



Universidade Federal
de São João del-Rei

GILMA ALVES DA SILVA

**MOLIBDÊNIO E FONTES DE NITROGÊNIO NA FISIOLOGIA,
NUTRIÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE LARANJA ‘PÊRA’**

**Sete Lagoas
2022**

GILMA ALVES DA SILVA

**MOLIBDÊNIO E FONTES DE NITROGÊNIO NA FISIOLOGIA,
NUTRIÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE LARANJA ‘PÊRA’**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, campus Sete Lagoas, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos M. Rufini
Coorientadores: Profa. Dra. Aline A. Vasconcelos
Prof. Dr. Leonardo Lucas C. Dias

**Sete Lagoas
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586m Silva, Gilma Alves da.
Molibdênio e fontes de nitrogênio na fisiologia,
nutrição e qualidade dos frutos de laranja 'Pêra' /
Gilma Alves da Silva ; orientador José Carlos Morais
Rufini; coorientadores Aline de Almeida Vasconcelos;
Leonardo Lucas Carnevalli Dias. -- Sete Lagoas, 2022.
62 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2022.

1. Molibdênio. 2. Adubação Nitrogenada. 3.
Fertilização Foliar. 4. Citros. 5. Laranja 'Pêra'. I.
Rufini, José Carlos Morais, orient. II. Vasconcelos,
Aline de Almeida; Dias, Leonardo Lucas Carnevalli,
co-orient. III. Título.

GILMA ALVES DA SILVA

**MOLIBDÊNIO E FONTES DE NITROGÊNIO NA FISIOLOGIA,
NUTRIÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE LARANJA ‘PÊRA’**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, campus Sete Lagoas, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos M. Rufini
Coorientadores: Profa. Dra. Aline A. Vasconcelos
Prof. Dr. Leonardo Lucas C. Dias

Sete Lagoas, 18 de julho de 2022.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ana Claudia Costa – UFLA

Dra. Thais Regina de Souza Chiachia – Yara Fertilizantes

Prof. Dr. José Carlos M. Rufini
Orientador

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que me apoiaram e me ajudaram, durante todo o desenvolvimento desta dissertação.

Agradecimento especial à toda minha família, principalmente à minha mãe Márcia, ao meu pai Gilberto e à minha irmã Gilmara, que mesmo distantes não deixaram de se fazer presentes.

Ao meu companheiro Renato, que não mediu esforços em me auxiliar em todas as etapas do projeto, e que sempre segurou minha mão, quando pensei que não fosse conseguir.

Aos meus três orientadores, Rufini, Aline e Leonardo, por todo conhecimento a mim passado, pela paciência durante todo esse processo e por me permitirem seguir seus passos.

A todos os meus amigos que auxiliaram nas incessantes e intermináveis visitas ao campo e análises laboratoriais, em especial ao Felipe, ao Willian, ao Nathan e ao Michel, sendo meu socorro sempre.

À Yara Fertilizantes, pelo financiamento do projeto.

À Citrobom, principalmente ao Vantoil e ao Vinicius, por permitirem e por auxiliarem na implantação do experimento em seu pomar.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos.

À UFSJ *campus* Sete Lagoas, pelo acolhimento dispensado a mim, desde meu ingresso na unidade.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Laranja ‘Pêra’	4
2.2	Fertilização da laranjeira	5
2.3	Molibdênio	5
2.4	Nitrogênio	6
2.5	Qualidade das laranjas	7
3	MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1	Caracterização do experimento	8
3.2	Coleta das amostras	10
3.3	Avaliações	11
3.3.1	Parâmetros fisiológicos	11
3.3.2	Avaliação das características químicas do solo	11
3.3.3	Avaliação do teor de nutrientes nas folhas	11
3.3.4	Avaliação da qualidade dos frutos	12
3.4	Análises Estatísticas	12
4	RESULTADOS	13
4.1	Parâmetros fisiológicos	13
5	DISCUSSÃO	38
6	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	50
	ANEXO 1	50

MOLIBDÊNIO E FONTES DE NITROGÊNIO NA FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE LARANJA ‘PÊRA’

RESUMO - A obtenção de altas produtividades, com frutos de boa qualidade, está diretamente associada à boas práticas de manejo, incluindo fornecimento adequado de nutrientes. A laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) apresenta alta demanda de nitrogênio, cuja assimilação está relacionada com a enzima nitrato redutase, que contém o molibdênio como cofator em sua estrutura. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados via solo, sobre fatores fisiológicos e nutricionais das folhas e sobre a qualidade dos frutos de laranja cv. ‘Pêra’ enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, cultivadas em pomar comercial. O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2 x 3, correspondendo à ausência e presença de adubação foliar com molibdênio, e aplicação de três fontes de nitrogênio: ureia (100% amídica), nitrato de amônio (50% amônio e 50% nitrato) e nitrato de cálcio (100% nitrato). As avaliações consistiram em análise de componentes principais (PCA) de variáveis fotossintéticas e de teores foliares de nitrato, amônio e molibdênio, análises de prolina e pigmentos, teores de nutrientes e da qualidade dos frutos, que versaram sobre análises físicas, físico-químicas e de coloração. A PCA dos parâmetros fisiológicos permitiu a separação dos tratamentos em relação à ausência ou aplicação de molibdênio. As plantas fertilizadas com molibdênio, independente da fonte de nitrogênio aplicada, apresentaram maiores rendimentos de suco, maiores teores de sólidos solúveis totais e maior *ratio*. A presença do molibdênio padronizou os resultados de acidez titulável e *ratio*, independente da aplicação de ureia, nitrato de amônio ou nitrato de cálcio ou ainda aumentou o *ratio* do suco das frutas.

Palavras chave: ureia, nitrato de cálcio, nitrato de amônio, micronutriente, nutrição mineral, citros

MOLYBDENUM AND NITROGEN SOURCES IN ‘PÊRA’ ORANGE PHYSIOLOGY, NUTRITION AND QUALITY

ABSTRACT – Obtaining higher yields with good fruit quality is directly associated with proper management methods, including suitable nutrient supply. Orange trees (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) are high in nitrogen demand, whose assimilation is related to the nitrate reductase enzyme, which contains molybdenum as a cofactor in its structure. Thus, this study aimed to evaluate the effect of molybdenum foliar application and different nitrogen fertilizers sources on orange cv. ‘Pera’ grafted onto ‘Cravo’ lemon tree physiological and nutritional leaves factors and fruit quality, grown in a commercial orchard. The experiment was carried out in a randomized block design, with four replications, in a 2 x 3 factorial scheme, corresponding to the absence and presence of molybdenum foliar fertilization, and three nitrogen sources application: (100% amide), ammonium nitrate (50% ammonium and 50% nitrate) and calcium nitrate (100% nitrate). The evaluations consisted of principal component analysis (PCA) of photosynthetic variables, and leaf contents of nitrate, ammonium, molybdenum, proline and pigments analysis, leaf nutritional estimation and fruit quality, related to the physical, physical-chemical and coloring analyses. The physiological parameter's PCA allowed the treatment's division concerning the molybdenum application or its absence. The molybdenum fertilized plants, regardless of the nitrogen source applied, had increased juice yields, total soluble solids, and ratio. The molybdenum presence homogenized the titratable acidity and ratio results, regardless of the urea application, ammonium nitrate or calcium nitrate or even increased the ratio of fruit juice.

Keywords: urea, calcium nitrate, ammonium nitrate, micronutrient, mineral nutrition, citrus

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, responsável por 70% do suco consumido no mundo (FAO, 2018). A obtenção de altas produtividades e qualidade dos frutos, além de cuidados fitossanitários, necessita de uma nutrição equilibrada de macro e micronutrientes, aplicados na dosagem e época corretas (Mattos Jr. et al, 2020). O entendimento acerca das respostas fisiológicas, decorrentes da disponibilização de diferentes formas de nutrientes, suas dinâmicas de absorção e assimilação pelas plantas, possibilita a recomendação de manejo que reflita em incremento de produtividade.

De acordo com dados apresentados pela FAO (2021), o Brasil foi o maior produtor mundial de laranjas no ano de 2020, produzindo 16,71 mil toneladas da fruta, valor aproximadamente 1,7 vezes maior que a Índia - segundo maior produtor da fruta no mesmo ano, com produção de 9,85 mil toneladas - 2,2 vezes maior que a China (7,64 mil toneladas) e 3,5 vezes maior que Estados Unidos (4,67 mil toneladas). Mesmo com a elevada produção, a área destinada à colheita de laranja no Brasil tem apresentado tendência à diminuição nos últimos anos, passando de 913.867 ha em 1990 para 669.195 ha em 2016, ao passo que o rendimento médio elevou-se de 15.352 kg ha⁻¹ em 1990 para 26.180 kg ha⁻¹ em 2016 (Silva & Landau, 2020). Esses resultados são um forte indício sobre como melhorias em técnicas de manejo, como adubação adequada, permitem maiores incrementos de produção sem a necessidade de ampliação de novas áreas.

O molibdênio (Mo) é um micronutriente de papel essencial na dinâmica da assimilação de nitrogênio, em espécies não leguminosas. Dentre as funções do Mo, destaca-se a participação estrutural na enzima denominada nitrato redutase (NR), tendo papel direto na assimilação do nitrogênio, convertendo o nitrato à nitrito. Mesmo diante da importância do Mo nas funções metabólicas dos vegetais, ele ainda é um nutriente bastante negligenciado em plantas não fixadoras de nitrogênio. Este fato, decorre possivelmente dos poucos relatos acerca da sua deficiência, devido à sua estreita faixa de suficiência quando comparado aos outros micronutrientes (Quaggio et al, 2005). Grande exemplo disso, é que na maioria dos manuais de adubação contendo a cultura de citros, não se faz referência da dose a ser aplicada de Mo, enquanto as doses de B, Cu, Mn e Zn estão bem estabelecidos.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes ao qual a planta apresenta maior responsividade frente sua suplementação. Em grande parte, sua pronta resposta reflete a essencialidade desse nutriente, como componente de várias moléculas biológicas. A adubação nitrogenada também se apresenta como modulador na concentração de açúcares e ácidos orgânicos dos

frutos (Liao et al. 2019).

Aumentos na eficiência do uso do N geram benefícios econômicos e ambientais importantes, como incremento de produtividade, qualidade dos frutos e diminuição das doses do fertilizante aplicado e, nesse contexto, estudos que priorizaram avaliar o efeito do Mo na assimilação de N em citros, são incipientes. Além disso, a maioria dos trabalhos sobre nutrição com micronutrientes são realizados em fases juvenis, com poucas respostas sobre sua relevância em pomares já em produção. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados via solo, sobre a fisiologia, a nutrição das plantas e a qualidade dos frutos de laranja ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, em pomar comercial em produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Laranja ‘Pêra’

A principal forma de propagação dos citros é por enxertia. A escolha e utilização do porta-enxerto traz diversos benefícios para a planta, como a resistência às condições adversas ao seu desenvolvimento e melhores produtividades (Bastos et al., 2014; Pompeu Junior, 2005). Todavia, a seleção da variedade de copa também é um processo muito importante. Dentre as laranjas doces (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), a cultivar Pêra está entre as mais cultivadas. Uma das características que favorece a escolha dessa cultivar, são as suas frequentes floradas ao longo do ano (entre 3 e 4), garantindo produções extemporâneas o ano todo. Os frutos têm excelente qualidade, tanto para consumo *in natura* nos mercados interno e externo, como para a indústria. Apresentam alto teor de suco, em torno de 52 %, baixa acidez, 0,95 % e 11,8 ° Brix (Bastos et al., 2014; Pio et al., 2005).

A larga utilização da laranja ‘Pêra’ justifica o surgimento e a seleção de novos clones, oriundos, na maioria das vezes, através de variações que acontecem nas gemas (borbulhas) (Salibe et al., 2002). Os principais clones utilizados no Brasil são produzidos pelo IAC, nas quais destacam-se IAC 2000 (Pera IAC 2000), IAC 2001 (Pera Bianchi), IAC 2003 (Pera Olímpia), IAC 2005 Pêra EEL, Laranja Pera IAC, Pêra Mel e Pêra Rio, que podem ser encontradas no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (2022).

2.2 Fertilização da laranjeira

Um bom desenvolvimento das laranjeiras está diretamente relacionado com a qualidade de sua nutrição. O monitoramento nutricional, através de análises químicas do solo e também foliares, é ferramenta fundamental para proporcionar um manejo nutricional adequado e para manutenção de altas produções (Mattos Júnior et al., 2014). Dessa maneira, fontes adicionais de nutrientes passarão a compor aquele solo, de forma a aumentar sua disponibilidade.

Para o ajuste de doses na cultura das laranjeiras, é necessário avaliar, além da disponibilidade do nutriente no solo e nas folhas, a estimativa de produtividade, pois os frutos exigem uma demanda extra de nutrientes (Quaggio et al., 2005). Outra técnica de aplicação de fertilizantes que o produtor pode lançar mão, é a fertilização foliar, com aplicações em pequenas doses dos nutrientes na parte aérea da planta.

