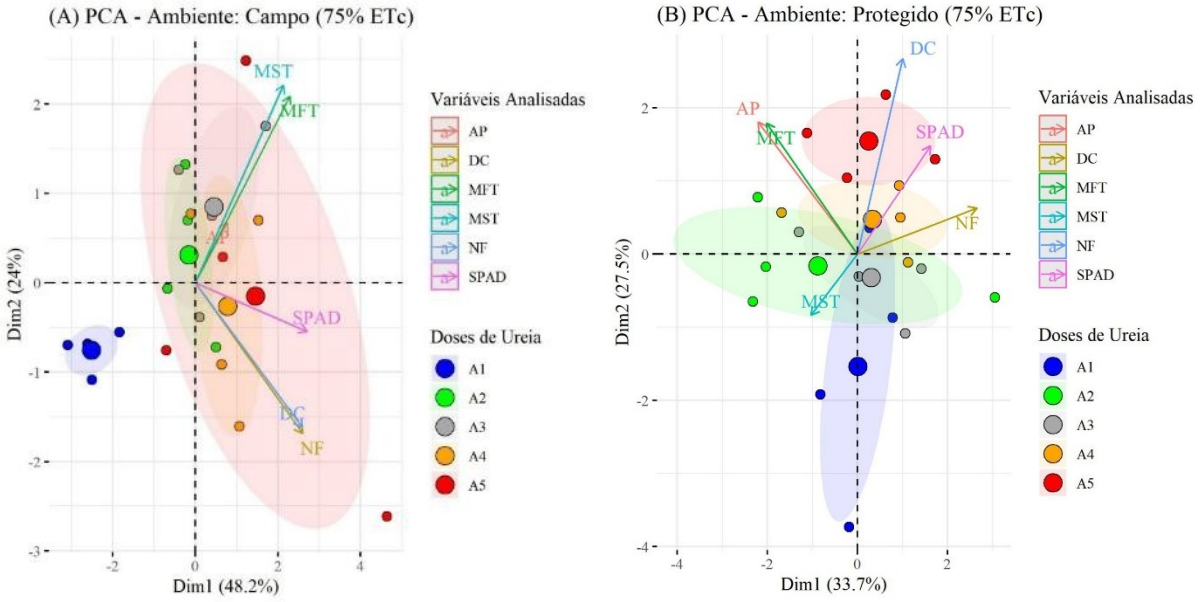
Fonte: O autor (2025)

Para a lâmina irrigação de 75% da ET_C, em campo teve correlação positiva entre os maiores níveis de ureia. Em que as variáveis DC e NF tiveram correlação positiva entre si, assim como MST e MFT. Em ambiente protegido, DC, SPAD e NF apresentaram correlação positivas com os maiores níveis, já AP e MST apresentaram correlação entre si, porém ficaram distantes da dimensão 1, já MST apresentou correlação negativa entre os fatores estudados (Figura 23).

A resposta das plantas está fortemente relacionada à adubação nitrogenada, sobretudo em situações de déficit hídrico moderado, sendo que, as maiores doses de ureia proporcionam

melhor desempenho das variáveis produtivas, indicando que a disponibilidade elevada de nitrogênio é essencial para manter o crescimento sob estresse (Taiz *et al*., 2017). Tendo em vista que o nitrogênio é macronutriente fundamental, atuando na síntese de proteínas, aminoácidos e diversos compostos essenciais ao metabolismo das plantas sua deficiência compromete o crescimento e no rendimento dos produtos (Guariz *et al*., 2012).

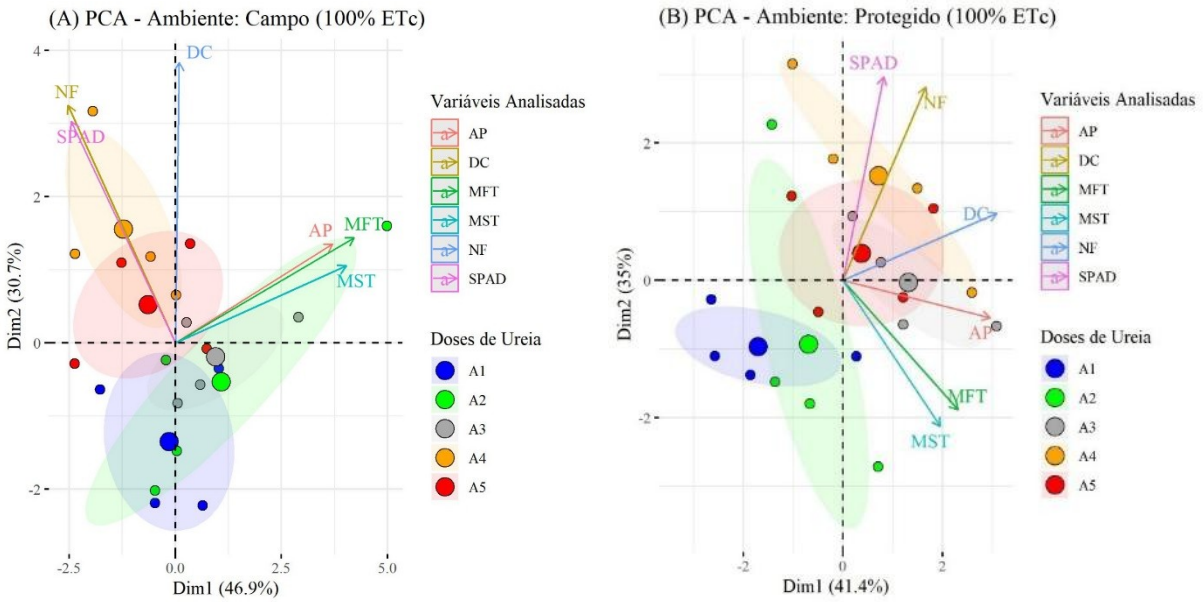
Figura 23 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 75% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada.



Fonte: O autor (2025).

Para as lâminas de 100% da ET_C, em campo às variáveis de crescimento e produtividade, como AP, MFT e MST tiveram correlação positiva entre si e apresentam correlação positiva com a adubação de 75% de ureia. Enquanto no eixo vertical ficaram os maiores níveis de ureia o NF e SAPD entre tiveram correlação elas, mas se distanciaram da dimensão 1. Enquanto em ambiente protegido as variáveis NF, DC e SAPD apresentaram correlação com os níveis maiores, AP com o nível intermediário (A3) e MFT e MST tiveram correlação positiva entre si, mas se distanciaram da dimensão 1. Assim, cada ambiente pode influenciar de forma distinta o consumo de água e a eficiência de uso dos nutrientes pela planta.

