



DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ALFACE E RÚCULA: GUIA DE DIAGNOSE VISUAL

Aline Aparecida dos Santos
Yanka Rocha Kondo
Rafael Hennel Tulio
Heloísa da Silva Baldinotti
Mariana Passos da Conceição
Volnei Pauletti





Reitor

Ricardo Marcelo Fonseca

Diretor do Setor de Ciências Agrárias

Volnei Pauletti

Chefe do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Renato Marques

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo

Fabiane Machado Vezzani

Vice - coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo

Jairo Calderari de Oliveira Junior



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo

DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ALFACE E RÚCULA: GUIA DE DIAGNOSE VISUAL

Aline Aparecida dos Santos
Yanka Rocha Kondo
Rafael Hennel Tulio
Heloísa da Silva Baldinotti
Mariana Passos da Conceição
Volnei Pauletti

Curitiba - PR
2023

Copyright© 2023
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Rua dos Funcionários, 1540 - 80035 050 Curitiba PR
Telefone: (41)3350-5658

Home page: <http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/portal/>

Fotos, exceto quando indicado no texto:

Aline Aparecida dos Santos

Diagramação:

Aline Aparecida dos Santos

ISBN: 978-65-5458-021-2

2023 1ª edição

Licença de uso disponível em:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

D313 Deficiências nutricionais em alface e rúcula: guia de diagnose visual /
Aline Aparecida dos Santos ... [et al.]. - Curitiba: Departamento de
Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná,
2023.

1 recurso online: PDF.

Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias,
Departamento de Solos Engenharia Agrícola.

ISBN: 978-65-5458-021-2

1. Alface - Cultivo. 2. Hortaliças - Nutrição. 3. Nutrientes.

I. Kondo, Yanka Rocha. II. Tulio, Rafael Hannel. III. Baldinotti, Heloísa
da Silva. IV. Conceição, Mariana Passos da. V. Pauletti, Volnei.

VI. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias,
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. VII. Título.

CDU 2. ed. 635.52

Bibliotecário: Douglas Alex Jankoski CRB 9/1167



AUTORES

Aline Aparecida dos Santos

Engenheira Agrônoma. Mestra e doutoranda em Ciência do Solo

Yanka Rocha Kondo

Engenheira Florestal. Mestra e doutoranda em Ciência do Solo

Rafael Hennel Tulio

Biólogo. Mestre e doutorando em Ciência do Solo

Heloísa da Silva Baldinotti

Bióloga. Mestranda em Ciência do Solo

Mariana Passos da Conceição

Engenheira Agrônoma. Mestranda em Ciência do Solo

Volnei Pauletti

Engenheiro Agrônomo. Mestre em Ciência do Solo. Doutor em Agronomia
- Produção Vegetal



SUMÁRIO

Sintomas de deficiência de nutrientes em plantas	07
Aspectos gerais da planta: alface	11
Exigências nutricionais: alface.....	12
Aspectos gerais da planta: rúcula.....	13
Exigências nutricionais: rúcula.....	14
Deficiência de nitrogênio	15
Deficiência de fósforo	16
Deficiência de potássio	17
Deficiência de cálcio	18
Deficiência de magnésio	19
Deficiência de enxofre	20
Deficiência de ferro	21
Deficiência de zinco	22
Deficiência de cobre	23
Deficiência de boro	24
Referências	25

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES EM PLANTAS

O solo (ou solução nutritiva) é o meio pelo qual as plantas, através da absorção radicular, obtêm os minerais essenciais, que são chamados de nutrientes, para completar seu adequado desenvolvimento. Desta forma, quando o meio não tem, ou não disponibiliza esses nutrientes em quantidade suficiente, sintomas de deficiência nutricional tornam-se visíveis, assim como a taxa de crescimento e o rendimento podem ser reduzidos (ROMHELD, 2012).

Buscando identificar os nutrientes limitantes ao crescimento e plena produtividade das culturas, estudos que envolvem a avaliação do estado nutricional são realizados (LIMA FILHO, 2014). Para isso, diferentes metodologias são aplicadas, as quais consistem basicamente, na comparação entre uma população de plantas ou uma amostra dessa população, denominada "completa" (ou "padrão"), com as plantas que se deseja analisar no momento. Sendo a "completa", sob condições controladas ou a campo, planta suprida adequadamente de seus nutrientes e com produção ideal (BARBEDO, 2019).

Dentre os métodos de diagnose de deficiência, aqui destaca-se a visual, a qual consiste em comparar visualmente a coloração, tamanho e forma da planta analisada, com a "completa". Tendo-se a folha como principal órgão de comparação, visto que, por ser o local onde ocorrem a maior parte dos processos metabólicos da planta e por ser de fácil verificação (em comparação com a raiz, por exemplo), é onde melhor se reflete o estado nutricional da planta (BARBEDO, 2019).

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES EM PLANTAS

Sintomas de origem nutricional, na prática, podem ser confundidos com fatores não nutricionais, dificultando o diagnóstico. Pragas, doenças, fatores climáticos e físicos do solo (compactação, afloramento de rocha, alagamento), bem como toxidez por produtos químicos (herbicidas, defensivos), são alguns destes fatores que dificultam a diagnose. Desta forma, na prática da diagnose visual alguns procedimentos devem ser seguidos para minimizar erros, tais como:

a) No talhão, verificar a generalização de sintoma - Quando o sintoma visual for realmente de origem nutricional, o mesmo deverá ocorrer em todas, ou maioria, das plantas do talhão, não o fazendo em apenas uma ou outra planta, ou em reboleira. Como exemplo, na Figura 1a é possível verificar reboleiras cloróticas ocasionadas por nematoides e na Figura 1b tem-se a generalização, clorótica, em razão da deficiência de potássio.



Figura 1- a) Manchas cloróticas em reboleira, ocasionadas pela ação de nematoides na raiz da soja (FARMBOX, 2022); b) Sintoma de clorose no milho, espalhada em todo talhão, devido deficiência de potássio (FOTO: GABRIEL BARTH).

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES EM PLANTAS

b) Nas plantas com o sintoma - verificar se os sintomas apresentam duas características:

- Simetria - os sintomas de origem nutricional ocorrem de maneira simétrica. Ou seja, se ocorrer numa folha, também deve ocorrer em folhas da mesma idade ou de idade parecida, em qualquer dos lados da planta (Figura 2).
- Gradiente - corresponde as diferenças de coloração entre folhas velhas e novas, isso ocorre devido à redistribuição dos nutrientes na planta. Quando o nutriente for móvel, em condições de deficiência, a planta promove sua remobilização, via floema, das folhas velhas para as novas, fazendo com que os sintomas se manifestem nas folhas velhas. O contrário ocorre com os nutrientes pouco móveis e imóveis. Neste caso a planta não consegue redistribuir o nutriente deslocando-os das folhas velhas para as novas, e então os sintomas ocorrem nas folhas novas (Figura 2).

