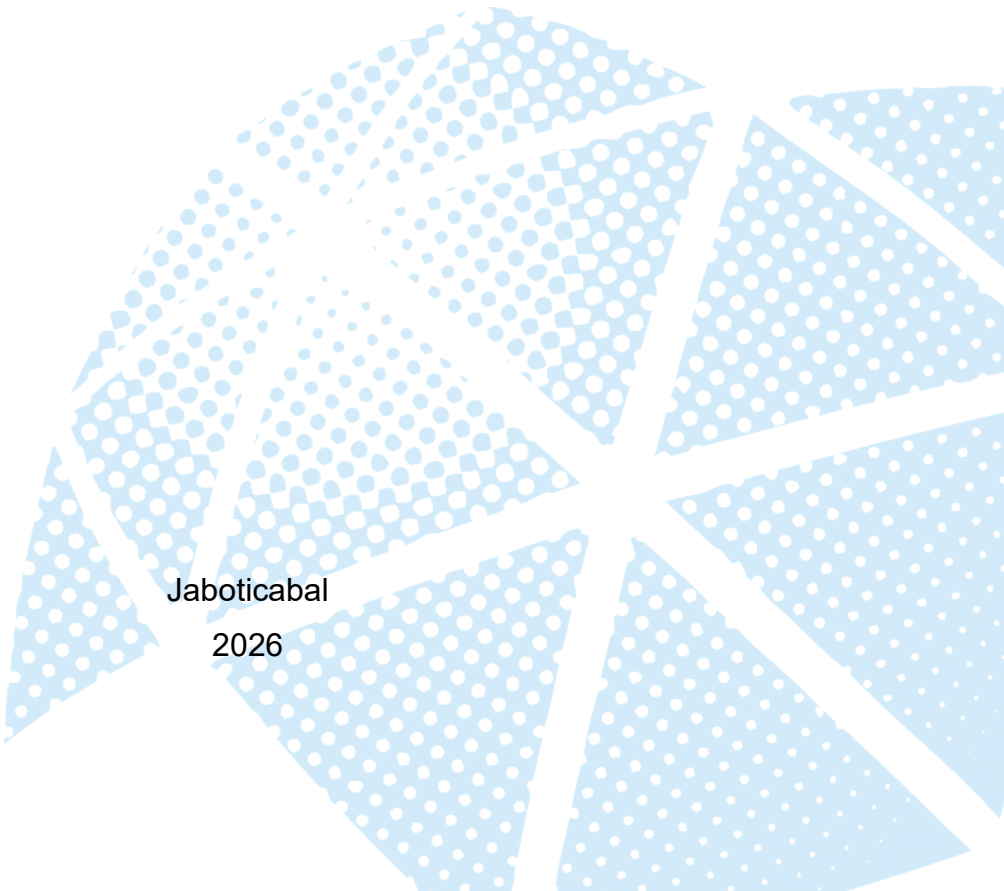


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

GABRIEL MANGETI BARRETO MOURÃO

**DENSIDADE DE PLANTIO E ÉPOCA DE COLHEITA PARA COENTRO *BABY LEAF*
EM HIDROPONIA *FLOATING***

Jaboticabal
2026



GABRIEL MANGETI BARRETO MOURÃO

**DENSIDADE DE PLANTIO E ÉPOCA DE COLHEITA PARA COENTRO *BABY LEAF*
EM HIDROPONIA *FLOATING***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes
Cecílio Filho

Jaboticabal

2026

M929d

Mourão, Gabriel Mangeti Barreto

Densidade de plantio e época de colheita para coentro baby leaf em hidroponia floating / Gabriel Mangeti Barreto Mourão. -- Jaboticabal, 2026

59 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho

1. Fitotecnia. 2. Olericultura. 3. Hidroponia. 4. Produtos minimamente processados. 5. Coentro. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Dados fornecidos pelo autor(a).

Gabriel Mangeti Barreto Mourão

**DENSIDADE DE PLANTIO E ÉPOCA DE COLHEITA PARA COENTRO BABY
LEAF EM HIDROPONIA FLOATING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Engenharia Agrônômica**.

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

Coorientador (se houver):

Área de Concentração: Olericultura

Trabalho aprovado em 03/08/2026

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO**
Data: 04/08/2026 07:40:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho
UNESP

Documento assinado digitalmente
 **PABLO FORLAN VARGAS**
Data: 04/08/2026 09:53:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas
UNESP

Documento assinado digitalmente
 **FRANCISCO LAURIMAR DO NASCIMENTO ANDR**
Data: 04/08/2026 16:21:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Francisco Laurimar do Nascimento Andrade
UNESP

Documento assinado digitalmente
 **LEANDRO BORGES LEMOS**
Data: 06/08/2026 14:48:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leandro Borges Lemos
Chefe do Departamento

DEDICATÓRIA

À Natureza e ao Brasil.

À Natureza, que nos ensina pela observação de seus ciclos e de sua diversidade, despertando a vontade de compreender, pesquisar e produzir em harmonia com ela. E ao Brasil, meu lar e minha terra.

À minha família.

Aos meus queridos pais, Luciana e Gerson, que despertaram em mim a curiosidade pela ciência, pelo conhecimento e pela agricultura, e sempre acreditaram na importância da educação como instrumento de formação. Crescer ao lado de dois professores foi crescer cercado de ciência, curiosidade, disciplina e amor pelo aprendizado. Em especial à minha irmã, pela amizade, pelo companheirismo e por fazer parte de quem me tornei ao longo da vida, só você sabe.

Aos meus amigos.

À minha grande Turma LXXVI de Engenharia Agrônoma, aqueles que compartilharam comigo os anos de graduação, as alegrias, as dificuldades, as incertezas e as conquistas. Em especial, aos companheiros que caminharam comigo a cada passo dessa grandiosa etapa de nossas vidas, Lucas Guedes Pereira Pessuto, Pedro Faria de Melo, Pedro Bellucci e Marcos Thulio Simonetti Bosque.

À minha segunda casa, a República Abatedouro.

Muito do que aprendi sobre convivência, responsabilidade, amizade e crescimento aconteceu entre suas paredes. Levarei cada lembrança comigo.

Aos meus professores e orientadores.

A todos que despertaram em mim a curiosidade científica e demonstraram, por meio do exemplo, que ensinar e pesquisar são formas de transformar vidas. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pela confiança, pelas oportunidades e pelos ensinamentos que ultrapassam este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e por sempre acreditarem no meu potencial. Grande parte da pessoa que sou é resultado dos valores e do exemplo que recebi dentro de casa.

Ao Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pela orientação, confiança e pelas oportunidades concedidas ao longo dessa trajetória. Sua dedicação à pesquisa e à formação de estudantes foi fundamental para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica (Processo nº 2025/12338-3) e pelo financiamento do projeto, possibilitando a realização desta pesquisa.

Ao Grupo de Estudos em Hortaliças, pela convivência, aprendizado e troca constante de conhecimentos durante estes anos. Em especial, à Fernanda e ao Gildeon, pelo apoio na elaboração do projeto e por toda a ajuda, orientação e incentivo ao longo dessa trajetória acadêmica.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, e a todos os professores, técnicos e servidores que contribuíram para minha formação ao longo da graduação.

Ao Senhor Inauro, pelo dedicado trabalho desenvolvido no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais e pelo exemplo de compromisso e perseverança.

Aos meus amigos, em especial aos que compartilharam comigo os desafios e as conquistas desta etapa, pela amizade, apoio e pelos inúmeros momentos que tornaram essa trajetória mais leve.

À República em que vivi durante a graduação, por todos os aprendizados, experiências e amizades construídas, que certamente farão parte da minha história para além da universidade.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A produção de *baby leaves* agrega valor às hortaliças folhosas ao aliar ciclo curto, produtividade, apelo comercial e elevada densidade de compostos bioativos. No cultivo de coentro (*Coriandrum sativum* L.) baby leaf, em sistema hidropônico, a densidade de plantio e a época de colheita adequadas, ainda, carecem de definição. Neste estudo, avaliou-se como esses dois fatores afetam o crescimento, a produtividade e a qualidade fitoquímica e mineral do coentro *baby leaf*, em sistema hidropônico *floating*. O experimento foi conduzido em cultivo protegido, na UNESP, Câmpus de Jaboticabal, em delineamento de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas corresponderam às épocas de colheita (10 e 13 dias após o transplante para o floating, DATF) e as subparcelas às densidades de plantio (408, 816, 1.224, 1.632 e 2.040 plantas m⁻²). Foram avaliadas características biométricas, índices de análise de crescimento, produtividade e a composição fitoquímica e mineral das folhas. O atraso da colheita de 10 para 13 DATF incrementou o número de folhas, os comprimentos do limbo foliar, do pecíolo e da folha em 30, 19, 39 e 30%, respectivamente, além da área foliar, das massas fresca e seca da parte aérea e da produtividade. O adensamento elevou todas as características de crescimento, contrariando o padrão de redução da massa individual descrito para outras folhosas. A taxa de crescimento relativo e a taxa assimilatória líquida foram máximas na menor densidade, ao passo que o índice de área foliar e a produtividade foram máximos na maior. A produtividade máxima, de 1,091 kg m⁻², foi obtida com 2.040 plantas m⁻² na colheita aos 13 DATF, com tendência ascendente em toda a faixa avaliada. A colheita mais tardia elevou os teores de carotenoides, vitamina C, cálcio e zinco, enquanto a colheita antecipada proporcionou maior área foliar específica. A densidade de plantio não alterou os teores de compostos antioxidantes, mas favoreceu o acúmulo de cálcio, ferro, zinco e proteína. Portanto, o adensamento eleva a produtividade por área sem comprometer a composição das folhas, recomendando-se 2.040 plantas m⁻² associadas à colheita aos 13 DATF quando se priorizam produtividade e valor nutricional.

Palavras-chave: cultivo protegido; hortaliças minimamente processadas; produtividade.

ABSTRACT

The production of baby leaves adds value to leafy vegetables by combining a short cycle, high yield, commercial appeal and elevated density of bioactive compounds. In coriander (*Coriandrum sativum* L.), however, planting density and harvesting times suited to hydroponic cultivation remain undefined. This study evaluated how these two factors affect the growth, yield and quality of baby leaf coriander in a floating hydroponic system. The experiment was carried out under protected cultivation at UNESP, Jaboticabal Campus, in a randomised complete block design with split plots and four replications. Plots corresponded to harvesting times (10 and 13 days after transplanting to the floating system, DATF) and subplots to planting densities (408, 816, 1,224, 1,632 and 2,040 plants m⁻²). Biometric traits, growth analysis indices, yield and the phytochemical and mineral composition of the leaves were assessed. Delaying harvest from 10 to 13 DATF increased leaf number and the lengths of the leaf blade, petiole and leaf by 30, 19, 39 and 30%, respectively, as well as leaf area, shoot fresh and dry mass and yield. Higher planting density increased all growth traits, contrary to the reduction in individual plant mass reported for other leafy vegetables. Relative growth rate and net assimilation rate were highest at the lowest density, whereas leaf area index and yield were highest at the greatest density. Maximum yield, 1.091 kg m⁻², was obtained with 2,040 plants m⁻² harvested at 13 DATF, with an upward trend across the entire range evaluated. The later harvest increased carotenoid, vitamin C, calcium and zinc contents, while the earlier harvest resulted in greater specific leaf area. Planting density did not alter antioxidant compound contents but favoured the accumulation of calcium, iron, zinc and protein. Therefore, higher planting density increases yield per area without compromising leaf composition, and 2,040 plants m⁻² combined with harvest at 13 DATF is recommended when yield and nutritional value are prioritised.

Keywords: *Coriandrum sativum*; minimally processed vegetables; crop yield.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	COENTRO.....	13
2.2	<i>BABY LEAF</i>	15
2.3	DENSIDADE DE PLANTIO.....	17
2.4	ÉPOCA DE COLHEITA	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL ...	22
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	23
3.3	PRODUÇÃO DE MUDAS	25
3.4	SISTEMA DE CULTIVO	25
3.5	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	26
3.5.1	Características biométricas e de produtividade	27
3.5.2	Características fitoquímicas e minerais	28
3.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	28
4	RESULTADOS	29
5	DISCUSSÃO	42
6	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O segmento de hortaliças minimamente processadas é um dos de mais rápido crescimento na agroindústria alimentar, impulsionado por mudanças nos hábitos de consumo e pela crescente exigência por produtos práticos, frescos e com valor nutricional agregado (Koukounaras et al., 2020). O mercado global de hortaliças jovens, exemplificado pelos microgreens, foi estimado em US\$ 1,3 bilhão em 2019, com projeção de atingir US\$ 2,2 bilhões até 2028, a uma taxa média de crescimento anual de 11,1% (Singh et al., 2024), refletindo o dinamismo dessa categoria de produtos.

Nesse contexto, as *baby leaves* se destacam como alternativa de alto valor comercial frente à hortaliça colhida em estágio adulto, ao reunir ciclo de produção mais curto, textura tenra, apelo visual e maior concentração de compostos bioativos (Kyriacou et al., 2016; Zhong et al., 2025). Por serem consumidas predominantemente cruas exigem elevado padrão sanitário na produção (Finger et al., 2023), o que torna sistemas hidropônicos, como o *floating*, uma alternativa vantajosa frente ao cultivo convencional em solo, ao possibilitar maior controle das condições de cultivo.