A fertilização foliar, também conhecida como adubação foliar, é uma prática utilizada no manejo de nutrição das plantas de diversas culturas de importância agrônômica. Essa forma de adubação é complementar a adubação via solo e apresenta alguns benefícios, como a redução do tempo entre aplicação e absorção do nutriente pelas raízes, além de ser uma solução para contornar os casos, onde alguns elementos não estão prontamente disponíveis para a absorção da planta, como quando estão adsorvidos aos coloides do solo (Taiz et al., 2017). É uma boa alternativa quando é necessária reposição rápida de nutrientes, principalmente em períodos de maiores demandas pelas plantas.

O princípio básico da adubação foliar consiste na absorção dos nutrientes, através das folhas e parte aéreas das plantas. Essa entrada pode ser feita por duas estruturas: pela cutícula ou por via estomática, ambas de forma passiva (Eichert & Fernández, 2012). O grau de importância de cada uma está relacionado com as propriedades do composto aplicado e da folha que está recebendo o produto (Eichert & Fernández, 2012). Por isso, é importante conhecer a anatomia e a fisiologia da planta e as características dos compostos usados na fertilização.

2.3 Molibdênio

O molibdênio (Mo) é um nutriente essencial requerido em pequenas quantidades pelas plantas, por isso é denominado micronutriente. A principal função do Mo está relacionada com reações redox, atuando como cofator, sendo elemento constituinte de enzimas como a

nitrito redutase (NR) e a nitrogenase em plantas superiores (Manuel et al., 2018). A NR atua catalizando a redução do íon nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-), durante a assimilação pela célula e a nitrogenase atua em microrganismos nodulares que fixam o N, através da conversão do gás N (N_2) em amônia (NH_3) (Manuel et al., 2018; Novais et al., 2007). Ambas as enzimas estão relacionadas com o ciclo de absorção do N, e a deficiência de Mo pode ser capaz de causar problemas de deficiência de N (Rana et al., 2020), especialmente nos casos em que a principal forma absorvida pela planta é o nitrato ou que ela dependa de fixação biológica. Como o N é um elemento essencial de maior requerimento pela maioria das culturas, manejos como a aplicação de pequenas doses de Mo podem ser fundamentais para melhoria do metabolismo da planta e aumento da eficiência de uso de N.

Estudos feitos em plantas de citros em estágios iniciais de crescimento, realizados em casa de vegetação, mostraram que independente da dose de N, aumento nas doses de aplicação foliar de Mo provocaram aumento no acúmulo de Mo nas folhas, e que quanto menor a dose de N, maior o acúmulo de Mo nas raízes. Além disso, a atividade da enzima NR aumentou logo após o primeiro dia de aplicação do Mo (Hippler et al., 2017). Experimentos realizados com aplicação foliar de Mo em macieiras Red Jonaprince nos períodos de pré floração, floração e pós-floração, mostraram que a pulverização de Mo em pós-floração aumentou as concentrações foliares de N, Mg, Fe e Mo, além das aplicações aumentarem a atividade da enzima NR nas folhas e aumentarem também os valores SPAD (Wójcik, 2020).

Em experimentos feitos com tubérculos de batatas, a pulverização foliar com Mo resultou em aumento da produção de tubérculos, de pigmentos fotossintéticos e da absorção de NPK (Elrys, Abdo & Desoky, 2018). Em trabalho realizado com morangos, a aplicação foliar de Mo proporcionou aumentos na concentração de N, até a aplicação de 135 g ha^{-1} . Nessa mesma dose de Mo, as plantas apresentaram maior teor de clorofila nas folhas, além de maiores concentrações de frutose, glicose, sorbitol e açúcares totais (Li et al., 2017 a).

2.4 Nitrogênio

O N é o macronutriente primário mais requerido pela grande maioria das culturas. Na cultura do citros, o N é o segundo nutriente mais requerido, ficando atrás somente do Ca. Esse elemento é altamente demandado porque faz parte das principais reações bioquímicas que acontecem na planta, sendo constituinte de aminoácidos, de proteínas, de ácidos nucléicos e da clorofila (Cantarella, 2007). Nos citros, esse elemento participa diretamente

do crescimento, produção e qualidade dos frutos (Quaggio et al, 2005; Liao et al., 2019). Estudos apontam correlações positivas entre o acúmulo de N e concentrações de açúcares, em frutos de citros (Liao et al., 2019). Essa alta necessidade pela planta aponta como a disponibilidade, absorção e assimilação do N em proporções adequadas é crucial para o desenvolvimento e produção de laranjas.

As principais formas absorvíveis do N pelas plantas são a nítrica (NO_3^-) e a amoniacal (NH_4^+). Esta tem uma vantagem em relação à outra, pois já é a forma assimilada que participa diretamente na formação de aminoácidos, todavia, seu acúmulo na planta pode ser tóxico para a mesma (Liu et al., 2014) e causa redução no porte das plantas, perda de produtividade, perda de vigor, devido ao consumo elevado de carboidratos, na tentativa de minimizar os efeitos tóxicos causados pela perda dos gradientes de membrana (Rocha et al., 2014). A forma nítrica, apesar de ser preferencialmente absorvida, necessita de uma conversão interna para assimilação, feita através da redução do NO_3^- para NH_4^+ (Cantarella, 2007). A primeira fase dessa conversão é a redução do nitrato a nitrito no citosol, mediada pela enzima NR. Dentre os grupos prostéticos constituinte da NR, existe um complexo denominado pterina, que é composto por uma molécula orgânica e por Mo. Essa é a principal proteína na qual o Mo participa, assim, sua deficiência resulta numa menor atividade da NR (Rana et al., 2020), e que, em um efeito cadeia, poderá resultar em deficiência de N na planta, pois prejudica sua assimilação.

2.5 Qualidade das laranjas

Todo manejo nutricional é praticado visando um bom desenvolvimento das plantas, para que elas consigam chegar o mais próximo possível do seu potencial produtivo, e que seus produtos finais apresentem-se com excelente qualidade. A fotossíntese é um processo fisiológico essencial à sobrevivência da planta, que converte o CO_2 atmosférico, juntamente com a água, em compostos de carboidratos (Calzadilla, 2022), que são usados em diversas funções da planta, entre elas a produção de açúcares que dão sabor aos frutos.

Os frutos apresentam padrões adequados para que eles sejam considerados como de qualidade, e são baseados nas preferências do consumidor. No caso da laranja, um fruto de qualidade necessita apresentar, de acordo com a CEAGESP (2011), rendimento de suco maior que 45 %, teor de sólidos solúveis totais (SST) maior que 10° Brix e *ratio* superior a 9,5. Os sólidos solúveis referem-se aos sólidos que estão dissolvidos na água das frutas, cujo principal componente são os açúcares, que são um dos produtos da fotossíntese. A acidez

total titulável (ATT) provém principalmente, de ácidos orgânicos, que influenciam diretamente o sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade, e, raras exceções, diminuem seu teor à medida que o fruto amadurece. O *ratio* diz respeito à relação entre SST e ATT, que frequentemente é considerado mais representativo que as duas medições isoladas, pois indica o equilíbrio entre elas (Chitarra & Chitarra, 2005; Cecchi, 2003).

Além da qualidade interna, os parâmetros externos visuais são os principais atributos que levam o consumidor a escolher determinado produto, como tamanho, firmeza da casca e coloração da casca dos frutos. A intensidade da pigmentação da casca de uma laranja está relacionada a diferentes fatores, tais como variedade, tipo de solo e condições climáticas (Chen et al., 2020).

Apesar de muitos produtores ainda se preocuparem, primariamente, com a produtividade de seu pomar, a manutenção de parâmetros ótimos para oferecimento de um produto de qualidade é essencial para que ele seja um destaque no meio comercial.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

O estudo foi conduzido por um ano e meio, no período entre fevereiro de 2021 e maio de 2022, em pomar comercial localizado no município de Bom Despacho, Minas Gerais (19°42' S 45°26' O e altitude de 675 m). A classificação climática da região, de acordo com Köppen, é do tipo Aw, clima tropical, com inverno seco e verão quente (Martins et al., 2018). O pomar de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertada em limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), com espaçamento de 7 m x 2,5 m, instalado no ano de 2016, após manejo de calagem e gessagem em faixa, e preparação das covas com esterco, superfosfato simples em profundidade e fontes de micronutrientes via fertilizante FTE, que oferece S, B, Cu e Mn. O pomar é manejado com capina na linha de plantio e cobertura vegetal com *Brachiaria* nas entrelinhas.

Os resultados da análise química do solo antes da implantação do experimento na projeção da copa, na camada de 0-20 cm, eram: M.O.: 2,7 dag dm⁻³; pH_{água}: 7,2; P: 20,4 mg dm⁻³; K: 139 mg dm⁻³; Ca: 10,3 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,4 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; S: 24 mg dm⁻³; B: 0,2 mg dm⁻³; Zn: 4,1 mg dm⁻³; Mn: 16,0 mg dm⁻³; Cu: 0,4 mg dm⁻³; Fe: 57 mg dm⁻³; P-rem. 27,2 mg L⁻¹ e na camada 20-40, eram: M.O.: 2,2 dag dm⁻³; pH_{água}: 6,7; P: 5,4 mg dm⁻³; K: 48 mg dm⁻³; Ca: 6,2 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,8 cmol_c dm⁻³; Al:

0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al: 1,0 cmol_c dm⁻³.

As análises iniciais dos teores de nutrientes foliares encontravam-se com 18,9 g Kg⁻¹ de N; 15,9 g Kg⁻¹ de P; 17,9 g Kg⁻¹ de K; 17,8 g Kg⁻¹ de Ca; 10,7 g Kg⁻¹ de Mg; 2,0 g Kg⁻¹ de S; 14,8 mg Kg⁻¹ de Zn; 13,7 mg Kg⁻¹ de Mn; 3,5 mg Kg⁻¹ de Cu; 48,6 mg Kg⁻¹ de Fe; 0,8 mg Kg⁻¹ de Mo; 143,6 mg Kg⁻¹ de NO₃⁻; e 2,4 mg Kg⁻¹ de NH₄⁺.

Avaliações fisiológicas iniciais indicaram 1958,5 μmol m⁻² s⁻¹ de radiação fotossintética ativa; 38,8 °C de temperatura do ar e 42,1 °C de temperatura da folha; 918,8 ppm de CO₂ de entrada; 892,2 ppm de CO₂ de saída; 2,1 kPa de pressão de vapor de entrada; 3,1 kPa de pressão de vapor de saída; 0,3 mol m⁻² s⁻¹ de taxa de fluxo de massa; 7,7 μmol m⁻² s⁻¹ de taxa de fotossíntese líquida; 3,2 mmol m⁻² s⁻¹ de taxa de transpiração; 63,9 mmol m⁻² s⁻¹ de condutância estomática; 30,2 % de umidade relativa de entrada; 44,9 % de umidade relativa de saída; 731,7 ppm de concentração de CO₂ interna; 5,2 kPa de diferença de pressão de vapor; 12.415 μg g⁻¹ matéria fresca (MF) de prolina; 18,9 μg cm⁻² de clorofila a; 8,0 μg cm⁻² de clorofila b; 7,3 μg cm⁻² de carotenóides; e 2,4 de relação clorofila a/b.

O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2 x 3, sendo o primeiro fator relacionado à ausência e à presença de adubação foliar com Mo, na dose de 400 mL ha⁻¹ de produto comercial a base de molibdato de sódio, correspondendo a 100 g ha⁻¹ de Mo por aplicação; e o segundo fator relacionando à aplicação de três diferentes fontes de N, sendo elas: ureia (U), nitrato de amônio (NA) e nitrato de cálcio (NC), na dosagem de 90 g planta⁻¹ de N (corresponde a aproximadamente 50 kg ha⁻¹ de N). Cada parcela foi composta de 12 plantas, com pelo menos seis plantas de bordadura entre os tratamentos (figura 1). As doses de U (fonte amídica), NA (fonte nítrica e amoniacal) e NC (fonte nítrica) foram calculadas de acordo com o percentual indicado na embalagem dos produtos, para que cada dose aplicada fosse de 90 g de N por planta. O Mo foliar foi aplicado sempre 15 dias antes das aplicações dos fertilizantes nitrogenados via solo. A fonte de Mo aplicada continha 15,5 % de Mo e 15,5 % de P₂O₅, dessa maneira, para a área em que não houve aplicação de Mo foi aplicado via foliar 86 mL de ácido fosfórico 85%. A primeira aplicação foliar de Mo foi feita no dia 22 de janeiro de 2021, e as fontes nitrogenadas em 05 de fevereiro de 2021. A segunda aplicação foliar de Mo, no dia 04 de maio de 2022 e fertilizantes nitrogenados, no dia 26 de maio de 2022.