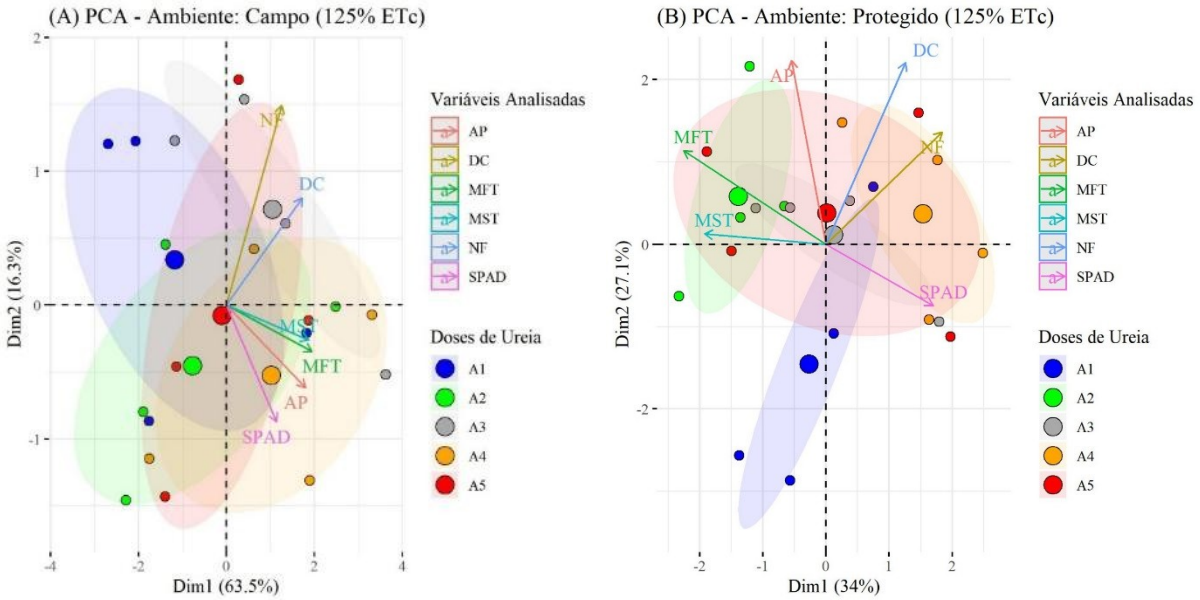
Figura 24 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 100% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada.



Fonte: O autor (2025)

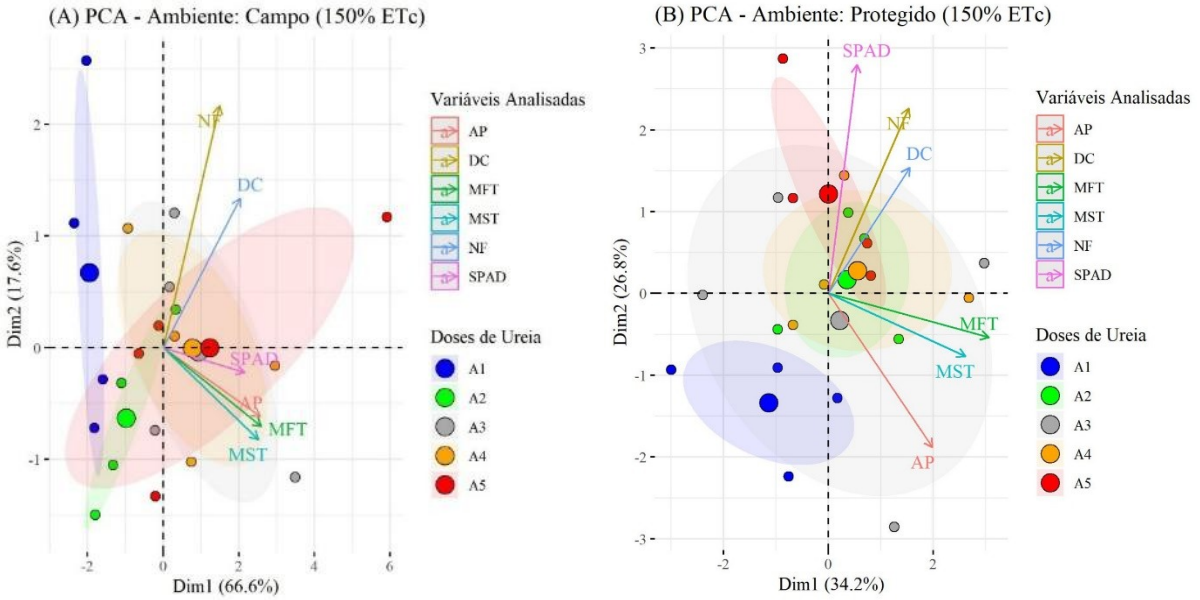
Para as lâminas de irrigação de 125% e 150%, seguiram padrões semelhantes, onde em campo e ambiente protegido predominaram os maiores níveis de ureia (A4 e A5). Quando a irrigação é aumentada além de 100% da ET_C, há maior disponibilidade de água no solo, o que favorece o desenvolvimento radicular e a absorção de nutrientes. Oliveira *et al*. (2019) observaram que, em couve-flor, a maior produtividade foi obtida com lâmina de 132% da ET_C e dose de máxima de N, indicando que o aumento da água potencializa a resposta à adubação nitrogenada, pois a cultura consegue explorar melhor o solo e converter o N aplicado em biomassa e rendimento. Resultados semelhantes foram encontrados por Massaranduba *et al*. (2022) em cebola, onde a dose máxima de N e lâmina de 120% da ET_C proporcionaram maior produtividade.

Figura 25 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 125% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada.



Fonte: O autor (2025)

Figura 26 - Representação das seis variáveis estudadas da cultura do coentro na lâmina de irrigação de 150% da ET_C, nos ambientes de produção em campo e ambiente protegido em diferentes níveis de ureia A1, A2, A3, A4 e A5 % da adubação recomendada.



Fonte: O autor (2025)

4.4 Análise hierárquica de Clusters

Na Figura 27 e 28 estão apresentados os resultados da análise hierárquica de Clusters por meio de um agrupamento em propriedade de árvore (dendrograma), no qual otimizou a

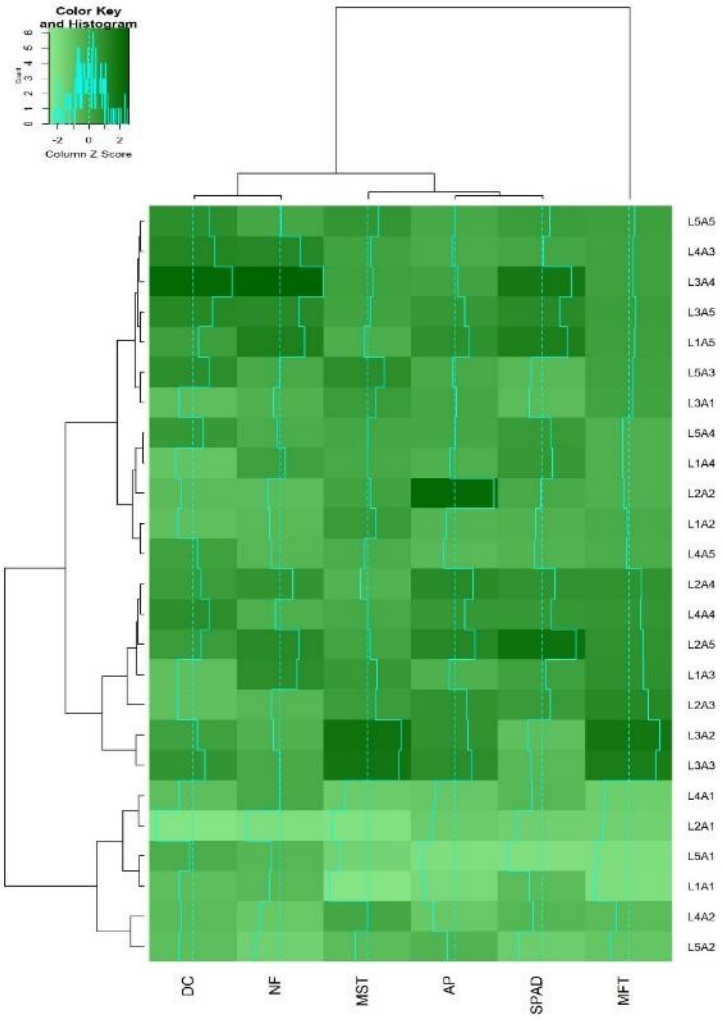
visualização das seis variáveis da cultura do coentro respondendo as combinações das lâminas de irrigação e níveis de ureia aplicadas em dois ambientes de cultivos.