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma das especiarias mais antigas e consumidas no mundo, com papel relevante na agricultura familiar e na culinária de diversas regiões. No Brasil, é a hortaliça mais cultivada em regiões como a Amazônia paraense, presente em mais de 80% das unidades de produção familiar da Região Metropolitana de Belém (Ferreira Júnior et al., 2022). Tradicionalmente comercializado em maços de folhas colhidas no estágio adulto, o cultivo da espécie vem se adaptando a um mercado que exige cada vez mais praticidade, frescor e inocuidade alimentar, impulsionando a demanda por produtos minimamente processados e prontos para comer (Finger et al., 2023; Koukounaras et al., 2020).

Evidências internacionais sustentam que consumidores estão dispostos a pagar valores superiores por produtos minimamente processados frente a hortaliças convencionalmente comercializadas (Mwambi et al., 2026), tendência ainda pouco quantificada no mercado brasileiro (Finger et al., 2023). Nesse cenário, a produção de *baby leaves* surge como uma alternativa para aumentar ainda mais seu valor agregado.

Em alface, por exemplo, o estágio *baby leaf* apresenta teores médios de clorofila 15,8% e de carotenoides 230,9% superiores aos da planta adulta (Martínez-Ispizua et al., 2022). Entre as técnicas hidropônicas empregadas para *baby leaves*, destaca-se o sistema *floating* (ou *deep water technique*, DWT), no qual as plantas permanecem com as raízes em contato direto com a solução nutritiva, sobre a qual a bandeja de cultivo flutua.

Apesar do potencial do sistema, ainda faltam parâmetros de manejo definidos especificamente para o coentro *baby leaf* cultivado em *floating*, o que limita sua viabilidade econômica. Dois fatores do manejo cultural de *baby leaves* são particularmente determinantes: a densidade de plantio, que define o aproveitamento do espaço e dos recursos disponíveis; e quando excessiva, intensifica a competição por luz e pode induzir o estiolamento, afetando a qualidade e estrutura foliar e a época de colheita, que determina o fechamento do período de produção, sendo que variações de poucos dias alteram significativamente o crescimento e características comerciais, bem como a produtividade e também qualidade nutricional e medicinal.

Assim, tem-se a hipótese de que a época de colheita pode alterar a densidade de plantio que maximiza a produtividade e qualidade do coentro *baby leaf*. Compreender a interação entre densidade de plantio e época de colheita é, portanto, essencial para o estabelecimento de protocolos que otimizem simultaneamente a

produtividade e o valor agregado do coentro *baby leaf*, contribuindo para estratégias de diversificação de cultivos minimamente processados e de maior eficiência produtiva.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da densidade de plantio e da época de colheita sobre o crescimento, a produtividade e a qualidade nutracêutica do coentro *baby leaf* cultivado em sistema hidropônico tipo *floating*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COENTRO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma espécie herbácea, pertencente à família Apiaceae, originária da região mediterrânea e do Oriente Médio, amplamente cultivada em diversas regiões do mundo (Chaurasia; Bharati, 2025). Sua morfologia caracteriza-se por raiz fina e fusiforme, caule ereto e glabro que pode se tornar avermelhado ou violáceo na floração (Ismail *et al.*, 2025), folhas basais largas e lobadas e folhas superiores mais finas e rendilhadas (Zamljen *et al.*, 2025). A planta é considerada uma das especiarias mais antigas em uso contínuo pela humanidade, com registros de cultivo que remontam a mais de 3.000 anos (Ismail *et al.*, 2025).

Todas as partes da planta possuem aproveitamento industrial e alimentar. As folhas frescas apresentam sabor cítrico e são muito usadas em saladas e sopas, enquanto as sementes maduras, com sabor pungente, são usadas em pães, bolos e bebidas (Al Jenaïd *et al.*, 2026; Singletary, 2016). As raízes também são utilizadas em pratos específicos, especialmente na culinária asiática (Ismail *et al.*, 2025). Além do uso alimentar, o coentro tem expressiva relevância nos setores farmacêutico, cosmético e nutracêutico, e seu óleo essencial figura entre os 20 mais comercializados no mundo (Chaurasia; Bharati, 2025; Singletary, 2016).

Em termos agrônômicos, o coentro caracteriza-se por ciclo relativamente curto, melhor desempenho vegetativo na faixa de 20 a 25 °C e sensibilidade ao fotoperíodo longo (Chaurasia; Bharati, 2025; Ismail *et al.*, 2025). Em cultivo protegido, sob condições brasileiras, a colheita de folhas frescas de coentro adulto ocorre entre 30 e 55 dias após a semeadura, conforme a cultivar e as condições ambientais adotadas (Melo *et al.*, 2009). A espécie também demonstra desenvolvimento satisfatório em

sistemas hidropônicos, nos quais o controle do ambiente e da nutrição favorece a expressão do potencial produtivo e a obtenção de folhas com elevada qualidade comercial e nutricional (Al Jenaid *et al.*, 2026).

Do ponto de vista fitoquímico, o coentro é fonte de compostos bioativos de interesse nutracêutico e farmacológico, com destaque para vitamina C, carotenoides, clorofilas e compostos fenólicos, associados às propriedades antioxidantes, antimicrobianas e digestivas da espécie (Chaurasia; Bharati, 2025; Wei *et al.*, 2019). Em *microgreens* de coentro, Xiao *et al.* (2012) constataram teor de ácido ascórbico de 40,6 mg por 100 g de massa fresca, dado relevante como referência, uma vez que estudos com *baby leaf* da espécie ainda são escassos.

O perfil fenólico das folhas é dominado pelo ácido clorogênico e pela rutina, constituintes majoritários da espécie, cujos teores respondem ao manejo de cultivo e ao estágio de colheita (Barros *et al.*, 2012). Além da vitamina C, o perfil fenólico das folhas inclui ácidos como o cafeico, o ferúlico e o p-cumárico e flavonoides como a quercetina, o kaempferol e a apigenina, associados à atividade antioxidante e anti-inflamatória da espécie (Al-Khayri *et al.*, 2022; Barros *et al.*, 2012; Scandar *et al.*, 2023).

Somam-se a esses os carotenoides, as clorofilas e os compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico — sobretudo aldeídos alifáticos, como o (E)-2-decenal e o (E)-2-tridecenal —, que conferem às folhas valor tanto sensorial quanto antioxidante como hortaliça aromática (Shoko *et al.*, 2022). O óleo essencial das folhas frescas tem nesses aldeídos seus principais componentes, enquanto nas sementes predomina o linalol, todos com atividade biológica documentada (Al-Khayri *et al.*, 2023; Chaurasia; Bharati, 2025). Essa combinação de elevada densidade de

compostos antioxidantes com perfil aromático intenso confere às folhas jovens de coentro relevante valor funcional e sensorial.

No Brasil, o coentro apresenta importância particular no segmento de agricultura familiar, sendo tradicionalmente cultivado sob clima quente, em campo (Melo *et al.*, 2009). Paralelamente, sua inserção em sistemas intensivos de produção, incluindo cultivo protegido e hidroponia, tem crescido em resposta à demanda por produtos minimamente processados com maior padrão de higiene, frescor e praticidade (Ni *et al.*, 2025). Nesse contexto, cultivares adaptadas ao cultivo protegido e com características adequadas à produção de *baby leaf*, como colheita precoce de folhas, alto valor agregado e ciclo curto, ganham relevância estratégica para o setor produtivo (Pimentel, 2025).

2.2 *BABY LEAF*

O segmento de hortaliças minimamente processadas constitui um dos ramos de mais rápido crescimento na agroindústria alimentar atual, impulsionado por profundas transformações nos hábitos de consumo e pela crescente exigência por produtos com qualidade, praticidade e valor nutricional agregado. Nesse contexto, as hortaliças jovens, incluindo brotos, *microgreens* e *baby leaves*, emergem como produtos de alto valor agregado, que conciliam atributos nutricionais superiores com apelo estético e conveniência de uso (Koukounaras *et al.*, 2020). Dentre essas, *microgreens* e *baby leaves* diferem pelo estágio de colheita: *microgreens* são colhidos na fase de cotilédones ou primeiras folhas, enquanto *baby leaves* são colhidas em estágio um pouco mais avançado (Kyriacou *et al.*, 2016; Zhong *et al.*, 2025). Portanto, o cultivo de *baby leaves* corresponde ao estágio fisiológico intermediário entre os *microgreens* e a planta adulta. Enquanto *microgreens* são colhidos geralmente entre

3 e 5 cm de altura, aproximadamente 15 dias após a sementeira, as *baby leaves* são colhidas entre 5 e 8 cm de altura, entre a segunda e a sexta folha, ao redor de 29 dias após a sementeira, preservando características de maciez e elevada qualidade nutricional (Zhong *et al.*, 2025). Para o coentro especificamente, o estágio de *baby leaf* em sistemas hidropônicos situa-se ao redor de 29 a 32 dias após a sementeira, momento em que as folhas jovens apresentam intensa atividade metabólica e composição fitoquímica favorável ao consumo fresco (Zhong *et al.*, 2025).

Do ponto de vista nutricional, *baby leaves* destacam-se pelo elevado teor de fitoquímicos em comparação às hortaliças folhosas colhidas em estágio adulto, apresentando maiores concentrações de vitaminas, carotenoides, compostos fenólicos e outros metabólitos bioativos (Xiao *et al.*, 2012; Zhong *et al.*, 2025). Mallor *et al.* (2023), avaliando diversas espécies folhosas em diferentes estágios de desenvolvimento, observaram que a fase *baby* concentra maiores teores de polifenóis totais que os estágios *microgreen* e adulto em espécies como alface, borragem (*Borago officinalis*) e chicória. De forma semelhante, Martínez-Ispizua *et al.* (2022), ao avaliarem cultivares de alface, verificaram que o estágio *baby leaf* apresentou teores médios de clorofila 15,8% superiores aos da planta adulta e concentrações de carotenoides 230,9% maiores, além de atividade antioxidante expressivamente mais elevada. Esse perfil nutracêutico superior está diretamente associado à intensa atividade metabólica característica dos tecidos jovens em fase ativa de crescimento e expansão celular (Pattaro *et al.*, 2024).

Durante o desenvolvimento foliar, observa-se uma transição fisiológica importante entre o metabolismo primário e o secundário (Zhong *et al.*, 2025). Em estágios iniciais, as folhas atuam predominantemente como drenos metabólicos, com intensa biossíntese de proteínas, aminoácidos e carboidratos essenciais ao

crescimento vegetativo (Zhong *et al.*, 2025). Com o avanço da maturação, parte da atividade metabólica é redirecionada para processos de defesa e fotoproteção, resultando no acúmulo progressivo de flavonoides, compostos fenólicos, carotenoides e antocianinas, que são metabólitos secundários associados à neutralização de espécies reativas de oxigênio e à proteção da integridade celular (Bungala *et al.*, 2024; Xiao *et al.*, 2012). Esse comportamento metabólico explica o elevado potencial nutracêutico frequentemente observado em hortaliças colhidas em fases precoces de desenvolvimento (Zhong *et al.*, 2025).

No contexto do coentro, a produção na forma de *baby leaf* agrega valor à espécie ao combinar o perfil aromático e fitoquímico característico da cultura com atributos do estágio jovem, como textura tenra, maciez e maior composição de compostos bioativos, assim como os *microgreens*. Caracciolo *et al.* (2020), em estudo de aceitabilidade do consumidor com 12 espécies de *microgreens*, classificaram o coentro entre as culturas mais apreciadas, com altas notas para aparência, sabor, textura e qualidade de consumo, além de alta intensidade aromática e baixa adstringência e amargor, atributos especialmente relevantes para o mercado de produtos minimamente processados frescos.

Por serem consumidas predominantemente cruas, *baby leaves* exigem elevado padrão sanitário na produção (Finger *et al.*, 2023), o que reforça a adoção de sistemas hidropônicos como estratégia para minimizar o risco de contaminação microbiológica.

2.3 DENSIDADE DE PLANTIO

A densidade de plantio constitui um dos principais fatores de manejo em sistemas intensivos de produção de hortaliças folhosas jovens, influenciando diretamente o crescimento, a produtividade e a qualidade do produto colhido (Jadhav

et al., 2025). Segundo Ribeiro *et al.* (2018), a densidade de plantio corresponde ao número de plantas estabelecidas por unidade de área, determinando a disponibilidade e a distribuição de recursos essenciais, luz, água e nutrientes, entre as plantas.

Do ponto de vista fisiológico, o aumento da densidade reduz a disponibilidade luminosa no interior do dossel e altera a qualidade espectral da luz incidente, condições que podem desencadear respostas de escape ao sombreamento, como alongamento caular e foliar e redução no espessamento dos tecidos (Jadhav *et al.*, 2025; Pattaro *et al.*, 2024). Embora esses mecanismos auxiliem a planta a competir por luz, eles podem alterar o acúmulo de biomassa individual e qualidade da folha (Jadhav *et al.*, 2025; Pattaro *et al.*, 2024). Esse padrão é relatado na literatura sobre *baby leaves* cultivadas em sistemas hidropônicos. Calori *et al.* (2014), avaliando beterraba e alface *baby leaf* em sistema *Nutrient Film Technique* (NFT) sob diferentes espaçamentos, verificaram que o menor espaçamento entre plantas (2,5 cm, correspondendo à maior densidade) favoreceu a maior produtividade em ambas as espécies, independentemente da maior competição intraespecífica gerada. Resultado semelhante foi obtido por Brito *et al.* (2025) com alface *baby leaf* 'Vanda' em hidroponia *floating*, em que o aumento da densidade de 408 para 2.856 plantas m⁻² elevou a produtividade entre 215% e 372%, a depender da época de cultivo, embora tenha reduzido a massa fresca individual em até 45% e a área foliar em até 57%. Os mesmos autores observaram ainda redução de até 38% no teor de clorofila *a* e de até 46% nos teores de carotenoides nas maiores densidades, evidenciando que o *trade-off* entre produtividade e qualidade nutracêutica observado morfológicamente também se reflete na composição fitoquímica da folha.