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES EM PLANTAS

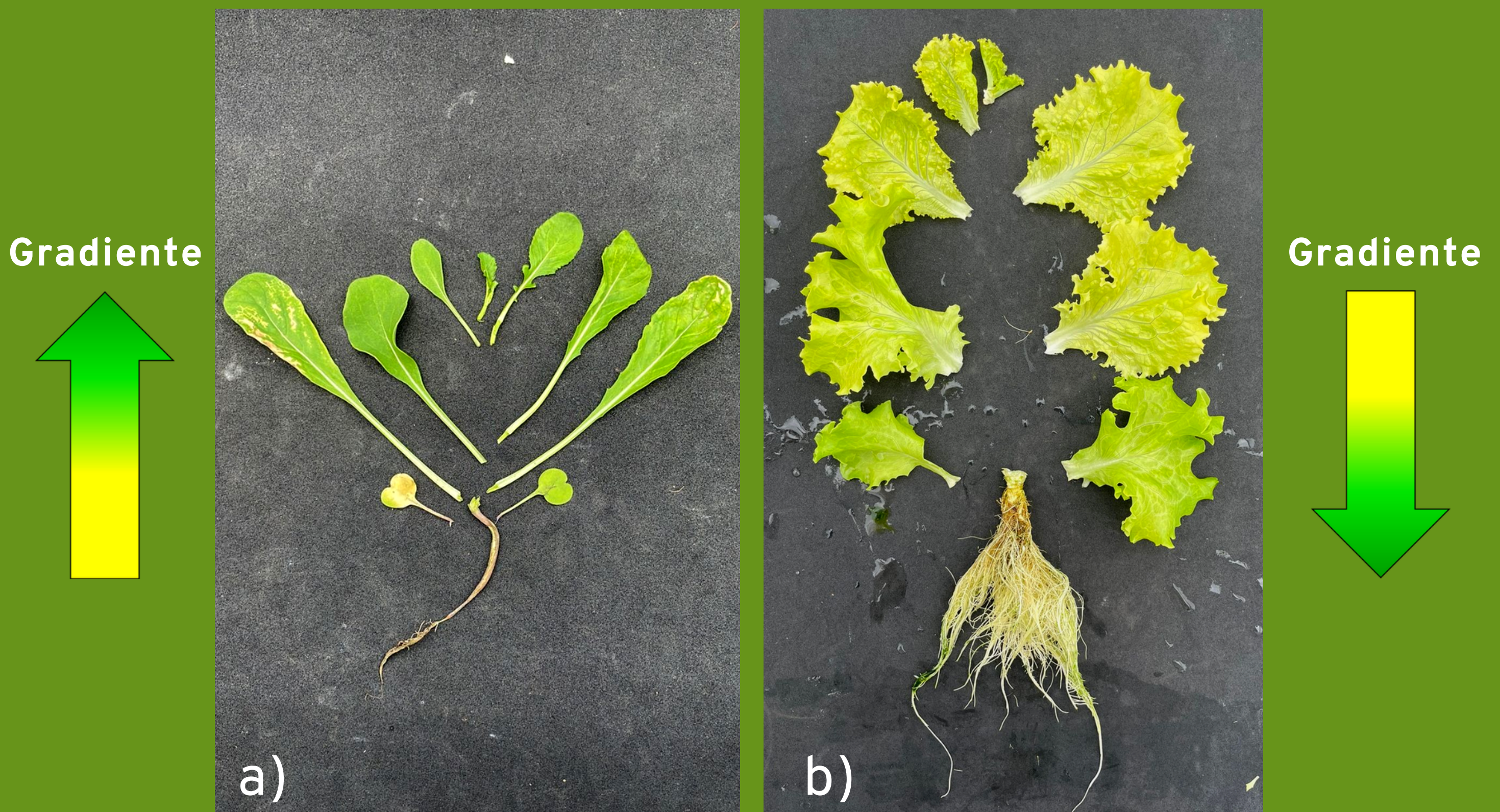


Figura 2- Exemplos de sintomas de deficiência demonstrando o gradiente e simetria, sendo: a) Rúcula com deficiência de elemento móvel (Mg), com sintomas nas folhas velhas; e b) Alface com deficiência de elemento imóvel (Fe), com sintomas nas folhas novas.

Diante deste contexto e considerando deficiências nutricionais para alface e rúcula, a seguir descreve-se a diagnose visual de deficiência nutricional para estas culturas, sendo primeiramente apresentados alguns aspectos gerais destas plantas e suas exigências nutricionais.

ASPECTOS GERAIS DA PLANTA: ALFACE



A alface, *Lactuca sativa* L., pertence à família *Asteraceae*, tem seu centro de origem na Ásia, chegando ao Brasil por meio dos Portugueses no século XVI. Dependendo da variedade têm coloração do verde - amarelado ao verde escuro podendo chegar ao roxo. É uma planta anual, que floresce sob condições de dias longos e altas temperaturas, vegetando, preferencialmente, em condições de dias curtos e tendo bom desenvolvimento quando submetida a temperaturas amenas, entre 15 a 18°C (MACEDO, 2021).

É uma folhosa rica em vitamina A, C, B1 e B2, e minerais como o ferro e cálcio. Também é depurativa, diurética e indicada contra a insônia (MACEDO, 2021).

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS: ALFACE



No Quadro 1 estão listados os macros e micronutrientes exigidos para pleno desenvolvimento desta cultura. A média dos teores de nutrientes na massa seca, entre diferentes cultivares de alface e em sistema de cultivo hidropônico e convencional, mostra que, dentre os macronutrientes, K é o mais exigido, seguido de N e Ca. Já nos micronutrientes destaca-se o Fe, seguido do Mn e Zn.

Quadro 1- Intervalos e médias dos teores de nutrientes na massa seca, entre diferentes cultivares de alface, em sistemas de cultivo hidropônico* e convencional**.

Macronutrientes														
Sistemas de cultivo	N		P		K		Ca		Mg		S			
	-----g kg ⁻¹ -----													
	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média
Hidroponia	33.3 a 49.4	39.7	1.7 a 8.8	4.5	40.6 a 92.0	65.9	7.4 a 27.4	16.4	1.9 a 6.0	3.9	0.7 a 2.3	1.3		
Convencional	16.5 a 42.3	23.0	3.1 a 5.6	4.4	17.3 a 64.2	35.5	13.6 a 14.5	14.0	3.0 a 3.5	3.3	0.9 a 4.5	1.7		
Micronutrientes														
Sistemas de cultivo	B		Fe		Mn		Cu		Zn					
	-----mg kg ⁻¹ -----													
	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média	Intervalo/valor	Média
Hidroponia	31.0 a 68.8	57.4	107.0 a 2317.0	727.4	35.9 a 311.0	197.2	2.0 a 45.7	20.6	14.1 a 118.0	53.3				
Convencional	1.2		1027.7		53.4		11.2		41.7					

*Para o sistema hidropônico os dados foram retirados dos estudos de: Koefender (1996); Lopes *et al.* (2003); Menezes Júnior *et al.* (2004); Beninni *et al.* (2005); Sanchez (2007); Andrade (2019); e Macedo (2021). **Para o sistema convencional os dados foram retirados dos estudos de: Beninni *et al.* (2005); Albuquerque e Albuquerque Neto (2008); e Palavicini *et al.* (2021).

ASPECTOS GERAIS DA PLANTA: RÚCULA



A rúcula, *Eruca sativa* Miller, pertence à família *Brassicaceae*. Originária do sul da Europa e parte ocidental da Ásia, há relatos do cultivo dessa espécie pelos romanos, antes do nascimento de Cristo. No Brasil, a rúcula é muito popular nas regiões colonizadas por imigrantes italianos. Para bom desenvolvimento necessita de temperaturas amenas, entre 15 a 18°C. Temperaturas elevadas induzem o florescimento, prejudicando o sabor e o tamanho da planta que se torna menor, com folhas mais duras e picantes. O ciclo produtivo varia de 35 a 50 dias em relação a época do ano que é cultivada. Sob temperaturas altas e dias longos, o ciclo tende a reduzir (REIS, 2019).

Esta folhosa é rica em vitaminas A e C, e minerais como o potássio, enxofre e ferro. Além de apresentar efeitos anti-inflamatório e desintoxicante para o organismo (REIS, 2019).

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS: RÚCULA



No Quadro 2 estão listados os macros e micronutrientes exigidos para o pleno desenvolvimento desta cultura. A média dos teores de nutrientes na massa seca, entre diferentes cultivares de rúcula e em sistema de cultivo em vaso e convencional, mostra que, dentre os macronutrientes, K é o mais exigido, seguido de N e Ca. Já nos micronutrientes destaca-se o Fe, seguido do Mn e Zn.