A disposição das ramificações no dendrograma expressa o grau de similaridade entre os tratamentos (linhas) e as variáveis (colunas), quanto mais curtas forem essas ramificações, maior é a semelhança entre os tratamentos ou variáveis, indicando comportamentos próximos entre os agrupamentos formados (Ferreira *et al*., 2018). Enquanto a intensidade da cor mais intensa dos quadrados indicam o alto e baixo desempenho da variável mediante determinado tratamento. Nesse caso, os quadrados com tonalidades mais intensas (escuras) refletem valores mais elevados da variável correspondente, sugerindo maior desempenho ou resposta positiva do tratamento em questão, enquanto as cores mais claras, os valores mais baixos (Pannain *et al*., 2023)

No cultivo em campo (Figura 27), com base nesta sequência e na estrutura visual do dendrograma, podemos identificar os seguintes agrupamentos e padrões de similaridade, considerando o eixo horizontal, as variáveis AP e SPAD apresentaram a menor distância ou similaridade entre si, bem como a variável MST, e estes dois grupos as variáveis DC e NF. A maior distância ou dissimilaridade entre as variáveis foi observada para MFT entre as demais variedades estudadas.

De forma geral, destacam-se os tratamentos, que apresentaram os maiores escores nas variáveis, conforme a colorações mais escuras. Em relação aos tratamentos, analisando o eixo vertical, foi possível verificar que o melhor valor para AP foi com lâmina de irrigação e nível de adubação abaixo de 100%. Para NF e DC o maior desempenho foi associado à lâmina de 100% da ET_C e à nível de 125% da adubação de recomendação (AR). Para o SPAD o maior desempenho foi verificado com à lâmina de 50% da ET_C e nível de 150% da AR. Já as variáveis MST e MFT apresentaram melhores respostas no tratamento com lâminas de 100% da ET_C, associadas ao nível de 50% da AR.

Figura 27 - Resultado da análise hierárquica de Cluster (dendrograma) das variáveis AP, DC, NF, SPAD, MFT e MST do coentro em campo, considerando combinações de lâminas de irrigação e níveis de ureia.



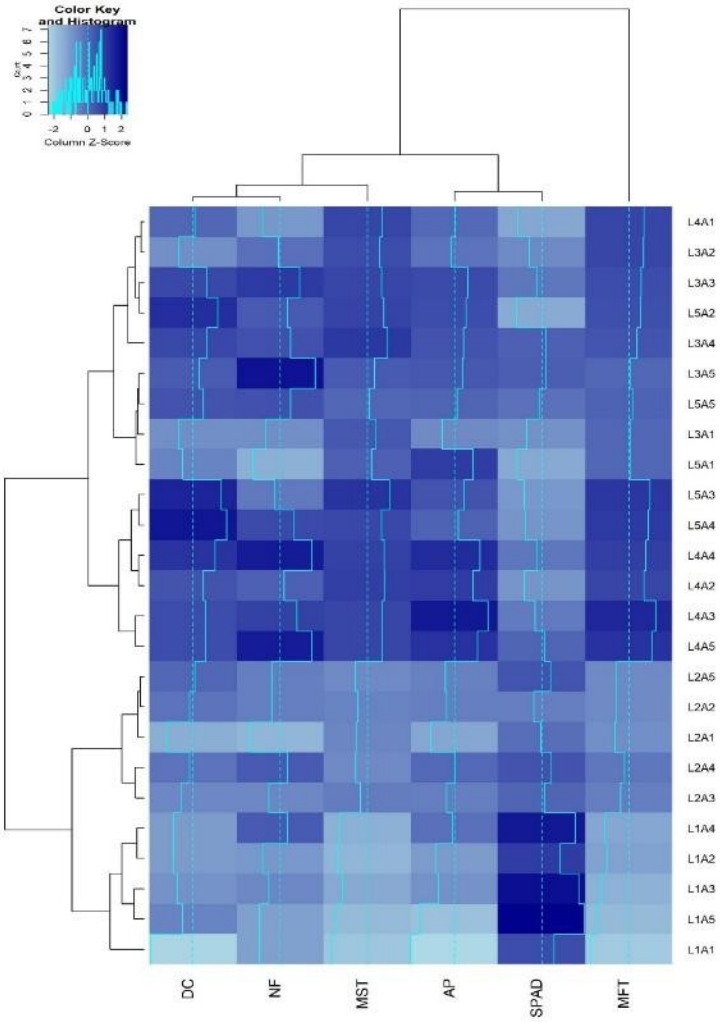
Fonte: O autor (2025).

Os agrupamentos visualizados no eixo horizontal, (Figura 28) acerca das variáveis analisadas destacam com maior similaridade as variáveis DC e NF, e estas com a variável MST, de forma distante, esse cluster apresentou similaridade com a variável AP e SPAD. De forma isolada, a variável MFT foi a que apresentou maior dissimilaridade entre os clusters.

Verificando o eixo vertical, para os tratamentos avaliados no cultivo em ambiente protegido, para os tratamentos aplicados, o melhor valor para AP e MFT foi com a lâmina de 125% da ET_C e o nível de 100% da adubação de recomendação (AR). Para NF, o maior desempenho foi associado à lâmina de 100% da ET_C e com 150% da AR. Já as variáveis DC e MST apresentaram melhores respostas no tratamento com lâminas de 150% da ETc, associadas

aos níveis de 125% e 100% da adubação, respectivamente. O SPAD apresentou maior desempenho na lâmina de 50% da ETc com 150% da AR.

Figura 28 - Resultado da análise hierárquica de Cluster (dendrograma) das variáveis AP, DC, NF, SPAD, MFT e MST do coentro em ambiente protegido, considerando combinações de lâminas de irrigação e níveis de ureia.



Fonte: O autor (2025).

5 CONCLUSÃO

1. Através da análise multivariada, a altura da planta e massa fresca total apresentaram maior representatividade dos dados. Então, com base nesses parâmetros, para as condições estudadas em cultivo em campo é indicada a utilização de lâminas próximas a 100% da ET_C associada à adubação nitrogenada equivalente a 125% da AR. Já para o cultivo em ambiente protegido, é indicada a aplicação da lâmina levemente superior à 100% da ET_C (125% da ET_C) associada à adubação nitrogenada superior a 100% da recomendação de adubação.

2. Para os fatores estudados, nas condições do estudo, a cultura do coentro, em campo necessitou de quantidade de água próximos à ET_C padrão, enquanto em ambiente protegido foi superior, e necessidade nutricional superior a recomendação de adubação nitrogenada para a cultura para os dois ambientes de cultivo.