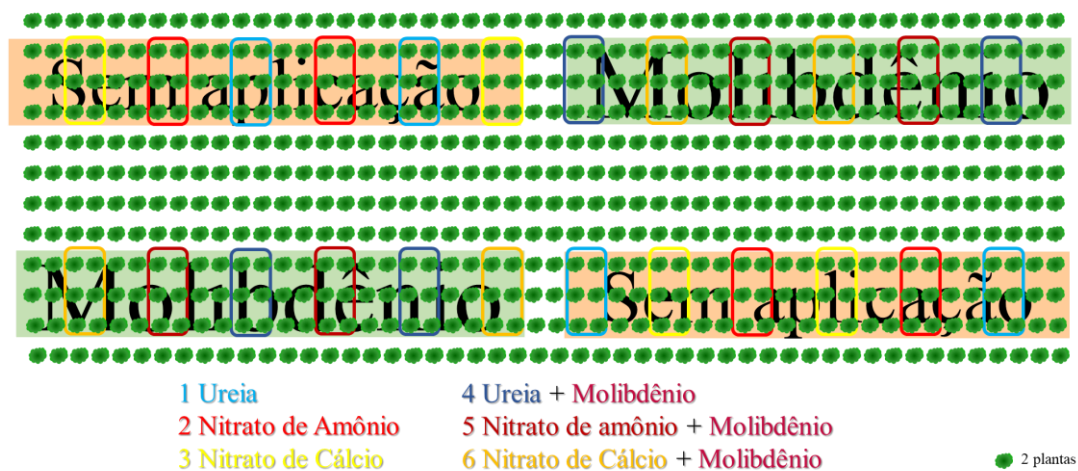


Figura 1: Croqui da área experimental.

3.2 Coleta das amostras

Foi feita caracterização inicial da área experimental, através da avaliação dos parâmetros fotossintéticos e coleta de folhas e solo no dia 21 de janeiro de 2021.

Para a análise de solo, a coleta foi realizada no dia 02 de junho de 2021. Em cada parcela experimental, na projeção da copa da planta central da parcela, foram coletados quatro amostras simples nos quatro quadrantes, para que então fossem misturadas e compusessem uma amostra composta. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) – *campus* Sete Lagoas (CSL), para que fossem peneiradas e secas ao ar.

As folhas foram coletadas nos dias 02 de junho e 22 de outubro de 2021 e 04 de maio de 2022, nas plantas centrais da parcela, na terceira ou quarta posição de lançamento, a partir do ápice de ramos floríferos/frutíferos, na porção mediana da planta, ao longo de sua circunferência, e armazenadas em sacos de papel, tal como recomendado por Quaggio et al. (2005). As amostras foram mantidas em ultrafreezer a $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a realização das análises de prolina e pigmentos fotossintéticos. Depois foram levadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFSJ - CSL, secas em estufa de circulação forçada a 60°C até peso constante e moídas em moinho de facas.

A coleta dos frutos foi realizada nos dias 22 de outubro de 2021 e 26 de maio de 2022, coletando-se 10 frutos das plantas centrais da parcela, posicionados na altura mediana da planta, representando os quatro quadrantes. Os frutos foram levados para o Laboratório de Produção Vegetal, da UFSJ - CSL, onde foram lavados em água corrente e secos em papel toalha, para a retirada do excesso de água.

3.3 Avaliações

3.3.1 Parâmetros fisiológicos

As medidas de trocas gasosas foram realizadas em folhas completamente expandidas, no período de 8h as 11h da manhã, com o auxílio de analisador de gás por infravermelho (IRGA; da marca CID, Inc., modelo CI-340 Handheld Photosynthesis System). Vários parâmetros fotossintéticos foram analisadas, como radiação fotossintética ativa (Rf); temperatura do ar (Ta); temperatura da folha (Tf); CO₂ de entrada (Ce); CO₂ de saída (Cs); pressão de vapor de entrada (Pe); pressão de vapor de saída (Ps); taxa de fluxo de massa (W); taxa de fotossíntese líquida (A); taxa de transpiração (E); condutância estomática (Gs); umidade relativa de entrada (Ue); umidade relativa de saída (Us); concentração de CO₂ interna (Ci) e diferença de pressão de vapor (VPD).

A quantificação de prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF) foi realizada segundo o protocolo colorimétrico de Abraham et al. (2010) e os teores de pigmentos clorofila a, clorofila b e carotenóides totais ($\mu\text{g cm}^{-2}$) foram determinados utilizando como extrator a acetona 80%, de acordo com Lichtenthaler (1987).

3.3.2 Avaliação das características químicas do solo

Foram realizadas análises potencial hidrogeniônico (pH) em água; teor de cálcio trocável (Ca²⁺) e magnésio trocável (Mg²⁺) com extrator cloreto de potássio – $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; acidez potencial (H+Al) com utilização de acetato de cálcio; fósforo (P), potássio (K) e micronutrientes metálicos (Fe, Cu, Zn e Mn) com extrator Mehlich-1 – mg dm^{-3} ; e enxofre (S) por turbidimetria - mg dm^{-3} , todas de acordo com Manual do Laboratorista (Profert, 2005). A análise do Mo foi feita por extração com Mehlich-1, segundo Fontes (2000), e leitura em absorção atômica.

3.3.3 Avaliação do teor de nutrientes nas folhas

As amostras foram submetidas à digestão com a mistura de ácidos nítrico e perclórico, na proporção de 3:1, para a determinação dos teores em mg kg^{-1} de Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn em espectrofotometria de absorção atômica; K em fotometria de emissão de chama; P por

colorimetria; e S por turbidimetria. O N foi determinado pelo método de Kjeldahl, após digestão sulfúrica. Estes métodos estão descritos com maiores detalhes em Bataglia et al. (1983). A análise do Mo foi feita com extração por HCl 0,125 M, segundo Tedesco et al. (1995), e lida em absorção atômica. As análises de NO_3^- foram feitas com agente revelador de solução de ácido salicílico a 5% em H_2SO_4 , tal como descrito por Neto e Barreto (2011). A extração de NH_4^+ e o preparo da solução de EDTA dissódico foram feitos tal como descrito por Kalra (1997), e leitura feita pelo método da reação do fenol-hipoclorito, como descrito por Weatherburn (1967).

3.3.4 Avaliação da qualidade dos frutos

Foram realizadas as avaliações físicas de diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL) – mm; circunferência dos frutos (CF) a partir da relação DT/DL; massa dos frutos (MF) - g; espessura da casca (EC) – mm; firmeza da casca (FC) – kg; e rendimento em suco (RS) – mL 100 g^{-1} . Foram também realizadas as análises químicas de sólidos solúveis totais (SST) - °Brix; acidez total titulável (ATT) - g de ácido cítrico em 100 mL de suco; relação SST/ATT (*Ratio*); e pH (AOAC, 2005). Foi realizada a determinação dos índices de coloração dos frutos, luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (°Hue) por meio de colorímetro da marca Konica Minolta Ltda, modelo Spectrophotometer CM – 700 d, C (McGuire, 1992).

3.4 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram feitas com auxílio software “RStudio” (R Core Team, 2021). Os dados referentes às trocas gasosas e aos teores foliares de NO_3^- , NH_4^+ e Mo foram avaliados via análise multivariada de componentes principais (PCA), com a utilização do pacote Factoshiny (Pauline, Monge e Husson, 2021). Os demais dados foram submetidos à análise de variância, sendo observados os pressupostos de homogeneidade e normalidade, pelos testes de Bartlett e Shapiro-Wilk. Quando constatada a significância, foram realizados o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do pacote ExpDes.pt (Ferreira, Cavalcanti e Nogueira, 2021).

4 RESULTADOS

4.1 Parâmetros fisiológicos

Os valores médios das variáveis fotossintéticas nos meses de junho e outubro de 2021 e maio de 2022 são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios das variáveis fotossintéticas das folhas de laranja 'Pêra', em junho/2021, outubro/2021 e maio/2022.

Variável	Junho/2021	Outubro/2021	Maio/2022
Radiação fotossintética ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	1707,84	877,39	1381,29
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	35,72	34,75	34,75
Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)	38,66	36,45	36,74
CO ₂ de entrada (ppm)	937,87	861,19	980,03
CO ₂ de saída (ppm)	910,31	828,31	947,18
Pressão de vapor de entrada (kPa)	2,24	2,22	2,17
Pressão de vapor de saída (kPa)	2,98	2,96	2,75
Taxa de fluxo de massa ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	0,29	0,29	0,29
Taxa de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	8,07	9,66	9,61
Taxa de transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	2,40	2,36	1,85
Condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	64,75	88,11	48,93
Umidade relativa de entrada (%)	38,56	40,92	39,27
Umidade relativa de saída (%)	51,01	53,87	49,23
Concentração de CO ₂ interna (ppm)	798,91	664,15	724,41
Diferença de pressão de vapor (kPa)	3,99	3,35	3,58

Uma análise de componentes principais (PCA) foi empregada para avaliar como os parâmetros fotossintéticos estavam associados aos tratamentos empregados. Para as medições realizadas no mês de junho de 2021, os eixos 1, 2 e 3 explicam, respectivamente, 62,53 %, 23,17 % e 10,77 %, ou seja, 96,47 % da variância total.

A figura 2 representa a projeção gráfica dos seis tratamentos (figura 2.a) e das variáveis analisadas (figura 2.b), em função dos eixos 1 e 2. Os dois eixos permitiram a separação dos tratamentos, com e sem aplicação foliar de Mo (figura 2.a). As variáveis radiação fotossintética ativa, temperatura do ar, temperatura da folha, CO₂ de entrada, pressão de vapor de entrada, pressão de vapor de saída, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, condutância estomática, umidade relativa de saída e diferença de pressão de vapor tiveram alta correlação positiva com o eixo 1, já as variáveis CO₂ de saída, taxa de fluxo de massa,

umidade relativa de entrada e concentração de CO₂ interna apresentaram correlação negativa com o eixo 1 (figura 2.b). As contribuições de cada variável para a formação dos eixos 1, 2 e 3 estão dispostas na tabela 2.

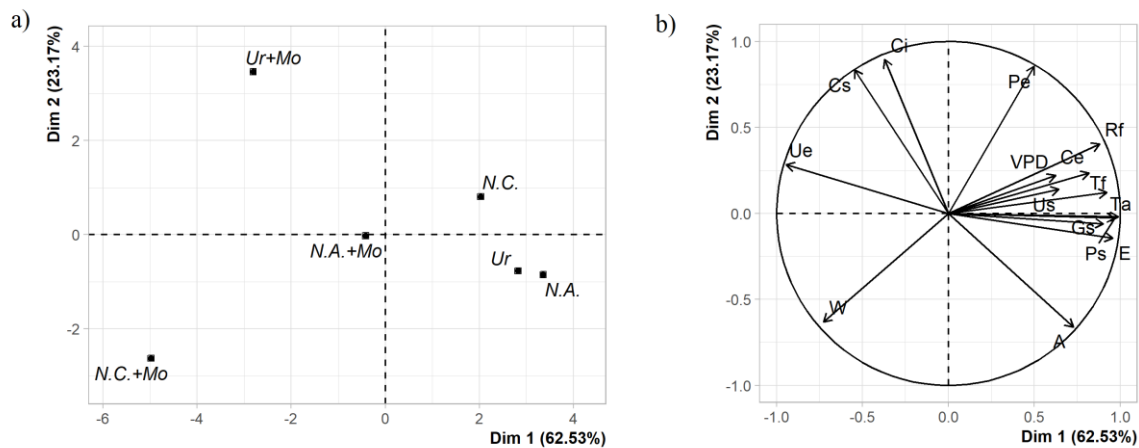


Figura 2: Análise de componentes principais (PCA) para 6 tratamentos (a) e variáveis de dados fotossintéticos (b) em folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021. U – ureia; N.A. – nitrato de amônio; N.C. – nitrato de cálcio; Mo – molibdênio; Rf – radiação fotossintética ativa; Ta – temperatura do ar; Tf – temperatura da folha; Ce – CO₂ de entrada; Cs – CO₂ de saída; Pe – pressão de vapor de entrada; Ps – pressão de vapor de saída; W – taxa de fluxo de massa; A – taxa de fotossíntese líquida; E – taxa de transpiração; Gs – condutância estomática; Ue – umidade relativa de entrada; Us – umidade relativa de saída; Ci- concentração de CO₂ interna; VPD – diferença de pressão de vapor.

Tabela 2: Correlação entre as variáveis fotossintéticas das folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021, e os três principais eixos da PCA.