Quadro 2- Intervalos e médias dos teores de nutrientes na massa seca, entre diferentes cultivares de rúcula, em sistemas de cultivo em vaso* e convencional**.

Macronutrientes												
Sistemas de cultivo	N		P		K		Ca		Mg		S	
	g kg ⁻¹											
	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média
Vaso	22.5 a 48.0	41.2	2.5 a 5.2	4.5	33.5 a 72.5	54.1	8.0 a 14.2	10.3	5.0 a 6.8	5.6	-	-
Convencional	26.2 a 51.3	41.5	2.6 a 8.0	6.0	28.8 a 102.7	57.1	2.9 a 40.0	21.7	4.3 a 7.0	6.7	8.2 a 9.0	11.4

Micronutrientes										
Sistemas de cultivo	B		Fe		Mn		Cu		Zn	
	mg kg ⁻¹									
	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média	Intervalo	Média
Vaso	-	-	94.0 a 203.0	115.8	32.1 a 63.2	47.3	2.8 a 16.7	7.8	33.6 a 54.9	44.0
Convencional	29.5 a 60.0	44.8	235.8 a 759.5	399.2	20.2 a 63.5	36.2	3.3 a 9.4	6.3	43.3 a 64.9	52.9

*Para o sistema em vaso os dados foram retirados do estudo de: Bozokalfa *et al.* (2009). **Para o sistema convencional os dados foram retirados dos estudos de: Grangeiro *et al.* (2011); Barlas *et al.* (2011); Watanabe *et al.* (2018); Reis (2019); e Laur *et al.* (2021)

DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO

Nitrogênio (N) é um macronutriente fundamental para a formação de vários componentes estruturais dos vegetais. Por ser móvel na planta, os sintomas de sua deficiência ocorrem nas folhas velhas. Na alface caracteriza-se por clorose intensa das folhas velhas, enquanto na rúcula caracteriza-se pela cor avermelhada nas folhas velhas (Figura 3).

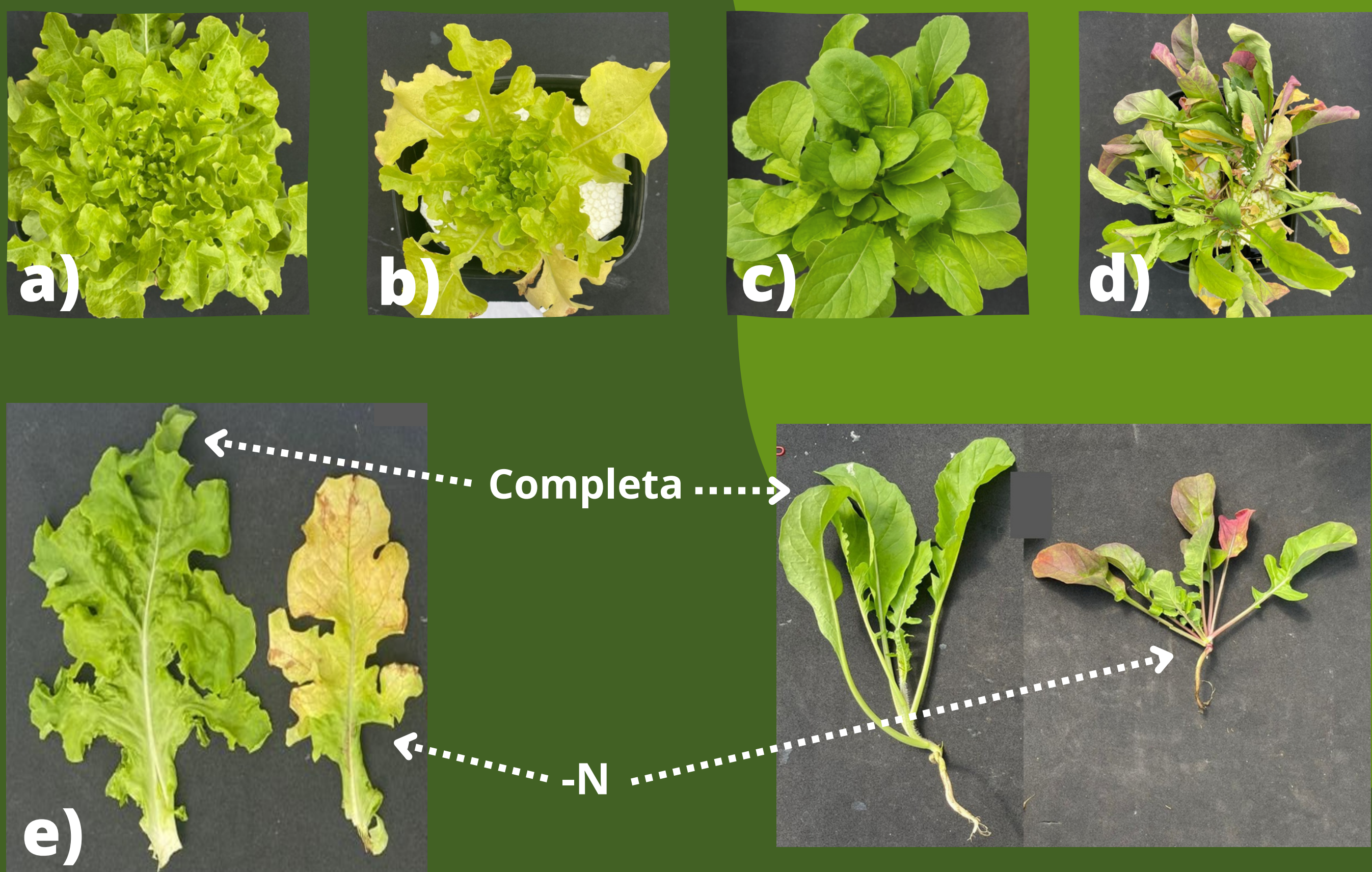


Figura 3- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com as folhas mais velhas amareladas devido à deficiência de N; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula com as folhas mais velhas avermelhadas por deficiência de N; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de N.

DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO

Fósforo (P) é um macronutriente responsável pelo armazenamento e transferência de energia. Por ser móvel na planta, seus sintomas de deficiência ocorrem nas folhas velhas. Na alface os sintomas de deficiência deste nutriente ocasiona menor crescimento da parte aérea. Já na rúcula, provoca coloração verde escura, maior rigidez e menor tamanho das folhas por deficiência de P.