Em hortaliças jovens para o mercado de alimentos funcionais, essa relação apresenta ainda mais relevância, uma vez que o ajuste da densidade não influencia

apenas a produtividade, mas também a otimização do uso da área cultivada, de sementes e da solução nutritiva (Jadhav *et al.*, 2025; Signore *et al.*, 2024). O estabelecimento de densidades adequadas representa, portanto, fator determinante para produtividade, qualidade comercial e potencial nutracêutico em cultivos de *baby leaf* em sistema hidropônico, parâmetro que, para o coentro, ainda carece de investigação.

2.4 ÉPOCA DE COLHEITA

A época de colheita constitui, junto à densidade de plantio, um dos principais fatores de manejo para a produtividade e a qualidade de hortaliças folhosas jovens. A definição do momento de colheita influencia diretamente o ciclo produtivo, a frequência de cultivos realizados em um mesmo espaço ao longo do ano e o aproveitamento da infraestrutura e dos insumos do sistema (Signore *et al.*, 2024; Yañez Medelo, 2024).

Pequenas variações no período de cultivo podem promover alterações expressivas no crescimento e no acúmulo de biomassa. Signore *et al.* (2024) relatam que o atraso de poucos dias na colheita pode dobrar o tamanho da folha e elevar o acúmulo de biomassa fresca. Esse comportamento está associado ao avanço da expansão celular e da capacidade fotossintética ao longo do desenvolvimento foliar: à medida que as plantas permanecem mais tempo no sistema de cultivo, aumenta a interceptação luminosa e a assimilação de carbono, favorecendo o crescimento vegetativo (Signore *et al.*, 2024; Yañez Medelo, 2024). Entretanto, as modificações estruturais decorrentes da maturação foliar também podem comprometer atributos desejáveis em *baby leaves*, como maciez e delicadeza dos tecidos (Martínez-Sánchez *et al.*, 2012).

Além dos efeitos sobre o crescimento, a época de colheita interfere diretamente na composição físico-química das folhas. Yañez Medelo (2024), avaliando *microgreens* de repolho-roxo em *plant factory*, observou que colheitas mais tardias proporcionaram maiores concentrações de clorofilas, carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C em comparação às colheitas precoces. Esse padrão é consistente com a dinâmica do metabolismo secundário ao longo do desenvolvimento foliar: em estádios iniciais, as folhas atuam predominantemente como drenos metabólicos, com biossíntese voltada ao crescimento; com o avanço da maturação, parte da atividade metabólica é redirecionada para processos de defesa e fotoproteção, resultando no acúmulo progressivo de flavonoides, fenólicos e carotenoides (Rao *et al.*, 2021; Zhong *et al.*, 2025).

Embora as *baby leaves* sejam colhidas em estágio mais avançado que *microgreens*, variações no momento da colheita também podem influenciar seu acúmulo de metabólitos secundários e sua qualidade nutracêutica. Atributos comerciais como coloração, textura, firmeza e uniformidade visual estão diretamente associados ao estágio de desenvolvimento da folha no momento da colheita (Signore *et al.*, 2024). Colheitas mais precoces tendem a favorecer folhas mais tenras e delicadas, enquanto colheitas tardias geralmente proporcionam maior biomassa, além de alterar a qualidade sensorial do produto (Martínez-Sánchez *et al.*, 2012; Signore *et al.*, 2024).

A avaliação conjunta entre densidade de plantio e época de colheita é, portanto, relevante para o estabelecimento de estratégias de manejo capazes de otimizar simultaneamente a produtividade, a qualidade comercial e o potencial funcional do coentro *baby leaf* cultivado em sistema hidropônico. Alterações na densidade populacional modificam o microambiente de cultivo e intensificam a competição por

luz, água e nutrientes, influenciando de forma conjunta o crescimento, o metabolismo secundário e a qualidade nutracêutica das folhas (Jadhav *et al.*, 2025; Pattaro *et al.*, 2024).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado de 16 de abril a 18 de maio de 2026, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, do Departamento de Produção Vegetal, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, cidade localizada a 21° 15' 18" Sul, 48° 19' 19" Oeste e altitude de 600 m. Durante o período experimental, parâmetros climáticos foram registrados; os dados referentes à fase de cultivo em hidroponia *floating* (05/05 a 18/05/2026) encontram-se apresentados na Figura 1.

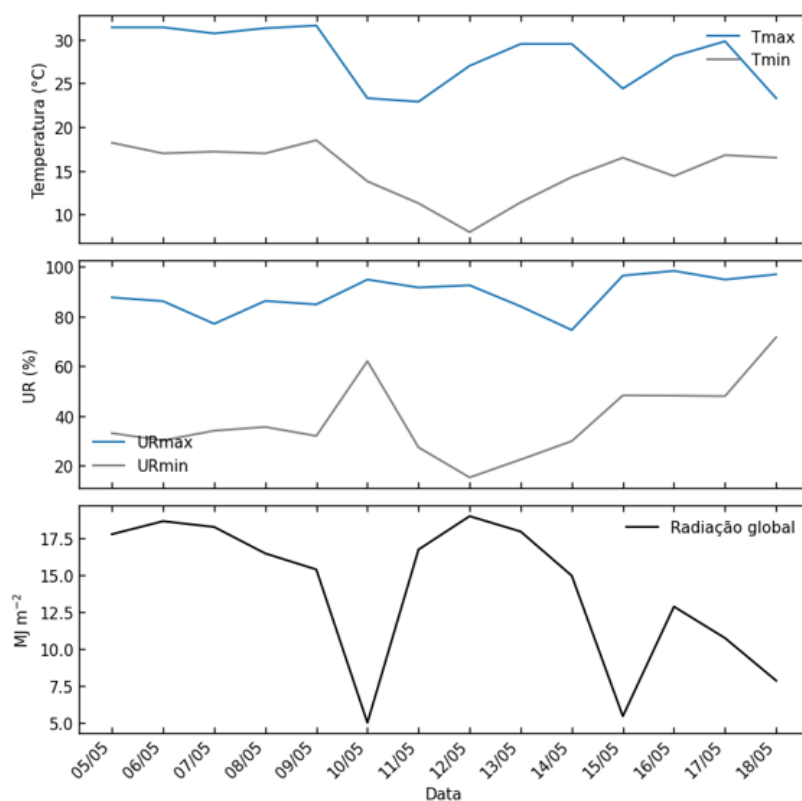


Figura 1. Parâmetros climáticos das condições climáticas do período experimental (05/05 a 18/05/2026). Dados obtidos da Estação Agroclimatológica da UNESP de Jaboticabal. Tmax = temperatura do ar máxima, Tmin = temperatura do ar mínima, URmáx = umidade relativa do ar máxima, URmín = umidade relativa do ar mínima.

O clima da região é classificado como tropical, com verão chuvoso e inverno seco, pluviosidade média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 °C (Alvares *et al.*, 2013). O cultivo ocorreu em casa de vegetação não-climatizada, em teto tipo arco, com pé-direito de 3,0 m, coberta com filme plástico transparente, com anti-UV e 0,15 mm de espessura.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, sendo a parcela correspondente à época de colheita (10 e 13 dias após o transplante para o *floating*, DATF) e a subparcela correspondente à densidade de plantio (408, 816, 1.224, 1.632 e 2.040 plantas m⁻²), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por uma bandeja com 63 células de cultivo, flutuando diretamente sobre a solução nutritiva contida em um reservatório com capacidade para 20 litros, preenchido com 14 litros de solução, caracterizando o sistema hidropônico *floating*, ou *deep water technique*.

As células das bandejas apresentavam dimensões individuais de 3,8 x 3,8 x 6,0 cm (comprimento, largura e profundidade, respectivamente). Para o estabelecimento das densidades propostas, realizou-se, ao final da fase de emergência (19 dias após a semeadura, DAS), o desbaste das plantas de coentro, ajustando o número de plantas por célula conforme a combinação apresentada na Tabela 1 e Figura 2, de modo que a população final correspondesse exatamente à densidade programada para cada tratamento.

Tabela 1. Número de plantas por célula da bandeja de polipropileno para obtenção das densidades de plantio (DP) propostas nos tratamentos.

Tratamento	Densidade de plantio	Combinação de plantas por célula
T1 e T2	408	1 célula vazia e 1 célula c/ 1 planta
T3 e T4	816	Todas as células c/ 1 planta
T5 e T6	1.224	1 célula c/ 1 planta e 1 célula c/ 2 plantas
T7 e T8	1.632	Todas as células c/ 2 plantas
T9 e T10	2.040	1 célula c/ 2 plantas e 1 célula c/ 3 plantas

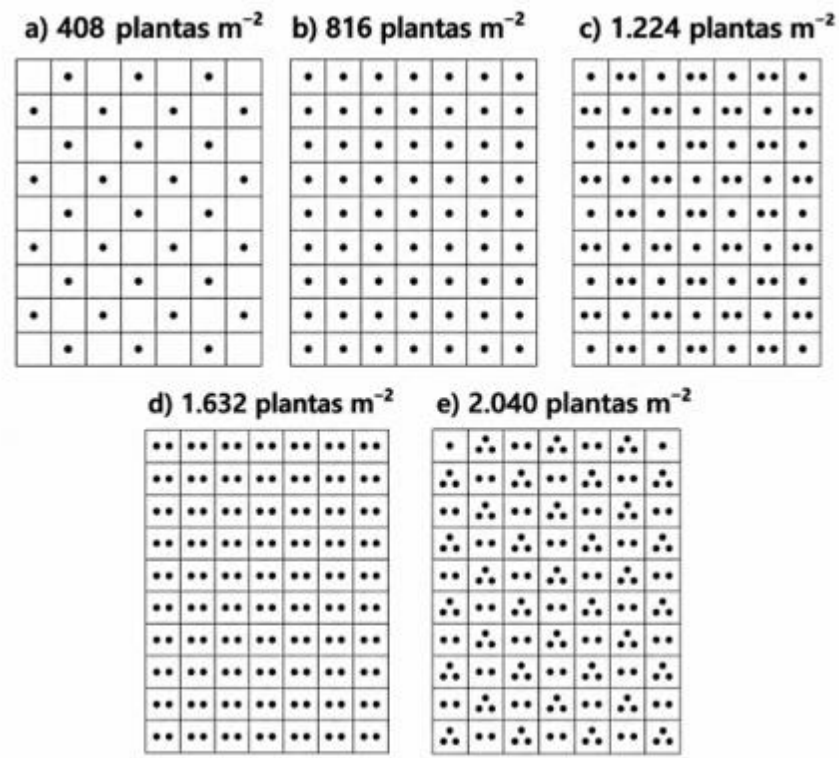


Figura 2. Combinação de plantas por célula da bandeja para obtenção das densidades de plantio 408 (a), 816 (b), 1.224 (c), 1.632 (d) e 2.040 (e) plantas m⁻² de coentro *baby leaf*, em sistema hidropônico *floating*. Cada ponto representa uma planta de coentro.

Diante da ausência de estudos sobre densidade de plantio para a cultura e sistema, as densidades foram definidas em progressão aritmética de 408 plantas m⁻², em faixa similar à utilizada por Brito et al. (2025) para alface *baby leaf* no mesmo sistema, de modo a constituir um primeiro levantamento exploratório para a espécie.

3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS

A semeadura da cultivar de coentro Português (TopSeed®) foi realizada manualmente, distribuindo-se as sementes de coentro de forma uniforme diretamente nas células das bandejas de polipropileno, as quais foram preenchidas com o substrato organomineral Bioplant®. Após a semeadura, as bandejas foram pulverizadas com água conforme necessidade, para embebição inicial das sementes, sendo em seguida empilhadas, separadas por placas de papelão e mantidas em ambiente completamente escuro, até o início da emergência em todas as bandejas, o que ocorreu aos 12 dias após a semeadura.

Encerrada a fase de escuro, as bandejas foram transferidas para um viveiro (Figura 3A), por 7 dias sob irrigação automática exclusiva com água, visando o estabelecimento inicial e maior uniformidade de emergência das plantas.

3.4 SISTEMA DE CULTIVO

O estabelecimento das diferentes densidades populacionais foi realizado ao final da fase de emergência, após a uniformização do estande, por meio do desbaste manual das plantas em cada célula de cultivo. As densidades foram estabelecidas mantendo-se o arranjo populacional programado por célula, garantindo o número de plantas de cada tratamento.

As bandejas foram transferidas diretamente para a casa de vegetação, onde foram posicionadas para flutuar no interior dos reservatórios (Figura 3B) contendo a solução nutritiva. O volume inicial (14 L) da solução nutritiva dos reservatórios era recomposto conforme necessário, com reposição de água de pH 6,2, e a solução permaneceu sob aeração diária manual por meio de compressor de ar, para garantir níveis adequados de oxigênio dissolvido às raízes durante o ciclo.