Variável	Eixo		
	1	2	3
Radiação fotossintética ativa	0,881	0,405	0,089
Temperatura do ar	0,989	-0,019	-0,147
Temperatura da folha	0,922	0,121	-0,332
CO ₂ de entrada	0,818	0,234	-0,084
CO ₂ de saída	-0,547	0,835	-0,012
Pressão de vapor de entrada	-0,500	0,856	0,039
Pressão de vapor de saída	0,969	-0,026	0,218
Taxa de fluxo de massa	-0,728	-0,630	0,214
Taxa de fotossíntese líquida	0,727	-0,662	-0,012
Taxa de transpiração	0,956	-0,144	0,231
Condutância estomática	0,903	-0,060	0,403
Umidade relativa de entrada	-0,943	0,284	0,163
Umidade relativa de saída	0,644	0,139	0,739
Concetração de CO ₂ interna	-0,371	0,895	0,223
Diferença de pressão de vapor	0,624	0,221	-0,732

Na PCA das medições realizadas em outubro de 2021, o eixo 1 corresponde a 67,59%, o eixo 2 a 23,23% e o eixo 3 a 6,84%, explicando 97,66% da variância total dos dados. O eixo 1 permitiu a separação dos tratamentos com ausência e aplicação foliar de Mo, sendo que os tratamentos com aplicação de Mo apresentaram correlação positiva com o eixo 1, e os tratamentos sem aplicação de Mo apresentaram correlação negativa (figura 3.a). As variáveis radiação fotossintética ativa, temperatura do ar, temperatura da folha, CO₂ de entrada, CO₂ de saída, pressão de vapor de saída, taxa de transpiração e diferença de pressão de vapor tiveram alta correlação positiva com o eixo 1, e as variáveis pressão de vapor de entrada, taxa de fluxo de massa, taxa de fotossíntese líquida, condutância estomática, umidade relativa de entrada, umidade relativa de saída e concentração de CO₂ interna apresentaram correlação negativa com o eixo 1 (figura 3.b). As contribuições de cada variável, medida em outubro de 2021, para a formação dos eixos 1, 2 e 3 estão dispostas na tabela 3.

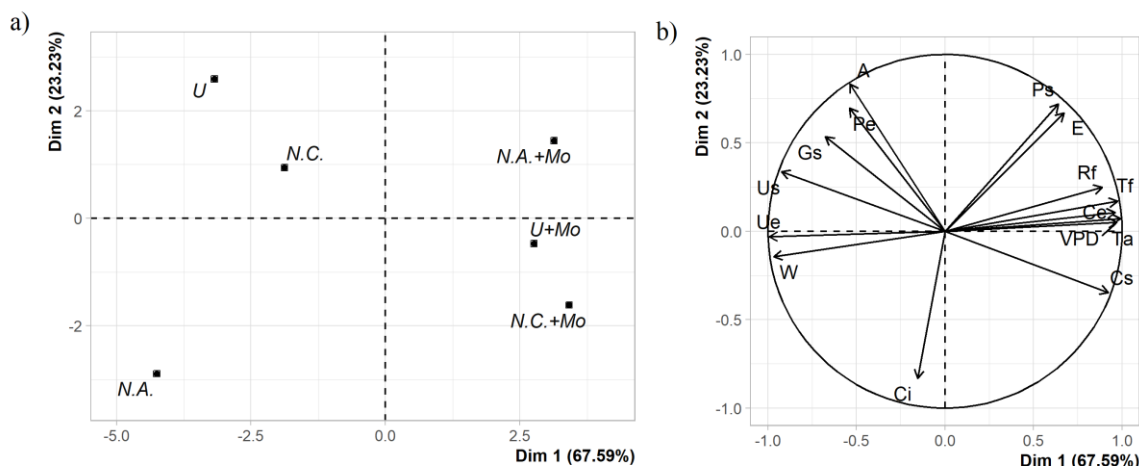


Figura 3: Análise de componentes principais (PCA) para os 6 tratamentos (a) e variáveis de dados fotossintéticos (b) em folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021. U – ureia; N.A. – nitrato de amônio; N.C. – nitrato de cálcio; Mo – molibdênio; Rf – radiação fotossintética ativa; Ta – temperatura do ar; Tf – temperatura da folha; Ce – CO₂ de entrada; Cs – CO₂ de saída; Pe – pressão de vapor de entrada; Ps – pressão de vapor de saída; W – taxa de fluxo de massa; A – taxa de fotossíntese líquida; E – taxa de transpiração; Gs – condutância estomática; Ue – umidade relativa de entrada; Us – umidade relativa de saída; Ci- concentração de CO₂ interna; VPD – diferença de pressão de vapor.

Tabela 3: Correlação entre as variáveis fotossintéticas das folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, e os três principais eixos da PCA.

Variável	Eixo		
	1	2	3
Radiação fotossintética ativa	0,889	0,250	-0,207
Temperatura do ar	0,992	0,072	0,012
Temperatura da folha	0,974	0,170	-0,061
CO ₂ de entrada	0,961	0,106	0,081
CO ₂ de saída	0,922	-0,347	0,009
Pressão de vapor de entrada	-0,540	0,697	-0,456
Pressão de vapor de saída	0,641	0,719	0,261
Taxa de fluxo de massa	-0,967	-0,143	-0,208
Taxa de fotossíntese líquida	-0,538	0,832	0,097
Taxa de transpiração	0,672	0,668	0,313
Condutância estomática	-0,675	0,535	0,486
Umidade relativa de entrada	-0,993	-0,031	-0,029
Umidade relativa de saída	-0,924	0,336	0,134
Concentração de CO ₂ interna	-0,154	-0,831	0,522
Diferença de pressão de vapor	0,971	0,050	-0,129

Para as medições realizadas no mês de maio de 2022, o eixo 1 corresponde a 63,30%, o eixo 2 a 19,17% e o eixo 3 a 12,92%, explicando 95,38% da variância total dos dados. O eixo 1 permitiu a separação dos tratamentos, com ausência e aplicação foliar de Mo, sendo que os tratamentos com aplicação de Mo apresentaram correlação positiva com o eixo 1, e os tratamentos sem aplicação de Mo apresentaram correlação negativa (figura 4.a). As variáveis radiação fotossintética ativa, temperatura do ar, temperatura da folha, pressão de vapor de entrada, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, condutância estomática e diferença de pressão de vapor tiveram alta correlação positiva com o eixo 1, e as variáveis CO₂ de entrada, CO₂ de saída, pressão de vapor de saída, taxa de fluxo de massa, concentração de CO₂ interna, umidade relativa de entrada e umidade relativa de saída apresentaram correlação negativa com o eixo 1 (figura 4.b). As contribuições de cada variável, medida em outubro de 2021, para a formação dos eixos 1, 2 e 3 estão dispostas na tabela 4.

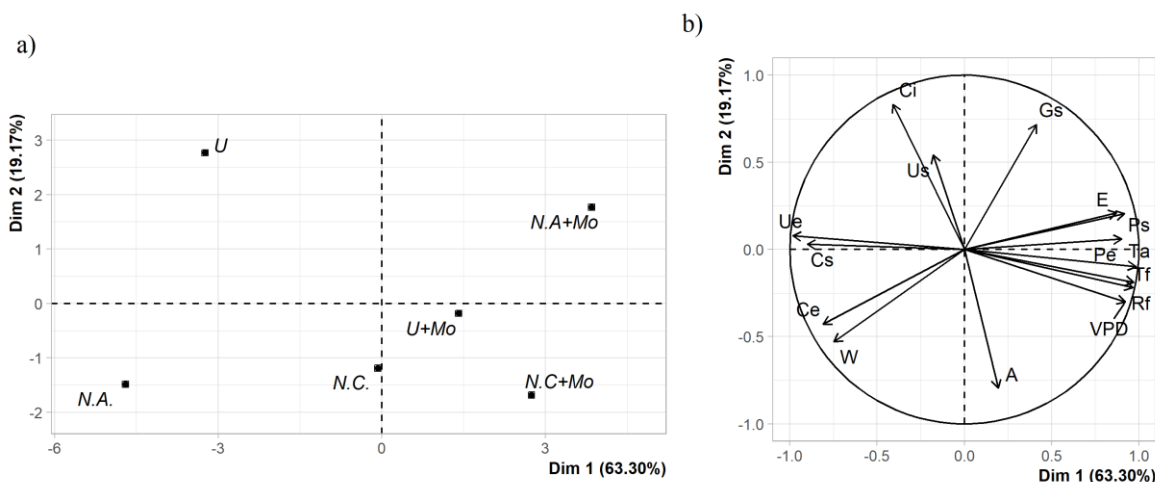


Figura 4: Análise de componentes principais (PCA) para os 6 tratamentos (a) e variáveis de dados fotossintéticos (b) em folhas de laranja ‘Pêra’, em maio/22. U – ureia; N.A. – nitrato de amônio; N.C. – nitrato de cálcio; Mo – molibdênio; Rf – radiação fotossintética ativa; Ta – temperatura do ar; Tf – temperatura da folha; Ce – CO₂ de entrada; Cs – CO₂ de saída; Pe – pressão de vapor de entrada; Ps – pressão de vapor de saída; W – taxa de fluxo de massa; A – taxa de fotossíntese líquida; E – taxa de transpiração; Gs – condutância estomática; Ue – umidade relativa de entrada; Us – umidade relativa de saída; Ci – concentração de CO₂ interna; VPD – diferença de pressão de vapor.

Tabela 4: Correlação entre as variáveis fotossintéticas das folhas de laranja ‘Pêra’, em maio/22, e os três principais eixos da PCA.

Variável	Eixo		
	1	2	3
Radiação fotossintética ativa	0,965	-0,218	0,057
Temperatura do ar	0,983	-0,097	-0,083
Temperatura da folha	0,969	-0,188	-0,051
CO ₂ de entrada	-0,809	-0,427	0,233
CO ₂ de saída	-0,900	0,030	-0,068
Pressão de vapor de entrada	0,901	0,061	-0,346
Pressão de vapor de saída	0,917	0,206	0,331
Taxa de fluxo de massa	-0,746	-0,528	0,402
Taxa de fotossíntese líquida	0,193	-0,794	0,513
Taxa de transpiração	0,872	0,211	0,423
Condutância estomática	0,413	0,717	0,527
Umidade relativa de entrada	-0,982	0,079	0,072
Umidade relativa de saída	-0,179	0,543	0,799
Concentração de CO ₂ interna	-0,410	0,833	-0,320
Diferença de pressão de vapor	0,922	-0,302	-0,098

Valores médios das avaliações fotossintéticas de prolina e pigmentos, em junho e outubro de 2021 e maio de 2022, em função da aplicação de Mo e das fontes nitrogenadas estão, respectivamente, nas tabelas 5, 6 e 7, e os resumos da análise de variância se encontram no Anexo I (tabelas a, b e c).

Em junho de 2021, as plantas fertilizadas com NA apresentaram maior teor de prolina, aminoácido importante para plantas em condições de estresse salino e/ou hídrico, em suas folhas ($p=0,0007$) (tabela 5 e figura 5). A interação entre os fatores foi significativa para a concentração de clorofila a ($p=0,0306$). Quando tratadas com Mo foliar, as plantas que receberam adubação via solo com NA apresentavam maiores teores de clorofila a que as demais (tabela 5 e figura 6.a), e quando fertilizadas via solo com U, os teores eram maiores quando não havia a aplicação de Mo (tabela 5 e figura 6.b). A aplicação de Mo diminuiu a relação clorofila a/b nas folhas de laranja ‘Pêra’ ($p=0,0362$) (tabela 5 e figura 7).

As médias gerais para prolina, clorofila a, clorofila b, carotenóides e relação clorofila a/b em junho de 2021, foram $5526,93 \mu\text{g g}^{-1}$ MF, $15,49 \mu\text{g cm}^{-2}$, $8,22 \mu\text{g cm}^{-2}$, $5,68 \mu\text{g cm}^{-2}$ e 1,92. Os altos valores de prolina desta análise podem estar relacionados com a sistematização dos processos, uma vez que o extrator utilizado estava armazenado há um período superior a um mês, e possivelmente não apresentava mais tanta especificidade à

prolina.

Tabela 5: Valores médios da avaliação fisiológica das folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
PR***	5294,17	3550,23	7582,05	9194,55	3996,06	3544,55
Chla*	12,19	17,24	17,61	16,89	13,32	14,05
Chlb ^{ns}	8,04	7,80	9,68	8,59	7,37	7,21
CA ^{ns}	4,50	6,51	5,75	5,77	6,01	5,76
Ca/Cb*	1,75	2,22	1,82	1,96	1,81	1,96

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para os tratamentos com as fontes nitrogenadas; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para os tratamentos com as fontes nitrogenadas; PR – Prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF); Chla – Clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Chlb – Clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$); CA – Carotenóides ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Ca/Cb – Relação entre clorofila a e clorofila b.

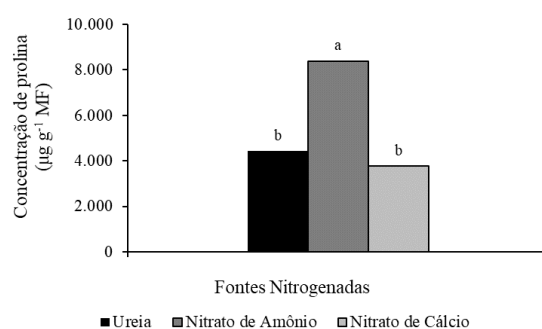


Figura 5: Concentração média de prolina nas folhas de laranja ‘Pêra’ ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF), em junho/2021, em função de diferentes fontes nitrogenadas.