REFERÊNCIAS

ADAME, K. S.; MARCOLIN, E. S.; MAIA, G. M. Resposta da soja a aplicação de nitrogênio na forma de ureia em diferentes doses. *In*: CITY FARM, 3., 2023, Cascavel, PR **Anais** [...]. Cascavel, PR: FAG, 20123. p. [1-9]. Disponível em: https://fag.edu.br/mvc/assets/cityfarm/assets/documentos/anais/2023/RESPOSTA%20DA%20SOJA%20A%20APLICA%C3%87%C3%83O%20DE%20NITROG%C3%8ANIO%20NA%20FORMA%20DE%20UREIA%20EM%20DIFERENTES%20DOSES.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

ALMEIDA, L. N.; CUNHA, W. S.; SANTANA, C. C.; MENEZES, L. S.; JESUS, E. S.; COSTA, A. A. Adubação nitrogenada na cultura do coentro no Oeste da Bahia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2025, São Luís, MA. **Anais** [...]. São Luís, MA: SBSC, 2025. p. 1-4. Disponível em: https://eventossolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/337.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

ALMEIDA, R. F. Adubação nitrogenada de tomateiros. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 5, p. 4, 2011. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1131. Acesso em: 08 jun. 2025.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 23 maio 2025.

ALVES, E. S.; LIMA, D.F.; BARRETO, J. A. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem. **Revista Irriga**, Botucatu, SP, v. 22, n. 1, p. 194-203, 2017. Disponível em: https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2238. Acesso em: 4 jun. 2025.

ALVES J. C.; PÔRTO, M. L. A.; GOUVEIA NETO, G. C.; ALMEIDA, T. P.; SILVA, A. L. A. Produtividade do coentro em função de fontes e doses de nitrogênio. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, PR, v. 6, n. 9, p. 68635-68647, set. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n9-346. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/16646/13598. Acesso em: 1 jun. 2025.

ANGELI, K. P.; DELAZARI, F. T.; NICK, C.; FERREIRA, M. G.; SILVA, D. H. Components and water use efficiency in coriander under irrigation and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 415-420, may 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/LFNyw9m3RT8YVsTvM8bQqkh/?lang=en. Acesso em: 1 jun. 2025.

BARBOSA JÚNIOR, M. R.; SILVA, T. R. G.; SILVA, J. C.; SILVA, C. B.; SANTOS, D. P.; DOS SANTOS, M. A. L. Manejo de irrigação na cultura do coentro no Agreste Alagoano. *In*: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza, CE. **Anais** [...]. Fortaleza, CE: INOVAGRI, 2017. p. [1-9]. Disponível em: https://icolibri.com.br/public/anais/TC1230397.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

BOMFIM, J. M. F. **Pegada hídrica e desempenho econômico da cultura do coentro (*Coriandrum sativum* L.) no agreste sergipano**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, Aracajú, SE, 2017. Disponível em: https://ri.ufs.br/handle/riufs/4251. Acesso em: 18 jun. 2025.

BRAGA, M. B. Considerações sobre manejo de irrigação em hortaliças. **Hortaliças em Revista**, n. 6, n. 21, p. 12-13, jan./abr. 2017. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1085967. Acesso em: 6 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

CAMPOS, A. J. M.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society And Development,** v. 10, e311101523155, 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23155. Acesso em: 4 jun. 2025.

CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; CHAVE, F. C. M.; PINHEIRO, J. O. C. Índices agroeconômicos do Coentro cultivado em substrato de fibra de coco com fertirrigação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,** Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental**,** n. 29, abr. 2019. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1108940/1/BP29.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

CARVALHO, A. M.; OLIVEIRA, A. D.; REIN, T. A. Qual é o impacto da adubação nitrogenada e práticas agrícolas na emissão de N2 O?. **Circular Técnica**, Planaltina, DF: Embrapa, n. 47, p. 1-34, jan. 2021. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134975/1/CT-47-Arminda-Ainfo.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.

CAVALCANTE, L. S.; SANTOS, F. F.; PEREIRA, M. T. S.; OLIVEIRA, T. A.; SILVA, T. R. G.; SANTOS, M. A. L. Desempenho da cultura do coentro em função de diferentes lâminas de água. *In*: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza, CE. **Anais** [...]. Fortaleza, CE: INOVAGRI, 2017. p. [1-6]. Disponível em: https://icolibri.com.br/public/anais/TC1170226.pdf. Acesso em: 20/07/2025.

CAVALCANTE, A. R.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; PAZ, V. P. S. Produção e composição mineral do coentro em sistema hidropônico de baixo custo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p.685-696, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314248582_PRODUCAO_E_COMPOSICAO_MINERAL_DO_COENTRO_EM_SISTEMA_HIDROPONICO_DE_BAIXO_CUSTO. Acesso em: 18 jun. 2025.

CERQUEIRA, F. B.; SANTANA, S. C.; 1, SANTOS, W. F.; 1, FREITAS, G. A.; NUNES, T. V.; SIEBENEICHLER, S. C. Doses de nitrogênio nas respostas morfológicas de coentro. **Global Science and Technology**, Rio Verde, GO, v. 9, n. 1, p. 15-21, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312080744_Doses_de_Nitrogenio_nas_Respostas_Morfofisiologicas_de_Coentro_Coriandrum_sativum_L. Acesso em: 10 jun. 2025.

CERQUEIRA, D. C. O.; FERRO, M. G. F.; SILVA, P. C.; SILVA, T. S. S.; NETO, A. L. S; SOUZA, A. A. Desempenho de plantas de coentro adubadas com doses de esterco bovino e fertilizante químico. **Revista Ambientale**, Arapiraca, AL, v. 11 n. 2, 2019. Disponível em: https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/93. Acesso em: 8 jun. 2025.

CORRÊA, M. T. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1984. v. 2. Disponível em: https://bd.camara.leg.br/bd/items/2f1913cc-6b6c-45c5-a6ee-8697d449f810. Acesso em: 5 jun. 2025.

COSTA, V. S.; SILVA, S. M.; ALVES, A. C. O.; AGUILA, L. S. H. Estresse hídrico por excesso em soja cultivada em solos hidromórficos. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 30., 2021, Pelotas, RS. **Anais** [...]. Pelotas, RS: UFPel, 2021. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/CA_02202.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

CUNHA, W. S.; SANTANA, C. C.; JESUS, E. S.; MENEZES, L. S.; ALMEIDA, L. N.; COSTA, A. A. Rendimento do coentro cultivado sob diferentes doses de N num Latossolo amarelo textura franco arenoso no Cerrado da Bahia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal, RN. **Anais** [...]. Natal, RN: SBCS, 2015. p. 1-4. Disponível em: https://eventossolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2290.pdf. Acesso em: 27 jul. 2025.

DANTAS, G. F.; OLIVEIRA, V. M. R.; DALRI, A. B.; PALARETTI, L. F.; SANTOS, M. G.; DE FARIA, R. T. Desempenho de métodos na estimativa de evapotranspiração de referência para o estado da Paraíba, Brasil. **Revista Irriga**, Botucatu, SP, v. 21, n.3, p.481-490, jul./ set. 2016 Disponível em: https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1960. Acesso em: 12 jun. 2025.

DELAZARI, F. T.; COPATI1, M. G. F.; SILVA, G. H.; GOMES, R. S.; SILVA, D. J. H.; NICK, C. Morphological and Ecophysiological Indicators for Coriander Under Irrigation Depths and Nitrogen Levels. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, p. 9, 2019. Disponível em: https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/38285. Acesso em: 22 jul. 2025.

DEMARTELAERE, A. C. F.; FEITOSA, S. S.; PRESTON, H. A. F.; PRESTON, W.; RODRIGUES, A. L. S.; MEDEIROS, M. L. S.; BENJAMIM, R. F.; MEDEIROS, M. C.; ROSADO, A. K. H. B.; SILVA, R. M. Influência das adubações orgânicas nas características fisiológicas do *Coriandrum sativum* L. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, PR, v. 6, n. 11, p, 90302-90312, nov. 2020. Disponível em https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/20211/16188. Acesso em: 3 jun. 2025.

