

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE MAGNÉSIO VIA FOLIAR E  
FERTIRRIGAÇÃO NA NUTRIÇÃO DA LARANJA ‘PÊRA-RIO’  
CULTIVADA EM ABADIÂNIA (GO)**

**Gabriel Patriota Zacarias  
Luiz Gustavo Martins e Silva**

**ANÁPOLIS-GO**  
**2025**

**GABRIEL PATRIOTA ZACARIAS  
LUIZ GUSTAVO MARTINS E SILVA**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE MAGNÉSIO VIA FOLIAR E  
FERTIRRIGAÇÃO NA NUTRIÇÃO DA LARANJA ‘PÊRA-RIO’  
CULTIVADA EM ABADIÂNIA (GO)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Evangélica de Goiás -  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fruticultura

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Fabiana  
Alves Rezende

**ANÁPOLIS-GO  
2025**

Zacarias, Gabriel Patriota / Silva, Luiz Gustavo Martins

Efeito da Aplicação de Magnésio na Cultura da Laranja / Gabriel Patriota Zacarias; Luiz Gustavo Martins e Silva. – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

27 páginas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cláudia Fabiana Alves Rezende

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. Pêra-Rio. 2. *Citrus sinensis*; 3. Macronutriente I. Gabriel Patriota Zacarias. II. Luiz Gustavo Martins e Silva. Qualidade do fruto da laranja ‘pera’ sobre diferentes níveis de magnésio.

CDU 504

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – Os  
Autores.


GABRIEL PATRIOTA ZACARIAS  
LUIZ GUSTAVO MARTINS E SILVA

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE MAGNÉSIO VIA FOLIAR E  
FERTIRRIGAÇÃO NA NUTRIÇÃO DA LARANJA 'PÊRA-RIO'  
CULTIVADA EM ABADIÂNIA (GO)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Evangélica  
de Goiás – UniEVANGÉLICA, para  
obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia.  
Área de concentração: Fruticultura.

Aprovada em: 27/11/2025

Banca examinadora



Prof. Dr. Cláudia Fabiana Alves Rezende  
UniEVANGÉLICA



Prof. Dr. Rodolfo Augusto Reges / Benild Altissonante Borba Assumpção  
UniEVANGÉLICA



Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza  
UniEVANGÉLICA

Dedicamos nosso trabalho a Deus, pois sem ele nada disso seria possível, a nossos pais e a todos nossos professores que nos auxiliaram durante nossa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por nos dar sabedoria, saúde e forças para não desistir e superar todos os momentos difíceis que nos deparamos ao longo da nossa formação acadêmica.

Aos nossos pais, que apesar de todas dificuldades, nos ajudaram na realização do nosso sonho acreditando e motivando sempre a nunca desistir da nossa formação.

A nossa professora e orientadora Cláudia Rezende, por toda paciência, ajuda e apoio durante este período tão importante, assim como também a todos os professores e ex-professores que nos ajudaram em nossa formação.

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros.  
A sabedoria se aprende é com a vida e com os  
humildes.”

Cora Coralina.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2.1. A CULTURA DA LARANJA.....	10
2.2. NUTRIÇÃO DA LARANJA .....	12
2.3 DEFICIÊNCIA DO MAGNÉSIO (Mg).....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>



## RESUMO

A laranja (*Citrus sinensis*) possui grande importância econômica no Brasil, e o magnésio (Mg) é um nutriente essencial para o desenvolvimento da cultura, com deficiências frequentes em solos tropicais. Este trabalho investigou como diferentes formas de fornecimento de Mg influenciam o estado nutricional da laranjeira 'Pêra-Rio' em um pomar comercial localizado em Abadiânia (GO). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizado com três tratamentos: testemunha, aplicação foliar de sulfato de magnésio e aplicação do mesmo fertilizante via fertirrigação, utilizando dose total de 20 kg ha<sup>-1</sup> parcelada em cinco aplicações. Foram coletadas folhas e analisados os teores de macronutrientes e micronutrientes. Os resultados mostraram aumento expressivo nos teores foliares de Mg em ambos os métodos, com maior eficiência da fertirrigação, embora com valores acima da faixa ideal para a cultura. A aplicação foliar apresentou correção eficiente e dentro dos limites adequados, enquanto a fertirrigação demandaria ajuste de dose para evitar excesso do nutriente.

**Palavras-chave:** Pêra-Rio, *Citrus sinensis*, macronutriente.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da laranja (*Citrus sinensis*) é uma das mais importantes no setor agrícola, sendo amplamente cultivada devido à sua relevância econômica e nutricional. O Brasil é o maior produtor de laranja do mundo e também o maior exportador do suco dessa fruta, exportando principalmente para a União Europeia e Estados Unidos. A casca da laranja é fonte de óleos essenciais com ampla aplicação industrial, destacando-se no setor de perfumaria. O fruto também pode ser aproveitado na produção de geleias e doces cristalizados. Além disso, a casca apresenta propriedades funcionais, podendo auxiliar na redução do colesterol e no alívio de náuseas (VIDAL, 2024; SOUZA, 2021).

O Brasil ocupa posição de destaque na citricultura mundial, liderando a produção tanto de laranjas quanto de suco da fruta. Na safra 2022/23, o país foi responsável por 34,9% da produção global da fruta e por aproximadamente 76% do total de suco de laranja produzido no mundo. Em seguida, a China figura como o segundo maior produtor, com participação de 15,8% nessa mesma safra. A terceira colocação é ocupada pela União Europeia, cuja produção é concentrada principalmente na Espanha, responsável por cerca de metade do total do bloco (VIDAL, 2024).

O desenvolvimento das plantas depende da absorção equilibrada de minerais e elementos essenciais, cuja disponibilidade no solo é influenciada por fatores químicos e físicos, especialmente pelo pH entre 5,5 e 6,5. A absorção não é seletiva, de modo que excessos ou deficiências de nutrientes resultam em sintomas como manchas foliares, baixo vigor, murcha, além de maior suscetibilidade a pragas e doenças. Os elementos minerais dividem-se em macronutrientes, absorvidos em maiores quantidades (primários e secundários), e micronutrientes, exigidos em menores concentrações, embora todos sejam igualmente indispensáveis ao crescimento vegetal (BARROS, 2020).