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

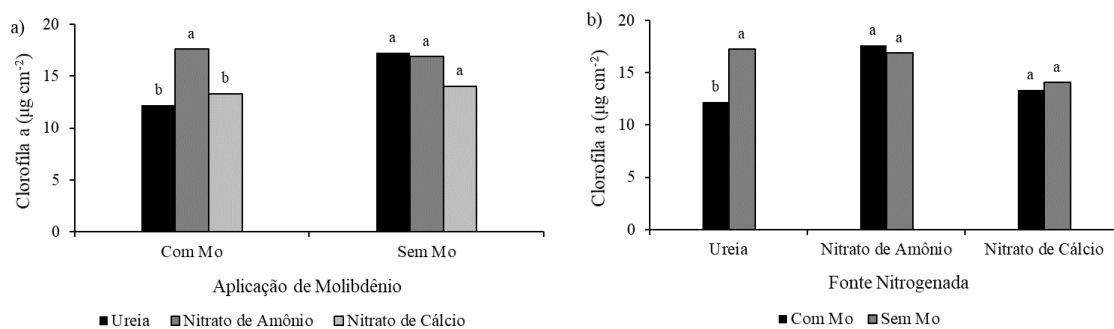


Figura 6: Concentração média de clorofila a nas folhas de laranja 'Pêra' (µg cm⁻²), em junho/2021, em função da aplicação de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

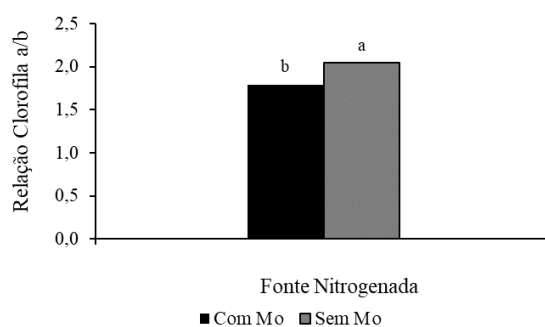


Figura 7: Relação clorofila a/b nas folhas de laranja 'Pêra', em junho/2021, em função da aplicação de molibdênio.

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Nas análises de outubro de 2021, a clorofila a, clorofila b e relação clorofila a/b diferiram entre os tratamentos com as diferentes fontes nitrogenadas ($p=0,2890$, $p=0,0036$ e $p=0,0001$, respectivamente), com maior concentração de clorofila a e b nas adubações com NA e NC e maior relação clorofila a/b quando adubadas com U (tabela 6 e figura 8). As médias gerais para prolina, clorofila a, clorofila b, carotenóides e relação clorofila a/b em outubro de 2021, foram 3877,49 µg g⁻¹ MF, 9,65 µg cm⁻², 4,90 µg cm⁻², 3,01 µg cm⁻² e 2,17.

Tabela 6: Valores médios da avaliação fisiológica das folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
PR ^{ns}	3454,02	3764,73	4406,25	5050,45	3172,07	3417,41
Chla*	8,76	7,41	11,11	10,99	10,38	9,28
Chlb**	3,79	2,43	6,29	5,68	5,90	5,32
CA ^{ns}	3,06	2,82	3,30	3,35	2,96	2,57
Ca/Cb***	2,53	3,17	1,83	1,96	1,79	1,76

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para os tratamentos com as fontes nitrogenadas; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para os tratamentos com as fontes nitrogenadas; *** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para os tratamentos com as fontes nitrogenadas; PR – Prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF); Chla – Clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Chlb – Clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$); CA – Carotenóides ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Ca/Cb – Relação entre clorofila a e clorofila b .

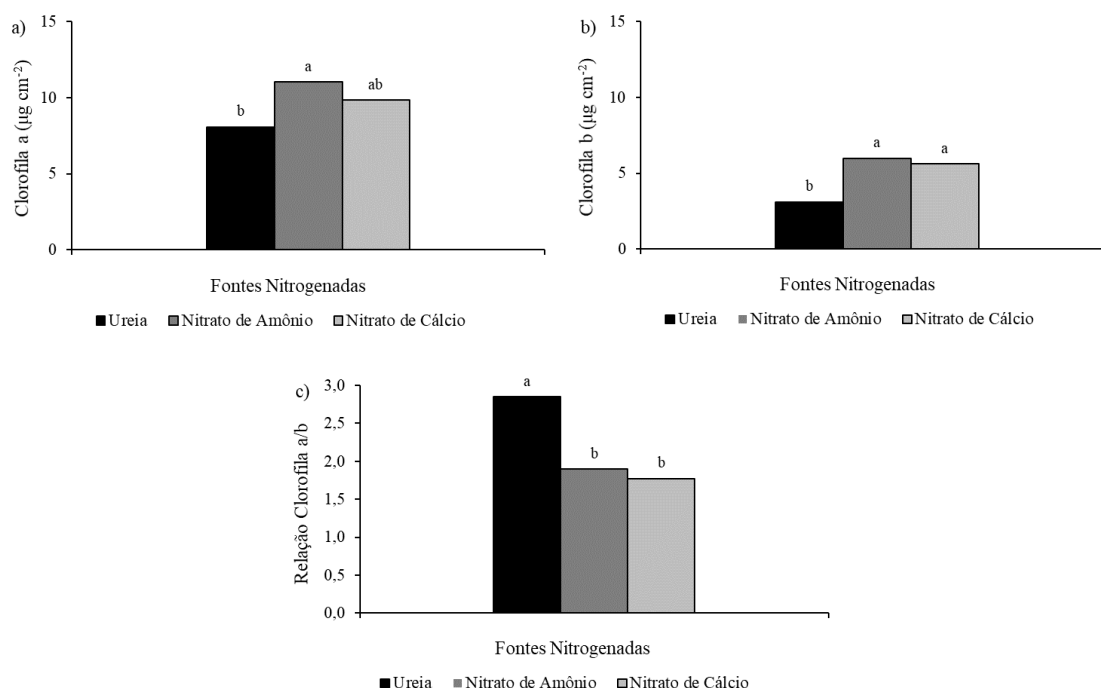


Figura 8: Concentração média de clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$) (a), clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$) (b) e relação clorofila a/b (c) nas folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, em função de diferentes fontes nitrogenadas

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em maio de 2022, a interação entre os dois fatores foi significativa para a clorofila a, carotenóides e relação clorofila a/b ($p=0,0100$, $p=0,0107$ e $p=0,0004$, respectivamente)

Quando tratadas com Mo foliar, as plantas que receberam adubação via solo com NA e NC apresentavam maior concentração de clorofila a (tabela 7 e figura 9.a), e quando fertilizadas via solo com NA, a concentração foi maior quando houve a aplicação de Mo (tabela 7 e figura 9.b). A concentração de carotenóides foi maior em U e NA quando não houve pulverização com Mo (tabela 7 e figura 10.a), e quando fertilizadas via solo com NA, a concentração foi maior quando houve a aplicação de Mo (tabela 7 e figura 10.b). A relação clorofila a/b foi maior em NA e NC quando houve aplicação de Mo, e quando não houve aplicação, foi maior em U e NC (tabela 7 e figura 11.a). Quando fertilizadas via solo com U, a relação foi maior sem aplicação de Mo, e com NA quando houve a aplicação de Mo (tabela 7 e figura 11.b). As médias gerais para prolina, clorofila a, clorofila b, carotenóides relação clorofila a/b em maio de 2022, foram 3877,49 $\mu\text{g g}^{-1}$ MF, 9,65 $\mu\text{g cm}^{-2}$, 4,90 $\mu\text{g cm}^{-2}$, 3,01 $\mu\text{g cm}^{-2}$ e 2,17.

Tabela 7: Valores médios da avaliação fisiológica das folhas de laranja ‘Pêra’, em maio/2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
PR ^{ns}	4812,88	6483,90	8873,99	7413,39	6622,81	6044,69
Chla*	9,65	13,19	16,38	9,35	15,48	14,72
Chlb ^{ns}	7,41	9,05	10,25	8,25	10,61	11,02
CA*	3,45	4,73	4,95	2,47	4,75	4,38
Ca/Cb***	1,30	1,48	1,60	1,17	1,47	1,33

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para a interação entre os tratamentos; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para a interação entre os tratamentos; PR – Prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF); Chla – Clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Chlb – Clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$); CA – Carotenóides ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Ca/Cb – Relação entre clorofila a e clorofila b .

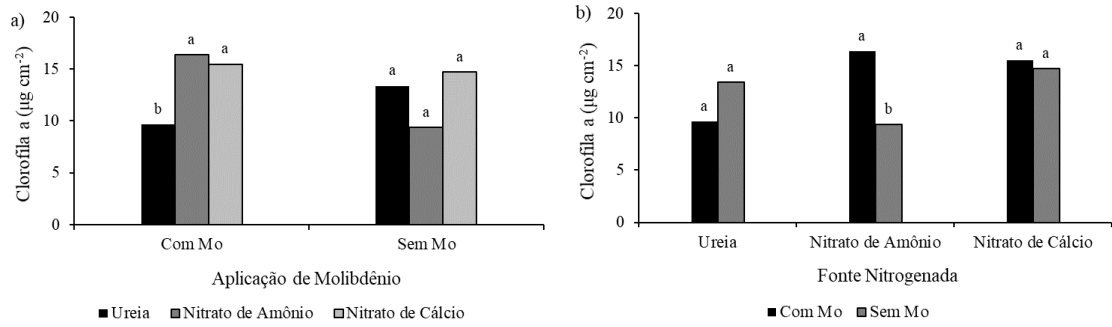


Figura 9: Concentração média de clorofila a nas folhas de laranja ‘Pêra’(µg cm⁻²), em maio/2022, em função da aplicação de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

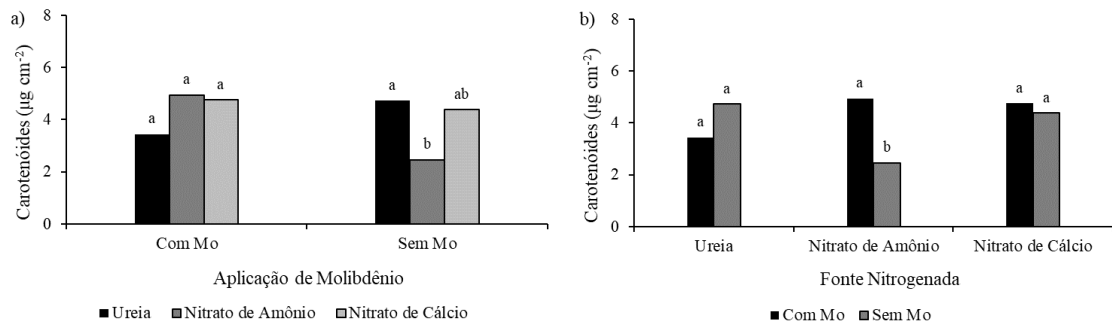


Figura 10: Concentração média de carotenóides nas folhas de laranja ‘Pêra’(µg cm⁻²), em maio/2022, em função da aplicação de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

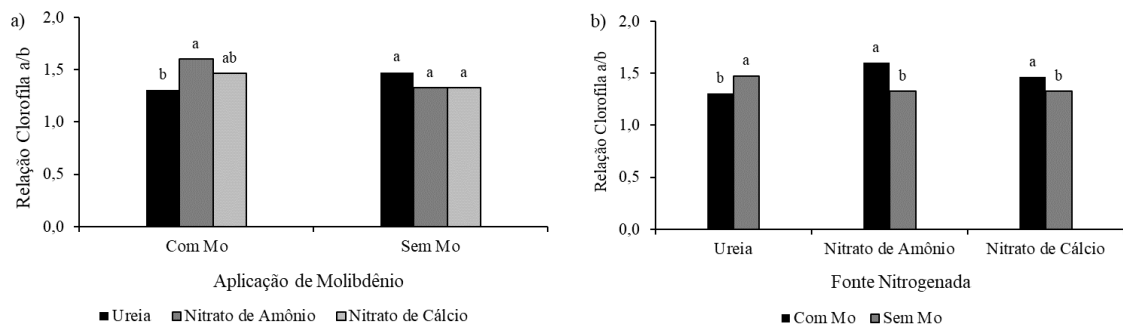


Figura 11: Relação clorofila a/b nas folhas de laranja ‘Pêra’, em maio/2022, em função da aplicação de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As fontes nitrogenadas influenciaram nos resultados de pH, K, Fe, Cu e Mn (mg dm⁻³) do solo (p=0,00002, p=0,0007, p=0,002 e p=0,0007, respectivamente) (Anexos I.d e I.e).