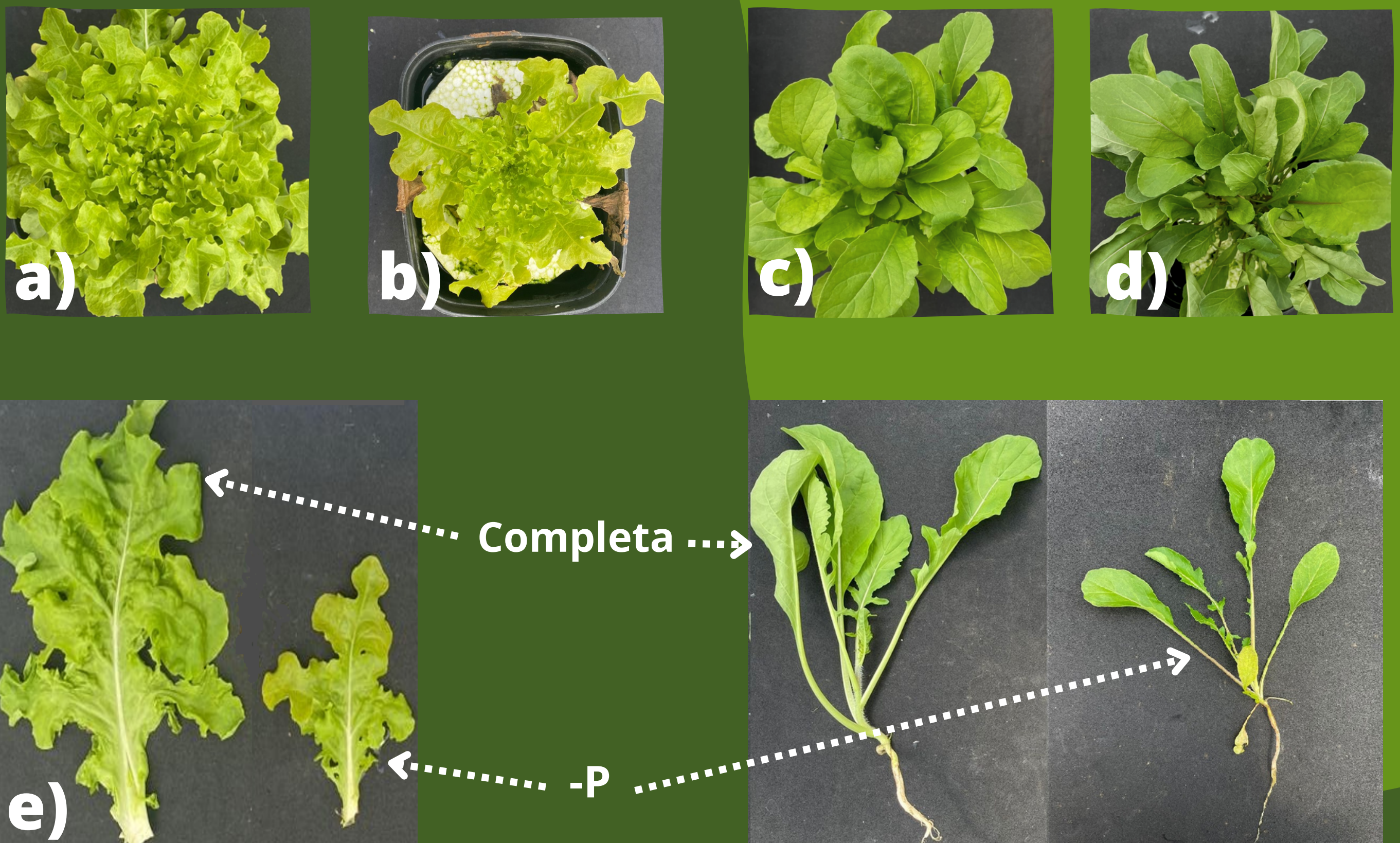


Figura 4- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com menor desenvolvimento da parte aérea devido à deficiência de P; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula com coloração verde escura, maior rigidez e menor tamanho das folhas por deficiência de P; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de P.

DEFICIÊNCIA DE POTÁSSIO

Potássio (K) é um macronutriente fundamental para a regulação osmótica e ativação enzimática. Por ser móvel na planta, seus sintomas de deficiência ocorrem nas folhas velhas. Na alface e rúcula, caracteriza-se por proporcionar clorose das folhas velhas (Figura 5).

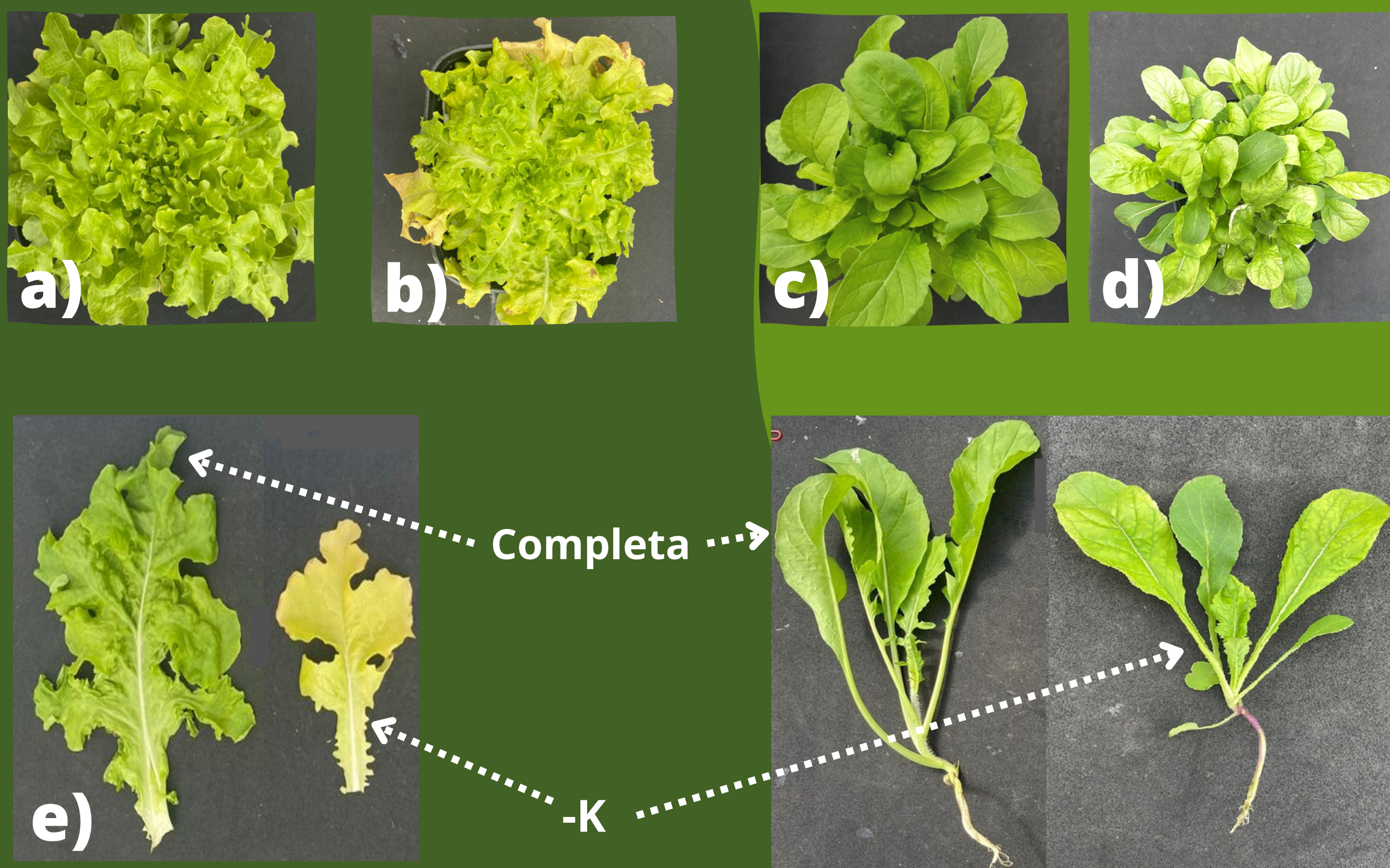


Figura 5- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com clorose nas folhas velhas devido à deficiência de K; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula com clorose nas folhas velhas por deficiência de K; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de K.

DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO

Cálcio (Ca) é um macronutriente fundamental para alongamento celular, é muito pouco móvel na planta, portanto, sua deficiência ocorre nas folhas novas. Na alface ocasiona necrose nas bordas das folhas. Já na rúcula, ocorre severo problema no desenvolvimento da planta, ou, quando a planta consegue desenvolver-se, ocorre severa clorose internerval e manchas esbranquiçadas ao longo das folhas novas (Figura 6).