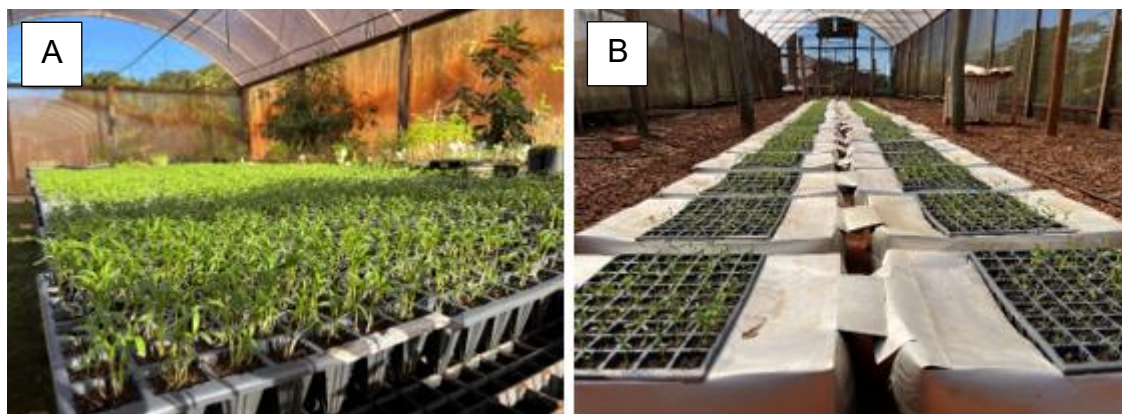


Figura 3. Etapas da condução do experimento de coentro *baby leaf* em hidroponia *floating*: viveiro de mudas (A), sistema hidropônico *floating* instalado em casa de vegetação (B).

A solução nutritiva de cultivo foi preparada tomando-se como base a recomendação de Furlani et al. (1999) para hortaliças folhosas, com as seguintes concentrações (mg L^{-1}): N-NO_3^- : 174,0; N-NH_4^+ : 24,0; P: 39,0; K: 183,0; Ca: 142,0; Mg: 38,0; S: 52,0; B: 0,3; Cu: 0,02; Fe: 2,0; Mn: 0,4 e Zn: 0,06, com o pH ajustado e mantido entre 6,0 e 6,5.

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Ao final do ciclo de cultivo de cada colheita (10 e 13 DATF; 29 e 32 DAS), foram amostradas 20 plantas da área útil de cada unidade experimental, correspondente às células centrais da bandeja, excluindo-se as células periféricas. Nas densidades com alternância no número de plantas por célula, a amostragem contemplou ambas as configurações, de modo a representar a competição intraespecífica do tratamento, para as análises biométricas, produtivas e bioquímicas descritas a seguir.

3.5.1 Características biométricas e de produtividade

- a) Número de folhas (NF, folhas planta⁻¹): contagem direta de todas as folhas presentes por planta, no momento da colheita;
- b) Comprimento do limbo foliar (CL, cm), do pecíolo (CP, cm) e da folha (CF, cm), medidos com régua;
- c) Área foliar (AF, cm² planta⁻¹): quantificada em integrador de área eletrônico LI-COR 3100, considerando todas as folhas das plantas;
- d) Massa fresca da parte aérea (MFPA, mg planta⁻¹): determinada imediatamente após o corte, rente à superfície do substrato, em balança de precisão;
- e) Massa seca da parte aérea (MSPA, mg planta⁻¹): obtida em balança de precisão após secagem em estufa com circulação forçada a 65 °C por 72 horas, até peso constante;
- f) Índice de área foliar (IAF, adimensional): calculada pela razão entre a área foliar e a área da bandeja disponível à muda;
- g) Área foliar específica (AFE, cm² mg⁻¹): calculada pela razão entre área foliar e massa seca da parte aérea;
- h) Taxa assimilatória líquida (TAL, mg cm⁻² dia⁻¹): estima a eficiência fotossintética média por unidade de área foliar, calculada por:

$$TAL = \frac{(MSPA_{13 \text{ dias}} - MSPA_{10 \text{ dias}})}{(T_{13 \text{ dias}} - T_{10 \text{ dias}})} \frac{(\ln AF_{13 \text{ dias}} - \ln AF_{10 \text{ dias}})}{(AF_{13 \text{ dias}} - AF_{10 \text{ dias}})}$$

Em que, MSPA_{13 dias} e MSPA_{10 dias} correspondem às massas secas da parte aérea por planta nas colheitas aos 13 e 10 DATF, respectivamente; AF_{13 dias} e AF_{10 dias} às áreas foliares por planta nas mesmas datas; T_{13 dias} e T_{10 dias} às épocas das colheitas.

- i) Taxa de crescimento relativo (TCR, mg mg⁻¹ dia⁻¹): calculada pela razão entre a diferença do logaritmo neperiano das massas secas da parte aérea nas duas colheitas e o tempo transcorrido entre elas (3 dias):

$$TCR = \frac{(\ln MSPA_{13 \text{ dias}} - \ln MSPA_{10 \text{ dias}})}{(T_{13 \text{ dias}} - T_{10 \text{ dias}})}$$

- j) Produtividade estimada (PROD, kg m⁻²): calculada com base na massa fresca total da parte aérea colhida e na área útil ocupada pelas plantas na bandeja de cultivo.

3.5.2 Características fitoquímicas e minerais

- a) Teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides: determinados em triplicata conforme Lichtenthaler e Wellburn (1983), com leituras espectrofotométricas do sobrenadante a 663 nm (clorofila *a*), 645 nm (clorofila *b*), 652 nm (clorofila total), 470 nm (carotenoides).
- b) Teor de vitamina C: quantificado, em triplicata, pelo método de Strohecker e Henning (1967), a partir de tecido vegetal macerado em nitrogênio líquido e extraído em ácido oxálico a 0,5%, com titulação do extrato por solução de 2,6-diclorofenolindofenol (DCFI) até viragem para coloração rósea persistente. Resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de massa fresca.
- c) Teor de compostos fenólicos totais: determinado por espectrofotometria 700 nm, conforme Larrauri et al. (1997), a partir de extrato obtido de acetona 70% e metanol a 50% e submetido à reação com reagente de Folin-Ciocalteu, quantificado por curva padrão de ácido gálico. Resultados expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 g de massa fresca.
- d) Teores foliares de macronutrientes cálcio e magnésio (g kg^{-1}) e micronutrientes ferro e zinco (mg kg^{-1}): as folhas foram lavadas em água deionizada, secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, moídas e submetidas à digestão para determinação dos teores conforme Miyazawa *et al.* (2009).

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância, no programa AgroEstat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015). As médias da colheita foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, e o realizado o estudo de regressão polinomial para o efeito da densidade de plantio.

Os índices TAL e TCR foram analisados apenas em função da densidade de plantio, uma vez que seu cálculo envolve a diferença dos valores obtidos entre as duas colheitas.

4 RESULTADOS

Na Figura 4, são observados os coentros *baby leaf* nas bandejas e individualmente nas cinco densidades de plantio, e nas colheitas de 10 e 13 DATF (29 e 32 dias após a semeadura, DAS).



Figura 4. Plantas de coentro *baby leaf* nas cinco densidades de plantio nas colheitas realizadas aos 10 (A e C) e 13 dias (B e D) após o transplante para o *floating*.

De acordo com as análises de variância (Tabela 2), houve efeito da época de colheita sobre o número de folhas (NF) do coentro *baby leaf*, efeitos isolados dos fatores sobre os comprimentos do limbo foliar (CL), do pecíolo (CP) e da folha (CF); e interação significativa dos fatores sobre a área foliar (AF), massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) do coentro *baby leaf* cultivado na hidroponia *floating*.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), comprimentos do limbo foliar (CL), pecíolo (CP) e folha (CF), área foliar (AF), massas fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) em função da densidade de plantio (DP) e épocas de colheita (EC).

Fontes de variação	NF	CL	CP	CF	AF	MFPA	MSPA
	Valores de F						
EC	341,23**	183,25**	175,61**	37,04**	101,72**	1001,28**	302,54**
DP	2,17 ^{ns}	10,68**	12,00**	11,77**	14,55**	70,07**	76,61**
EC*DP	0,75 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,56 ^{ns}	3,18*	11,23**	3,21*
CVparc	4,61	4,22	7,74	13,49	11,65	5,74	7,02
CVsubp	8,89	8,53	14,45	15,02	14,53	9,25	9,59

CVparc e CVsubparc = coeficientes de variação da parcela e subparcela, respectivamente. **, * = valor de F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os ajustes de regressão foram lineares para NF (Figura 5) e quadráticos para CL, CP e CF (Figura 6), AF (Figura 7) e MFPA e MSPA (Figura 8), com incremento em todas as características biométricas à medida que a densidade aumentou.

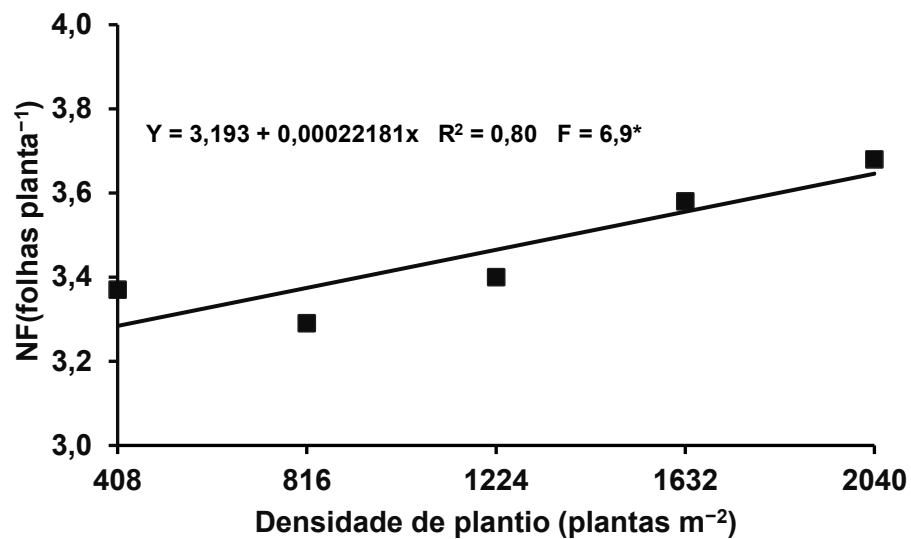


Figura 5. Número de folhas (NF) do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio. * = valor de F significativo a 5% de probabilidade.

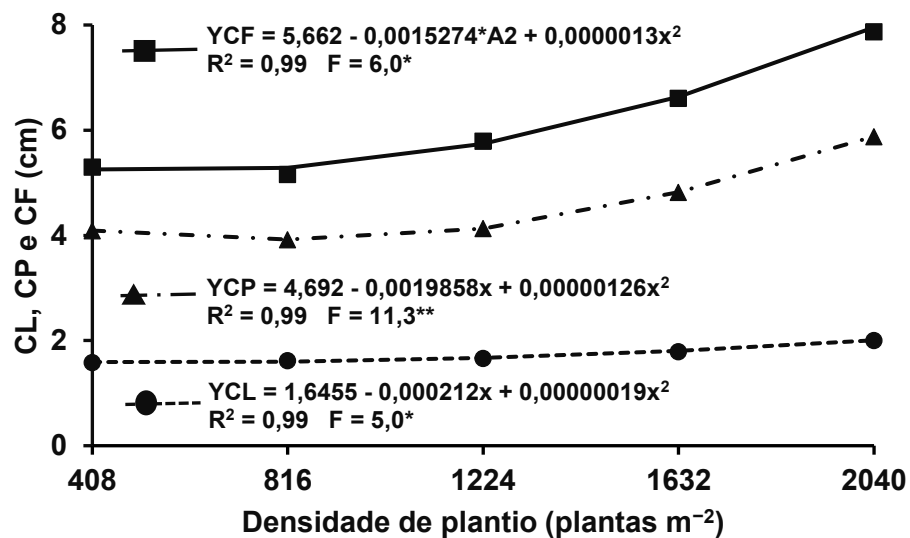


Figura 6. Comprimentos do limbo foliar (CL), peciolo (CP) e folha (CF) do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio. **, * = valor de F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

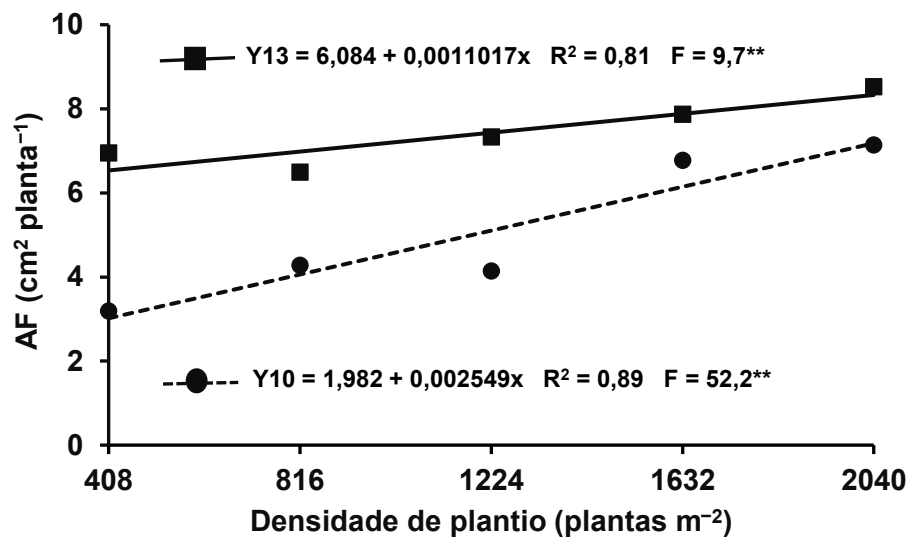


Figura 7. Área foliar (AF) do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio e época de colheita (Y10 = 10 dias; Y13 = 13 dias). ** = valor de F significativo a 1% de probabilidade