DIAS, C. Novo fertilizante deve reduzir custos no emprego de ureia**. Embrapa.** Brasília, DF, 15 maio 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34227800/novo-fertilizante-deve-reduzir-custos-no-emprego-de-ureia. Acesso em: 9 jun. 2025.

DINIZ, A. A.; DIAS, N. S.; SOUZA, F. I.; SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, N. O.; FERNANDES, A. L. M. Produção e qualidade do coentro cultivado com solução nutritiva em fibra de coco.

Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 13, n. 2, p. 3306 – 3313. 2019. Disponível em: https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/994/pdf_540. Acesso em: 14 jun. 2025.

DIVINCULA, J. S.; SILVA, C. B.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, D. P.; SANTOS, L. W. Crop coeficient and water requeriment of prickly pear in the agreste region of Alagoas state, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 23, n. 12, p. 925-929, 2019. Disponível em; https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sKzqnbbhrc7QHLQq59PKX6P/?lang=en. Acesso em: 27 maio 2025.

EL-HENDAWY, S. E.; AL-SUHAIBANI, N. A.; ELSAYED, S.; HASSAN, W. M.; DEWIR, Y. H.; REFAY, Y.; ABDELLA, K. A. Potential of the existing and novel spectral reflectance indices for estimating the leaf water status and grain yield of spring wheat exposed to different irrigation rates. **Agricultural Water Management**, v. 217, n.1, p.356-373, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377418306644. Acesso em: 6 jun. 2025.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; JOSÉ ANTÔNIO SARAIVA GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n.6, p.1404-1411, nov./dez. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/CtLXh9DFsJmscXQT9nkLsNn/. Acesso em: 22 maio 2025.

FARIA JUNIOR, M. J. A.; HORA, R. C. Cultivo protegido. *In*: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá, PR: EDUEM, 2018. p. 451-487. Disponivel em: https://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-16.pdf. Acesso em: 22 jul. 2025.

FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES. A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 45, n. 1, p.29-34, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/tCKKcJVpVDcRgWHQQmXhySg/. Acesso em: 22 maio 2025.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico e altas temperaturas no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67–77, 2015. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1855. Acesso em: 9 jun. 2025.

FERREIRA, R. B.; FORMENTINI T. C.; GROHSI M.; MARCHESAN E.; SANTOS D. S.; SARTORI G. M. S. e SILVA L. S. Fontes alternativas à ureia no fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 41, n.12, p.2053-2059, dez. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/WCm3pxXyJcpYtrCRBjPYGGq/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 8 jun. 2025.

FERREIRA, M. F. **Epidemiologia de doenças radiculares na cultura do coentro no município de Arapiraca-AL**. 2013. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2013. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/14618. Acesso em: 27 maio. 2025.

FERREIRA, R. R. M.; PAIM, F. A. P.; RODRIGUES, V. G. S.; CASTRO, G. S. A. **Análise de cluster não supervisionado em R**: agrupamento hierárquico. Campinas, SP: Embrapa Territorial, 2020. (Documentos; 133). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126478/1/5360.pdf. Acesso em: 03 ago. 2025.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2000.

FLECHA, P. A. N. **Sensibilidade das culturas da batata (*Solanun tuberosus* L.) e da alface (*Lactuca sativa* L.) ao excesso de água no solo**. 2004. Dissertação (Mestrado de Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-24092004-114749/publico/pablo.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

FRANÇA, T. S.; PAZ, K. M. V.; SOUZA, A. F.; SANTOS, L. J. S.; SANTOS, M. A. L. Resposta do coentro irrigado com água salina. **Revista Ambientale**, Arapiraca, AL, v. 12, n. 1, p. 29-33. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/367945618_Response_of_coriander_irrigated_with_saline_water. Acesso em: 27 jul. 2025.

GONÇALVES, E. D. V.; JANAÍNA DARTORA, J.; MENDONÇA, H. F. C.; RISSATO, B. B.; DILDEY, O. D. F.; COLTRO-RONCATO, S.; SANTANA, J. C.; KLOSOWSKI, E. S.; ECHER, M. M.; TSUTSUMI, C. Y. Crescimento e produtividade de cultivares de alface em ambiente protegido com e sem tela termorrefletora. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 193-199, 2017. Disponível em: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20183105520. Acesso em: 18 jun. 2025.

GOUVEIA NETO, G. C.; ALVES, J. C.; PÔRTO, M. L. A.; ALMEIDA, T. P. Adubação nitrogenada na produção da cultura cebolinha: uma experiência de pesquisa. *In*: SILVA, Luis Lucas Dantas da (org.). **Ensino, pesquisa e extensão em Institutos Federais no nordeste do Brasil**: percepções, experiências, limites e possibilidades. Maceió, AL: GPICET/IFAL, 2016, p.101-109. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343346008_Adubacao_nitrogenada_na_producao_da_cultura_da_cebolinha_uma_experiencia_de_pesquisa. Acesso em: 18 jun. 2025.

GRANGEIRO, L.C.; SANTOS, A. P.; FREITAS, F. C. L.; SIMÃO, L. M. S.; BEZERRA NETO, F. Avaliação agroeconômica das culturas da beterraba e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n.1, p.242-248, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rca/a/GnpScBwCntWhr9jSqY63SPM/. Acesso em: 25 maio 2025.

GUEDES, I. M. R. Produção de pimentão em cultivo protegido. **Revista Campo & Negócios HF**, Uberlândia, MG, Ano 6, n. 85, p. 50-52, jun. 2012. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/928172/1/digitalizar0137.pdf. Acesso em: 14 jun. 2025.

GUARIZ, H. R.; PICOLI, M. H. S.; CAMPANHARO, W. A.; SPERANDIO, H. V. Descrição sintomatológica de deficiência nutricional na mamona durante seu desenvolvimento inicial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 7–12, 2012. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1217. Acesso em: 10 ago. 2025.

HABER, L. L.; CLEMENTE, F. M. V. T. (ed.). **Plantas aromáticas e condimentares: uso aplicado na horticultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/977687/plantas-aromaticas-e-condimentares-uso-aplicado-na-horticultura. Acesso em: 21 maio 2025.

HEIDARI, M.; GALAVI, M.; HASSANI, M. Effect of sulfur and iron fertilizers on yield, yield components and nutrient uptake in sesame (Sesamum indicum L.) under water stress. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n.44, p.8816-8822, 2011. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/0b6d/b472a49700a817c268d115129a72f4145451.pdf. Acesso em: 18 jun. 2025.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017:** Brasil, grande região e unidade da federação e município. Rio de Haneiro: IBGE, 2017. Disponível em https: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953#resultado. Acesso em: 21 maio 2025.

KAISER H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement,** v. 20, p. 141-151, 1960.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R.; COIMBRA, J. L. M.; PETRY, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 865-875, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4ZNZdM9VhgZxLFkkCPC53Xr/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 09 jun. 2025.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R.; PAULETTI, V.; MENEZES JUNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produtividade e conservação de cebola afetadas pela adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira,** v. 31, p. 559-567, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/WqKQ7FJzzWtRLztgdMYH7Xq/. Acesso em: 09 jun. 2025.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Edusp, 2005.