Para garantia de uma boa produção, é necessário que as plantas recebam uma nutrição equilibrada. O magnésio (Mg) é um macronutriente essencial para o metabolismo vegetal, participando diretamente da fotossíntese, da síntese e ativação de ATP (adenosina trifosfato) que é a principal molécula transportadora de energia das células, da formação de proteínas e da ativação de diversas enzimas. A forma mais comum de disponibilizar Mg às plantas é por meio da calagem do solo; entretanto, a quantidade fornecida por esse processo geralmente não supre integralmente a demanda da maioria das culturas. Além disso, a disponibilidade desse nutriente varia conforme o tipo de solo, sendo mais elevada em solos argilosos quando comparados aos

solos arenosos. A deficiência de Mg nas laranjas leva ao amarelecimento das folhas e à redução do conteúdo de flavonóides que são pigmentos naturais presentes em muitas plantas, que conferem cor, sabor e aroma (OLIVEIRA, 2024; XIONG et al., 2023).

O Mg é fundamental para a formação de cloroplastos, a síntese de clorofila, a ativação enzimática e a estabilidade das membranas nas plantas. Por ser altamente móvel no floema, é translocado das folhas mais velhas para as mais jovens, o que explica a clorose nas folhas senescentes como um dos primeiros sintomas de sua deficiência. Esses sintomas são intensificados em solos pobres em Mg, sob condições de alta luminosidade e temperaturas elevadas (OLIVEIRA, 2024).

A deficiência de Mg em citros é capaz de causar efeitos como a redução de cerca de 39% da sua biomassa total, além de prejudicar na fotossíntese, no acúmulo de carboidratos, afetar o crescimento e interferir nos processos fisiológicos como síntese de proteínas e atividades antioxidantes. Nos países como Brasil, China, Índia e Nova Zelândia, a produção de citros é frequentemente afetada pela deficiência de Mg, decorrente da acidez elevada do solo, da baixa qualidade das áreas cultivadas e do uso inadequado ou excessivo de fertilizantes (JIA, 2021).

Este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de Mg via fertirrigação e via foliar na cultura da laranja Pêra-Rio, cultivada em um pomar comercial no município de Abadiânia, GO.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A CULTURA DA LARANJA

A laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) pertencente à família das Rutáceas, surgiu no sul da China e é um híbrido natural de duas espécies: Toranja (*Citrus maxima*) e tangerina (*Citrus reticulata*). É cultivada em todas as áreas tropicais e subtropicais do planeta e as variedades chinesas chegaram ao Brasil por volta de 1.530 através dos navegadores portugueses (EMBRAPA, 2025).

A evolução dos citros é fortemente influenciada pela temperatura. Entre 12 °C e 13 °C, o metabolismo da planta é reduzido, enquanto acima de 13 °C a taxa de crescimento aumenta gradativamente, a faixa de 23 °C a 32 °C é considerada ideal para a cultura, onde atinge seu potencial de crescimento. Acima de 32 °C, o crescimento começa a diminuir, interrompendo se completamente quando a temperatura ultrapassa 39 °C (FILHO, 2005).

A temperatura também exerce grande influência no desenvolvimento e na maturação dos frutos. Em regiões tropicais, os frutos atingem a fase de crescimento e maturação entre 6 e 7 meses após a floração, enquanto em regiões subtropicais esse período se estende de 11 a 13 meses. De modo geral, as plantas começam a frutificar aos 3 ou 4 anos de idade, sendo que a produção máxima varia conforme o espaçamento. Em plantios mais densos, esse pico ocorre por volta dos 10 anos, enquanto em espaçamentos mais amplos, a produtividade máxima pode ser alcançada aproximadamente aos 12 anos (FILHO, 2005).

Para se desenvolver de forma adequada, os citros necessitam de solos com atributos específicos. Embora os solos areno-argilosos sejam os mais indicados, a cultura também consegue se adaptar a condições de solos predominantemente arenosos ou argilosos. Contudo, terrenos argilosos com inclinação superior a 18% e arenosos com declividade acima de 15% não são apropriados para a formação de pomares, em razão da maior suscetibilidade à erosão e à degradação. Além disso, a profundidade útil do solo deve ser de, no mínimo, 1,0 a 1,2 m, garantindo espaço adequado para o sistema radicular (BORGES, 2021).

Sobre as dimensões do plantio de citros, ele é feito de acordo com a variedade utilizada, as que possuem porte alto como a laranja Valência ou tangerina Ponkan são feitas com espaçamento de 7m x 4m, já as variedades de porte médio como a laranja Pêra ou laranja Lima são feitas no espaçamento de 6m x 4m, as covas possuem 40 <sup>3</sup>cm (FILHO, 2005).

Na citricultura, a planta resulta da combinação entre copa e porta-enxerto. O porta-enxerto constitui raízes e parte do tronco da planta, conferindo sustentação, adaptação ao

ambiente e resistências a fatores bióticos e abióticos. Segundo dados da coordenadoria de defesa agropecuária do estado de São Paulo, em 2020 aproximadamente 55% dos porta-enxertos empregados eram da variedade Swingle, enquanto o limão-cravo representava 27% e o Sunki correspondia a 9% (EMBRAPA, 2022).

A enxertia é uma técnica antiga que une enxerto e porta-enxerto, formando uma planta que combina características desejáveis de ambos os componentes. É utilizada para obter cultivares mais produtivas e com atributos como frutos de boa coloração, suco abundante e equilíbrio entre açúcar e acidez e o porta-enxerto influencia diretamente na produtividade e qualidade dos frutos (BUZAGALO, 2021; CRASQUE, 2020).