O pH estava mais elevado quando da utilização de NA, seguido por NC e seguido por U, porém todas essas médias estavam acima de 7,0 (tabela 8 e figura 12.a). O K apresentou maiores teores quando houve fertilização com NC e U (tabela 8 e figura 12.b). O Fe estava mais disponível quando foi realizada as fertilizações via solo com NA e NC (tabela 8 e figura 12.c), o Cu quando adubado com NC e U (tabela 8 e figura 12.d) e o Mn quando as adubações foram NA e U (tabela 8 e figura 12.e). As médias gerais de pH, Al, H+Al, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e Mo no solo foram respectivamente, 7,31, 0,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, 7,52 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, 15,05 mg dm^{-3} , 19,59 mg dm^{-3} , 9,52 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, 3,22 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, 16,66 mg dm^{-3} , 158,07 mg dm^{-3} , 5,35 mg dm^{-3} , 0,43 mg dm^{-3} , 21,14 mg dm^{-3} e 0,30 mg dm^{-3} .

Tabela 8: Valores médios da avaliação da concentração de nutrientes no solo (profundidade 0-20 cm), em outubro de 2021.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
pH ^{***}	7,08	7,00	7,59	7,50	7,36	7,32
H+Al ^{ns}	7,91	7,34	7,19	7,42	8,10	3,13
P ^{ns}	14,80	17,73	13,27	14,54	17,45	12,51
K [*]	9,37	27,66	14,31	10,85	26,67	28,65
Ca ^{ns}	8,72	9,31	9,77	9,12	9,52	10,71
Mg ^{ns}	3,58	3,01	3,42	3,30	2,88	3,13
S ^{ns}	18,50	15,45	14,45	18,50	21,25	11,84
Fe ^{***}	144,50	136,66	166,59	165,65	164,64	170,43
Zn ^{ns}	5,57	8,39	4,61	4,11	5,77	3,66
Cu ^{**}	0,34	0,50	0,36	0,20	0,63	0,55
Mn ^{***}	20,75	21,75	29,42	24,02	15,77	15,11
Mo ^{ns}	0,30	0,23	0,35	0,34	0,29	0,31

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para as fontes nitrogenadas, *** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para as fontes nitrogenadas. pH – acidez efetiva; H+Al – acidez potencial ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), P – Fósforo (mg dm^{-3}), K – Potássio (mg dm^{-3}); Ca – Cálcio ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$); Mg – Magnésio ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$); S – Enxofre (mg dm^{-3}); Fe – Ferro (mg dm^{-3}); Zn – Zinco (mg dm^{-3}); Cu – Cobre (mg dm^{-3}); Mn – Manganês (mg dm^{-3}); Mo – Molibdênio (mg dm^{-3});

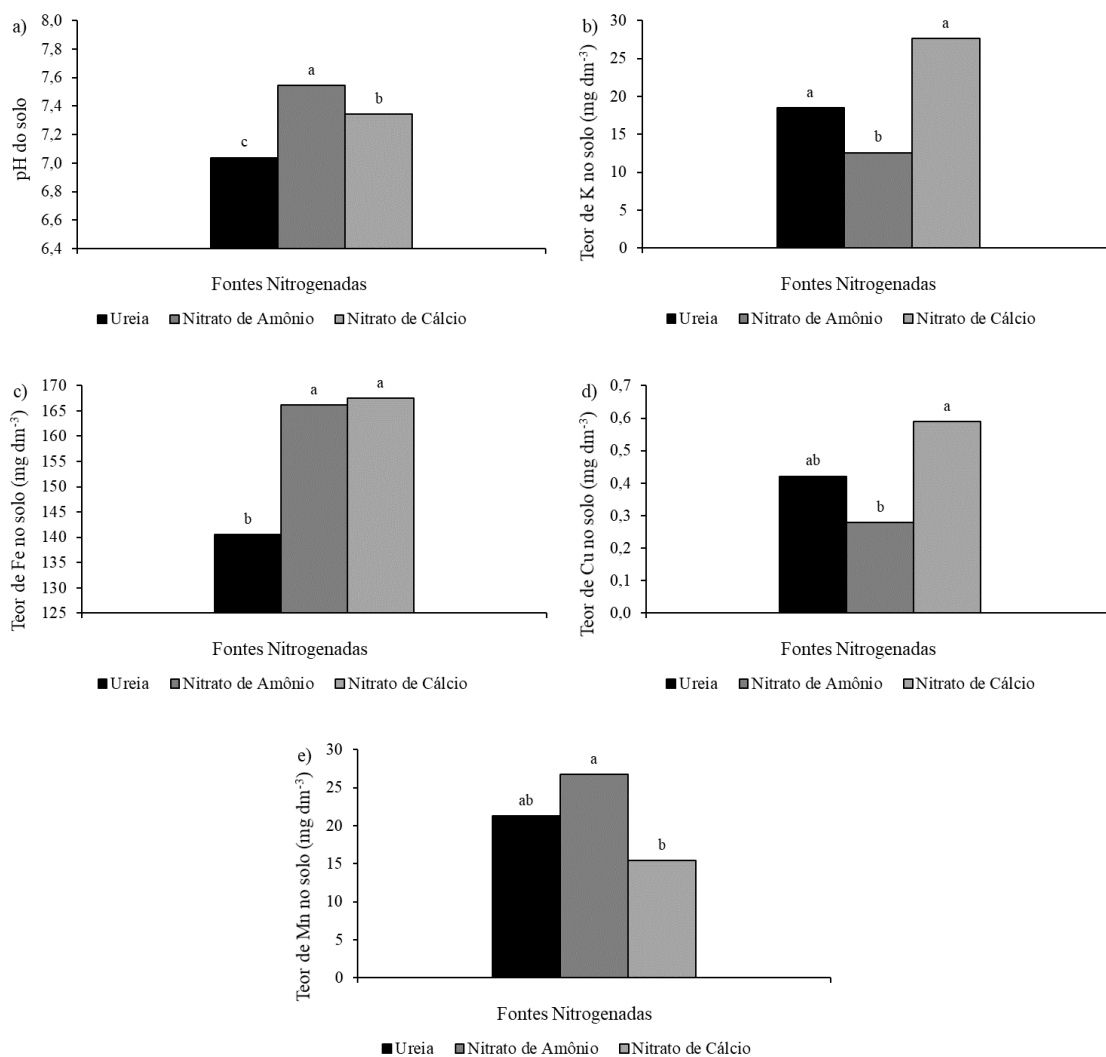


Figura 12: Valores de pH (a) e teores de K (mg dm⁻³) (b) Fe (mg dm⁻³) (c), Cu (mg dm⁻³) (d) e Mn (mg dm⁻³) (e) no solo, em função das fontes nitrogenadas.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de variância (Anexos I.f e I.g) para a análise de teores foliares de nutrientes indicou interação significativa entre os fatores para os teores de P ($p=0,0439$), que quando adubados via solo com U, apresentavam maiores teores de P quando não receberam fertilização foliar com Mo (tabela 9 e figura 14.a), e de Fe ($p=0,0320$), quando também com adubados via solo por U, apresentou maior teor de Fe quando não houve aplicação foliar (tabela 9 e figura 14.b), e quando aconteceu a fertilização foliar com Mo, os maiores teores de Fe estavam nas plantas adubadas com NA e NC (tabela 9 e figura 13.a). As plantas fertilizadas com U ($p=0,0025$) e as plantas sem adubação foliar com Mo ($p=0,0105$) apresentaram maiores teores de Mo em suas folhas em junho/21 (tabela 9 e figuras 13.b e 13.c). Já aquelas fertilizadas com NC ($p=0,0024$) em outubro/21 apresentaram maior teor de Mo foliar (tabela 9 e figura 15). Os valores médios encontrados para N, P, K, Ca, Mg e S em

junho/21 foram, respectivamente, 20,39; 10,18; 14,09; 22,25; 7,86 e 2,19 g Kg⁻¹, e 16,77; 4,74; 103,39; 15,28; 1,31 mg Kg⁻¹ e para Zn, Cu, Fe, Mn e Mo; 1,25 mg Kg⁻¹ de Mo em outubro/21.

Tabela 9: Valores médios da avaliação da concentração de nutrientes nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
N ^{ns}	21,68	18,43	19,91	21,08	21,11	20,15
P [*]	9,46	11,37	9,48	10,39	10,69	9,74
K ^{ns}	12,75	15,70	12,68	12,73	17,25	13,45
Ca ^{ns}	20,20	18,40	25,65	19,08	23,78	26,43
Mg ^{ns}	8,48	7,53	7,63	8,00	17,25	13,45
S ^{ns}	2,22	2,17	2,15	2,22	2,19	2,16
Fe [*]	88,58	114,43	98,80	99,48	107,98	111,13
Zn ^{ns}	17,78	14,65	18,25	16,73	16,73	16,50
Cu ^{ns}	5,38	5,10	4,98	4,48	4,45	4,08
Mn ^{ns}	15,50	13,88	15,70	15,08	16,58	14,95
Mo ^{**}	1,50	1,66	1,07	1,43	0,91	1,25
Mo _{out/21} [*]	1,16	0,99	1,17	1,28	1,49	1,44

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para a interação entre os tratamentos; **- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para a interação entre os tratamentos. N – Nitrogênio (g kg⁻¹); P – Fósforo (g kg⁻¹); K – Potássio (g kg⁻¹); Ca – Cálcio (g kg⁻¹); Mg – Magnésio (g kg⁻¹); S – Enxofre (g kg⁻¹); Zn - Zinco (mg kg⁻¹); Cu – Cobre (mg kg⁻¹); Fe – Ferro (mg kg⁻¹); Mn – Manganês (mg kg⁻¹); Mo – Molibdênio (mg kg⁻¹); Mo_{out/21} - Molibdênio em outubro/2021.

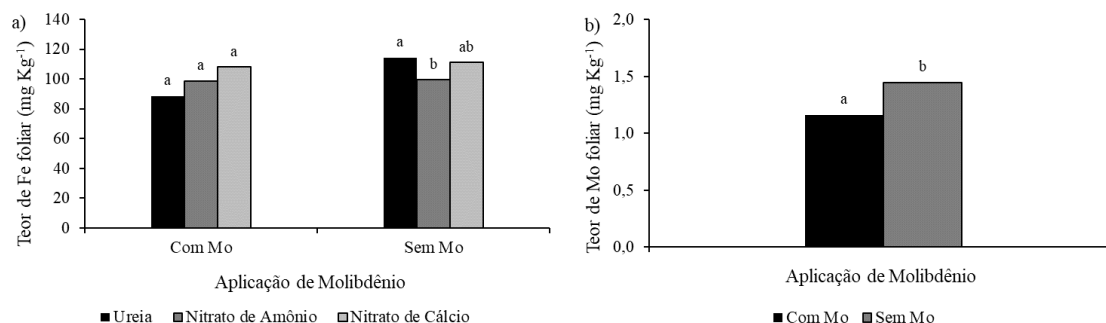


Figura 13: Teores de Fe (mg Kg⁻¹) (a) e Mo (mg Kg⁻¹) (b) nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021, em função da aplicação de molibdênio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (a) e pelo teste F (b), ao nível de 5% de probabilidade.

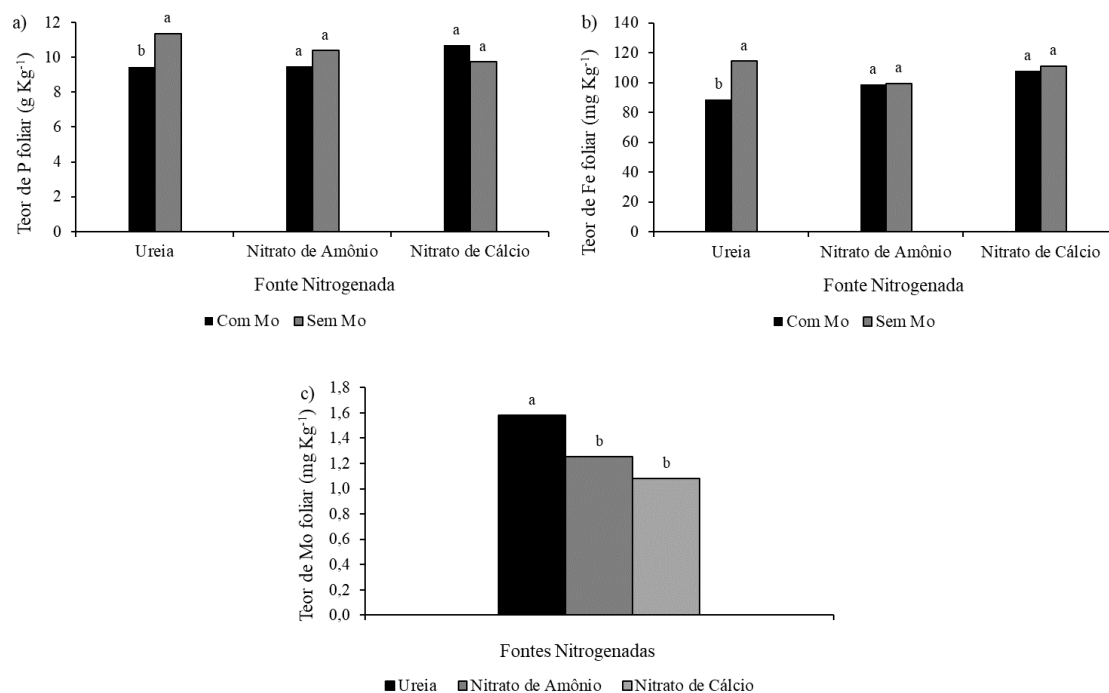


Figura 14: Teores de P (g Kg⁻¹) (a), Fe (mg Kg⁻¹) (b) e Mo (mg Kg⁻¹) nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021, em função de diferentes fontes nitrogenadas.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