LINHARES, P. C. F.; SOUZA, J. S.; MARACAJÁ, P. B.; MEDEIROS, A. C.; ALVES, L. S.; SILVA, U. L.; CARLOS, K. G. S.; SOUZA JÚNIOR, D. S. Coriander yield as a function of green manure incorporation of hairy woodrose (*Merremia aegyptia* L.), rooster tree (*Calotropis procera*) and kills pasture (*Senna uniflora* L.) in a semiarid region of Brazil. **DELOS**: Desarrollo Local Sostenible, Curitiba, PR. v. 16, n.46, p. 2370-2385, 2023. Disponível em: https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/977/887. Acesso em: 18 jun. 2025.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; MOREIRA, J. C.; PAIVA, A. C. C.; ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P. Rendimento do coentro (*Coriandrum sativum* L) adubado com esterco bovino em diferentes doses e tempos de incorporação no solo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, SP, v. 17, n. 3, p. 462-467, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbpm/a/QrVNqbjPvDm5X6k6xdqVXhr/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 maio 2025.

LIRA, R. M.; SANTOS, A. N.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, J. S.; BARROS, M. S; GORDIN, L. C. Cultivo de coentro em diferentes níveis de salinidade e umidade do solo. **Revista Geama**, v. 1, n. 3, p. 293–303, 2016. Disponível em: https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/512. Acesso em: 27 jul. 2025.

LIU, H. C.; LI, J. L.; SONG, S W.; SUN, G. W.; CHEN R. Y. Effect of Nitrogen and Sulphur on the Growth and Qualities of Bunching Onion. **Advanced Materials Research**, v. 366, p. 127-131, 27 oct 2011. Dísponivel em: https://www.researchgate.net/publication/269356745_Effect_of_Nitrogen_and_Sulphur_on_the_Growth_and_Qualities_of_Bunching_Onion. Acesso em: 23 jun. 2025.

LOPES, E. M. C. T. **Colheita, caraterização e avaliação de germoplasma de coentro (*Coriandrum sativum* L.) do Alentejo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agricultura Sustentável) - Instituto Politécnico de Portalegre, Escola Superior Agrária de Elvas, Portalegre, PO, 2014. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/entities/publication/708fb88a-9857-48c4-b96c-bd3a84b7cd34. Acesso em: 22 maio 2025.

MACIEL, G. M.; COSTA, C. P.; SALA, F. C. Linhagens de coentro com pendoamento tardio sob dois sistemas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 607-612, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/hmdVVnQB8YHLCrTTBsZy8cR/?lang=pt. Acesso em 13 jun. 2025.

MANDAL, S.; MANDAL, M. Coriander (Coriandrum sativum L.) essential oil: chemistry and biological activity. **Asian Pacific, Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, p. 421-428, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2221169115000647. Acesso em: 25 maio 2025.

MARENCO, R. A., LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa MG: UFV, 2005.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 3. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa – CNPH, 1989. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/773014. Acesso em: 26 maio 2025.

MAROUELLI, W. A. Irrigação em campos de produção de sementes de hortaliças. **Circular Técnica**, Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, n.52, set. 2007. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/780468/4/ct52.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. *In*: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 159-232. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/915574/1/IRRIGACAOeFERTIRRIGACAOcap5.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

MASSARANDUBA, W. M.; GOMES FILHO, R. R.; BRITO, M. E. B.; CARVALHO, C. M.; ARAÚJO, R. R.; OLIVEIRA, T. H. S. Production and yield of onion under different water and nutrition managements. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 35, n. 2, p. 402 – 411,

2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rcaat/a/Q9zzM3ZrY79zHCcXmqMMy3K/?lang=en. Acesso: 15 ago. 2025.

MELO, M. R. S.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; JÚNIOR, J. G. S.; BARBOSA, R. F.; SILVA, E. F. F. Lixiviação iônica em um cultivo de coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 18, n. 3, p. 522–539, jul./set. 2013. Disponível em: https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/618/401. Acesso em: 3 jun. 2025.

MELO, R. A.; MENEZES, D.; RESENDE, L. V.; WANDERLEY JUNIOR, L. J. G. SANTOS, V. F.; MESQUITA, J. C. P.; MAGALHÃES, A. G. Variabilidade genética em progênies de meio irmão de coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 325-329, set. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000300011. Acesso em: 3 jun. 2025.

MIRANDA, W. L.; CARVALHO, L. G.; CASTRO NETO, P.; SANTOS, P. A. B. Utilização de lisímetro de drenagem para obtenção de Kc da mamoneira em plantio adensado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 11, n.1, p.8-13, 2016. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3915. Acesso em: 26 maio 2025.

MOTASIM, A. D.; SAMSURI, A. W.; NABAYI, A.; AKTER, A.; HAQUE, M. A.; SUKOR, A. S. A.; ADIBAH, A. M. Aplicação de ureia no solo: processos, perdas e alternativas — uma revisão. **Discover Agriculture**, v. 2, n. 42, jul. 2024. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s44279-024-00060-z. Acesso em: 12 jun. 2025.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, V. L.; JARDIM, C. C. S.; SANTOS, R. O. Importância, tendência e perspectivas da irrigação na produção de hortaliças. *In*: DIAS, João Paulo Tadeu (org.). **Perspectivas na horticultura**. Divinópolis: Editora UEMG, 2021. cap. 3. p. 45-58. Disponível em: https://editora.uemg.br/component/k2/item/203-perspectivas-na-horticultura#capitulos. Acesso em: 23 maio 2025.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, L. R.; MENDES, J. E. M. F.; DANTAS JÚNIOR, O. R.; SILVA, M. S. Resposta do coentro à adubação fosfatada em solo com baixo nível de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 87-89, jan./mar. 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/gRcD5MRpQwyTHfHv43psLjN/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 13 jun. 2025.

OLIVEIRA, L. S.; SILVA, T. P. FERREIRA, A. P. S.; PEREIRA, A. M.; FINGER, F. L. Efeito do hidroresfriamento na conservação pós-colheita de coentro. **Horticultura Brasileira,** v. 33, n. 4, p. 448-452, out./dez. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/q7GBSgWxT7BYRRKx8pQd3VM/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 13 jun. 2025.

OLIVEIRA, N. S.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SILVA, D. O.; PASTORIZA, J. G.; MELO, R. A.; SILVA, J. W. Seleção e parâmetros genéticos de progênies de coentro tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 3, p. 319-323, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/mGJDYJc4BTFzjNF5MDNLRDz/?lang=pt. Acesso em: 1 jun. 2025.

OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, R. A.; VIDIGAL, S. M.; OLIVEIRA, E. M.; GUIMARÃES, L. B.; CECON, P. R. Production and water yield of cauliflower under irrigation depths and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 8, p. 561-565, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/S4syxWwvqcTn5d5WS7j3NZc/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 15 ago. 2025.

PADRÓN, R. A. R.; RAMIREZ, L. R.; CERQUERA, R. R.; NOGUEIRA, H. M. C. M.; MUJICA, J. L. U. Desenvolvimento vegetativo de pimentão cultivado com lâminas e frequências de irrigação. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, PB, v. 9, n 2., p. 49-55, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276354012_Desenvolvimento_vegetativo_de_pimentao_cultivado_com_laminas_e_frequencias_de_irrigacao. Acesso em: 28 maio 2025.