No Brasil, o limoeiro ‘Cravo’ destacou-se como o principal porta-enxerto desde 1960, principalmente por sua rusticidade, tolerância à seca e precocidade. Entretanto, a suscetibilidade ao declínio e à morte súbita comprometeu sua utilização, deixando de ocupar a posição de destaque que teve por décadas na citricultura nacional. Essa variedade de porta-enxerto adapta-se bem a solos arenosos e argilosos, proporcionando plantas vigorosas, produtivas e de frutificação precoce. Apesar de tolerar a Tristeza, apresenta suscetibilidade a nematóides, Exocortis, Xiloporose e Gomose, o que pode limitar seu uso em algumas condições (NAPOLEÃO, 2022; MAGALHÃES, 2025).

O porta-enxerto citrumelo Swingle, introduzido em São Paulo pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) na década de 1940, tornou-se uma das principais alternativas ao limoeiro Cravo. Com porte médio, adequado a plantios semi-adensados, proporciona frutos de alta qualidade, colheita mais tardia e boa tolerância a geadas e problemas fitossanitários. Sua resistência à tristeza, ao declínio, à morte súbita e à gomose fez dele um dos porta-enxertos mais utilizados, apesar da incompatibilidade com algumas cultivares como a laranja Pera (NAPOLEÃO, 2022).

No contexto da produção de laranjas, a laranja Pêra se sobressai como a variedade mais empregada no Brasil, devido à boa qualidade para consumo in natura e comercialização. No Brasil, o cultivo da laranja doce é favorecido pelas condições de solo e clima, destacando-se as variedades Pêra, Natal e Valência, utilizadas tanto para consumo direto quanto para a produção de sucos. A combinação desses fatores com a presença de uma indústria citrícola competitiva consolidou o país como líder mundial na produção de laranja (CARVALHO, 2021; MACEDO, 2025).

O período de colheita da laranja pode se prolongar ao longo de grande parte do ano, embora haja picos de produção em determinadas épocas. A duração da colheita depende da

variedade. A colheita da variedade Rubi ocorre de maio a setembro, a Pêra-Rio de agosto a fevereiro, Valência de agosto a janeiro e Folha-Murcha de setembro a fevereiro (SARTORI, 2002).

O Brasil mantém posição de destaque no mercado internacional de suco de laranja, registrando até julho de 2024 exportações avaliadas em aproximadamente US\$ 1,4 bilhão. A União Europeia e os EUA foram os principais compradores do produto brasileiro, representando cerca de 84% dos destinos das exportações brasileiras de suco de laranja (CARDOSO, 2024).

A produção de laranja no Brasil é relevante, no entanto, em termos de área cultivada e valor de produção, a laranja não figura entre as principais culturas nacionais. Para efeito de comparação, a soja, maior cultura do país, foi cultivada em 45,9 milhões ha na safra de 2024, com um valor de produção de R\$ 260,2 bilhões; o milho em grão ocupou 21,1 milhões ha, gerando R\$ 88,1 bilhões; enquanto a laranja foi plantada em 564,9 mil ha, produzindo R\$ 15,6 bilhões. Já entre as frutíferas lidera esse ranking, seguida pela banana ocupando 469,9 mil ha e R\$ 16 bilhões em produção e outras frutíferas como uva, melancia e abacaxi com menores escalas (IBGE, 2024).

Em 2024, o Estado de Goiás ocupou a sétima posição no ranking nacional de produtores de laranja. Segundo dados do IBGE, a produção estadual alcançou R\$ 422,8 milhões, com um total de 187 mil t cultivadas em uma área de 8,6 mil ha. O Estado de São Paulo é o maior produtor do país com um valor de produção que chegou a R\$ 22,2 bilhões, a quantidade produzida foi de 12 milhões de t em uma área de 354,5 ha (IBGE, 2025).

## 2.2. NUTRIÇÃO DA LARANJA PÊRA RIO

Para obtenção de frutos de qualidade, deve-se estar atento aos cuidados com o cultivo da laranjeira, principalmente em relação a correta nutrição da planta. Deficiências de macronutrientes e micronutrientes nos citros afetam folhas, flores e frutos, podendo reduzir produtividade, especialmente quando há excesso de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em solos mal corrigidos. A análise foliar periódica é essencial para identificar precocemente deficiências ou excessos de nutrientes e orientar a adubação correta (BUENO, 1999).

Além dos macronutrientes, há também micronutrientes que são essenciais para assegurar o desenvolvimento equilibrado, a qualidade dos frutos e o funcionamento adequado de processos fisiológicos vitais, como a fotossíntese, a síntese proteica e a divisão celular.

Estudos realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) identificaram que os micronutrientes mais limitantes à produção de citros no Brasil são o boro (B) que melhora a frutificação e desenvolvimento dos frutos, manganês (Mn) que combate a clorose e previne queda prematura das folhas, e zinco (Zn) que melhora a resistência ao frio e contribui no desenvolvimento do botão floral, floração e frutificação (DEFESA AGROPECUÁRIA DE SÃO PAULO, 2020).

A análise foliar permite identificar deficiências ou excessos de nutrientes, orientando práticas de manejo como a calagem e a adubação. A análise do solo complementa essa avaliação, fornecendo informações sobre a disponibilidade de nutrientes e as condições químicas do solo. Juntas, essas análises ajudam a otimizar a fertilização, promovendo o crescimento saudável das plantas e a produção de frutos de qualidade (BORGES, 2021).

A adubação foliar consiste na aplicação de nutrientes diretamente nas folhas, funcionando como técnica complementar à adubação via solo, que continua sendo a principal fonte de nutrientes. Seu uso é indicado em fases críticas de crescimento, quando há maior demanda por determinados nutrientes ou em condições adversas do solo que dificultam a absorção radicular. Essa adubação apresenta vantagens como resposta rápida na correção de deficiências nutricionais, eficiência em condições desfavoráveis ao sistema radicular, melhor distribuição dos nutrientes e maior eficácia nas fases tardias do crescimento (NACHTIGALL, 2010).