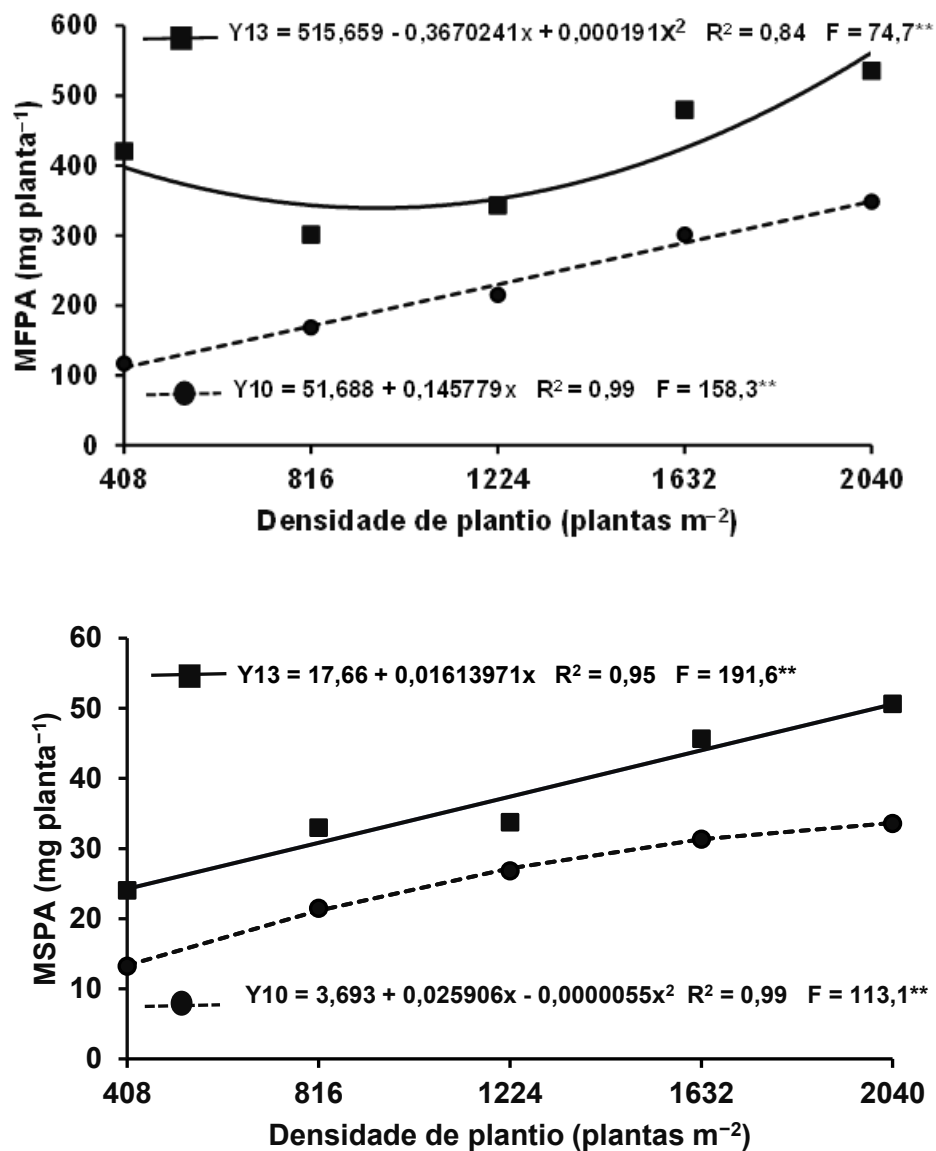


Figura 8. Massas fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio e época de colheita (Y10 = 10 dias; Y13 = 13 dias).

** = valor de F significativo a 1% de probabilidade

A colheita aos 13 DATF proporcionou maior número de folhas e maiores comprimentos do limbo, pecíolo e folha, com incrementos de 30, 19, 39 e 30%, respectivamente, em relação à colheita aos 10 DATF (Tabela 3).

Tabela 3. Número de folhas, comprimentos do limbo (CL), do pecíolo (CP) e da folha (CF) do coentro *baby leaf*, cultivado em hidroponia *floating*, em função da época de colheita.

Colheita (DATF)	NF (folhas planta ⁻¹)	CL (cm)	CP (cm)	CF (cm)
10	3,0b	1,6b	3,8b	5,3b
13	3,9a	1,9a	5,3a	6,9a

DATF – dias após o transplante para o *floating*. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4, observam-se as médias de área foliar, massas fresca e seca da parte aérea do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio, nas duas épocas de colheita, resultado da interação dos fatores. Porém, semelhante aos ocorrido para as quatro outras características de crescimento, a colheita atrasada em três dias proporcionou incrementos em todas as densidades de plantio, exceto para AF na densidade de 1.632 plantas m⁻². Os maiores incrementos percentuais foram observados na menor densidade (Tabela 4).

O índice de área foliar (IAF) foi influenciado pela densidade de plantio e época de colheita (Tabela 5). Nas colheitas aos 10 e 13 DATF, o coentro *baby leaf* apresentou IAF de 0,706 e 0,945, respectivamente; enquanto o efeito da densidade de plantio pode ser observado na Figura 9, com incrementos à medida que maiores foram as densidades de plantio adotadas.

Tabela 4. Área foliar (AF) e massas fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) do coentro *baby leaf*, cultivado em hidroponia *floating*, em função da densidade de plantio e época de colheita.

Colheita	Densidades de plantio (plantas m ⁻²)				
(DATF)	408	816	1224	1632	2040
	AF (cm ² planta ⁻¹)				
10	3,19b	4,28b	4,14b	6,77a	7,14a
13	6,96a	6,49a	7,33a	7,87a	8,52a
	MFPA (mg planta ⁻¹)				
10	117,18b	168,62bB	215,30b	301,21b	348,28b
13	420,33a	301,17a	342,62a	479,96a	535,24a
	MSPA (mg planta ⁻¹)				
10	13,22b	21,5b	26,82b	31,35b	33,59b
13	24,05a	32,98a	33,75a	45,68a	50,63a

DATF – dias após o transplante para o *floating*. Para cada característica, médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O IAF foi influenciado pelos fatores isoladamente (Tabela 5). Maiores IAF foram observados à medida que maior foi a densidade de plantio (Figura 9). Entre as épocas de colheita, o IAF do coentro baby leaf aos 13 DATF foi cerca de 34% maior que o observado aos 10 DATF.

Verificou-se interação dos fatores na área foliar específica (AFE) (Tabela 5) e, exceto na densidade de 1224 plantas m⁻², a AFE foi maior na colheita realizada mais cedo (Tabela 6). Diferentemente do IAF que aumentou com o adensamento, a AFE diminuiu (Figura 10).

Tabela 5. Resumo das análises de variância para índices de análise do crescimento e produtividade do coentro *baby leaf*, cultivado em hidroponia *floating*, em função da densidade de plantio (DP) e época de colheita (EC).

Fontes de variação	IAF	AFE	TAL	TCR	PROD
	Valores de F				
EC	187,85**	19,16*	-	-	3146,17**
DP	155,63**	9,11**	13,20**	32,45**	647,01**
EC*DP	1,24 ^{ns}	4,44**	-	-	21,26**
CVparc	6,56	15,14	21,00	19,38	2,74
CVsubp	15,56	10,66	-	-	8,37

IAF – índice de área foliar; AFE – área foliar específica; TAL – taxa de assimilação líquida; TCR – taxa de crescimento relativo; PROD – produtividade. CVparc e CVsubparc = coeficiente de variação da parcela e subparcela, respectivamente. **, * = valor de F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

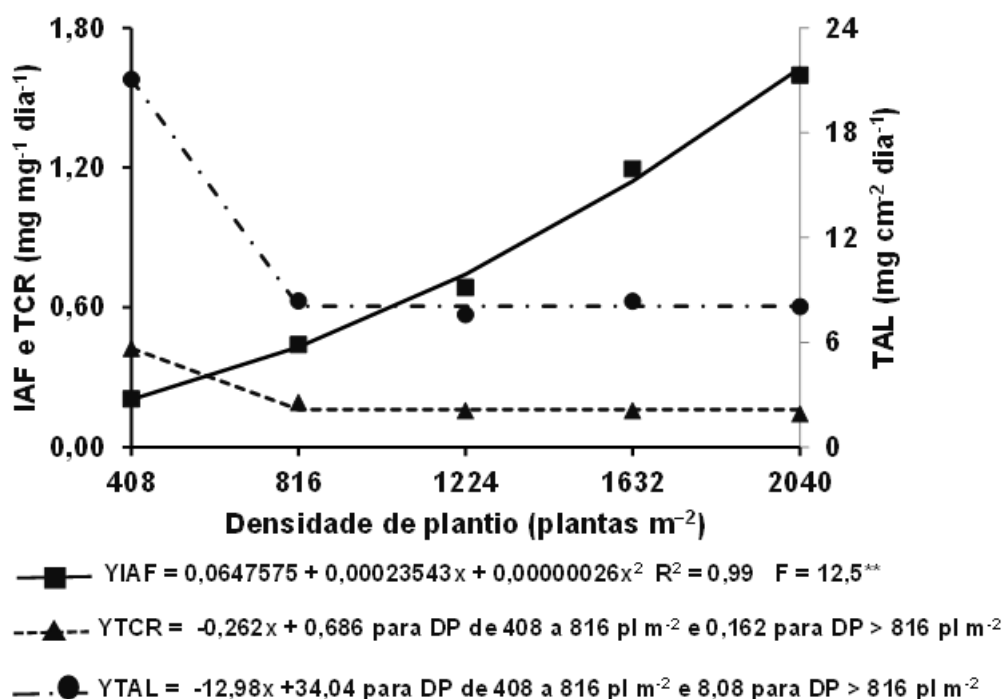


Figura 9. Índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio. ** = valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 6. Área foliar específica (AFE) e produtividade do coentro *baby leaf*, cultivado em hidroponia *floating*, em função da densidade de plantio e época de colheita.

Colheita (DATF)	Densidades de plantio (plantas m ⁻²)				
	408	816	1224	1632	2040
AFE (cm ² mg ⁻¹)					
10	0,0273a	0,0254a	0,0193a	0,0224a	0,0206a
13	0,0193b	0,0214b	0,0201a	0,0164b	0,0160b
Produtividade (kg m ⁻²)					
10	0,048b	0,138b	0,263b	0,491b	0,710b
13	0,171a	0,245a	0,419a	0,783a	1,091a

DATF – dias após o transplante para o *floating*. Para cada característica, médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

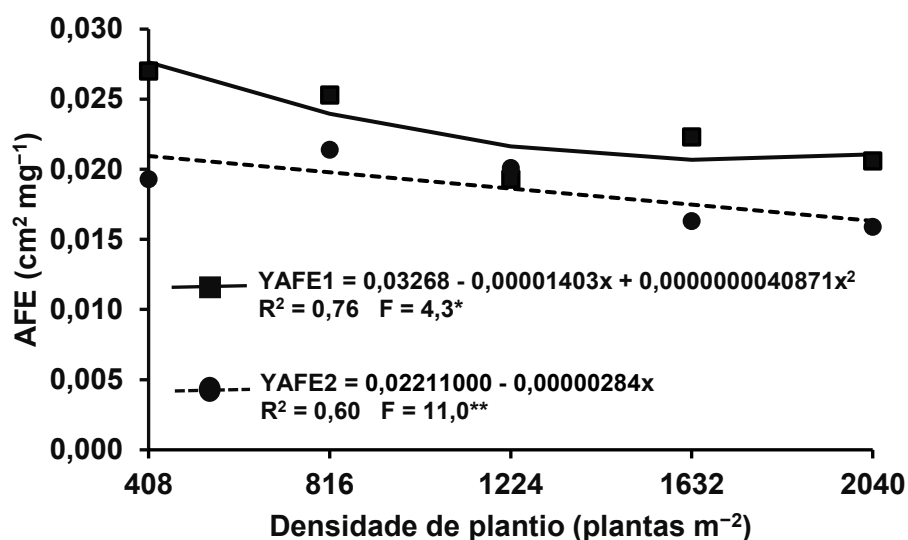


Figura 10. Área foliar específica (AFE) do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio e época de colheita (1 – 10 dias, 2 – 13 dias). **, * = valor de F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TCR e TAL foram influenciados pela densidade de plantio mostrando-se maiores, $0,424 \text{ mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $21,06 \text{ mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente, na menor densidade ($408 \text{ plantas m}^{-2}$) que nas demais densidades de plantio, as quais apresentaram TCR e TAL que não diferiram entre si com médias de $0,162 \text{ mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $8,08 \text{ mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente (Figura 9).

A produtividade foi influenciada pela interação dos fatores (Tabela 5) e respondeu positivamente ao adensamento (Figura 11) com incrementos de 188, 448, 925 e 1379% na colheita realizada aos 10 DATF e de 43, 145, 358, 538% na colheita aos 13 DATF quando o coentro foi cultivado com 816, 1224, 1632 e 2040 plantas m^{-2} em relação à $408 \text{ plantas m}^{-2}$, respectivamente.