PAIXÃO, C. F. C.; VIDAL, V. M.; GOMES, L. F.; LIRA, L. C.; SOARES, J. A. B.; MORAES, G. S.; FERNANDES, L. O.; BATISTA, M. C.; SANTOS, L. N. S.; TEIXEIRA, M. B.; LOUREIRO SOARES, F. A. L. Crescimento de plantas e qualidade de frutos de tomate tipo sweet grape sob efeitos de doses de nitrogênio e reposições hídricas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e917974784, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342592278_Crescimento_de_plantas_e_qualidade_de_frutos_de_tomate_tipo_sweet_grape_sob_efeitos_de_doses_de_nitrogenio_e_reposicoes_hidricas. Acesso em: 20 jul. 2025.

PANNAIN, A. P. P.; AHNERT, D.; OLIVEIRA, A. S.; CORRÊA, R. X.; SILVA, G. S. Influência do período de colheita na avaliação dos componentes de produção de clones de cacau no sul da Bahia. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 75., 2023, Curitiba, PR. **Anais** [...]. Curitiba, PR: SBPC: UFPR, 2013. p. 1-4. Disponível em: https://reunioes.sbpcnet.org.br/75RA/inscritos/resumos/1227_1fde9189a9f6d01649a0f91678525889b.pdf. Acesso em: 05 ago. 2025.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Editora Universitária, 2004. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/mini/A-Rela--o-da-Planta-com-a-Agua-by-Carlos-Pimentel--2004-.pdf. Acesso em: 1 jun. 2025.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B. Manejo de nematoides na cultura do coentro e salsinha. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Circular Técnica**, Brasília, DF: MAPA, v. 149, p. 1-8, maio 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1049762/manejo-de-nematoides-na-cultura-do-coentro-e-salsinha. Acesso em: 8 jun. 2025.

PINTO, A. A.; CAMARA, F. T. C; PINTO, L. A.; TAVARES, M. S.; LIMA, A. I. S. Desenvolvimento e produtividade do coentro em função da adubação nitrogenada. **Agrarian Academy**, Goiânia, GO, v. 5, n. 9, p. 160-168. 2018. Disponível em: https://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/desenvolvimento%20e%20produtividade.pdf. Acesso em: 8 jun. 2025.

PÔRTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. P.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 71, n. 2, p.190-195, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/brag/a/czL8PdW65nGXTXFrTpxSnJx/. Acesso em: 8 jun. 2025.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. 2. ed. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1996.

RESENDE, A. L. S.; FERREIRA, R. B.; SOUZA, B. Atratividade de adultos de chrysoperla externa (hagen, 1861) aos compostos voláteis de coentro, endro e erva-doce (apiaceae) em condições de laboratório. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 37-43, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rceres/a/LsvWfgjn4LxSYbcbGVMKCLJ/abstract/?lang=pt. Acesso em: 29 maio 2025.

REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A.; TORMENA, C. A.; ALTAIR, B. A. Influência da aplicação de água na uniformidade da umidade no perfil do solo. **Acta Scientiarum**, Maringá, SP, v. 24, n. 5, p. 1553-1559, 2002. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/2419/1816. Acesso em: 29 maio 2025.

REIS, A.; LOPES, C. A. Doenças do coentro no Brasil. Embrapa Hortaliças. **Circular Técnica**, Brasília, DF: MAPA, n. 157, p. 1-6, dez. 2016. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1066501/1/CT157.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

REIS, A; FEITOSA, M. I. S. Queima das folhas ou queima de *Alternaria* em coentro. Embrapa. **Comunicado Técnico**, Brasília, DF: Embrapa, n. 137, p. 1-13, maio 2023. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1158096/1/COT-137-HORTALICAS-Queima-Folhas-em-Coentro-2023.pdf . Acesso em: 26 maio 2025.

ROCHA, A. O. **Manejo da podridão de raiz e colo em coentro (*Coriandrum sativum* L.)**. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2017. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/2984/1/Manejo%20da%20podrid%C3%A3o%20de%20raiz%20e%20colo%20em%20coentro%20(Coriandrum%20sativum%20L.).pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

RODRIGUES, P. Projeto estuda manejo de hortaliças em transição agroecológica. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, DF, n. 4, n. 17, jul./set. 2015. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091399. Acesso em: 11 jun. 2025.

ROMÃO, S. R. L.; IRMÃO, J. M.; LIRA, R. M. A. O. **A cidade do futuro**: agenda 21 Arapiraca. Maceió, AL: Ideário Comunicação e cultura, 2008. Disponível em: https://web.arapiraca.al.gov.br/wp content/uploads/2021/06/LIVRO_Agenda_21_Arapiraca.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.

SÁ, J. S.; CRUCIANI, D. E.; MINAMI, K. Efeitos de inundações temporárias do solo em plantas de ervilha. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 50-54, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/465m7Zvr8hNqVqX6LVZSGKK/?lang=pt&format=html Acesso em: 07 jun. 2025.

SALOMÃO, L. C. **Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido**. 2012. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Botucatu, Botucatu, SP, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/aae57144-e112-44b2-8793-3c46bc8d09db. Acesso em: 12 jun. 2015.

SANTANA, M. V. P.; ALMEIDA, D. T. R. G. F.; OLIVEIRA, L. S.; DANTAS, R. L.; MARTINS, J. C. R.; JESUS, K. N. Pós-colheita do coentro (*Coriandrum sativum* L.) sob diferentes períodos de armazenamento. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, João Pessoa, PB, v. 21, p. 486–504, 2023. Número especial, 2. Disponível em: https://revista.facene.com.br/index.php/revistane/article/view/892. Acesso em: 12 jun. 2025.

SANTOS, F. X.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, J. R.; SOUZA, E. R. Determinação do consumo hídrico da cenoura utilizando lisímetros de drenagem, no agreste pernambucano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 304-310, 2009. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v4i3a13/1256. Acesso em: 25 maio 2025.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; LIMA, H. N.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1176834/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos. Acesso em: 10 jul. 2025.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R. FREIRE, M. M.; BARBOZA, M. L.; LIMA, L. R. F.; CAVALCANTE, A. R. Coriander production under nutrient solution prepared with brackish waters and seeding densities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 27, n. 9, p. 645-652, sept. 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/thQ5YZLRXkkC7bgP7jHFkPJ/?lang=en. Acesso 18 jun. 2025.

SANTOS, J. R. C.; FERNANDES, C. N. V.; OLIVEIRA FILHO, J. N.; SILVA, A. R. A.; FERNANDES, J. N. V.; SARAIVA, K. R. Adubação nitrogenada e cobertura do solo no cultivo da alface irrigada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 12, n. 1, p. 2327 - 2337, 2018. Disponível em: https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/702/pdf_445. Acesso em: 23 jul. 2025.

SANTOS, L. A.; SILVA, J. A. A.; LUCAS, A. A. T.; GOMES FILHO, R. R.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. Sistema lisimétrico de informações para monitoramento do consumo de água pelas plantas (SLIMCAP). *In*: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 5., 2019, Fortaleza, CE. **Anais** [...]. Fortaleza, CE: INOVAGRI, 2019. p. [1-12]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338701584_SISTEMA_LISIMETRICO_DE_INFORMACOES_PARA_MONITORAMENTO_DO_CONSUMO_DE_AGUA_PELAS_PLANTAS_SLIMCAP. Acesso em: 26 maio 2025.

SANTOS, M. A. L *et al*. **Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento do Consumo de Água pelas Plantas (SLIMCAP).** Curitiba, PR: Atena, 2024.