Além disso, exige doses menores que a adubação via solo, porém, entre as desvantagens estão o risco de queimaduras por excesso de concentração, necessidade de aplicações frequentes devido ao baixo efeito residual e maior custo se não for associada a outras pulverizações. As pulverizações foliares não devem ser feitas em temperaturas acima de 25 °C, pois a rápida evaporação reduz a absorção e aumenta o risco de fitotoxicidade. Já a alta umidade relativa favorece a nutrição foliar, prolongando o tempo de contato da solução com a folha e melhorando a absorção (NACHTIGALL, 2010).

Na citricultura, o manejo da adubação pode ser dividido em diferentes etapas, conforme a fase de desenvolvimento do pomar. Inicialmente, realiza-se a adubação de plantio, aplicada no momento do estabelecimento das mudas, com o objetivo de fornecer nutrientes essenciais que favoreçam o enraizamento inicial e o vigor das plantas. Em seguida, a adubação de formação é aplicada nos primeiros anos após o plantio, buscando promover o crescimento radicular, o desenvolvimento da copa e a estrutura adequada do pomar (MAGALHÃES, 2005; COELHO, 2011).

Já a adubação de produção atende às maiores exigências nutricionais da planta em fase produtiva, garantindo a manutenção da produtividade, a qualidade dos frutos e a longevidade do pomar. Complementarmente, destaca-se a fertirrigação, técnica que permite a aplicação dos nutrientes via água de irrigação, aumentando a eficiência do uso dos fertilizantes, permitindo o parcelamento das doses e reduzindo perdas por lixiviação ou volatilização. Essa prática vem sendo cada vez mais adotada por proporcionar maior precisão no manejo nutricional e impacto positivo na rentabilidade da cultura (MAGALHÃES, 2005).

A irrigação exerce papel estratégico na citricultura, pois contribui diretamente para a elevação da produtividade e qualidade dos frutos. Entre seus principais efeitos estão a redução do estresse hídrico, maior fixação dos frutos, aumento do calibre e do teor de suco, além de proporcionar regularidade nas safras e maior longevidade dos pomares. Outro aspecto relevante é a possibilidade de utilização da fertirrigação, que otimiza a eficiência da adubação ao permitir a aplicação fracionada dos nutrientes junto à água de irrigação. Dessa forma, a irrigação não apenas melhora a rentabilidade da produção, mas também garante maior estabilidade e competitividade da cultura em diferentes condições edafoclimáticas (COELHO, 2011).

### 2.3 DEFICIÊNCIA DO MAGNÉSIO (Mg)

O Mg é um macronutriente essencial que participa de diversos processos fisiológicos e bioquímicos vitais nas plantas. Entre suas funções destacam-se a síntese de clorofila, a produção, transporte e utilização de fotoassimilados (produtos da fotossíntese, como açúcares (principalmente a sacarose), que são produzidos nas folhas e distribuídos para outras partes da planta), além da ativação enzimática e da síntese de proteínas (ISHFAQ, 2022; CASTRO, 2020).

Constitui o elemento central da molécula de clorofila nos complexos de captação de luz presentes nos cloroplastos e atua como cofator em mais de 300 enzimas, relacionadas tanto à biossíntese da clorofila quanto à fixação fotossintética do CO<sub>2</sub>. A deficiência de Mg nas plantas cultivadas em solo brasileiro está associada, principalmente, às características do solo, que geralmente apresenta baixa disponibilidade natural do nutriente, elevada acidez, altos teores de alumínio (Al) e, em alguns casos, uso frequente de calcário calcítico (ISHFAQ, 2022; CASTRO, 2020).

Os sintomas de deficiência de Mg são perceptíveis em folhas mais velhas, onde apresentam áreas cloróticas (muitas vezes amareladas) ao longo da nervura principal da folha e



em estágios avançados podem aparecer de forma maior ou totalitária. Em caso de deficiência extrema ocorre o desfolhamento ou até mesmo a seca total dos ramos. Uma das características principais nas quais os agrônomos conseguem identificar a falta desse macronutriente é a presença de um ‘V’ verde invertido presente na folha devido a clorofila que ficou remanescente (BUENO, 1999).

Para que seja realizada a correção do Mg no solo é utilizado como principal fonte o calcário, devido ao seu baixo valor comercial e o fato de ser utilizado em correções de acidez no solo. Não é recomendado a adubação foliar com o intuito de correção Mg, pois seriam necessárias muitas pulverizações e os resultados seriam pequenas alterações de Mg no tecido vegetal (REIN, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no município de Abadiânia, Estado de Goiás, na fazenda Assa Peixe, em um pomar comercial. As coordenadas geográficas, latitude 16°16'52.5" S, longitude 48°45'10.6" W e altitude 1.066 m. A região apresenta clima Aw, segundo o modelo de Köppen; Geiger, com precipitação média anual de 1.465 mm. A temperatura varia de 15° C a 30° C, raramente é inferior a 13 °C ou superior a 34 °C. O solo foi classificação como Latossolo Vermelho. Apresenta relevo com leve ondulação, o que facilita a utilização da mecanização agrícola intensiva. Referencias, vazão da adubação., acidez do solo, pois afeta a absorção do nutriente.

A variedade utilizada foi a laranja Pêra-Rio, com plantas adultas de aproximadamente 10 anos de idade, cultivadas em sistema convencional, com espaçamento de 7m x 3m, ou seja, 476 plantas ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o DBC (delineamento em blocs casualizado), com três tratamentos, ligados à diferentes formas de aplicação do Mg na cultura da laranja em duas épocas diferentes (agosto e setembro). Os tratamentos foram: T1 - testemunha (sem aplicação de Mg), T2 - aplicação do Mg via foliar (pulverização) e T3 - aplicação via fertirrigação.

A aplicação foliar foi realizada por meio do pulverizador Arbus 2000 da marca Jacto nas quais todos os equipamentos foram averiguados e devidamente regulados, utilizando sulfato de Mg (MgSO<sub>4</sub>) da marca Multitécnica como solução, sua composição é feita por 9% de Mg e 11% de S. A dosagem feita foi de 20 kg por bomba de 2.000 L, essa medida é um manejo adaptado da própria fazenda e utilizado pelo produtor, o volume foi aplicado por hectare. A fertirrigação é do modelo convencional e foi efetuada via sistema de irrigação localizada (gotejamento), possibilitando a aplicação do nutriente diluído na água, também foram utilizados 20 kg por hectare.