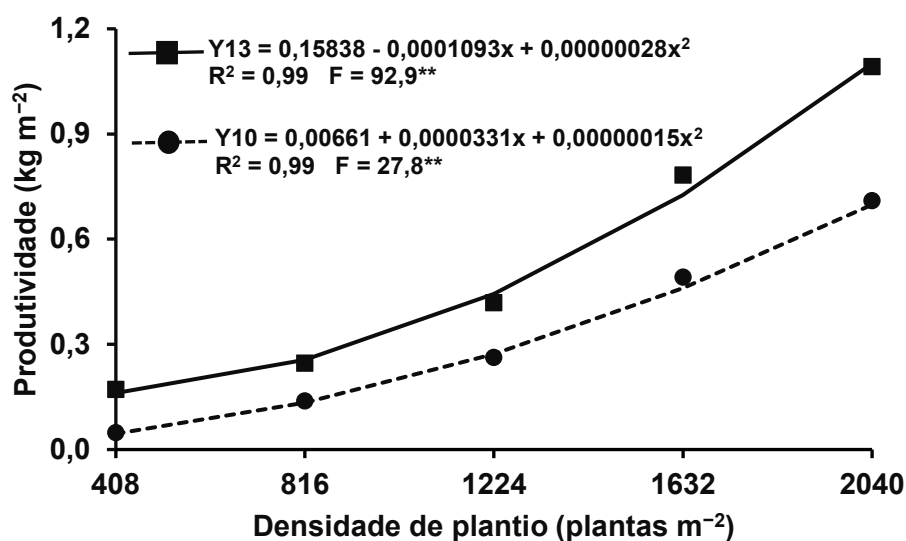


Figura 11. Produtividade do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio e época de colheita (Y10 = 10 dias; Y13 = 13 dias). ** = valor de F significativo a 1% de probabilidade, respectivamente

Quanto à qualidade do coentro *baby leaf*, de acordo com as análises de variância, somente houve efeito do fator época de colheita para os teores de vitamina C, carotenoides (Tabela 7), cálcio e zinco (Tabela 8). A densidade de plantio

influenciou os teores de cálcio, ferro e zinco. Não houve interação dos fatores época de colheita e densidade de plantio em nenhuma das características de qualidade (Tabela 8).

Tabela 7. Resumo das análises de variância para teores de clorofilas a (Chl a), b (Chl b) e total (Chl total), carotenoides (Car), vitamina C (Vit C), compostos fenólicos totais (CF) e proteína (Prot) na parte aérea do coentro *baby leaf*, em função da densidade de plantio (DP) e épocas de colheita (EC).

Fontes de variação	Chl a	Chl b	Chl total	Car	Vit C	CF	Prot
Valores de F							
EC	3,96 ^{ns}	1,47 ^{ns}	3,21 ^{ns}	23,84 ^{**}	26,16 ^{**}	5,95 ^{ns}	0,12 ^{ns}
DP	0,20 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,59 ^{ns}	2,06 ^{ns}	2,10 ^{ns}
EC*DP	0,55 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,90 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,35 ^{ns}
CVparc	17,21	15,84	15,87	12,02	24,73	25,31	4,97
CVsubp	15,16	16,72	15,09	14,23	19,53	18,99	5,95

CVparc e CVsubparc = coeficientes de variação da parcela e subparcela, respectivamente. ** = valor de F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Resumo das análises de variância para teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe) e zinco (Zn) na massa seca da parte aérea do coentro *baby leaf*, em função da densidade de plantio (DP) e épocas de colheita (EC).

Fontes de variação	Ca	Mg	Fe	Zn
EC	48,37 ^{**}	1,57 ^{ns}	0,13 ^{ns}	257,52 ^{**}
DP	4,39 ^{**}	1,14 ^{ns}	12,07 ^{**}	9,81 ^{**}
EC*DP	1,57 ^{ns}	2,29 ^{ns}	0,22 ^{ns}	2,02 ^{ns}
CVparc	3,73	5,34	11,42	3,24
CVsubp	5,70	6,44	13,54	9,44

CVparc e CVsubparc = coeficientes de variação da parcela e subparcela, respectivamente. ** = valor de F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Na tabela 9, tem-se os teores de carotenoides, vitamina C, cálcio e zinco em função da época de colheita. As médias dos teores de clorofilas a, b, total, compostos fenólicos totais, proteína e magnésio, que não foram influenciados pelos fatores isolados ou pela interação foram 0,2462 mg g⁻¹, 0,0989 mg g⁻¹, 0,3288 mg g⁻¹, 69,31 mg EAG 100g⁻¹, 2,70 g kg⁻¹ e 3,8 g kg⁻¹, respectivamente. Maiores densidades de plantio promoveram incrementos nos teores de proteína, cálcio, ferro e zinco (Figura 12).

Tabela 9. Teores de carotenoides (Car), vitamina C (Vit C), cálcio (Ca) e zinco (Zn) na parte aérea do coentro *baby leaf*, cultivado em hidroponia *floating*, em função da época de colheita.

Colheita (DATF)	Car (mg g ⁻¹)	Vit C (mg 100g ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
10	0,0160b	36,35b	7,77b	29,02b
13	0,0193a	54,51a	8,45a	34,22a

DATF – dias após o transplante para o *floating*. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

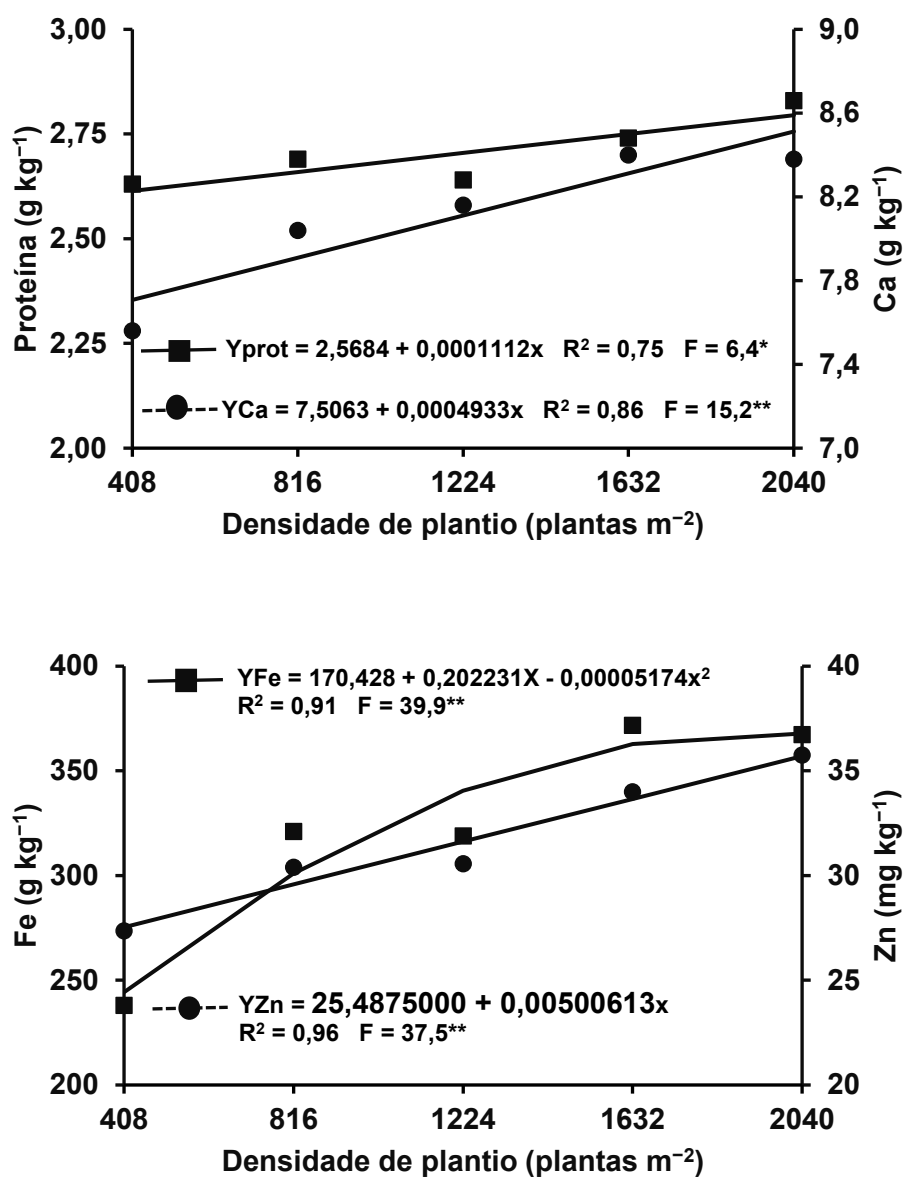


Figura 12. Teores de proteína, cálcio, ferro e zinco na parte aérea do coentro *baby leaf* em função da densidade de plantio. **, * = valor de F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente

5 DISCUSSÃO

As condições climáticas registradas durante o cultivo em *floating* (Figura 1) apresentaram alta variação em torno da faixa considerada ótima para o crescimento vegetativo do coentro, de 20 a 25 °C (Chaurasia; Bharati, 2025; Ismail et al., 2025). Nos primeiros dias após o transplante (05 a 09/05), as temperaturas máximas oscilaram entre 30,7 e 31,6 °C, com médias diárias de 23,1 a 24,0 °C, acima do limite superior da faixa recomendada. A partir do dia 10/05, houve queda brusca com a passagem de uma frente fria, com a temperatura mínima atingindo 8,0 °C em 12/05 e amplitude térmica diária de até 19 °C. As médias diárias nesse intervalo caíram para 15,8 a 16,4 °C, abaixo do limite inferior da faixa considerada favorável. Nos dias que antecederam as colheitas, 10 DATF (15/05) e 13 DATF (18/05), houve nova entrada de instabilidade climática, com radiação global baixa (5,4 e 7,8 MJ m⁻²) e umidade relativa média elevada (76,6 e 87,1%). A média das temperaturas médias diárias do período de cultivo em *floating* foi de 20,6 °C, próximo ao limite inferior da faixa ideal.

O tempo de permanência das plantas no sistema de cultivo foi determinante para diferenciar o crescimento e a produtividade do coentro *baby leaf* (Tabelas 3 e 4). O atraso de apenas três dias na colheita, de 10 para 13 DATF, promoveu incremento em todas as características de crescimento e na produtividade. Esse comportamento mostra que, mesmo em um ciclo curto, como de uma *baby leaf*, poucos dias adicionais de cultivo alteram substancialmente o crescimento e, conseqüentemente, a produtividade da cultura, uma vez que esta é constituída pela área foliar, comprimento da folha e massa da parte aérea.

Apesar dessa variabilidade e da ocorrência de extremos térmicos e radiativos, o coentro *baby leaf* apresentou desempenho biométrico consistente em ambas as colheitas, o curto ciclo da *baby leaf* (32 DAS) atenuou o impacto das oscilações,

característica vantajosa em produção intensiva sob cultivo protegido, na qual a estabilidade produtiva é fator crítico.

Essa resposta pode estar associada ao avanço da expansão celular e da capacidade fotossintética ao longo do desenvolvimento foliar. À medida que as plantas permanecem mais tempo no sistema, espera-se maior interceptação luminosa acumulada e assimilação de carbono, o que favorece o crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa (Signore *et al.*, 2024; Yañez Medelo, 2024).

Embora os estudos a seguir relatados tratem de *microgreens*, a proximidade fisiológica e de tempo de cultivo entre esse estágio e o de *baby leaf* torna a comparação pertinente para folhas jovens colhidas precocemente, e objetivos produtivos similares. Resultado semelhante foi descrito por Signore *et al.* (2024), que verificaram, em *microgreens* de rapini, couve e agrião, que o atraso de poucos dias na colheita pode dobrar o tamanho da folha verdadeira e elevar o acúmulo de biomassa fresca em hortaliças folhosas jovens. De modo análogo, Yañez Medelo (2024), avaliando *microgreens* de repolho-roxo, observou que a colheita mais tardia proporcionou maior acúmulo de biomassa, em razão do maior tempo disponível para interceptação luminosa e assimilação de carbono.

Em relação à densidade de plantio, entre a menor e maior densidade, houve aumento dos comprimentos do limbo foliar, do pecíolo e da folha, além do número de folhas, à medida que maior foi a população de plantas. O número de folhas por planta apresentou aumento de 11% com o adensamento (Figura 5), indicando que o estímulo ao crescimento proporcionado se expressou na emissão de novas folhas, embora com efeito de menor magnitude que o observado nos comprimentos de pecíolo, limbo e folha (Figura 6). Para o pecíolo, houve incremento de 44%, e para a folha como um

todo, incremento de 51%, enquanto o limbo foliar teve menor aumento, em torno de 26%.

Como constatado por Pattaro *et al.* (2024) e Jadhav *et al.* (2025), a disponibilidade luminosa no interior do dossel é capaz de alterar a qualidade espectral da luz incidente, o que induz respostas morfogênicas de alongamento de estruturas, como o pecíolo e folha, em vez do espessamento dos tecidos. Esse comportamento converge ao constatado por Brito *et al.* (2025), que descrevem como o adensamento em alface *baby leaf* intensifica a competição por luz, alterando a quantidade e qualidade da luz percebida, e modula a arquitetura foliar sob escape ao sombreamento.