Figura 6- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com necrose nas bordas das folhas devido à deficiência de Ca; c) planta de alface com morte do meristema apical à deficiência de Ca; d) planta de rúcula sem deficiência nutricional; e) planta de rúcula com severo problema no desenvolvimento da planta e manchas brancas ao longo das folhas por deficiência de Ca; f) folhas de rúcula sem e com sintoma de deficiência de Ca.

DEFICIÊNCIA DE MAGNÉSIO

Magnésio (Mg) é um macronutriente que faz parte da molécula de clorofila, sendo o nutriente que mais ativa enzimas. Por ser móvel na planta, seus sintomas de deficiência ocorrem nas folhas velhas. Na alface é bem caracterizado pela presença da clorose internerval das folhas velhas e na rúcula caracteriza-se por manchas esbranquiçadas nas folhas velhas (Figura 7).

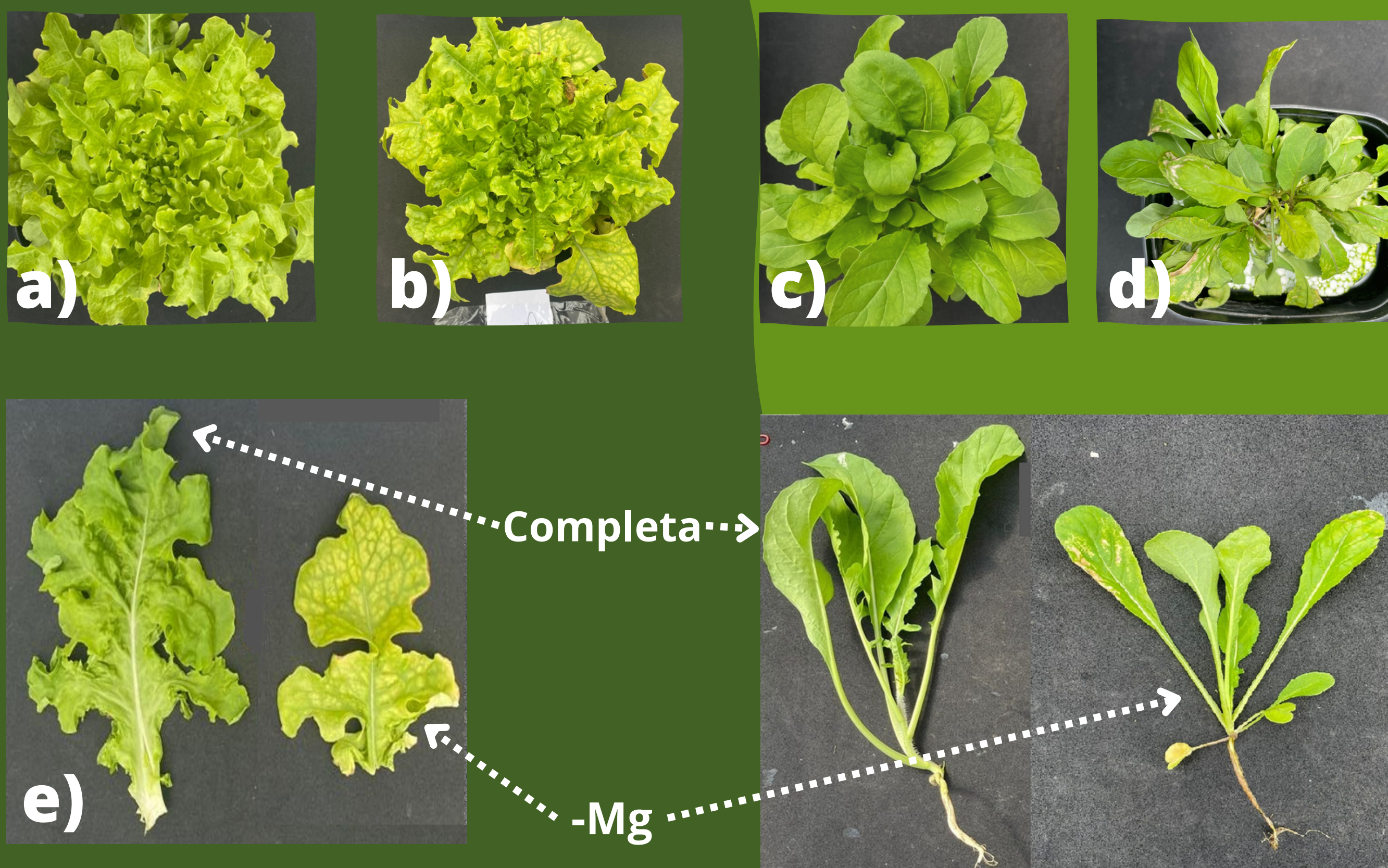


Figura 7- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com clorose internerval devido à deficiência de Mg; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula apresentando manchas esbranquiçadas nas folhas por deficiência de Mg; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de Mg.

DEFICIÊNCIA DE ENXOFRE

Enxofre (S) é um macronutriente que está envolvido na clorofila, fotossíntese, síntese de proteínas, síntese de óleos, integrante das membranas lipídicas, atuante na ativação enzimática, entre outros. Por ser elemento imóvel na planta, os sintomas de deficiência ocorrem nas folhas novas. Para a alface, sua deficiência caracteriza-se principalmente pela clorose geral da planta. Já na rúcula, ocorre cor avermelhada na parte abaxial das folhas novas (Figura 8).