As aplicações foram realizadas de forma parcelada, sendo a dosagem repetida cinco vezes. O intervalo entre as aplicações foi de sete dias. Em todas as aplicações foram averiguadas as condições climáticas para um bom desempenho da aplicação, com condições ideais de temperatura e velocidade do vento. O teor de acidez do solo foi constatado com um pH de 6,0 indicando um bom teor para aquela cultura, influenciando positivamente a absorção dos nutrientes. Não foi realizado o uso de defensivos agrícolas antes da realização do trabalho.

A amostragem de folhas foi realizada no dia 26 de setembro de 2025, sendo retiradas 16 folhas de cada planta, na altura mediana da planta, sendo quatro folhas em cada quadrante desta, amostrando-se o total de quatro plantas por tratamento. De cada gleba foram coletadas um total de 64 folhas. As folhas foram coletadas de ramos frutíferos, sendo colhidas a 3ª ou 4ª folha a partir do fruto estando este com diâmetro entre 2 e 4 cm (MALAVOLTA et al., 1997; MATTOS JÚNIOR et al., 2001).

Todo o material coletado foi lavado e seco em estufa de circulação forçada, à 65°C por um período de 72 h. Os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B foram determinados segundo metodologia descrita por Bataglia et al. (1983).

As interpretações dos resultados das análises foliares foram realizadas comparando-se os resultados com os padrões estabelecidos por Malavolta et al., (1997) (Tabela 1).

**TABELA 1** – Faixas para interpretação de teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas de citros.

Nutrientes	Classes de Interpretação		
	Baixo	Adequado	Excessivo
	g/kg		
N	<25,0	25,0 – 27,0	>27,0
P	<1,2	1,2 – 1,6	>1,6
K	<12,0	12,0 – 17,0	>17,0
Ca	<30,0	30,0 – 49,0	>49,0
Mg	<3,0	3,0 – 5,0	>5,0
S	<1,5	1,5 – 2,0	>2,0
	mg/kg		
B	<36,00	36,0 – 100,0	>100
Cu	<5,0	5,0 – 16,0	>16,0
Fe	<60,0	60,0 – 120,0	>120,0
Mn	<25,0	25,0 – 100,0	>100,0
Zn	<25,0	25,0 – 100,0	>100,0

Fonte: Malavolta et al., 1997.

Os resultados foram avaliados aplicando-se a correlação de Pearson e a análise de variância (ANOVA), e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F

( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de médias de Tukey, utilizando-se programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson entre os resultados da análise foliar após a aplicação do Mg. Observa-se que não ocorre somente correlações positivas com a aplicação do Mg, sendo o ponto de maior destaque para a correlação negativa observado entre o Mg e os micronutrientes catiônicos, Fe ( $r = -0,91$ ) e Zn ( $r = -0,90$ ). Esses coeficientes destacam uma forte tendência de inibição competitiva. A aplicação de Mg, ao aumentar a disponibilidade e absorção deste cátion pelas plantas de citrus, resultou em uma redução da absorção Fe e Zn. Destaca-se que esses cátions competem pelos mesmos sítios de absorção e transporte na membrana plasmática das células radiculares e/ou estomáticas, na aplicação foliar (MALAVOLTA, 2006), o que pode resultar em deficiência nutricional do Fe e Zn.

**TABELA 2** – Coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as variáveis analisadas após a aplicação do magnésio na laranjeira ‘Pêra-Rio’, Anápolis, GO

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
N	1										
P	0,22	1									
K	-0,33	0,73	1								
Ca	0,29	0,04	-0,57	1							
Mg	0,89	0,31	-0,41	0,68	1						
S	0,45	0,95	0,46	0,31	0,59	1					
Cu	0,86	0,29	0,03	-0,22	0,56	0,36	1				
Fe	-0,83	0,12	0,74	-0,69	-0,91	-0,20	-0,46	1			
Mn	-0,76	-0,15	-0,03	0,39	-0,39	-0,18	-0,98	0,34	1		
Zn	-0,96	0,01	0,58	-0,43	-0,90	-0,26	-0,73	0,94	0,64	1	
B	0,27	-0,18	-0,73	0,98	0,63	0,11	-0,25	-0,73	0,38	-0,46	1

O antagonismo entre Mg e K também foi confirmado ( $r = -0.41$ ), embora de forma mais moderada, do que o observado para o Fe e Zn. A competição entre Mg e K é uma das interações mais documentadas na nutrição de plantas. Similarmente, o Mn também apresentou antagonismo moderado ( $r = -0.39$ ), seguindo o padrão de competição entre cátions observados para o K, Fe e Zn. Benites et al. (2010) afirmam que o Mg é absorvido em menor quantidade do que o Ca e K e a competição entre estes cátions é especificamente importante para o Mg, podendo levar à sua deficiência no campo.

A correlação positiva entre o Mg e N ( $r = 0,89$ ) foi a relação positiva mais destacada, o que era esperado, visto que o Mg é o átomo central da molécula de clorofila, e o N é um componente primário da estrutura do anel porfirínico e de enzimas fotossintéticas, como a rubisco (TAIZ et al., 2017). Um aumento na absorção do Mg possibilita uma maior eficiência fotossintética, o que demanda a assimilação do N para a produção de novos tecidos foliares.

A relação Mg x Ca ( $r = 0,68$ ) apresentou sinergismo, o que não era esperado, visto que frequentemente a literatura apresenta uma relação antagônica para estes íons (MALAVOLTA, 2006; SALVADOR et al, 2011). Pode-se colocar que este sinergismo observado se deva a correção de deficiência limitante do Mg nas plantas, o que promoveu um melhor desenvolvimento geral da planta, melhorando a absorção de todos os nutrientes, incluindo o Ca. White; Broadley (2003), destacam que em termos de sinergia, o Mg atua de forma complementar com o Ca e o K, favorecendo a absorção e o transporte desses nutrientes nas plantas. Já Gransee; Fühns (2013), destacam uma relação de antagonismo, onde a absorção de Mg pode ser prejudicada pelo excesso de cátions como Ca, K e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), devido à competição pelos mesmos canais de transporte nas raízes.