SANTOS, M. A. L.; SILVA, T. V.; SILVA, J. C.; SANTOS, D. P.; SANTOS, C. S. Coeficiente de cultivo para cenoura sob a perspectiva de diferentes modelos matemáticos da evapotranspiração de referência. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 26, n. 1, p. 134-150, jan./mar. 2021. Disponível em: https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4062/2781. Acesso em: 27 maio 2025.

SELEIMAN, M. F.; AL-SUHAIBANI, N.; ALI, N.; AKMAL, M.; ALOTAIBI, M.; REFAY, Y.; DINDAROGLU, T.; ABDUL-WAJID, H. H.; BATTAGLIA, M. L. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 259, 28 jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/plants10020259

SILVA, A. O.; SILVA. E. F. F.; BASSOI, L. H.; KLAR, A. E. Desenvolvimento de cultivares de beterraba sob diferentes tensões da água no solo. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 12-18, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/WnV6F67yR3Pv33JSGZLkPhx/. Acesso em: 01 jun. 2025.

SILVA, C. B. **Desempenho agronômico da alface irrigada com águas salinas em campo e ambiente protegido**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) — Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Arapiraca, AL, 2019. Disponível em: https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/2928. Acesso em: 2 jun. 2025.

SILVA, C. B.; SILVA, J. C.; SANTOS, D. P.; SILVA, P. F.; BARBOSA, M S.; SANTOS, M. A. Manejo da irrigação na cultura da beterraba de mesa sob condições salinas em Alagoas. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 13, n..2, p. 3285 - 3296, maio 2019a. Disponível em: https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/880/pdf_538. Acesso em: 1 jun. 2025.

SILVA, C. J. B.; BRITO, I. E. G.; CASSIMIRO, I. T.; CARVALHO, O. V. Produção e comercialização de coentro (Coriandrum sativum) no município de Exu-PE e seu potencial como produto orgânico. **Revista Ibero- Americana de Humanidade, Ciências e Educação – REASE**, São Paulo, SP, v. 7, n.11. p. 1916, nov. 2021. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3740. Acesso em: 18 jun. 2025.

SILVA, F. S. O.; LIMA, R. K. B.; SANTOS, E. C.; FERREIRA, L. L.; OLIVEIRA, N. P. S. Componentes de qualidade no coentro, cenoura e rúcula em função de sistema de cultivo e densidades populacionais. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido – ACSA**, v. 10, n. 1, p. 150-155, jan./mar. 2014 Disponível em: https://doi.org/10.30969/acsa.v10i1.484. Acesso: 28 maio 2025.

SILVA, J. C.; COSTA, L. F. F.; OLIVEIRA, J. A.; FARIAS, A. V. A.; SANTOS, L. E. A. S.; SANTOS, M. A. L. Water consumption of coriander under irrigation strategy with saline water in rural Alagoas. **Revista Ambientale**, Arapiraca, AL, v. 11, n. 1, p. 70–79, 2019b. Disponível em: https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/114/105. Acesso em: 20 jul. 2025.

SILVA, J. C.; SILVA, C. B.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L.; OLIVEIRA, W. J. REIS. L. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da cenoura irrigada no agreste alagoano**.** **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 65, n. 4, p. 297-305, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rceres/a/N9w3P5xzJnKTpcFGR8HpBSx/. Acesso em: 2 jun. 2025.

SILVA, J. R.; MORENO, P. G. Cultivo em ambiente protegido como promotor de ganhos produtivos na cultura do pimentão. **Revista Perspectiva em Educação, Gestão & Tecnologia**, Itapetininga, SP, v. 5 n. 9, 2016. Disponível em: https://sif.fatecitapetininga.edu.br/perspectiva/pdf/09/artigo09_5.pdf. Acesso em: 14 jun. 2025.

SILVA, M. A. D.; COELHO JÚNIOR, L. F.; SANTOS, A. P. Vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) provenientes de sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, SP, v. 14, p.192-196, 2012. Número especial. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbpm/a/JncvhQFCryt8FrfwCbDGmCh/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 1 jun. 2025.

SILVA, M. H.; SILVA, M. A. A.; DUARTE, E. R.; BONETTI, R. A. T.; PALUDETTO, A.; MIYASHIRO, C. F. A relação do nitrogênio com o desenvolvimento das plantas e suas formas de disponibilidade. **Recima21 -Revista Científica Multidisciplinar,** v. 5, n.1, 2024. Disponível em: https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/4762. Acesso em: 5 jun. 2025.

SILVA, M. S. F. **Aplicação foliar de silício e desempenho agronômico do coentro**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado emAgronomia) - Universidade Federal Rural Da Amazônia, *Campus* Universitário de Capitão Poço, Capitão Poço, PA, 2024. Disponível em: https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/3808. Acesso em: 6 jun. 2025.

SILVA, V. P. R.; TALVARES, A. L.; SOUSA, I. F. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 255-259. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/HHLkHRY4zPWf9RBt6WG8cGg/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 09 jul. 2025.

SILVA, W. E. da. **Produção de coentro em função de diferentes densidades e espaçamentos no agreste alagoano.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Fedral de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, AL, 2016. Disponível em: https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/1321. Acesso em: 23 jun. 2025.

SOBHANI, Z.; MOHTASHAMI, L; AMIRI, M. S; RAMEZANI, M., EMAMI, S. A. ;SIMAL-GANDARA, J. Ethnobotanical and phytochemical aspects of the edible herb *Coriandrum sativum* L. **Journal of Food Science**, v. 87, n. 4, p. 1386-1422, 2022. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35279837/. Acesso em: 18 jun. 2025.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; DANTAS, A. J. A.; SILVA, C. V.; GOMES NETO, A. D.; SANTOS, L. C. N.; ARAUJO, R. C. A.; RODRIGUES, H. R. N.; ANDRADE, D. A.; MEDEIROS, D. A.; DIAS, J. A.; SILVA, E. S.; LIMA, G. K.; LUCENA, E. H. L.; PRATES, C. S. F. Nitrogênio e seus efeitos sobre o crescimento inicial do gergelim. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, Campina Grande, PB. **Anais** [...]. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, , 2010. p. 726-730. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/856798/1/FER43.pdf. Acesso em: 20 jul. 2025.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease**. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 493-502, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcs/a/sLFYvMczLq4rf95RKL6YdTJ/?lang=pt. Acesso em: 6 jun. 2025.

TEIXEIRA, W. G. *et al*. Densidade do solo. *In*: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.65-95. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo. Acesso em: 30 maio 2025.

TORZECKI, J. M. S.; LEITE, I. V. C.; OLIVEIRA, R. A. P. Olericultura do coentro e o uso de sombreamento artificial. **Revista Foco**, Curitiba, PR, v. 16. n.6. e. 2197, p. 1-14. 2023. Disponível em: https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/2197/1382. Acesso em: 14 jun. 2025.

VAZ, A. P. A; JORGE, M. H. A. **Coentro**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. (Plantas medicinais, condimentares e aromáticas) Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/786568/1/FOL107.pdf. Acesso em: 2 jun. 2025.

VILLIERS, M. **Água**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

WANDERLEY JUNIOR, L. J. G. W.; NASCIMENTO, M. W. **Produção de sementes de coentro**. Areia, PB: [*s.n.*], 2016. 16º Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1176041/1/AA-CNPH-42254.pdf. Acesso em: 22 maio 2025.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C. Caracterização ambiental do município de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas. **Revista Ambientale**, Arapiraca, AL, v. 3, n. 3, p. 108-121, 2012. Disponível em: https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/89. Acesso em: 30 maio 2025.