

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

NIXSON HENRIQUE DE LIMA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO VIA FOLIAR NA PRODUÇÃO DE
COUVE-MANTEIGA**

RIO LARGO, AL

2025

NIXSON HENRIQUE DE LIMA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO VIA FOLIAR NA PRODUÇÃO DE
COUVE-MANTEIGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Agronomia do Campus
de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da
Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como
requisito para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Lígia Sampaio Reis

RIO LARGO, AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

L732m Lima, Nixson Henrique de.

Manejo da irrigação e adubação via foliar na produção de couve-manteiga. / Nixson Henrique de Lima. – 2025.

28 f.: il.

Orientador(a): Lígia Sampaio Reis.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. *Brassica oleracea*. 2. Fertirrigação. 3. manejo da irrigação. I. Título.


CDU: 631.67: 635.1/.8

FOLHA DE APROVAÇÃO

NIXSON HENRIQUE DE LIMA


MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO VIA FOLIAR NA PRODUÇÃO DE COUVE-MANTEIGA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora, como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia e aprovado em 11 de novembro de 2025.


Documento assinado digitalmente
 **LIGIA SAMPAIO REIS**
Data: 11/11/2025 17:53:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a. Dra. Lígia Sampaio Reis – CECA/UFAL
(Orientadora)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **REINALDO DE ALENCAR PAES**
Data: 11/11/2025 18:20:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes – CECA/UFAL
(Examinador interno)

Documento assinado digitalmente
 **RILBSON HENRIQUE SILVA DOS SANTOS**
Data: 11/11/2025 19:21:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mestre Rilbson Henrique Silva dos Santos – CECA/UFAL
(Examinador externo)

DEDICO

Primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida. A minha mãe, Josete que sempre me incentivou e foi de extrema importância para essa conquista, sou agradecido pela dedicação, incentivo, carinho e atenção que nunca me faltaram. Aos meus irmãos pelo apoio e incentivo incondicional durante toda a minha vida acadêmica, principalmente nas etapas mais difíceis do caminho.

AGRADECIMENTOS

A elaboração do meu trabalho de conclusão de curso foi um verdadeiro desafio que demandou de mim imensa dedicação e esforço. Trata-se de uma tarefa que, muitas vezes, é solitária, na qual investi longas horas de estudo e trabalho. Contudo, não teria sido possível sem o apoio de pessoas que contribuíram para essa conquista. Portanto, deixo aqui meus mais sinceros agradecimentos.

A Deus pelo dom da minha vida, por estar sempre no meu caminho, iluminando e guiando às escolhas certas.

Aos meus pais: Josete Martins da Silva e José Alcides de Lima, que foram à base de tudo, apoiando-me nos momentos difíceis com força, confiança, amor, ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los.

A todos os professores da unidade acadêmica Centro de Ciências Agrárias, em especial minha orientadora, professora Dra. Lígia Sampaio Reis, agradeço imensamente pela orientação, paciência, dedicação e por todo apoio e conhecimento que me foi passado.

Aos meus amigos da turma 2013.2, Obrigado! Foram 5 (cinco) anos de muitos desafios e muita descontração, por isso para sempre serão especiais e nunca esquecidos.

Meus agradecimentos em especial, Maxdouglass pela grande ajuda na execução deste projeto, assim como pela amizade e pelos momentos divididos durante a graduação.

Aos meus amigos do laboratório de irrigação e drenagem pelo apoio para a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o sucesso deste trabalho.

Muito obrigado!

LISTA DE TABELAS

Pág

Tabela 1	Atributos químicos do solo antes da realização do experimento.....	17
Tabela 2	Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de plantas de couve manteiga.....	19
Tabela 3	Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de couve manteiga submetidas a lâminas de irrigação e adubação.....	23

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 1	Altura de planta (AP) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.....	20
Figura 2	Número de folhas (NF) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.....	21
Figura 3	Número de folhas (AF) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.....	21
Figura 4	Massa fresca da parte aérea (MFPA) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.....	23
Figura 5	Massa fresca da parte aérea (MFPA) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.....	24
Figura 6	Massa fresca da (MFPA) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.....	25

Sumário

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Aspectos gerais	14
3.2 Disponibilidade hídrica na cultura da couve	14
3.3 Manejo da adubação, via foliar na cultura da couve	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 Crescimento	19
5.2 Acumulo de massa de plantas de couve manteiga	22
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

A deficiência de água no solo é o fator mais limitante ao rendimento agrícola e produtos de boa qualidade, porém o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da horticultura. A fertirrigação permite complementar de maneira equilibrada a fertilização do solo, ou mesmo, para situações de estresses quando se pretende uma resposta rápida da cultura, em caso de carência de nutrientes. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento da couve manteiga (*Brassica oleracea*), submetida a diferentes lâminas de irrigação e adubação foliar. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da unidade experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, em Rio Largo, AL. Os tratamentos foram constituídos por cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% do volume correspondendo a capacidade de campo) e duas formas de adubação via foliar (Sem e Com). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2. Combinados, os fatores resultaram em 10 tratamentos, com quatro repetições, perfazendo o total de 40 unidades experimentais, constituídas de uma planta, totalizando 40 plantas. As plantas foram avaliadas quanto ao crescimento, acúmulo de massa e produção. A adubação foliar aumentou a altura de planta (14,30%), o número de folhas (20,46%), área foliar (43,42%), a massa fresca da parte aérea (29,63%), massa seca da parte aérea (25,09%) e massa seca de raiz (32,05%). A lâmina de irrigação estimada com maior eficiência no crescimento e acúmulo de massa da couve manteiga variou entre 75,12% até 107,05% da umidade relativa a capacidade de campo.