Observou-se evidente sinergismo do Mg com o B ( $r = 0,63$ ). O B está envolvido na integridade da parede celular e no transporte de açúcares (ZUÑICA et al., 2017), os quais são produtos da fotossíntese impulsionada pelo Mg. Outras correlações apresentadas na Tabela 2 ajudam a reforçar a influência da aplicação de Mg, como a correlação positiva entre Fe x Zn ( $r = 0,94$ ), o que sugere que foram igualmente suprimidos pela alta concentração de Mg.

Além disso, a correlação entre Ca x B ( $r = 0,98$ ), deve ser destacada, sendo bastante discutida na fisiologia de citros, onde o B atua na translocação de Ca e na formação de pectatos de Ca na lamela média, reforçando a integridade estrutural da planta (FAQUIN, 2005). O fato de o Mg se apresentar sinérgico ao Ca, sugere que a aplicação de Mg pode ter estimulado, indiretamente, os nutrientes ligados ao crescimento estrutural da planta.

A Tabela 3 apresenta a concentração de nutrientes nas folhas de laranja após o fornecimento de Mg. O acúmulo de macronutrientes seguiu a ordem: Ca > N > K > Mg > S > P. E para os micronutrientes: Fe > B > Mn > Cu > Zn, para os tratamentos que receberam suplementação do Mg.

Observa-se que as duas formas de aplicação do Mg influenciaram significativamente na maioria dos teores de macro e micronutrientes, confirmando as interações complexas de sinergismo e antagonismo observados na correlação de Pearson. No entanto, a maioria dos nutrientes manteve-se dentro de faixas semelhantes, com exceção de alguns casos específicos. O N apresentou baixo teor na testemunha (20,00 g kg<sup>-1</sup>), mas aumentou significativamente após a aplicação do sulfato de magnésio, tanto via foliar (31,54 g kg<sup>-1</sup>) quanto por fertirrigação (28,56 g kg<sup>-1</sup>), se apresentando excessivo em ambos os casos (Tabela 1).

**TABELA 3** – Concentração de nutrientes em folhas de laranja após aplicação de magnésio via fertirrigação e foliar, Anápolis, GO

Tratamentos	N		P		K		Ca		Mg		S	
	g Kg <sup>-1</sup>											
Sem Mg (test)	20,00	c	2,50	a	24,00	a	35,00	b	1,08	b	2,45	a
Mg via foliar	31,54	a	2,78	a	23,45	a	35,00	b	4,35	a	2,99	a
Mg fertirrigação	28,56	b	2,30	a	22,00	b	39,78	a	5,13	a	2,80	a
Teste F	0,00	**	0,51	n.s	0,00	**	0,00	**	0,00	**	0,42	n.s
CV (%)	2,65		27,85		3,06		1,93		20,03		25,65	

Tratamentos	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	mg Kg <sup>-1</sup>									
Sem Mg (test)	34,00	b	23,00	c	480,00	a	46,00	a	54,00	a
Mg via foliar	34,00	b	45,00	a	462,78	b	32,00	c	27,90	c
Mg fertirrigação	56,00	a	29,00	b	455,00	c	44,00	b	29,00	b
Teste F	0,00	**	0,00	**	0,00	**	0,00	**	0,00	**
CV (%)	1,71		2,19		0,15		1,74		1,92	

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo. CV = coeficiente de variação. n.s = não significativo.

O Mg apresentou comportamento distinto nas três condições avaliadas. Na testemunha, o teor era baixo (1,08 g kg<sup>-1</sup>), após a aplicação foliar, atingiu níveis adequados (4,35 g kg<sup>-1</sup>), indicando boa resposta; e, por fim, na fertirrigação, os teores (5,13 g kg<sup>-1</sup>) ultrapassaram o limite considerado ideal. Observa-se ainda que os tratamentos com aplicação de Mg resultaram em incrementos expressivos, com o teor foliar aumentando em aproximadamente 375% (fertirrigação) e 303% (foliar).

Isso demonstra a alta capacidade de absorção de Mg pela cultura, independentemente da via. A superioridade numérica da fertirrigação pode ser atribuída a um fornecimento mais contínuo via fluxo de massa na solução do solo, enquanto a aplicação foliar é dependente das condições de absorção cuticular e área de cobertura (MARSCHNER, 2012).

No caso da testemunha, que apresentava deficiência de Mg, é possível observar a ocorrência simultânea de deficiência de N, confirmando a relação entre os dois nutrientes, conforme descrito por Malavolta (2006). A deficiência de Mg (testemunha) limita a fotossíntese, o que reduz a demanda da planta por N, explicando os baixos teores foliares de ambos.

Para a concentração do P, as diferentes formas de aplicação do Mg não apresentaram diferenças estatísticas. O que também foi observado para a concentração do S nas folhas. No entanto, a ausência de significância para P e S deve ser interpretada com cautela, dado que estes nutrientes apresentaram os maiores CV% do experimento (27,85% e 25,65%, respectivamente). Valores de CV tão elevados sugerem uma alta variabilidade espacial na amostragem ou na distribuição desses nutrientes na parcela, o que pode ter mascarado possíveis efeitos dos tratamentos (GOMES, 2009).

Os teores de K foram significativamente menores no tratamento com Mg aplicado via fertirrigação (22,00 g kg<sup>-1</sup>) em comparação com a testemunha (24,00 g kg<sup>-1</sup>) e a aplicação foliar (23,45 g kg<sup>-1</sup>). Pode-se observar nestes resultados o antagonismo competitivo entre K-Mg na absorção radicular, onde o excesso de íons Mg na solução do solo (via fertirrigação) inibe a absorção do íon K (MARSCHNER, 2012). O K se apresenta acima dos níveis exigidos em todos os tratamentos (Tabela 1).