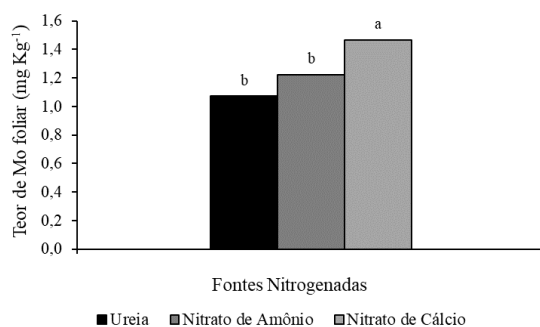


Figura 15: Teor de Mo (mg Kg⁻¹) as folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, em função de diferentes fontes nitrogenadas.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores iniciais de NO₃⁻ e de NH₄⁺ foram, respectivamente, 289,7 e 56,8 g kg⁻¹. As avaliações de NO₃⁻ em junho e outubro e de NH₄⁺ em junho não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados (p<0,05), porém a interação entre os tratamentos foi significativa para o NH₄⁺ em outubro (P=0,0003) (Anexo I.h). O resultado da interação entre os tratamentos para os teores de NH₄⁺ nas folhas de laranja estão plotados na figura 16. A U não diferiu seus teores em relação à aplicação ou não do Mo, porém o NA apresentou maior teor de NH₄⁺ quando não houve aplicação de Mo, e o NC maior teor

de NH_4^+ quando houve a aplicação de Mo.

Tabela 10: Valores médios da avaliação da concentração de nitrato e amônio nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho e outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
NO_3^- jun ^{ns}	291,89	314,88	300,69	304,95	253,99	271,04
NH_4^+ jun ^{ns}	165,50	180,80	119,86	158,47	156,77	178,82
NO_3^- out ^{ns}	491,80	401,20	439,94	403,81	424,48	434,50
NH_4^+ out ^{***}	31,95	27,57	10,29	48,67	40,68	10,33

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para a interação entre os tratamentos.

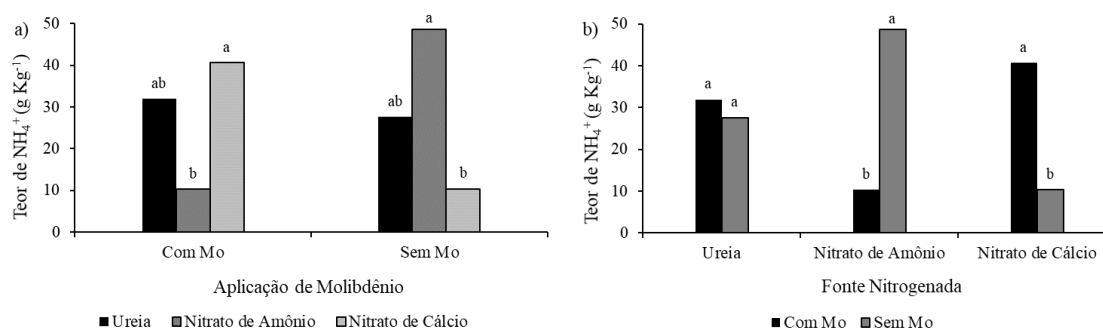


Figura 16: Teor médio de amônio nas folhas de laranja ‘Pêra’(g Kg^{-1}), em outubro/2021, em função da aplicação de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A PCA empregada para avaliar como os teores de amônio, nitrato e Mo estavam relacionados aos tratamentos empregados indicou que, para as medições realizadas no mês de junho de 2021, os eixos 1 e 2 explicam, respectivamente, 50,08% e 35,79% seja, 85,87% da variância total. A figura 17.a representa a projeção gráfica dos seis tratamentos e a figura 17.b das variáveis analisadas, em função dos eixos 1 e 2. O tratamento com aplicação de NC sem aplicação foliar de Mo apresentou maior correlação negativa com o eixo 1, assim como o teor foliar de nitrato nas folhas. Os tratamentos com a utilização de U no solo, tanto com ausência ou aplicação foliar de Mo apresentaram maior correlação positiva com o eixo 1, bem como o teor de amônio nas folhas da laranjeira. O tratamento com fertilização via solo de U sem aplicação foliar de Mo apresentou maior correlação positiva com o eixo 2, tal qual

o teor foliar de Mo.

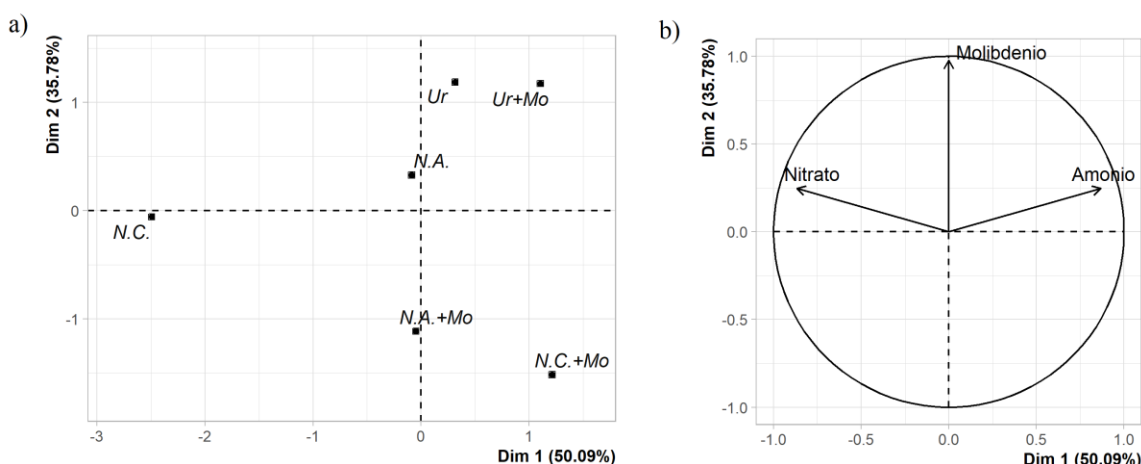


Figura 17: Análise de componentes principais (PCA) para 6 tratamentos (a) e variáveis de teores de nutrientes (b) em folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021. U – ureia; N.A. – nitrato de amônio; N.C. – nitrato de cálcio; Mo – molibdênio.

Tabela 11: Correlação entre as variáveis de teores nutricionais das folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021, e os três principais eixos da PCA.

Variável	Eixo		
	1	2	3
Amônio	0,867	0,246	0,434
Nitrato	-0,867	0,247	0,434
Molibdênio	0,000	0,976	-0,219

A PCA realizada a partir das avaliações do mês de outubro de 2021, mostrou que os eixos 1 e 2 explicam, respectivamente, 42,09% e 32,98% ou seja, 75,05% da variância total. A figura 18.a representa a projeção gráfica dos seis tratamentos e a figura 18.b das variáveis analisadas, em função dos eixos 1 e 2. Os tratamentos com aplicação de NC sem aplicação foliar de Mo e aqueles com fertilização com U e NA, somados à pulverização de Mo, apresentaram maior correlação negativa com o eixo 1, assim como o teor foliar de nitrato nas folhas. Os tratamentos com a utilização de U e NA no solo sem aplicação de Mo e NC com aplicação foliar de Mo apresentaram maior correlação positiva com o eixo 1, assim como o teor de amônio nas folhas da laranjeira. O tratamento composto de NC com aplicação foliar de Mo apresentou maior correlação positiva com o eixo 2, tal qual o teor foliar de Mo.

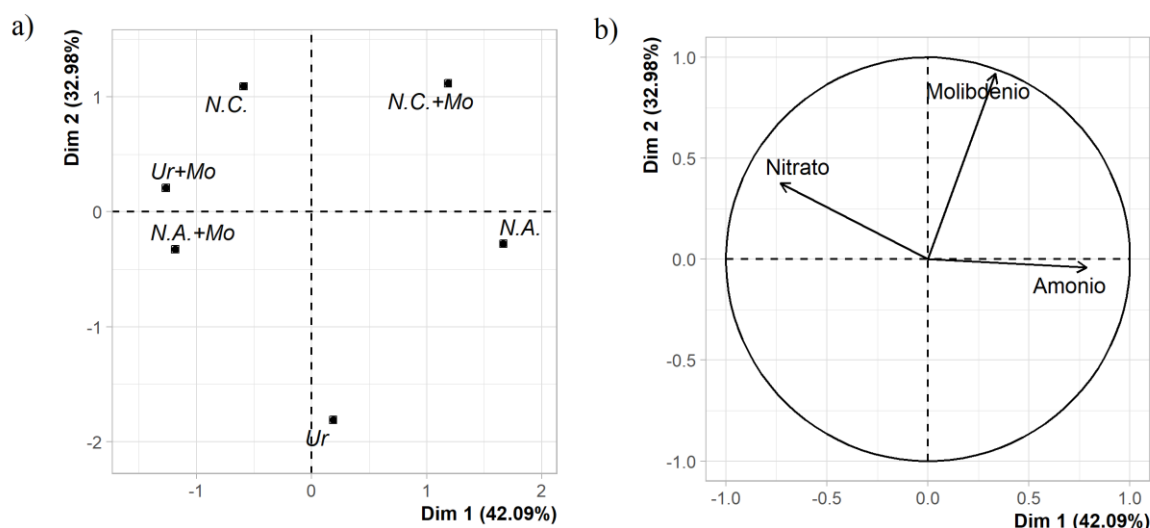


Figura 18: Análise de componentes principais (PCA) para 6 tratamentos (a) e variáveis de teores de nutrientes (b) em folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021. U – ureia; N.A. – nitrato de amônio; N.C. – nitrato de cálcio; Mo – molibdênio.

Tabela 12: Correlação entre as variáveis de teores nutricionais das folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, e os três principais eixos da PCA.

Variável	Eixo		
	1	2	3
Amônio	-0,731	0,376	0,570
Nitrato	0,786	-0,041	0,617
Molibdênio	0,334	0,920	-0,205

Nas análises dos frutos colhidos em outubro de 2021, não houve efeito significativo ($p < 0,05$) para os atributos físicos de DL, DT, CF, MF, EC e FC, que apresentaram valores médios de 75,99 mm; 71,52 mm; 0,94; 199,85 g; 5,18 mm e 3,84 kg, respectivamente (Anexo Ii). Todavia, a aplicação foliar de Mo incrementou o rendimento em suco (RS) em mL, a cada 100 g de fruto (Tabela 13 e figura 19) independente da fonte nitrogenada utilizada.

Tabela 13: Valores médios da avaliação dos atributos físicos dos frutos de laranja ‘Pêra’, colhidos em outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
DL ^{ns}	75,90	78,28	74,44	76,78	75,16	75,37
DT ^{ns}	72,58	73,58	70,25	71,48	70,68	70,97
CF ^{ns}	0,96	0,93	0,94	0,93	0,94	0,94
MF ^{ns}	204,90	212,63	192,60	204,37	191,14	193,46
EC ^{ns}	5,38	5,31	4,85	5,10	5,14	5,32
FC ^{ns}	3,84	4,01	3,74	3,69	3,94	3,80
RS [*]	45,73	43,58	46,71	44,47	45,88	43,95

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o tratamento com molibdênio;. DL – Diâmetro Longitudinal (mm); DT – Diâmetro Transversal (mm); CF – Circunferência do fruto; MF – Massa do fruto (g); EC – Espessura da Casca (mm); FC – Firmeza da Casca (kg); RS – Rendimento do Suco (mL 100g de fruto⁻¹).

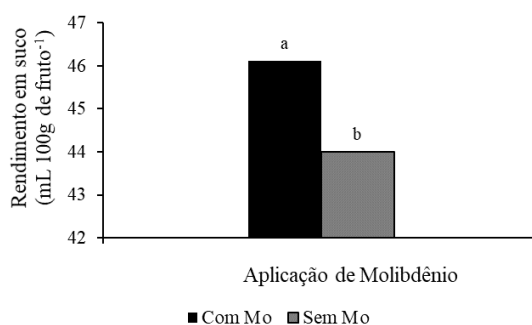


Figura 19: Rendimento médio em suco de laranja ‘Pêra’ (mL 100g de fruto⁻¹), em outubro/2021, em função da aplicação de molibdênio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos frutos colhidos em maio de 2022, aqueles que receberam aplicação foliar de Mo apresentaram maior relação de CF ($p=0,0379$) (tabela 14 e figura 20.a), e aqueles em que as plantas não receberam a aplicação apresentaram maior FC ($p=0,0208$) (tabela 14 e figura 20.b). A interação entre os fatores foi significativa para RS ($p=0,0151$). Quando houve a aplicação foliar com Mo, os maiores rendimentos foram vistos em plantas adubadas com NC. Quando a adubação via solo era feita com NA (tabela 14 e figura 21.a), os frutos apresentaram maior rendimento de suco quando não houve aplicação foliar de Mo (tabela 14 e figura 21.b). As médias gerais para os atributos físicos de DL, DT, CF, MF, EC, FC e RS, foram de 72,08 mm; 68,95 mm; 0,96; 181,99 g; 4,38 mm, 2,23 kg e 46,54 mL 100g

de fruto⁻¹, respectivamente.