Palavras-chave: *Brassica oleracea*, fertirrigação, manejo da irrigação.

ABSTRACT

Soil water deficiency is the most limiting factor for agricultural yield and good quality products, but excess water can also be harmful. Replenishing soil water through irrigation, in the right quantity and at the right time, is crucial for the success of horticulture. Fertigation allows for balanced soil fertilization, or even in stressful situations when a rapid response from the crop is required in the event of a nutrient deficiency. In view of the above, the objective of this study was to evaluate the development of kale (*Brassica oleracea*) subjected to different irrigation and foliar fertilization levels. The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental unit of the Campus of Engineering and Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas, in Rio Largo, AL. The treatments consisted of five irrigation levels (50, 75, 100, 125 and 150% of the volume corresponding to field capacity) and two forms of foliar fertilization (Without and With). The experimental design used was completely randomized in a 5 x 2 factorial scheme. Combined, the factors resulted in 10 treatments, with four replicates, totaling 40 experimental units, consisting of one plant, totaling 40 plants. The plants were evaluated for growth, mass accumulation and production. Foliar fertilization increased plant height (14.30%), number of leaves (20.46%), leaf area (43.42%), fresh mass of the aerial part (29.63%), dry mass of the aerial part (25.09%) and dry mass of the root (32.05%). The estimated irrigation depth with greater efficiency in the growth and mass accumulation of kale varied between 75.12% and 107.05% of relative humidity at field capacity.

Keywords: *Brassica oleracea*, fertirrigation, irrigation management.

1 INTRODUÇÃO

Diante do crescimento populacional e a forte tendência à urbanização, têm exigido aumento na produção de alimentos, com o envolvimento de um menor número de pessoas na atividade agrícola. Assim, a agricultura tem que se tornar cada vez mais eficiente para aumentar a produtividade e a lucratividade, mantendo ou reduzindo a área plantada.

Em geral, uma planta de couve produz de 3 a 4 kg de folhas e na sua composição, encontram-se vitaminas e minerais (SEO et al., 2019). Devido a essas características, a planta está sendo cada vez mais consumido.

As hortaliças, assim como outras culturas, necessitam de um fornecimento adequado de água e nutrientes para produção biomassa. Práticas como adubação e irrigação são fortemente recomendadas no cultivo dessas plantas, pois influenciam de maneira positiva tanto a produtividade quanto à qualidade. O uso eficiente dos fertilizantes pelas plantas está intimamente ligado à correta disponibilidade de água no solo (MARTINS et al., 2010). Portanto, é essencial aprimorar as técnicas de produção de alimentos e otimizar os recursos envolvidos na agricultura para alcançar elevados níveis de produtividade.

A otimização do uso da água na agricultura irrigada é importante para a sociedade como um todo, tanto do ponto de vista ambiental, ao economizar água e energia e evitar a degradação do meio ambiente, quanto do ponto de vista de geração de renda para o produtor rural, ao reduzir custos e aumentar a produtividade das culturas e a disponibilidade de alimentos de melhor qualidade (LAKHIAR et al., 2024).

Nesse desafio, a adubação, também, é uma ferramenta imprescindível no cultivo das hortaliças porque corrige as deficiências nutricionais. A fertilização foliar permite uma distribuição uniforme dos nutrientes, o que reduz perdas e melhora o aproveitamento pelas plantas (CUVELO et al., 2020).

Entretanto, na literatura há escassez de informações sobre a relação entre lâminas de irrigação e aplicação de fertilizantes, via foliar na cultura da couve, portanto, há uma grande necessidade de pesquisas sobre o assunto, buscando estratégias que visam aumentar a produção dessa cultura. Assim, o grande desafio dos pesquisadores é o uso de práticas de manejo que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada, com menor impacto ambiental e máximo retorno econômico (DIAS et al., 2019).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desenvolvimento da couve manteiga (*Brassica oleracea*), submetida a diferentes lâminas de irrigação e adubação via foliar.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o crescimento da couve manteiga em função da adubação foliar e da lâmina de irrigação aplicada.
- Quantificar o acúmulo de massa verde e seca em plantas de couve manteiga cultivadas sob lâminas de irrigação e da adubação foliar.
- Determinar a lâmina de irrigação com maior eficiência nas características de crescimento e acúmulo de massa da couve manteiga.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais

A *Brassica oleracea* L. var. *acephala* é uma hortaliça anual ou bienal, da família Brassicaceae, também conhecida como couve-manteiga, é originária do continente Europeu. Segundo Trani et al. (2015) seu consumo aumenta de maneira gradativa devido, provavelmente, às novas maneiras de utilização na culinária e às recentes descobertas da ciência quanto às suas propriedades nutricionais e medicinais e farmacêuticas. Além disso, os mesmos autores destacam que, quando comparado a outras hortaliças folhosas, a couve destaca-se quanto ao maior conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, iodo, vitamina A, niacina e vitamina C (TRANI et al., 2014)

É uma cultura predominante do outono-inverno, tendo melhor desenvoltura em temperaturas mais amenas, entre 16 e 22 °C, apresentando certa tolerância ao calor, podendo, em algumas regiões ser plantada ao longo de todo ano (FILGUEIRA 2013). Pode ficar produtiva por vários meses, mas é extremamente exigente em água (HUSSAR et al. 2004).

Em comparação a outras hortaliças folhosas, a couve manteiga tem estado presente na agricultura familiar brasileira principalmente pela sua facilidade de propagação, e tem sido classificada pela população pela diversidade de aparência, cor e textura da folha (TRANI et al., 2014). Ainda, segundo os autores a propagação da planta pode ser realizada por meio de sementes ou mudas, dependendo da variedade.