Na citricultura, o elevado uso de fertilizantes potássicos, visando melhorar a qualidade e o tamanho dos frutos, inibe e reduz a absorção de Mg e Ca pelas raízes. Ao aplicar o Mg diretamente na folha ou via fertirrigação, a competição que acontece no solo é mascarada, levando a correção da deficiência de Mg (Tabela 3) e consequentemente reduzindo a absorção do K em relação a testemunha.

O Ca foi significativamente maior na fertirrigação (39,78 g kg<sup>-1</sup>), possivelmente devido a um efeito de carregamento da solução do solo, onde a fonte de Mg também pode ter influenciado a disponibilidade de Ca, ou simplesmente por um efeito benéfico geral da fertirrigação na absorção de cátions (exceto K).

É importante notar que o produto utilizado foi o sulfato de magnésio. Embora o S não tenha apresentado diferença estatística (Tabela 3), a fonte aplicada (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) é altamente solúvel,

o que garante a rápida disponibilidade do Mg tanto para a absorção foliar quanto radicular, justificando os expressivos aumentos na concentração de Mg foliar em ambos os tratamentos.

Para as concentrações foliares do B, observa-se aumento significativo quando aplicado diretamente no solo (fertirrigação), passando de 34,00 mg kg<sup>-1</sup> (testemunha) para 56,00 mg kg<sup>-1</sup>, um aumento de 64,7%. Isso é esperado, pois o B é absorvido pelas raízes via fluxo de massa, e a fertirrigação garante sua presença na solução do solo (MARSCHNER, 2012). A aplicação foliar não foi eficiente em aumentar o teor de B, confirmando sua baixa mobilidade via floema, o que dificulta sua redistribuição a partir do ponto de aplicação foliar (TAIZ et al., 2017).

O teor de Fe está acima dos níveis exigidos todos os tratamentos (Tabela 1). Sendo observada diferenças estatísticas, com o menor teor (455,00 mg kg<sup>-1</sup>) observado na fertirrigação com Mg, e a testemunha apresentando a maior concentração (480 mg kg<sup>-1</sup>).

O Cu apresentou aumento acentuado na aplicação foliar, passando de 23,00 mg kg<sup>-1</sup> (testemunha) para 45,00 mg kg<sup>-1</sup>, valor acima da faixa ideal (Tabela 1). Esse comportamento pode estar relacionado à alta eficiência de absorção foliar e à baixa mobilidade do nutriente no floema, o que favorece seu acúmulo nas folhas tratadas (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Na fertirrigação, o incremento foi mais moderado, possivelmente devido à forte adsorção do Cu aos colóides do solo, o que reduz sua disponibilidade para absorção radicular (RAIJ, 2011).

Em relação ao Mn e ao Zn, também foram observadas variações entre os tratamentos, com redução significativa dos teores em comparação à testemunha, conforme descrito por Malavolta et al. (1997). Esta redução confirma o efeito antagônico da adubação magnésiana. A alta concentração de Mg (aplicada em ambos os métodos) compete diretamente pelos mesmos transportadores de íons na membrana plasmática que absorvem Mn e Zn (MARSCHNER, 2012). Ao corrigir a deficiência de Mg, o manejo induziu uma redução nos níveis de Mn e Zn, levando-os (no caso do Zn) a níveis de deficiência em ambos os tratamentos com Mg (27,90 e 29,00 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente).

A maior eficiência observada na aplicação via fertirrigação pode ser atribuída à maior disponibilidade do Mg na zona radicular, proporcionando contato prolongado entre o nutriente e o sistema radicular, o que favorece sua absorção e reduz perdas por lixiviação ou volatilização. Por sua vez, a aplicação foliar também demonstrou bons resultados, promovendo incremento expressivo nos teores foliares de Mg. Esse desempenho corrobora as observações de Faquin (2015), que destaca a adubação foliar como uma estratégia eficaz para suprir rapidamente



deficiências nutricionais e complementar a adubação de base, sobretudo em condições de baixa disponibilidade no solo ou de estresse que dificultem a absorção radicular.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos se referem as condições específicas do trabalho e indicam aumento significativo nos teores foliares de Mg nas plantas de laranjeira ‘Pêra-Rio’ submetidas às aplicações do nutriente, tanto via fertirrigação quanto via foliar.

Verificou-se que ambas as formas de aplicação foram eficazes para elevar o teor foliar de Mg; entretanto, a fertirrigação, embora mais eficiente na absorção, resultou em teores ligeiramente acima da faixa ideal, sugerindo a necessidade de ajustes na dose aplicada.

A fertirrigação pode ser considerada um método promissor para o fornecimento de Mg, desde que adequadamente manejada para evitar excessos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, J. Fertilidade do solo e Nutrição das plantas. 2020.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S.; RESENDE, Á. V.; POLIDORO, J. C.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. Potássio, cálcio e magnésio na agricultura brasileira. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes, 2010. p. 134-203
- BORGES, A. L., GIRARDI, E. A., SOUZA, L. S. Calagem e adubação para os citros (laranjeiras, limeiras-ácidas e tangerineiras). 2021.
- BUENO, N., GASPAROTTO, L. Sintomas de deficiências nutricionais em citros. 1999.
- BUZAGLO, G. B. Combinações copa-porta-enxerto alternativas para produção de laranja doce na região metropolitana de Manaus-AM. 2021.
- CARDOSO, V. M., da Costa, C. C., UEDA, B. E., & GILIO, L. Perspectivas para as exportações do agronegócio brasileiro em 2024. **Agro Global-Comércio Internacional**, 2024.
- CARVALHO, H. W. L. D., CARVALHO, L. M. D., TEODORO, A. V., BARROS, I. D., GIRARDI, E. A., SOARES FILHO, W. D. S., PASSOS, O. S. Rendimento, qualidade do fruto e sobrevivência de laranjeiras' Pêra'em oito porta-enxertos em solos tropicais coesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. e02151, 2021.
- CASTRO, C., JUNIOR, A. O., OLIVEIRA, F. A., FIRMANO, R. F., ZANCANARO, L., KEPLER, D., FOLONI, J. S. S., BRIGHENTI, A. M., BENITES, V. M. Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja. 2020.
- COELHO, E. F., COELHO FILHO, M. A., MAGALHÃES, A. D. J., & OLIVEIRA, A. Irrigação e fertirrigação na cultura de citros. SOUSA, VF.; MAROUELLI, WA; COELHO, EF; PINTO, JM, p. 413-39, 2011.
- CRASQUE, J., CERRI, N. B., SOUZA, G. D., COSTA, R. J., ARANTES, L. D. O., ARANTES, S. D., Alvez, F. D. Características físico-químicas de frutos de laranja em diferentes porta-enxertos. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 8, p. 39534-39539, 2020.
- DEFESA AGROPECUÁRIA DE SÃO PAULO. Levantamento do IAC mostra que micronutrientes balanceados beneficiam a produtividade e a qualidade dos citros. São Paulo, 1 set. 2020.
- EMBRAPA. Embrapa Mandioca e Frutas – Citros. 2025