Quanto ao acúmulo de massa por planta, MFPA, MSPA e AF aumentaram com o adensamento, em ambas as épocas, contrariando o descrito na literatura para alface *baby leaf* 'Vanda' por Brito *et al.* (2025). Estes autores verificaram redução da massa individual com o adensamento, cultivada também em hidroponia *floating*, na qual o aumento da densidade (408 a 2.856 plantas m⁻²) reduziu a MFPA em até 45% e a AF em até 57%, ainda que tenha elevado a produtividade por área. No presente estudo, ao contrário, o coentro *baby leaf* apresentou incremento da massa e da área foliar por planta nas maiores densidades, da menor para a maior densidade (408 a 2.040 plantas m⁻²), a MFPA teve incremento de 197% e de 27%, enquanto AF de 123% e 22%, para as colheitas realizadas aos 10 e 13 DATF, respectivamente. A resposta diferente do coentro *baby leaf* para a alface *baby leaf* pode ser atribuída à diferença na arquitetura e morfologia das espécies, pois o coentro além de apresentar crescimento mais ereto, possui folhas com limbo recortados que permitem penetração da luz entre as plantas, enquanto a alface pela característica do limbo com

crescimento mais horizontalizado promove maior competição por luz causando estiolamento, resposta fisiológica reportada por Brito *et al.* (2025).

No sistema hidropônico *floating*, o adensamento promoveu o fechamento mais rápido do dossel, de modo que a máxima interceptação de luz foi alcançada mais cedo, conferindo vantagem de acúmulo de biomassa.

No presente estudo, a colheita do coentro baby leaf ocorreu aos 10 e 13 dias após o transplante para o *floating*, precedidos de 12 dias em câmara escura e 7 dias em viveiro para formação da muda, portanto, ainda em estágio juvenil, antes que a competição intraespecífica evoluísse para a supressão da biomassa individual típica de ciclos mais longos. Coerentemente com essa interpretação, o incremento da massa fresca por planta proporcionado pelo adensamento foi muito mais expressivo na colheita mais precoce (197% aos 10 DATF) do que na mais tardia (27% aos 13 DATF): aos 10 DATF, com baixa competição entre plantas, o adensamento beneficiou a planta individual de forma acentuada, ao passo que aos 13 DATF, quando a competição já se intensificava, esse ganho mostrou ser menos intenso.

Além da colheita em estágio precoce, a arquitetura do coentro pode ter atenuado os efeitos negativos do adensamento. O coentro caracteriza-se por folhas com limbo recortados e pecíolos longos (Ismail *et al.*, 2025), morfologia que, somada ao alongamento foliar induzido pela competição, favorece a distribuição vertical das folhas e a penetração de luz nas camadas inferiores do dossel. Dosséis com folhagem mais ereta interceptam a luz de modo mais distribuído ao longo do perfil; com isso, comportam maior índice de área foliar antes que o autossombreamento limite a fotossíntese do conjunto, apresentando um IAF ótimo superior ao de dosséis mais horizontalizados (Murchie; Burgess, 2022). Assim, a arquitetura da espécie influencia

na sua tolerância ao adensamento, o que pode ser observado na manutenção do acúmulo de massa por planta de coentro das densidades mais elevadas.

O contraste entre o comportamento da planta individual e o do conjunto da população é evidenciado pelos índices de crescimento. As TCR e TAL foram máximas na menor densidade de plantio (408 plantas m^{-2}) (Figura 9), diferindo das demais, ao passo que o índice de área foliar (IAF) (Figura 9) e a produtividade foram máximos nas maiores densidades (Figura 11).

A maior eficiência individual observada na menor densidade decorre da ampla disponibilidade de luz por planta e do mínimo autossombreamento nessa condição. Com poucas plantas por unidade de área, cada indivíduo intercepta luz sem competir intensamente com os vizinhos, o que se reflete na elevada TAL da menor densidade (21,06 $\text{mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, ante 7,59 a 8,37 $\text{mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ nas densidades superiores) (Figura 9), isto é, na maior eficiência fotossintética por unidade de área foliar, e, conseqüentemente, na maior TCR (0,424 $\text{mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, ante 0,143 a 0,193 $\text{mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Esse comportamento é coerente com a redução da AFE nas maiores densidades (Figura 10); o aumento da participação do pecíolo no comprimento da folha, estrutura que se alonga mais intensamente que o limbo com o adensamento (44%, ante 26%) e que apresenta elevada massa por unidade de área, causa redução da AFE média do conjunto, indicando folhas proporcionalmente mais densas e com maior investimento em estruturas de sustentação por unidade de área foliar.

Apesar da menor eficiência individual, o adensamento elevou de forma acentuada o IAF, que variou de 0,207 a 1,597, da menor à maior densidade (Figura 9), refletindo o incremento da superfície foliar total disponível para interceptação luminosa por unidade de área de cultivo (Figura 7). O aumento do IAF compensou a menor eficiência por planta, já que a maior interceptação luminosa pelo conjunto da

população traduziu-se em superior acúmulo de biomassa e produtividade nas densidades mais elevadas. Em *baby leaf*, portanto, a produtividade é otimizada no nível da população, não da planta individual, o que é coerente com o objetivo de sistemas hidropônicos intensivos, voltados à máxima produtividade por área e por ciclo.

A produtividade do coentro *baby leaf* respondeu tanto à densidade quanto à época, com valor máximo de 1,091 kg m⁻² obtido na maior densidade (2.040 plantas m⁻²) associada à colheita mais tardia (13 DATF) (Figura 11). O incremento da produtividade com o adensamento é consistente com o relatado na literatura para hortaliças folhosas jovens cultivadas em sistemas hidropônicos. Calori *et al.* (2014), avaliando beterraba e alface *baby leaf* em sistema NFT, verificaram que o menor espaçamento entre plantas, correspondente à maior densidade, favoreceu a maior produtividade em ambas as espécies, independentemente da maior competição intraespecífica. De forma semelhante, Brito *et al.* (2025) observaram, em alface *baby leaf* 'Vanda' em hidroponia *floating*, elevação da produtividade entre 215% e 372% com o aumento da densidade de 408 para 2.856 plantas m⁻². No presente estudo, para as densidades avaliadas (408 e 2.040 plantas m⁻²), a produtividade apresentou incrementos de 1.379% (0,048 a 0,710 kg m⁻², 10 DATF) e de 538% (0,171 a 1,091 kg m⁻², 13 DATF) na maior densidade em relação à menor, evidenciando forte resposta ao adensamento em ambas as épocas. Os menores valores absolutos, observados na menor densidade na colheita mais precoce, são coerentes com a maior dificuldade de estabelecimento dessas unidades sob a saturação hídrica do sistema, já relatada.

Esses resultados reforçam a interpretação de que, na produção de *baby leaf*, a produtividade por área é determinada predominantemente pelo número de plantas e

pela área foliar total por unidade de área, e não pelo desempenho individual de cada planta. Cabe considerar, contudo, que o adensamento implica maior demanda de sementes por área, componente relevante do custo de produção.

Uma observação relevante para o manejo da cultura é que, dentro da faixa avaliada, a máxima produtividade foi obtida na densidade de 2.040 plantas m⁻² associada à colheita aos 13 DATF, sendo esta a combinação recomendada quando se prioriza a produtividade.

Embora a maior densidade e a colheita mais tardia tenham favorecido a produtividade e o acúmulo de biomassa, a AFE respondeu de forma distinta, sendo maior na colheita aos 10 DATF. Esse resultado indica folhas proporcionalmente mais finas e tenras na colheita antecipada, característica desejável em *baby leaf*. À medida que a folha avança no desenvolvimento, ocorre espessamento dos tecidos e redução da AFE, o que tende a favorecer o acúmulo de biomassa, mas pode comprometer a delicadeza do produto.

Assim, a maior AFE observada aos 10 DATF sugere folhas com melhor qualidade textural para o mercado de baby leaf, ainda que folhas mais tenras possam apresentar maior suscetibilidade à deterioração pós-colheita em razão da fragilidade do tecido macio (Martínez-Sánchez et al., 2012). A colheita aos 13 DATF, por sua vez, favoreceu o acúmulo de biomassa e, como discutido a seguir, o perfil nutracêutico das folhas.

A avaliação da qualidade nutracêutica demonstra que houve um padrão onde os teores de carotenoides e de vitamina C foram significativamente maiores na colheita mais tardia. Aos 13 DATF, os carotenoides superaram em cerca de 20% e a vitamina C em 50% os valores obtidos aos 10 DATF. Além de sua ação antioxidante e fotoprotetora na planta, os carotenoides têm relevância nutricional como precursores

de vitamina A e por sua associação à saúde ocular e à modulação de processos oxidativos no organismo humano (Shoko *et al.*, 2022), de modo que o incremento observado na colheita tardia agrega valor funcional à baby leaf. Os teores de clorofilas a, b e total, embora sem diferença significativa, seguiram a mesma tendência de elevação com o avanço da colheita. Esse comportamento é coerente com a dinâmica do metabolismo foliar ao longo do desenvolvimento: em estádios iniciais, as folhas atuam predominantemente como drenos metabólicos, com a biossíntese voltada ao crescimento vegetativo; com o avanço da maturação, parte da atividade metabólica é redirecionada para processos de defesa e fotoproteção, favorecendo o acúmulo de carotenoides e outros metabólitos associados à proteção celular, ao passo que a maior concentração de clorofilas acompanha o próprio desenvolvimento fotossintético. Resultado semelhante foi descrito por Yañez Medelo (2024) em *microgreens* de repolho-roxo, nos quais colheitas mais tardias proporcionaram maiores concentrações de clorofilas, carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C em relação às colheitas precoces, atribuídas ao maior tempo disponível para interceptação luminosa e assimilação de carbono.

No presente estudo, os teores de vitamina C obtidos (36,35 a 54,51 mg 100 g⁻¹ MFPA) situaram-se próximos e, na colheita mais tardia, superiores aos relatados por Xiao *et al.* (2012) para *microgreens* de coentro (40,6 mg 100 g⁻¹ MF). Esse resultado indica que o avanço do desenvolvimento foliar do estágio *microgreen* para *baby leaf* não acarretou diluição do teor de ácido ascórbico e, ao contrário, a colheita aos 13 DATF proporcionou concentração 34% superior à do *microgreen*, reforçando o potencial nutracêutico do coentro *baby leaf* como fonte de vitamina C. Ainda assim, os valores obtidos reforçam o coentro *baby leaf* como fonte relevante de vitamina C, sobretudo quando colhido aos 13 DATF. Considerando a Ingestão Diária

Recomendada de vitamina C para adultos, de 45 mg dia⁻¹ (Brasil, 2005, Resolução RDC nº 269), o teor obtido implica que seriam necessários cerca de 124 g de coentro *baby leaf* colhido aos 10 DATF (36,35 mg 100 g⁻¹ MFPA) para atender à recomendação, e apenas 83 g quando a colheita é realizada aos 13 DATF (54,51 mg 100 g⁻¹ MFPA). O atraso de três dias na colheita reduz, portanto, em cerca de um terço a porção necessária para suprir a demanda diária da vitamina, reforçando o apelo nutricional da colheita mais tardia.

A colheita mais tardia também favoreceu o perfil de nutrientes das folhas. Os teores de cálcio aumentaram de 7,8 para 8,5 g kg⁻¹ (incremento de 9,0 %) e os de zinco de 29,0 para 34,2 mg kg⁻¹ (incremento de 17,9%) entre as colheitas aos 10 e 13 DATF. Esses resultados indicam que o maior tempo de permanência no sistema de cultivo permitiu maior absorção e acúmulo desses nutrientes nos tecidos foliares, ampliando o valor nutricional do produto na colheita tardia.

Em contraste com o efeito da época de colheita, a densidade de plantio não alterou os teores de clorofilas, carotenoides, vitamina C, compostos fenólicos totais e magnésio, tampouco houve interação entre os fatores para nenhuma das características de qualidade avaliadas. Esse resultado diverge do relatado por Brito *et al.* (2025), para algumas análises, em alface *baby leaf* 'Vanda', cultivada em hidroponia *floating*, em que os autores observaram que o aumento da densidade reduziu em até 38% o teor de clorofila *a* e em até 46% o de carotenoides, evidenciando um comprometimento da qualidade nutracêutica sob adensamento.

No coentro *baby leaf*, ao contrário, o incremento da densidade de 408 para 2.040 plantas m⁻² não acarretou perda na composição fitoquímica das folhas. Esse comportamento é coerente com o observado nas análises biométricas, nas quais o coentro também não apresentou redução da massa e da área foliar por planta com o

adensamento, diferentemente da alface. Ambos os resultados convergem para a mesma interpretação: a arquitetura foliar da espécie, caracterizada por folhas recortadas e pecíolos longos, com crescimento verticalizado, associada à colheita em estágio precoce (29 a 32 DAS), atenua a competição por luz no interior do dossel e permite que as plantas mantenham desempenho individual e qualidade mesmo sob elevada densidade populacional. Do ponto de vista prático, esse achado é particularmente favorável ao manejo intensivo do coentro *baby leaf*, já que o adensamento eleva a produtividade por área sem prejudicar o valor nutracêutico do produto. Cabe destacar que os teores de compostos fenólicos totais do coentro *baby leaf* (média de 69,3 mg EAG 100 g⁻¹ MFPA) situam-se em patamar elevado para folhosas jovens, coerente com o reconhecido perfil fitoquímico da espécie, rica em ácido clorogênico e rutina (Barros *et al.*, 2012).