No Brasil, os agricultores preferem a propagação vegetativa, que consiste no cultivo de mudas a partir dos brotos que aparecem nas axilas das folhas, a maior parte das cultivares. Para esse método, os brotos podem ser enraizados em sacos plásticos ou em bandejas plásticas, preenchidas com substratos ou solo rico em matéria orgânica. Durante a fase de enraizamento das mudas, é fundamental realizar irrigação várias vezes ao dia para assegurar um bom desenvolvimento das raízes, até que elas estejam prontas para serem transplantadas para o local definitivo (BASTOS et al., 2009; TRANI et al., 2014).

3.2 Disponibilidade hídrica na cultura da couve

A disponibilidade adequada de água é fundamental para os processos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares das plantas, além de ser crucial para a produção agrícola, pois a água é fundamental para o transporte de nutrientes e minerais, além de participar na fotossíntese e na manutenção do turgor celular, o que garante o crescimento e

desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017). A escassez ou o excesso de água pode interferir esses processos, comprometendo o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produção agrícola. Portanto, garantir uma gestão eficiente da água é essencial para melhorar a produtividade das culturas.

Apesar da agricultura irrigada estar ligada a um alto grau de tecnologia, é consenso geral que a irrigação no Brasil ainda é realizada de maneira inadequada, resultando em um grande desperdício de água (MANTOVANI et al., 2006; MAROUELLI et al., 2008). Esse desperdício, além de aumentar os custos de produção, reflete na baixa disponibilidade de água (CHRISTOFIDIS, 2004; NETTO et al., 2013).

Essa situação tem direcionado muitos projetos de irrigação, ao redor do mundo, á uma condição de baixa sustentabilidade econômica social e ambiental (OLIVEIRA et al., 2006). Além do manejo adequado da irrigação, Medeiros et al. (2006) coloca em destaque o papel de outros métodos culturais, que contribuem para a melhoria do ambiente em áreas de produção de hortaliças, com destaque para o emprego de cobertura morta vegetal do solo.

Nesse cenário, o manejo racional da irrigação previne o estresse hídrico das plantas, seja por excesso ou por déficit. Esse manejo não pode ser considerado apenas uma etapa independente, no processo de produção agrícola, pois tanto é um ponto fundamental na produtividade da cultura explorada, quanto no uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente (CAMARGO, 2016)

O uso da irrigação tem contribuído, significativamente, para o aumento da produtividade agrícola além da incorporação ao sistema produtivo de áreas cujo potencial para exploração da agricultura é limitado, em razão de seus regimes pluviais. Por outro lado, a quando realizada de forma inadequada, a irrigação tem causado alguns problemas ao meio ambiente. Dentre eles, destaca-se o uso inadequado da água salina e/ou sódica resultando na perda da capacidade produtiva do solo. Esse fato é particularmente importante nas regiões áridas e semiáridas, devido às características climáticas dessas regiões, com elevadas taxas evaporação e transpiração além da baixa precipitação (MEDEIROS et al., 2010).

3.3 Manejo da adubação, via foliar na cultura da couve

A adubação via foliar na cultura da couve é uma prática amplamente utilizada para fornecer nutrientes exigidos em pequenas quantidades, sendo a assimilação desses nutrientes pelas folhas, não sendo considerada substituta da adubação convencional pelo solo. De acordo com Nachtigall et al. (2010), a aplicação de fertilizantes diretamente nas folhas favorece a

rápida absorção dos nutrientes, corrigindo carências nutricionais que podem surgir ao longo do ciclo de cultivo e, além disso, favorece um crescimento mais vigoroso.

Entretanto, para garantir maior eficácia da adubação foliar, torna-se essencial utilizar a quantidade de nutrientes de acordo com a exigência nutricional e as condições do solo, pois o excesso de fertilizantes resulta em fitotoxicidade, que irá afetar negativamente crescimento e o desenvolvimento das plantas (FERNÁNDEZ et al., 2015). Além disso, as aplicações devem ser realizadas nas sempre pela manhã ou no final da tarde, para evitar o calor intenso, que pode prejudicar a absorção dos nutrientes.

Portanto, o manejo adequado da adubação, via foliar, na cultura da couve contribui para um crescimento e desenvolvimento mais equilibrado, com melhoria na resistência das plantas ao estresse e pode aumentar tanto a produtividade quanto a qualidade das folhas. Porém, na literatura há escassez de informações sobre aplicação de fertilizantes, via foliar na cultura da couve, tornando-se relevantes pesquisas sobre o assunto, que visem aumentar a produção dessa cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da área experimental e caracterização da pesquisa

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação) na área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo, AL. Com coordenadas geográficas 9°27'55" de latitude Sul e 35°49'46" de longitude oeste, e altitude média de 127 metros acima do nível do mar, com temperaturas médias: máxima 29 °C e mínima de 21 °C.

4.2 Fatores em estudos, tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos foram constituídos por cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% do volume correspondendo a capacidade de campo) com e sem adubação foliar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5 x 2. Combinados, os fatores resultaram em 10 tratamentos, com quatro repetições, perfazendo o total de 40 unidades experimentais, constituídas de uma planta, totalizando 40 plantas.

4.3 Instalação e condução do experimento

Os recipientes foram preenchidos com solo da camada de 0-20 cm, classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico com textura média argilosa, cujos dados da análise química, realizada pelo Laboratório de Solo, Água e Planta, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo antes da realização do experimento.

pH	P	K	Ca	Na	Mg	Al	H	SB	CTC	v	MO
5,10	mg dm ⁻³cmolc dm ⁻³%.....				g dm ⁻³	
	30	60	2,48	20	1,85	0,22	4,55	4,58	9,36	49	25,1

Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário agrícola FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, mediante a aplicação de 2,18 g de CaCO₃ por vaso, visando elevar a saturação por bases para 80% valor recomendado pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) para a cultura da rúcula (TRANI et al., 2014).

O solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 2 dm³, sobre uma camada de brita (200 g), recoberta com um telado de *nylon* para facilitar a drenagem do excesso

de água e dispostos em cima de uma bancada de madeira a 1 m de altura do solo. Em

seguida, foi elevada a umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo; para isso, foram pesados quatro vasos contendo o solo, saturaram-se com água, envolvendo os vasos individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO et al., 2000). Cessada a drenagem (após dois dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os vasos foram pesados em balança eletrônica modelo 3400, obtendo-se a média do volume de água correspondente ao nível próximo da capacidade de campo (peso-controle = 653 mL).

O início do experimento caracterizou-se por elevar os vasos à capacidade de campo; para isto, saturaram-se os vasos com água sem sal, envolvendo-os individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem. Quando se cessou a drenagem (aproximadamente dois dias) retiraram-se os plásticos, plantaram-se as mudas e pesou-se o conjunto em balança digital (precisão de 5 g) obtendo-se, assim, o peso-controle, correspondente à capacidade de campo. Adotou-se um fator de lixiviação igual a zero onde, diariamente, dois vasos de cada tratamento eram pesados, obtendo-se a média desses valores e retornando-se, então, ao peso-controle com as respectivas soluções. A cada quinze dias corrigiu-se o peso-controle (acréscimo de 100 g) para compensar o desenvolvimento da planta.

Foram utilizadas sementes de couve manteiga, semeadas 3 sementes diretamente no vaso. Aos 10 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso, sendo a planta mais vigorosa.

Para a adubação, via foliar foi utilizado como fonte o fertilizante mineral FORTH na formulação 10-00-00, propiciando uma liberação muito rápida de nutrientes. O fertilizante foi aplicado a cada 7 dias, com início aos 10 dias após o transplantio (DAT).

Ao decorrer do experimento, a cultura foi mantida livre de plantas daninhas, eliminando manualmente, as que por ventura apareciam. Bem como, o monitorando de pragas e doenças, adotando medidas de controle quando necessário.

4.4 Variáveis analisadas

Ao final do ciclo da cultura foram avaliados o número de folhas (NF), altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa fresca da raiz (MFR). Para a obtenção do número de folhas (NF), foram consideradas apenas as folhas que se encontraram fotossinteticamente ativas. A mensuração da altura da planta (AP), foi determinada a partir de uma régua

graduada expressa em centímetros. Para determinação da área foliar (AF), foi utilizado o integrador de área foliar, modelo LI-3100 da Licor. Para a matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C constante, durante 72 horas. Após este período, as amostras foram pesadas para a avaliação da massa seca.

4.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade (normalidade de sua distribuição) (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Em seguida, realizado a análise de variância pelo teste F até 5% de probabilidade e quando significativos, realizou-se a análise de regressão polinomial linear e quadrática para as lâminas de irrigação e teste de médias (Tukey) para adubação, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento

Como indicadores do crescimento, utilizaram-se os dados de altura de planta (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF). Pelo resumo da análise de variância (Tabela 2), não observou-se efeito significativo da interação entre os fatores (Lâminas x Adubação) sobre nenhuma das variáveis de crescimento. No entanto, foi constatado efeito significativo dos fatores isolados sobre todas as variáveis (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) em plantas de couve manteiga cultivadas sob lâminas de irrigação e adubação foliar.

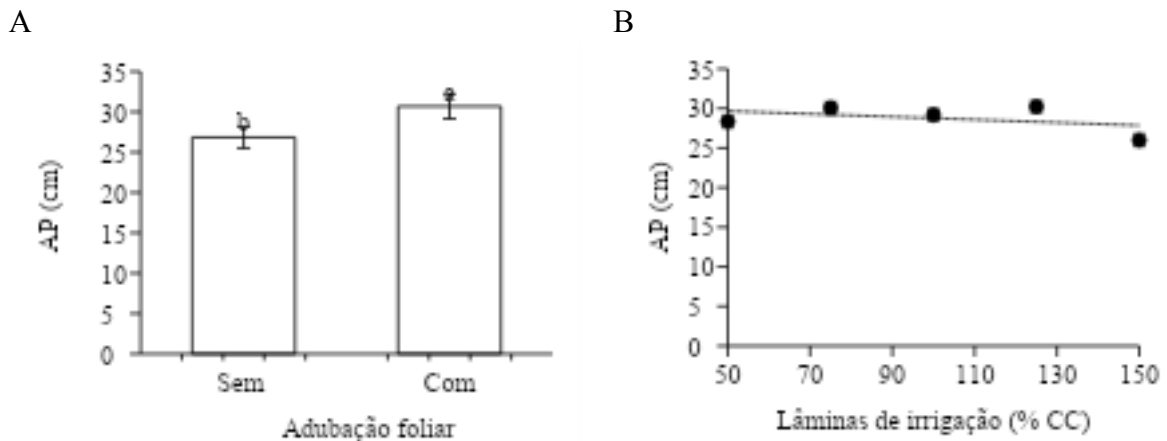
F. de variação	GL	Quadrados médios		
		AP	NF	AF
Laminas (I)	4	23,68*	13,24**	50611,35*
Adubação (II)	1	147,84**	46,01**	568061,03**
Interação (I x II)	4	1,52ns	0,45ns	1043,27ns
Resíduo	30	7,22	1,02	16364,86
Total	39	-	-	-
C.V.%	-	9,34	8,77	19,13

^{ns} Não-significativo- a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ****** Significativos- a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A altura de planta (AP) foi influenciada positivamente pela adubação foliar, obtendo 30,69 cm, diferindo estatisticamente das plantas que não receberam adubação foliar (26,85 cm). O incremento no crescimento em função da adubação foi de 14,30% (Figura 1A).