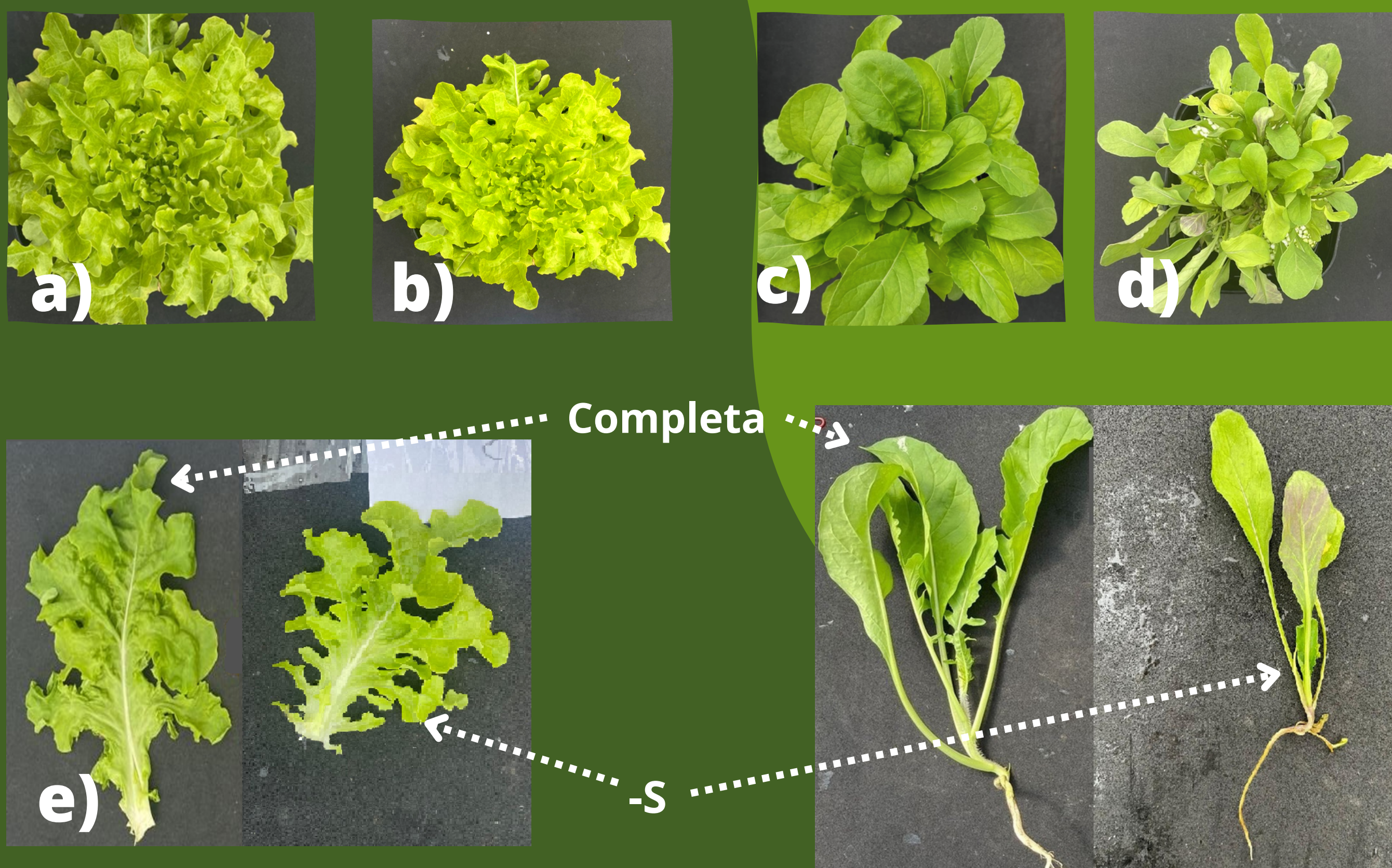


Figura 8- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com clorose geral da planta devido à deficiência de S; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula apresentando cor avermelhada na parte abaxial das folhas novas por deficiência de S; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de S.

DEFICIÊNCIA DE FERRO

Ferro (Fe) é um micronutriente constituinte de enzimas do grupo heme e ferredoxinas. Por ser pouco móvel na planta, seus sintomas de deficiência ocorrem nas folhas novas. Na alface e rúcula ocorre clorose das folhas novas e redução no crescimento da parte aérea (Figura 9).

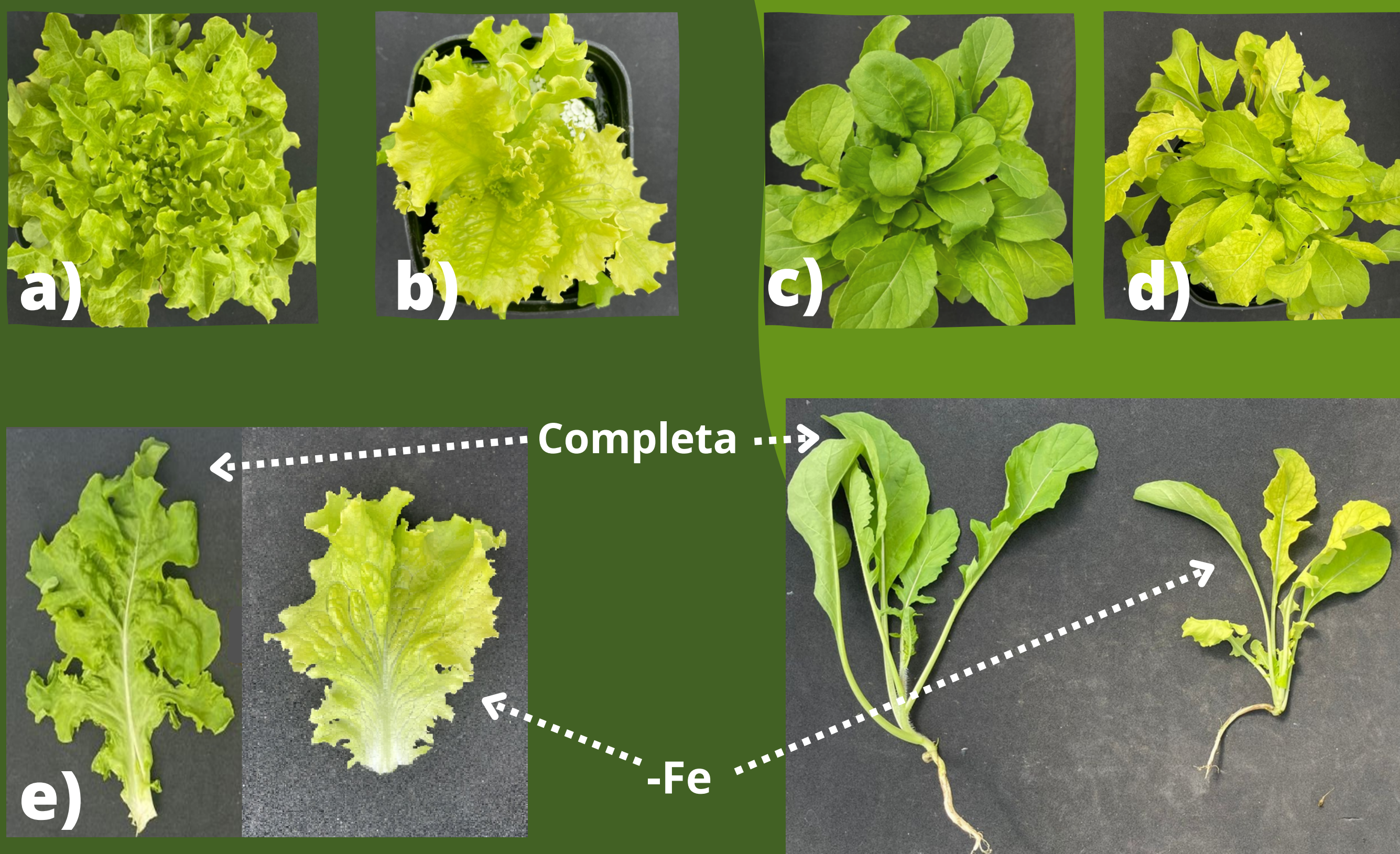


Figura 9- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com clorose das folhas novas devido à deficiência de Fe; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula apresentando clorose das folhas novas por deficiência de Fe; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de Fe.

DEFICIÊNCIA DE ZINCO

Zinco (Zn) é um micronutriente componente de seis classes enzimáticas (hidrolases, ligases, transferases, isomerases e oxirredutases), é precursor do triptofano, participante na síntese proteica e integrante da membrana celular. Por ser pouco móvel na planta, seus sintomas de deficiência ocorrem, prioritariamente, nas folhas novas. Na alface seu principal sintoma é a clorose das folhas novas. Já na rúcula ocorre clorose internerval (Figura 10).