EMBRAPA. Novas variedades de citros ganham espaço nos pomares paulistas. 2022.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas*. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

FAQUIN, V. *Nutrição Mineral de Plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FRANCES, E. C. Comparative analysis of nutritional and vitamin content of sweet orange, watermelon and pineapple fruits. *Asian Journal of Research in Crop Science*, v. 8, n.3, p. 138-145, 2023

GOMES, F. P. Estatística experimental. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

GRANSEE, A.; FÜHRS, H. Magnesium mobility in soils as a challenge for soil and plant analysis, magnesium fertilization and root uptake under adverse growth conditions. *Plant and Soil*, v. 368, p. 5-21, 2013

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de laranja no Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de soja no Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de milho em grão no Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de banana no Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agropecuária: laranja – estado de Goiás.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – Estatística da Produção Agrícola: dezembro 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

ISHFAQ, M., WANG, Y., YAN, M., WANG, Z., WU, L., LI, C., LI, X. Essência fisiológica do magnésio em plantas e sua deficiência generalizada no sistema agrícola da China. **Frontiers in plant science**, v. 13, p. 802274, 2022.

JIA, Y., XU, H., WANG, Y., YE, X., LAI, N., HUANG, Z., GUO, J. Diferenças nas características morfológicas e fisiológicas de mudas cítricas estão relacionadas ao transporte de Mg da planta-mãe para os órgãos ramificados. **BMC Plant Biology**, v. 21, n. 1, p. 239, 2021.

MACEDO, R. F. D. **Caracterização de frutos de cultivares de laranja doce de baixa acidez (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) em função de diferentes fontes de pólen**. 2025. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MAGALHÃES, A. F. J., Nascimento, A. S., Ritzinger, C. H. S. P., Azevêdo, C. L. L., Almeida, C. O., Filho, H. P. S., Carvalho, J. E. B., Souza, L. D., Souza, L. S., Santana, M. A., Sanches, N. F., Passos, O. S., Coelho, Y. S. Sistema de produção para pequenos produtores de citros do Nordeste. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2005.

- MAGALHÃES, G. A., JUNIOR, J. A., MELO, C. C. V. Controle de pragas e doenças na citricultura: estratégias para uma produção saudável. **Editora Impacto Científico**, p. 9-17, 2025.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Agronômica Ceres, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARSCHNER, P. (ed.). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3. ed. London: Academic Press (Elsevier), 2012. 651 p.
- MATTOS JÚNIOR, D. de; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Calagem e adubação dos citros. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 209, p. 39-46, 2001.
- NACHTIGALL, G. R., Nava, G. Adubação foliar: fatos e mitos. 2010.
- NAPOLEÃO, G. M. Desempenho agronômico e adaptabilidade de combinações de cultivares copa de laranjeiras em dois porta-enxertos. 2022.
- OLIVEIRA, Lara Caroline Alves. Papel fisiológico do magnésio na fotossíntese, atividade da Rubisco e Fixação Biológica de Nitrogênio em genótipos de soja. 2024.
- RAIJ, B. Van. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.
- REIN, T. A.; DE SOUSA, D. M. G. O magnésio na fertilidade dos solos do cerrado. 1999.
- SALVADOR, Jetro Turan; CARVALHO, Tereza Cristina; LUCCHESI, Luiz Antonio Corrêa. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 2011, 9.1: 27-32.
- SANTOS FILHO, H. P., MAGALHÃES, A. F. J., COELHO, Y. S. Citros: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2005.
- SARTORI, I. A., KOLLER, O. C., SCHWARZ, S. F., BENDER, R. J., SCHÄFER, G. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 364-369, 2002.
- SOUZA, D. M. de; SILVA, F. F. da; COELHO, E. F.; MAROUELLI, W. A. Irrigação na cultura de citros. In: EMBRAPA. *Agricultura irrigada: fundamentos e aplicações*. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 413-439.
- SOUZA, G. S., KAEFER, G. G., IMBES, J. M., RISSI, J., TRENTIN, R. F. Revisão bibliográfica sobre o aproveitamento integral da laranja. 2021.
- TAIZ, L. et al. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIDAL, M. F. CITRICULTURA (LARANJA): v. 9, n. 328, março, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Calcium in plants. *Annals of Botany*, v. 92, p. 487–511, 2003.

XIONG, X.; LI, Y.; WANG, J.; ZHANG, L.; MA, F.; SHI, Y. Magnesium improved fruit quality by regulating photosynthetic nitrogen use efficiency, carbon–nitrogen metabolism, and anthocyanin biosynthesis in ‘Red Fuji’ apple. 2023. DOI: 10.3389/fpls.2023.1182284.

ZUÑIGA, E. A., DE SOUSA, R. L., GOMES, L., & BERGAMO, A. (2017). CAPÍTULO 3 ESTRESSE MINERAL (MICRONUTRIENTES). *O Estresse das Plantas Teoria & Prática*, 47.