Quanto a lâmina de irrigação, pela análise de regressão, verifica-se que a altura de planta (Figura 2B), se ajustou no modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação de 0,77. A maior altura de planta observada foi de 30,58 cm na lâmina de irrigação estimada em 95,09% da umidade referente a capacidade de campo.

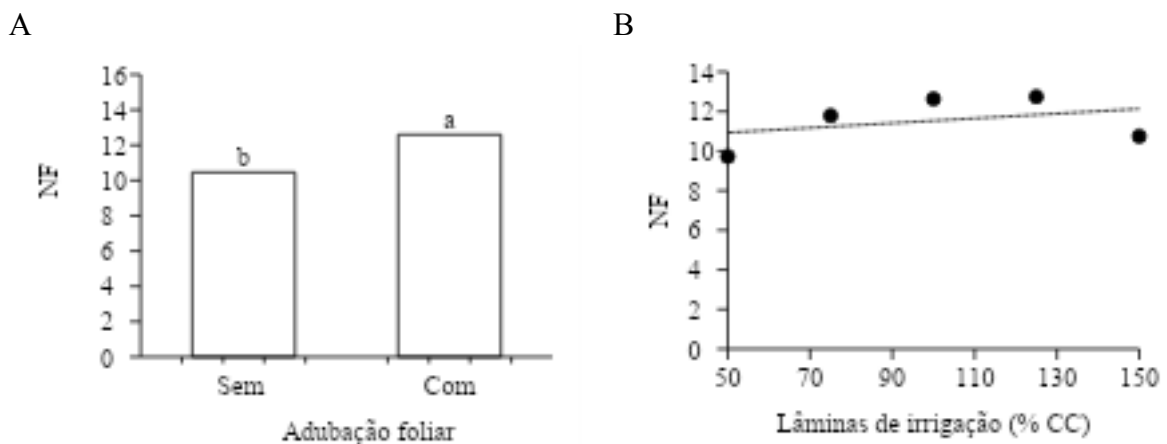
Figura 1. Altura de planta (AP) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura. Letras minúsculas iguais nas barras não diferem entre si pelo teste F



Quanto ao número folhas, constata-se na Figura 2A, que a adubação foliar proporcionou maior número de folhas (12,6 folhas) diferindo estatisticamente das plantas que não receberam adubação foliar (10,46 folhas), com incremento de 20,46% quando comparado os dois tratamentos. Isso ocorreu em virtude que, a adubação foliar estimula o crescimento vegetativo da couve manteiga, subsidiando folhas mais saudáveis e robustas, aumentando a capacidade da planta a captar a luz solar.

A medida que se elevou a porcentagem de água aplicada em função da lâmina de irrigação, observou-se aumento no número folhas até a lâmina estimada de 107,05%, com produção de 12,94 folhas.

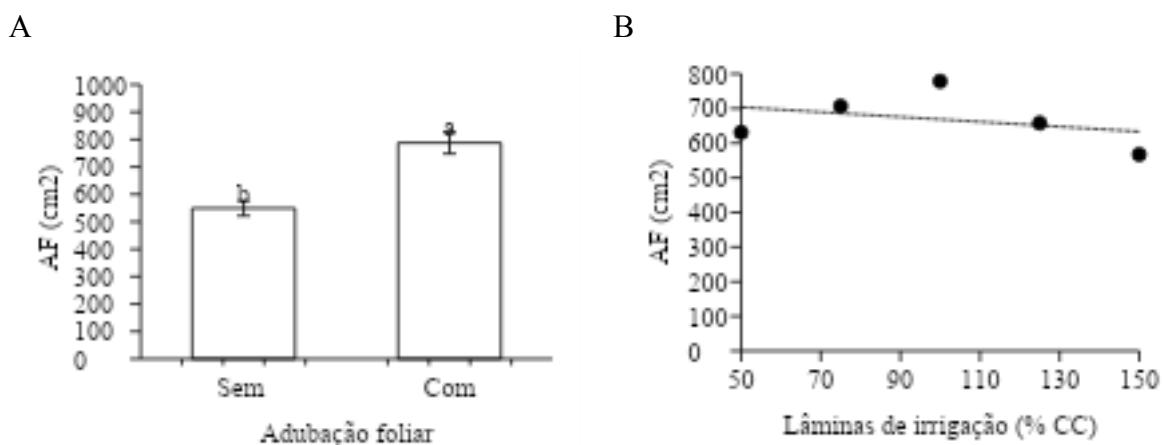
Figura 2. Número de folhas (NF) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura



A adubação via foliar na cultura da couve é uma prática amplamente utilizada para fornecer nutrientes exigidos em pequenas quantidades, sendo a assimilação desses nutrientes pelas folhas. Portanto, o manejo adequado da adubação, via foliar, na cultura da couve contribui para um crescimento e desenvolvimento mais equilibrado, com melhoria na resistência das plantas ao estresse e pode aumentar tanto a produtividade quanto a qualidade das folhas

A área foliar também foi influenciada pela adubação foliar, sendo elevada de 549,3 cm² para 787,85 cm², o equivalente a 43,42% (Figura 3A). Quando estudado o efeito das lâminas de irrigação, observa-se aumento na área foliar de 745,64 cm² na lâmina estimada de 94,13% da umidade referente a capacidade de campo (Figura 3A).