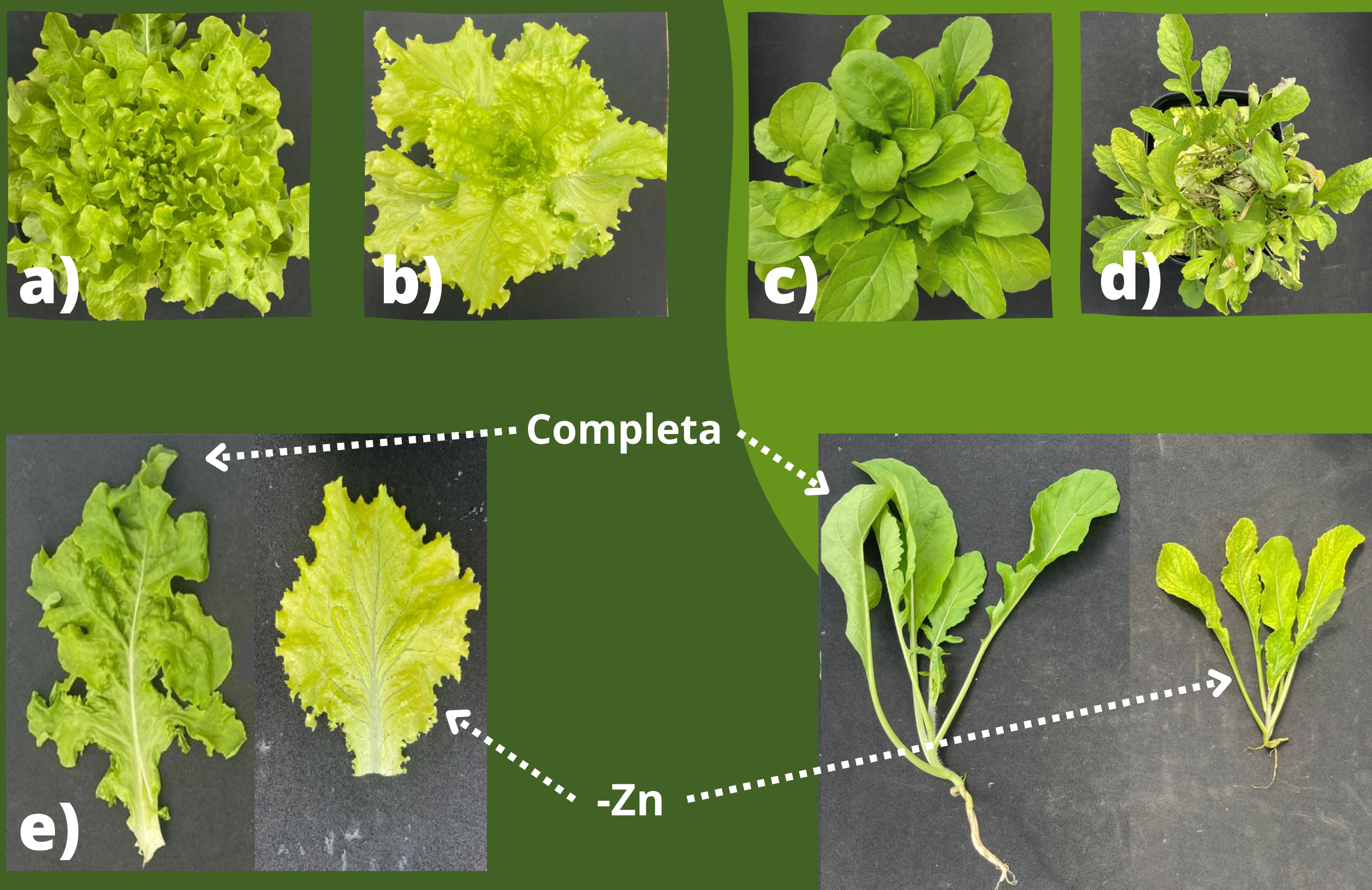


Figura 10- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com clorose das folhas novas devido à deficiência de Zn; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula apresentando clorose internerval das folhas novas por deficiência de Zn; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de Zn.

DEFICIÊNCIA DE COBRE

Cobre (Cu) é um micronutriente de forte ligação com as paredes celulares, sendo constituinte da pectina. É pouco móvel na planta e seus sintomas podem ocorrer tanto em folhas velhas quanto nas novas. Na alface e rúcula caracteriza-se, principalmente, pela murcha das folhas, assim como, também ocorre redução da parte aérea das plantas (Figura 11).

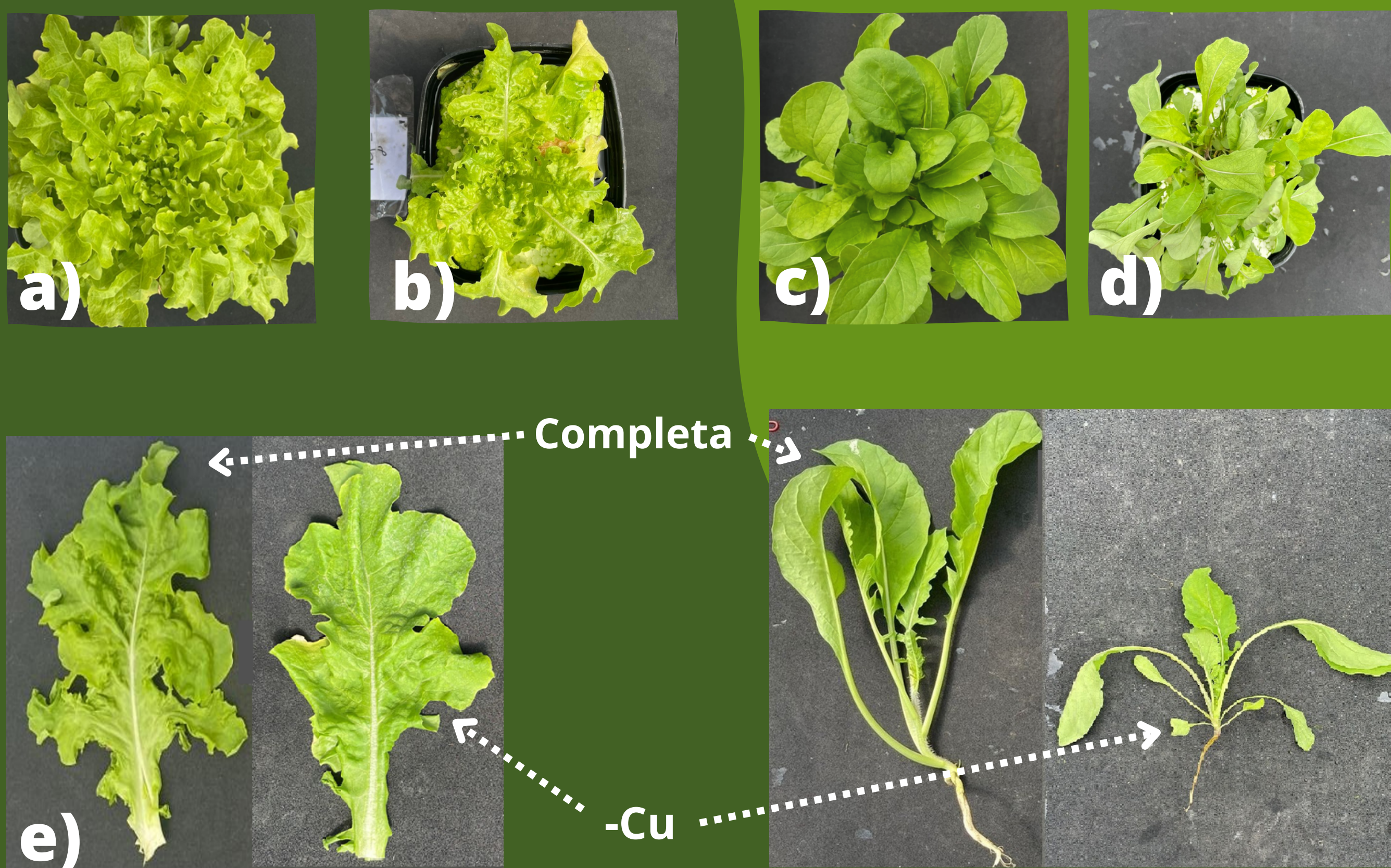


Figura 11- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com murcha das folhas e redução da parte aérea devido à deficiência de Cu; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula apresentando murcha das folhas e redução da parte aérea por deficiência de Cu; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de Cu.

DEFICIÊNCIA DE BORO

Boro (B) é um micronutriente que está envolvido na formação da parede celular. Por ser pouco móvel na planta, seus sintomas de deficiência ocorrem nas folhas novas. Na alface e rúcula, seu sintoma de deficiência confere deformidade e redução de desenvolvimento nas folhas novas. Na rúcula, em particular, ocorre também clorose das folhas novas (Figura 12).