Diferentemente do observado para os compostos bioativos, a densidade de plantio influenciou positivamente o perfil mineral e proteico do coentro *baby leaf*. Os teores de cálcio, zinco e proteína na parte aérea aumentaram de forma linear com o adensamento, enquanto o ferro respondeu de forma quadrática, com incrementos de aproximadamente 10% para cálcio, 30% para zinco, 7% para proteína e mais expressivamente para ferro, em torno de 50,5%, na comparação entre a menor e a maior densidade avaliadas (Figura 12). Esse padrão é coerente com o próprio comportamento biométrico da espécie. As maiores concentrações de nutrientes na parte aérea do coentro *baby leaf* foram promovidos por maior absorção destes, uma vez que houve aumento mesmo com o incremento do crescimento do coentro *baby leaf*, reforçando o adensamento como estratégia de manejo vantajosa também para o valor nutricional mineral do produto.

A leitura integrada dos resultados revela que o compromisso entre os atributos se manifesta apenas no fator da época de colheita, e não no da densidade de plantio. Quanto à época, observa-se um *trade-off*: a colheita precoce (10 DATF) proporcionou folhas com maior área foliar específica, portanto mais finas e tenras, atributo textural desejável em *baby leaf*, porém com menor acúmulo de biomassa e menores teores de carotenoides e vitamina C; já a colheita tardia (13 DATF) maximizou a produtividade e elevou os teores de carotenoides, vitamina C, cálcio e zinco das folhas, ao custo de maior espessamento dos tecidos e alongamento do pecíolo.

Quanto à densidade, por outro lado, não houve efeito antagônico entre os atributos. O adensamento aumentou expressivamente a produtividade por área sem penalizar os compostos bioativos das folhas, ao contrário, favoreceu o acúmulo de minerais e proteína, de modo que a maior densidade pode ser adotada sem comprometer, e em parte com benefício para, a composição nutricional do produto. Os compostos fenólicos totais, por sua vez, não responderam significativamente a nenhum dos fatores, permanecendo estáveis ao longo das épocas e densidades avaliadas.

Dessa forma, a definição do manejo mais adequado depende da época de colheita e do objetivo da produção: a colheita aos 13 DATF é indicada quando se priorizam produtividade e teor de compostos antioxidantes, ao passo que a colheita aos 10 DATF pode favorecer a obtenção de folhas “mais delicadas” ou com menor AFE. Soma-se a isso o fato de a vitamina C ser um dos nutrientes mais sensíveis ao processamento pós-colheita, o que valoriza teores iniciais mais altos como os obtidos aos 13 DATF, dado que parte se perde ao longo da cadeia de comercialização de folhosas minimamente processadas. Em ambos os casos, a maior densidade de plantio pode ser recomendada.

Retomando a hipótese inicial, de que a época de colheita pode alterar a densidade de plantio que maximiza a produtividade e a qualidade do coentro baby leaf, os resultados a corroboram. A interação entre época de colheita e densidade de plantio para a área foliar, as massas fresca e seca da parte aérea e a produtividade, confirma que os efeitos dos fatores se modulam sobre o crescimento e a produtividade — o ganho por planta proporcionado pelo adensamento foi muito mais expressivo na colheita precoce (197% aos 10 DATF) que na tardia (27% aos 13 DATF). Além disso, a densidade que maximiza a produtividade foi identificada em ambas as épocas, correspondendo a 2.040 plantas m^{-2} , a maior densidade avaliada. A qualidade nutracêutica, no que se refere aos compostos antioxidantes, mostrou-se independente da densidade, enquanto o perfil mineral foi favorecido pelo adensamento. Assim, além de identificar a densidade que maximiza a produtividade em cada época, os resultados evidenciam que a época de colheita definiu tanto o impacto da resposta ao adensamento quanto o próprio nível de carotenoides, vitamina C, cálcio e zinco das folhas.

6 CONCLUSÃO

A época de colheita e a densidade de plantio influenciaram o crescimento, a produtividade e a qualidade do coentro *baby leaf* cultivado em hidroponia *floating*.

O atraso da colheita de 10 para 13 dias após o transplante para o *floating* incrementou o crescimento e produtividade do coentro *baby leaf* cultivado em *floating*, obtendo valores máximos com a maior densidade avaliada (2.040 plantas m⁻²) na colheita aos 13 dias após o transplante para o *floating*.

A colheita mais tardia (13 DATF) elevou os teores de carotenoides, vitamina C, cálcio e zinco das folhas. A densidade de plantio não alterou os teores de compostos antioxidantes nem de magnésio, mas favoreceu o acúmulo de cálcio, ferro, zinco e proteína. Dessa forma, o adensamento eleva a produtividade por área sem comprometer a composição fitoquímica das folhas, e a colheita aos 13 DATF é indicada quando se priorizam produtividade e maior valor nutricional das folhas, dado o incremento nos teores de carotenoides, vitamina C, cálcio e zinco.

REFERÊNCIAS

- AL JENAID, Ahmed *et al.* Nutrient film technique systems for coriander production: a comparison of aquaponics and hydroponics in UAE. **PLoS One**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. e0340364, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0340364>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- AL-KHAYRI, Jameel M. *et al.* Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules: a review. **Molecules**, [S. l.], v. 27, n. 9, p. 2901, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules27092901>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- AL-KHAYRI, Jameel M. *et al.* Essential oil from *Coriandrum sativum*: a review on its phytochemistry and biological activity. **Molecules**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 696, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules28020696>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- BARBOSA, José Carlos; MALDONADO JÚNIOR, Walter. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FUNEP, 2015. 396 p.
- BARROS, Lillian *et al.* Phenolic profiles of *in vivo* and *in vitro* grown *Coriandrum sativum* L. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 132, n. 2, p. 841-848, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.048>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 23 set. 2005.
- BRITO, Gildeon Santos *et al.* Agronomic and qualitative characteristics of *baby leaf* lettuce as a function of planting density in a *floating* hydroponic system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 55, e83809, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632025v5583809>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- BUNGALA, Leonel Tarcisio da Cristina *et al.* Effect of LED lights on secondary metabolites and antioxidant activities in red pakchoi *baby leaves*. **ACS Omega**, [S. l.], v. 9, n. 21, p. 23420-23430, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c10261>. Acesso em: 22 jun. 2026.
- CALORI, Alex H. *et al.* Electrical conductivity and plant spacing on *baby leaf* table beet and lettuce production. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 426-433, out./dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620140000400009>. Acesso em: 22 jun. 2026.

CARACCILO, Francesco *et al.* Sensory attributes and consumer acceptability of 12 *microgreens* species. **Agronomy**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. 1043, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy10071043>. Acesso em: 22 jun. 2026.

CHAUURASIA, Pankaj Kumar; BHARATI, Shashi Lata. Coriander: a holistic outlook on its chemistry and pharmacology. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 469, p. 142444, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142444>. Acesso em: 22 jun. 2026.

FERREIRA JÚNIOR, Paulo Sérgio Monteiro *et al.* Socioeconomics of urban agriculture in Curuçambá neighborhood, Metropolitan Region of Belém, Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Studies**, [S. l.], v. 10, n. 4, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5296/jas.v10i4.19791>. Acesso em: 11 ago. 2026.

FINGER, Jéssica A. F. F. *et al.* Minimally processed vegetables in Brazil: an overview of marketing, processing, and microbiological aspects. **Foods**, [S. l.], v. 12, n. 11, p. 2259, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12112259>. Acesso em: 22 jun. 2026.

FURLANI, Pedro Roberto *et al.* **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).

ISMAIL, Fehmida *et al.* Phytochemistry, pharmacological attributes, and clinical evaluations of *Coriandrum sativum*: a comprehensive review. **Natural Product Communications**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 1-23, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1934578X241312791>. Acesso em: 22 jun. 2026.

JADHAV, Vivek *et al.* Optimizing planting density for increased resource use efficiency in baby-leaf production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) in vertical farms. **Horticulturae**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 343, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae11040343>. Acesso em: 22 jun. 2026.

KOUKOUNARAS, Athanasios *et al.* Influence of pre-harvest factors on postharvest quality of fresh-cut and *baby leafy* vegetables. **Agronomy**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 172, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy10020172>. Acesso em: 22 jun. 2026.

KYRIACOU, Marios C. *et al.* Micro-scale vegetable production and the rise of *microgreens*. **Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v. 57, p. 103-115, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.005>. Acesso em: 22 jun. 2026.

LARRAURI, José A.; RUPÉREZ, Pilar.; SAURA-CALIXTO, Fulgencio. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf960282f>. Acesso em: 22 jun. 2026.

LICHTENTHALER, Hartmut K.; WELLBURN, Alan R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. 591-592, 1983.

MALLOR, Cristina *et al.* Nutraceutical potential of leafy vegetables landraces at microgreen, baby, and adult stages of development. **Foods**, [S. l.], v. 12, n. 17, p. 3173, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12173173>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MARTÍNEZ-ISPIZUA, Eva *et al.* The nutritional quality potential of *microgreens*, *baby leaves*, and adult lettuce: an underexploited nutraceutical source. **Foods**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 423, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11030423>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Ascensión *et al.* Baby-leaf and multi-leaf of green and red lettuces are suitable raw materials for the fresh-cut industry. **Postharvest Biology and Technology**, [S. l.], v. 63, n. 1, p. 1-10, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.07.010>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MELO, Roberto de A. *et al.* Caracterização morfológica de genótipos de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 371-376, jul./set. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000300021>. Acesso em: 22 jun. 2026.

MIYAZAWA, Mário; SILVA, Jaime Rios da; OLIVEIRA, Paulo Leal de. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, Fabio Cesar da (ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa, 2009. p. 107-184.

MURCHIE, E. H.; BURGESS, A. J. Casting light on the architecture of crop yield. **Crop and Environment**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 74-85, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.crope.2022.03.009>. Acesso em: 26 jun. 2026.

MWAMBI, Mercy *et al.* The price of safety and convenience: urban shoppers' willingness to pay for hygienic market stalls and minimal processing of leafy vegetables in Kenya. **PLOS One**, [S. l.], v. 21, e0340495, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0340495>. Acesso em: 11 ago. 2026.

NI, Chun-yu *et al.* Evaluation of physicochemical quality, specific aromatic characteristic, and volatile organic compound profile of fresh-cut coriander leaves under different super-atmospheric oxygen modified atmosphere packaging conditions. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 47, p. 101438, jan. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2025.101438>. Acesso em: 22 jun. 2026.

PATTARO, Mariana Carmona *et al.* Blue light strongly promotes de-etiolation over green, moderate over red, but have limited action over far-red lights in lettuce plants. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 328, p. 112863, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112863>. Acesso em: 22 jun. 2026.

PIMENTEL, Fernanda Abduche Galvão. **Condutividade elétrica da solução nutritiva no crescimento e qualidade de alface, beterraba e rúcula baby leaf**.

Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho. 2025. 18 f. Projeto de Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2025.

RAO, Muhammad Junaid *et al.* Comparison and quantification of metabolites and their antioxidant activities in young and mature leaves of sugarcane. **ACS Food Science & Technology**, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 362-373, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.0c00133>. Acesso em: 22 jun. 2026.

RIBEIRO, Giorgio Mendes *et al.* Productive performance of carrot and cowpea intercropping system under different spatial arrangements and population densities. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 19-27, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n103rc>. Acesso em: 22 jun. 2026.

SCANDAR, Samir; ZADRA, Claudia; MARCOTULLIO, Maria Carla. Coriander (*Coriandrum sativum*) polyphenols and their nutraceutical value against obesity and metabolic syndrome. **Molecules**, [S. l.], v. 28, n. 10, p. 4187, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules28104187>. Acesso em: 22 jun. 2026.

SHOKO, Tinotenda *et al.* Changes in functional compounds, volatiles, and antioxidant properties of culinary herb coriander leaves (*Coriandrum sativum*) stored under red and blue LED light for different storage times. **Frontiers in Nutrition**, [S. l.], v. 9, p. 856484, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.856484>. Acesso em: 22 jun. 2026.

SIGNORE, Angelo *et al.* Optimising sowing density for *microgreens* production in rapini, kale and cress. **Horticulturae**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 274, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030274>. Acesso em: 22 jun. 2026.

SINGH, Amarjeet *et al.* Emergence of microgreens as a valuable food, current understanding of their market and consumer perception: a review. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 23, p. 101527, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101527>. Acesso em: 11 ago. 2026.

SINGLETERY, Keith. Coriander: overview of potential health benefits. **Nutrition Today**, [S. l.], v. 51, n. 3, p. 151-161, maio/jun. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/NT.000000000000159>. Acesso em: 22 jun. 2026.

STROHECKER, Rudolf Ludwig; HENNING, Helmut Martin. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967.

WEI, Jing-Na *et al.* Phytochemical and bioactive profile of *Coriandrum sativum* L. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 286, p. 260-267, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.171>. Acesso em: 22 jun. 2026.

XIAO, Zhenlei *et al.* Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible *microgreens*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 60, n. 31, p. 7644-7651, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf300459b>. Acesso em: 22 jun. 2026.

YÁÑEZ MEDELO, Maria José. **Luz branca e vermelha sobre a produtividade e qualidade de repolho-roxo microvegetal**. Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho. 2024. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2024.

ZAMLJEN, Tilen; VEBERIC, Robert; GROHAR, Mariana Cecilia. Impact of salinity and harvest date on the yield, phenolic and volatile contents of thyme (*Thyme vulgaris* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and dill (*Anethum graveolens* L.). **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 352, p. 114445, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2025.114445>. Acesso em: 22 jun. 2026.

ZHONG, Yuan *et al.* Coriander *microgreens* and baby greens: comparison of volatile and non-volatile metabolites and potential therapeutic effects on type 2 diabetes mellitus and obesity. **Food Research International**, [S. l.], v. 202, p. 115759, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115759>. Acesso em: 22 jun. 2026.