Figura 3. Número de folhas (AF) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura



Com os resultados obtidos através das variáveis de crescimento é possível constatar que as plantas de couve manteiga responderam satisfatoriamente à adubação foliar. Possivelmente por influência do nitrogênio presente no fertilizante mineral utilizado no estudo, que segundo Dartora et al. (2014) esse nutriente favorece o crescimento vegetativo de espécies como a couve da Malásia.

Outro ponto que merece destaque é que, nas áreas que essa espécie está sendo cultivada, existe a carência de nutrientes, que muitas vezes não são corrigidas com adubações no solo. Nestes casos, a adubação foliar poderá ser uma alternativa que proporciona melhores resultados, sendo as partes aéreas das plantas, capazes de absorver a água e os nutrientes (MALAVOLTA, 2006). Em estudo conduzido por Rocha et al (2019) aplicando húmus líquido via foliar verificaram aumento significativo para o número de folhas e área foliar com o aumento das concentrações de húmus líquido.

Percebe-se que lâminas superiores a máxima determinada, podem acarretar no decréscimo em tais variáveis. Essas informações apoiam a ideia de que, quando a água é aplicada em quantidades acima do necessário pela cultura, ela pode não ter um efeito benéfico (DIAS et al., 2019). Segundo Taiz et al (2017) a disponibilidade adequada de água é fundamental para os processos morfofisiológicos, bioquímicos e moleculares das plantas, subsidiando o transporte de nutrientes e minerais, além de participar no processo de fotossíntese e na manutenção do turgor celular, o que garante o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, garantir uma gestão eficiente no manejo da irrigação é essencial para melhorar o crescimento e desenvolvimentos das plantas.

5.2 Acúmulo de massa em plantas de couve manteiga

De acordo com resumo da análise de variância (Tabela 3), houve efeito significativo das lâminas sobre a maioria das variáveis de acúmulo de massa, exceto para a massa seca da raiz (MSR). Para o fator adubação, efeito significativo foi registrado sobre todas as variáveis em estudo. Considerando ser mais importante discutir os efeitos da interação, quando significativa, destaque foi para a MFR, com efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de couve manteiga submetidas a lâminas de irrigação e adubação foliar.

F. de variação	GL	Quadrados médios			
		MFPA	MFR	MSPA	MSR
Lâminas (I)	4	47,03*	21,85**	46,43**	0,31ns
Adubação (II)	1	624,1**	844,74**	481,08**	4,64**
Interação (I x II)	4	13,60ns	32,05**	4,59ns	0,07ns
Resíduo	30	14,17	5,03	9,53	0,61
Total	39	-	-	-	-
C.V.%	-	13,16	12,79	11,46	25,59

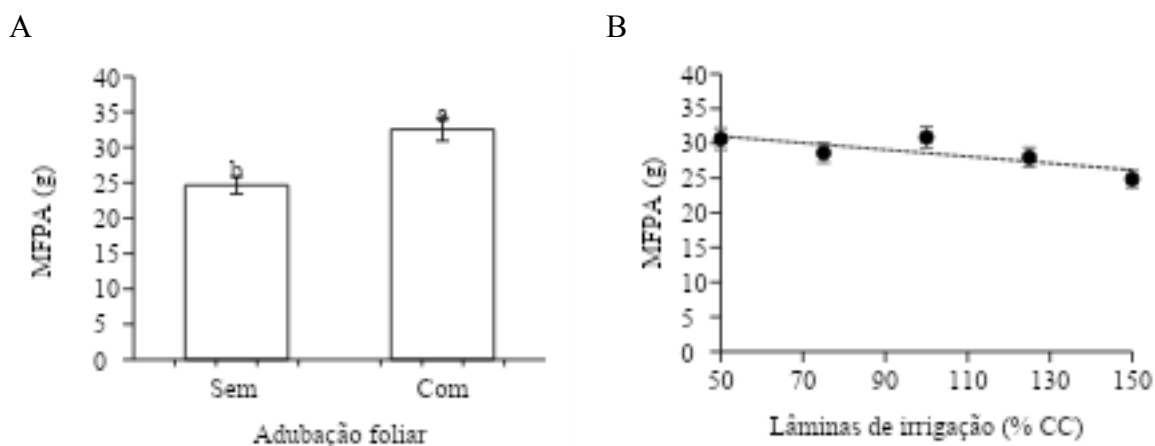
^{ns} Não-significativo- a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ****** Significativos- a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A massa fresca da parte aérea aumentou 29,63% quando as plantas receberam a adubação foliar em relação as que não foram adubadas (Figura 4A). De acordo com Nachtigall et al. (2010), a aplicação de fertilizantes diretamente nas folhas favorece a rápida

absorção dos nutrientes, corrigindo carências nutricionais que podem surgir ao longo do ciclo de cultivo e, além disso, favorece um crescimento mais vigoroso.

Em relação a lâminas de irrigação, constatou-se que o maior acúmulo de massa fresca da parte aérea (30,59 g) foi obtido com a lâmina de irrigação estimada em 75,12%, a partir desse ponto, houve decréscimo no acúmulo de massa da couve manteiga (Figura 4B).

Figura 4. Massa fresca da parte aérea (MFPA) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura.