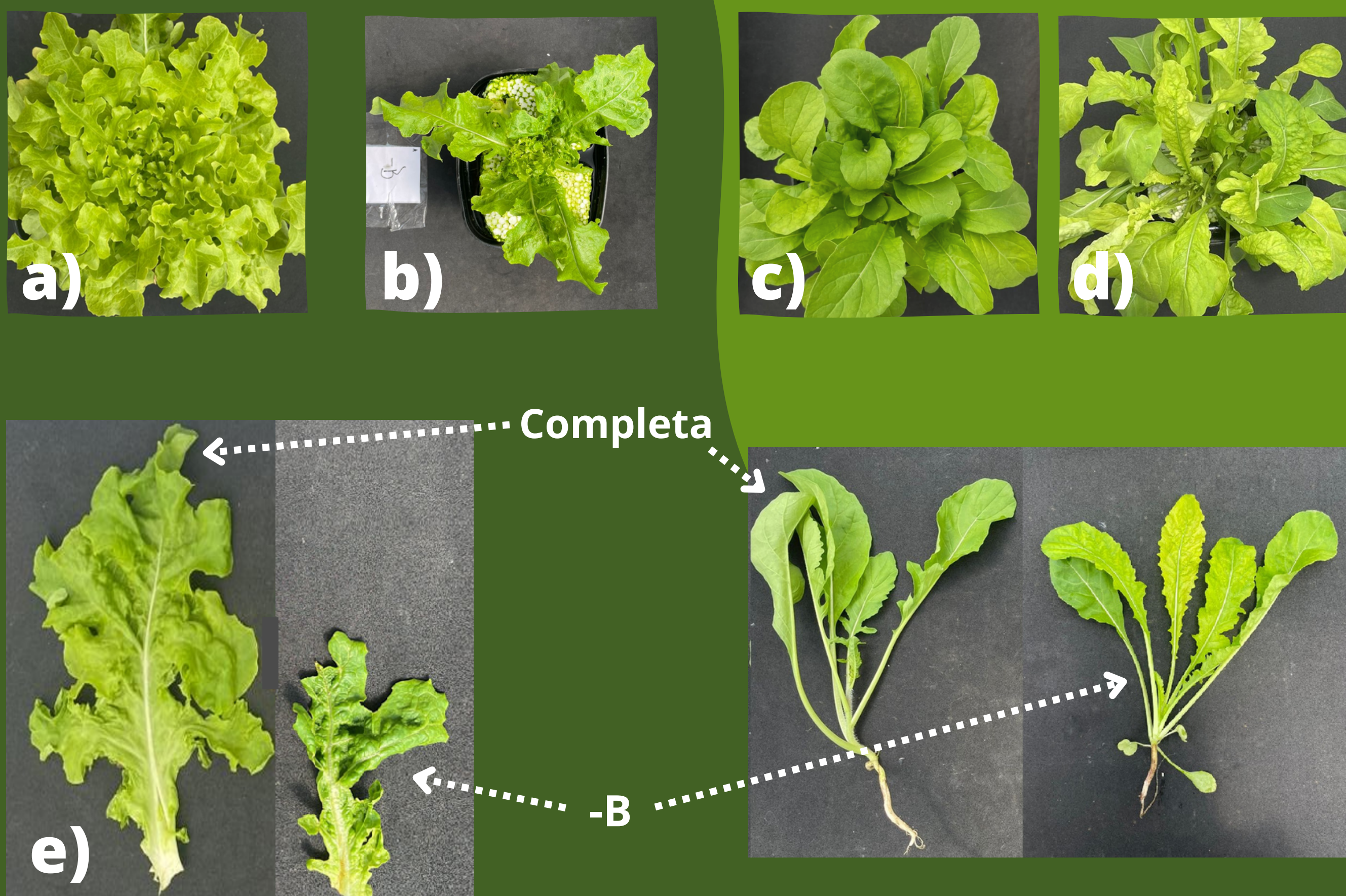


Figura 12- Visualização de: a) planta de alface sem deficiência nutricional; b) planta de alface com deformidade e redução de desenvolvimento nas folhas novas devido à deficiência de B; c) planta de rúcula sem deficiência nutricional; d) planta de rúcula apresentando deformidade, redução de desenvolvimento e clorose nas folhas novas por deficiência de B; e) folhas de alface e rúcula sem e com sintoma de deficiência de B.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. C. S.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Concentração e marcha de absorção de nutrientes minerais e acúmulo de matéria fresca na alface cultivada em três substratos. 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/38876/1/OPB1908.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2022.

ANDRADE, R. R. **Efeito da concentração da solução nutritiva em cultivares de alface em sistema hidropônico tipo NFT, em clima semiárido.** 2019. 95 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BARBEDO, J. G. A. Detection of nutrition deficiencies in plants using proximal images and machine learning: A review. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 162, p. 482-49, 2019.

BARLAS, N. T.; IRGET, M. E.; TEPECIK, M. Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 64, p.14080-14082, 2011.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.

BOZOKALFA, M. A.; YAGMUR, A.; ILBI, H.; ESIYOK, D.; KAVAK, S. Genetic variability for mineral concentration of *Eruca sativa* L. and *Diplotaxis tenuifolia* L. accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, p. 372-381, 2009.

FARMBOX. **Nematoies na soja: como identificar?** DigiFarmz Smart Agriculture. 2021. Disponível em: <https://www.digifarmz.com/blog/nematoides/>. Acesso em: 27 dez. 2022.

GRANGEIRO, L. C.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; MARROCOS, S. T. P.; LUCENA, R. R. M.; OLIVEIRA, R. A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 11-16, 2011.

KOEFENDER, V. N. **Crescimento e absorção de nutrientes pela alface cultivada em fluxo laminar de solução.** 1996. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Piracicaba, 1996.

LAUR, S.; SILVA, A. L. B. R.; DÍAZ-PÉREZ, J. C.; COOLONG, T. Impact of Shade and Fogging on High Tunnel Production and Mineral Content of Organically Grown Lettuce, Basil, and Arugula in Georgia. **Agriculture**, v. 11, p. 1-15, 2021.

LIMA FILHO, O. F. Guia de Diagnose Visual de Deficiências Nutricionais em Sorgo-Sacarino. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125796/1/CT201431-1.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

REFERÊNCIAS

LOPES, M. C.; FREIER, M.; MATTE, J. C.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; NOGAROLLI, E. L.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 211-215, 2003.

MACEDO, P. H. S. **Ciclagem de macronutrientes no cultivo de alface hidropônica**. 2021. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Araras, 2021.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em “NFT” com soluções nutritivas de origem química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 632-637, 2004.

PALAVICINI, A. L. S.; VIEIRA, T. B.; MANTOVANI, A.; HACHMANN, M. C. A. Teores de nutrientes na alface com aplicação de doses crescentes de nitrogênio em quatro cultivares. **Scientific Eletronic Archives**, v. 14, n. 4, 2021.

REIS, L. S. **Doses de nitrogênio no acúmulo de nutrientes, crescimento e produtividade da rúcula**. 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Jaboticabal, 2019.

ROMHELD, V. Diagnosis of Deficiency and Toxicity of Nutrients. *In*: MARSCHNER, P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Australia: School of Agriculture, Food and Wine, The University of Adelaide, 2012. p. 300-313.

SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Jaboticabal, 2007.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja: descrição dos sintomas e ilustração com fotos. 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/469334/deficiencias-e-toxicidades-de-nutrientes-em-plantas-de-soja-descricao-dos-sintomas-e-ilustracao-com-fotos>. Acesso em: 2 dez. 2022.

WATANABE, A. T. et al. Hortaliças: recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. 2018. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/Boletim%20T%C3%A9cnico%20251%20-%20Hortali%C3%A7as%20recomenda%C3%A7%C3%B5es%20de%20calagem%20e%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20para%20o%20estado%20de%20S%C3%A3o%20Paulo.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Nutrição Mineral de Plantas