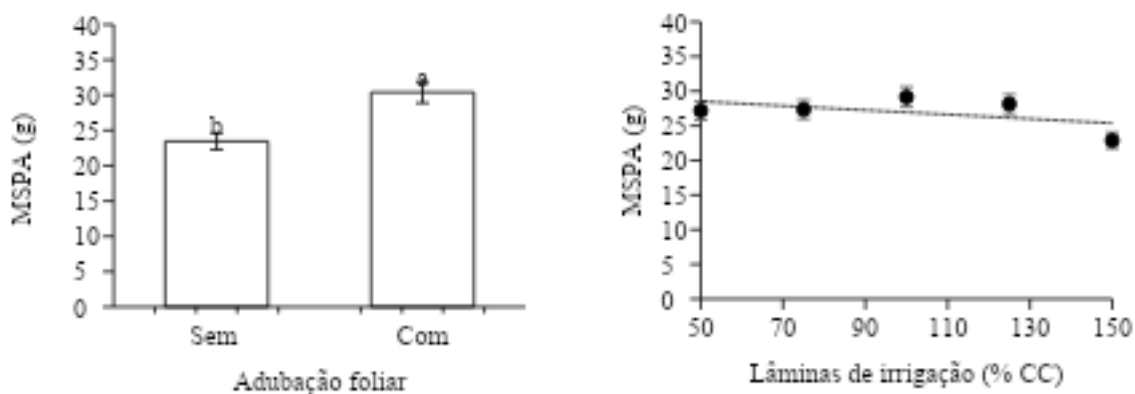


Resultados semelhantes foram observados para a massa seca da parte aérea, em que a adubação foliar proporcionou melhor média no acúmulo de massa partindo de 23,46 g obtidas em plantas sem adubação para 30,41 g obtidos em plantas sob adubação foliar. Tal aumento foi de 29,62% (Figura 5A). Para lâminas de irrigação, observa-se na Figura 5B, que os dados se ajustaram ao modelo quadrático, sendo o maior acúmulo de massa estimado em 28,77 g obtidos com a lâmina de irrigação estimada de 87,96% da umidade referente a da capacidade de campo.

Figura 5. Massa fresca da parte aérea (MFPA) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura

A

B



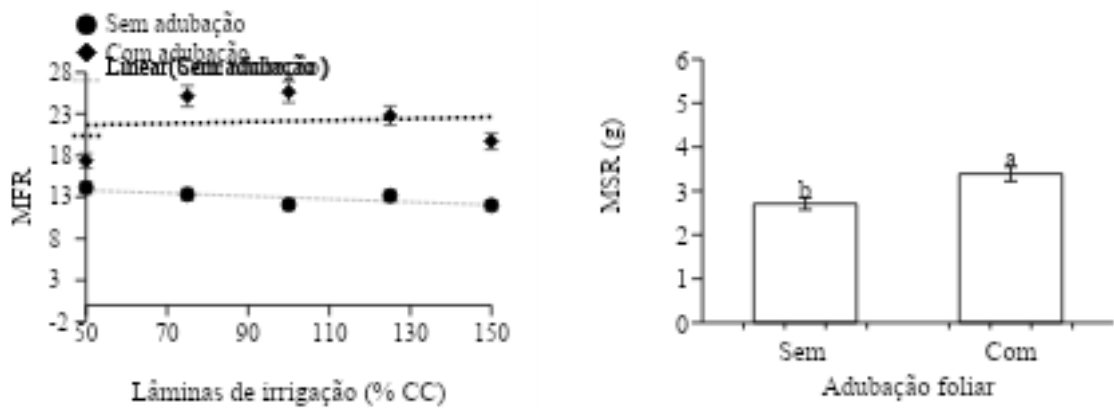
As variáveis de acúmulo de massa fresca e seca da parte aérea foram incrementadas com a elevação das lâminas de irrigação em torno de 80% da capacidade de campo, a partir desta lâmina houve decréscimo no acúmulo de massa. Isso pode ser explicado em virtude que o fornecimento excessivo de água pode levar à saturação da umidade do solo na zona radicular, resultando na incapacidade do sistema radicular de respirar normalmente, inibindo assim o crescimento das plantas, enquanto água insuficiente não pode atender à necessidade hídrica da cultura (YU et al., 2016; XIANG et al., 2018). Em trabalho com rúcula e lâminas de irrigação, Cunha et al (2013) observaram que a época seca, a lâmina de irrigação proporcionou efeito linear positivo nos parâmetros massa fresca, massa seca, produtividade de massa fresca e número de folhas por planta.

A massa fresca de raiz (MFR), foi influenciada pela interação entre a adubação foliar e as lâminas de irrigação (Figura 6A). A partir da lâmina de 75% houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem adubação. Observou-se que as plantas irrigadas com adubação, via foliar obtiveram MFR (25,40 g) na lamina de irrigação estimada de 100,55% da capacidade de campo (Figura 3C). Para as plantas cultivados sem adubação, via foliar, os dados não obtiveram ajustes adequados ($y = -0,0176^{ns}x + 14,7$, $R^2 = 0,61$), com taxa média de 14,70 g (Figura 6A).

Figura 6. Massa fresca da (MFPA) de couve manteiga em função da adubação (A) e da lâmina de irrigação (B), aos 90 dias após a semeadura

A

B



A massa seca de raiz foi influenciada apenas pelo fator adubação, sendo a maior média observada (3,39 g) em plantas adubadas enquanto que as plantas não adubadas obtiveram média de 2,71 g. O aumento percentual observado com a adubação foi de 25,09% (Figura 6B).

Portanto, o manejo adequado da adubação, via foliar, na cultura da couve contribui para o crescimento e desenvolvimento mais equilibrado, com melhoria na resistência das plantas ao estresse e pode aumentar tanto a produtividade quanto a qualidade das folhas. Porém, na literatura ainda é escassa informações sobre aplicação de fertilizantes, via foliar na cultura da couve, tornando-se relevantes pesquisas sobre o assunto, que visem aumentar a produção dessa cultura.

6 CONCLUSÕES

A adubação, via foliar aumenta o crescimento e o acúmulo de massa de plantas de couve manteiga.

A lâmina de irrigação acima de 100% da capacidade de campo afeta o crescimento e o acúmulo de massa de plantas de couve.

O uso adequado da lâmina de irrigação juntamente com adubação, via foliar, aumenta a massa fresca da raiz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, D.C.; LEÃO, P.C.S.; SOUZA, P.M.; FOLLE, A.D. Aspectos técnicos e legais para produção de mudas. Fortaleza: Instituto Frutal, 2009. 151 p.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Artmed. Porto Alegre. 2003, 255 p.
- CAMARGO, D. C. **Conservação, uso racional e sustentável da água**. Manejo da Irrigação: como, quando e quanto irrigar? Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016. 35p.
- CHRISTOFIDIS, D. Como obter a sustentabilidade dos recursos hídricos na agricultura irrigada. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, v. 64, p. 30-31, 2004.
- CUNHA, F. F.; GODOY, A. R.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A.; LEAL, A. J. F. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, n.3, p.131-141, 2013.
- CURVELO, C. R. S.; FERNANDES, E. F.; DINIZ, L. H. B.; PEREIRA, A. I. A. Desempenho agronômico da couve-flor (*Brassica oleracea* var. botrytis) em função da adubação silicatada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.6, n.1, p.87-91, 2019.
- DARTORA, J.; ECHER, M. M.; GUIMARAES, V. F.; MARINI, D.; PAULETTE, D. R. Crescimento e produção da couve-da-Malásia submetida a adubação nitrogenada. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.13, n.2, p.133-142, 2014.
- DIAS, M.S.; REIS, L. S.; LIMA, I. R. V.; OLIVEIRA, A. W.; SANTOS, R. H. S.; ALMEIDA, C. A. C.; SILVA, V. M. Eficiência do uso da água pela cultura do amendoim sob diferentes lâminas de irrigação e adubação. In *Colloquium Agrariae*. v.15, n.2, p.72-83, 2019.
- DIAS, M.S.; REIS, L. S.; SANTOS, R. H. S.; ALMEIDA, C. A. C.; PAES, R.A.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA, F. D. A. Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Colloquium Agrariae**, v.15, n.4, p.22-30, 2019.
- FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P.; RODELLA, A. A. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo. São Paulo: Abisolo, 2015, 150 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.
- FILGUEIRA F.A.R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa: UFV. 2013.412p.
- GERVÁSIO, E.S.; CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

HUSSAR, G.J.; PARADELA, A.L.; SERRA, W.; JONAS, T.C.; GOMES, J.P.R. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da couve. **Revista Ecossistema**, v.29, p.65-72, 2004.

LAKHIAR, I. A., YAN, H., ZHANG, C., WANG, G., HE, B., HAO, B., HAN, Y.; WANG, B.; BAO, R.; SYED, T.N.; CHAUHDARY, J. N.; RAKIBUZZAMAN, M. A review of precision irrigation water-saving technology under changing climate for enhancing water use efficiency, crop yield, and environmental footprints. **Agriculture**, v.14, n.7, p.1141, 2024.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba; Ceres, 2006. 631p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: princípios e práticas. Viçosa: UFV, 2006. 318 p.

MAROUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 15p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).

MARTINS, R. A. C.; PEREIRA, H. S.; REIS, E. F. D. Lecitina, silicone e amido na adubação foliar de couve (*Brassica oleracea* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1470-1476, 2010.

MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B. GHERY, H. R. **Manejo do solo-água-plantas em área afetadas por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p.280-302.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: fatos e mitos. **Agropecuária Catarinense**, v.23, n.2, p. 87-97, 2010.

NETTO, A. O. A.; PEREIRA, F. A. C.; BARROS, A. C.; MELO, A. S. **Quanto e quando irrigar**. In: Netto, A. O. A.; Bastos, E. A. Princípios agronômicos da Irrigação. Brasília: Embrapa, 2013. p.179-192.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; FACCIOLI, G. G. **Manejo básico da irrigação na produção de fruteiras**. Brasília, DF: LK, p. 136, 2006.

RAMÍREZ, D.; ABELÃO-VITÓRIO, A.; BERETTA, V.; CAMARGO, A.; MORENO, D. A. Funcionalingredientes de Brassicáceas espécies: Visão geral e perspectivas. **Internacional. E. Mole. Ciência**. v.2020, n.21.6, 1998.

ROCHA, M. E. L.; COUTINHO, P. W. R.; ABADE, M. T. R.; INAGAKI, A. M.; CADORIN, D. A.; HOEPERS, L. M. L. Morfofisiologia de plantas de couve manteiga sob concentrações de húmus líquido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, n.4, p.438-443, 2019.

SEO, J.; PULIGUNDLA, P.; MOK, C. Decontamination of collards (*Brassica oleracea* var. acephala L.) using electrolyzed water and corona discharge plasma jet. *Food Science Biotechnology*, v.28, n.1, p.147-153, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

XIANG, Y.; ZOU, H.; ZHANG, F.; QIANG, S.; WU, Y.; YAN, S.; WANG, H.; WU, L.; FAN, W.; WANG, X. Effect of irrigation level and irrigation frequency on the growth of mini Chinese cabbage and residual soil nitrate nitrogen. *Sustainability*, v.11, n.1, p.111, 2018.

YU, G.; YANG, Y.; TU, Z.; JIE, Y.; YU, Q.; HU, X.; YU, H.; ZHOU, R.; CHEN, X.; WANG, H. Modeling the water-satisfied degree for production of the main food crops in China. *Science of The Total Environment*, v.547, p.215–225, 2016.