Tabela 14: Valores médios da avaliação dos atributos físicos dos frutos de laranja ‘Pêra’, colhidos em maio de 2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
DL ^{ns}	72,55	70,79	71,37	72,26	72,14	73,38
DT ^{ns}	69,43	67,14	69,35	69,33	68,51	69,51
CF*	0,96	0,95	0,97	0,96	0,96	0,94
MF ^{ns}	197,23	168,85	182,20	183,07	185,91	184,70
EC ^{ns}	4,80	4,26	4,35	3,94	4,24	4,71
FC*	2,15	2,18	2,12	2,60	2,06	2,29
RS*	44,70	45,72	44,85	48,50	49,58	45,85

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o tratamento com molibdênio;. DL – Diâmetro Longitudinal (mm); DT – Diâmetro Transversal (mm); CF – Circunferência do fruto; MF – Massa do fruto (g); EC – Espessura da Casca (mm); FC – Firmeza da Casca (kg); RS – Rendimento do Suco (mL 100g de fruto⁻¹).

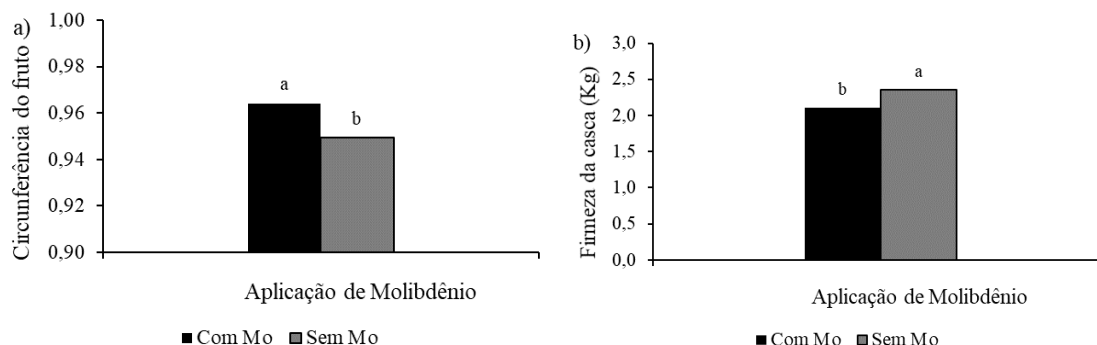


Figura 20: Circunferência do fruto (a) e Firmeza da casca (Kg) (b), em maio/2022, em função da aplicação de molibdênio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

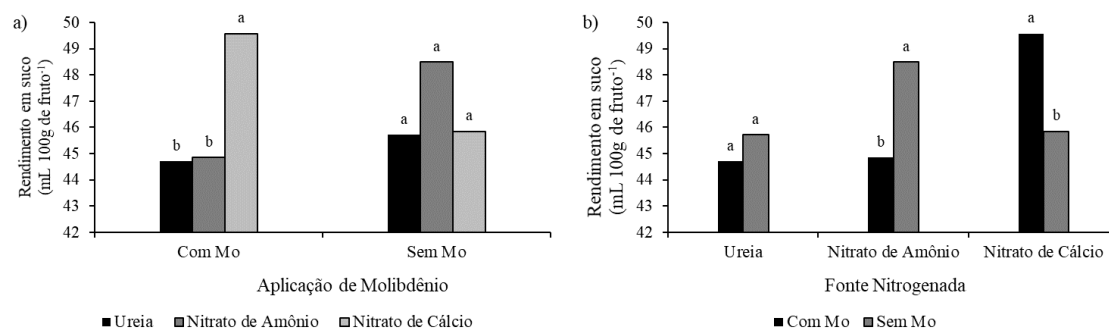


Figura 21: Rendimento médio em suco de laranja ‘Pêra’ (mL 100g de fruto⁻¹), em maio/2022, em função da aplicação de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação às análises físico-químicas dos frutos coletados em outubro de 2021, não houve diferença significativa para o pH entre os tratamentos aplicados ($p < 0,05$), com valor médio de 3,67, porém os tratamentos diferiram entre si em relação aos SST ($p = 0,0007$), ATT ($p = 0,0026$) e *ratio* ($p = 0,0027$) (Anexo I.k). Independente da fonte nitrogenada utilizada, a aplicação foliar com Mo proporcionou maiores teores de SST no suco das laranjas (tabela 15 e figura 22). A interação entre os tratamentos foi significativa para ATT e *ratio*. Dentro do tratamento com a aplicação de Mo, a acidez não diferiu para as fontes nitrogenadas, todavia a acidez foi maior na U e iguais no NA e NC quando não houve aplicação (tabela 15 e figura 23.a). Já dentro de cada fonte nitrogenada, avaliando a aplicação ou não do Mo, a ATT foi igual na U e maior no NA e NC quando utilizado o Mo (tabela 15 e figura 23.b). O *ratio* não diferiu dentro das fontes nitrogenadas quando houve aplicação foliar de Mo, porém foi maior em ordem decrescente para NA, NC e U quando não se aplicou Mo foliar (tabela 15 e figura 24.a). Não houve diferença quanto à aplicação ou não aplicação de Mo para o NC, entretanto, o *ratio* foi maior quando as plantas foram tratadas com U e aplicação de Mo em relação à não aplicação do Mo, e maior quando nos tratamentos de NA não foi aplicado Mo (tabela 15 e figura 24.b).

Tabela 15: Valores médios da avaliação dos atributos físico-químicos do suco de frutos de laranja cv. ‘Pêra’, colhidos em outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
SST***	10,34	10,10	11,18	9,91	10,87	9,92
ATT**	0,50	0,57	0,54	0,43	0,59	0,48
Ratio**	20,72	17,63	20,96	23,60	18,54	20,66
pH ^{ns}	3,73	3,65	3,61	3,78	3,54	3,68

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para a interação entre os tratamentos; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para a aplicação de molibdênio; SST – sólidos solúveis totais (°Brix); ATT – acidez total titulável (g de ácido cítrico em 100 mL de suco);

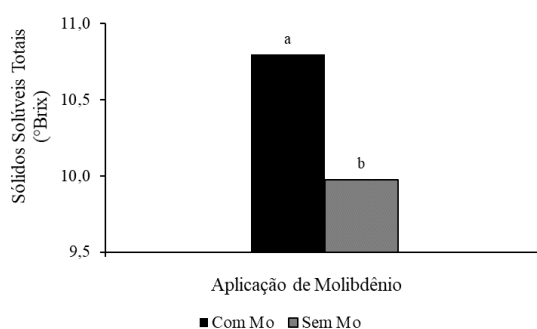


Figura 22: Sólidos Solúveis Totais em suco de laranja ‘Pêra’ (°Brix), em outubro/2021, em função da aplicação de molibdênio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

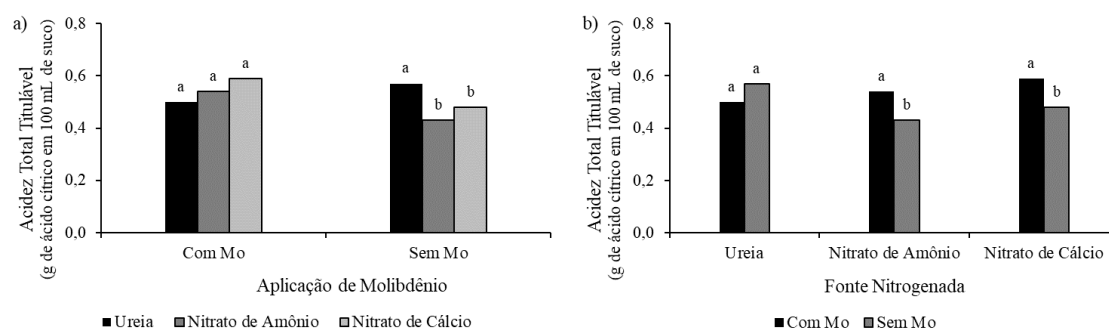


Figura 23: Acidez total titulável média em suco de laranja ‘Pêra’ (g de ácido cítrico em 100 mL de suco), em outubro/2021, em função da aplicação foliar de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

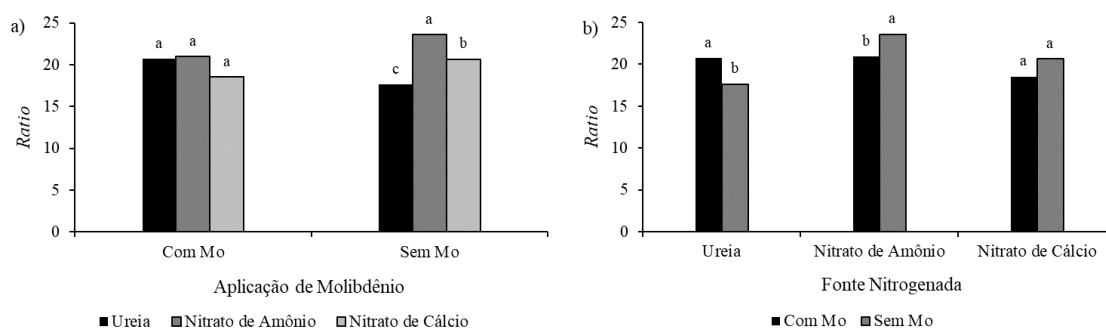


Figura 24: *Ratio* médio em suco de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, em função da aplicação foliar de molibdênio (a) e de diferentes fontes nitrogenadas (b).

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para os frutos coletados em maio de 2022, os frutos que receberam aplicação foliar de Mo apresentaram maior teor de SST ($p=0,0149$) e maio *ratio* ($p=0,0005$) (tabela 16 e figuras 25 e 26). As médias gerais para as variáveis SST, ATT, *ratio* e pH foram, respectivamente 8,41 °Brix, 1,09 g de ácido cítrico em 100 mL de suco, 7,79 e 3,22 (Anexo I.1).

Tabela 16: Valores médios da avaliação dos atributos físico-químicos do suco de frutos de laranja cv. ‘Pêra’, colhidos em maio de 2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
SST*	8,60	8,34	8,46	8,43	8,62	7,96
ATT ^{ns}	1,13	1,05	0,99	1,05	1,06	1,30
<i>Ratio</i> ***	8,63	7,36	9,37	7,45	8,40	5,57
pH ^{ns}	3,24	3,14	3,17	3,24	3,26	3,27

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; * - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para a aplicação de molibdênio; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, para a aplicação de molibdênio; SST – sólidos solúveis totais (°Brix); ATT – acidez total titulável (g de ácido cítrico em 100 mL de suco);

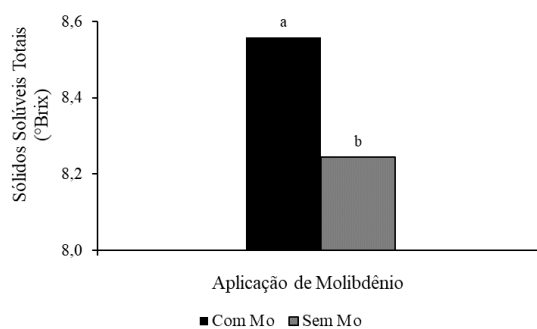


Figura 25: Sólidos Solúveis Totais em suco de laranja 'Pêra' (°Brix), em maio/22, em função da aplicação de molibdênio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

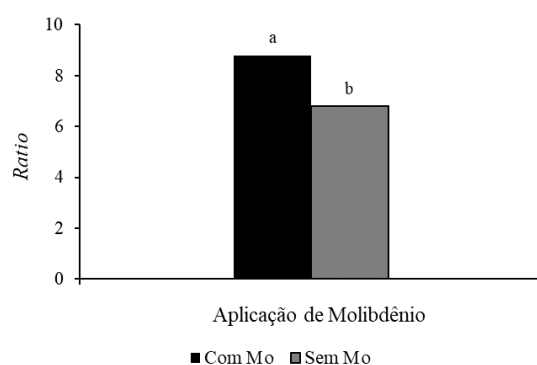


Figura 26: *Ratio* médio em suco de laranja 'Pêra', em maio/2022, em função da aplicação foliar de molibdênio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos não diferiram entre si em relação à coloração da casca dos frutos ($p < 0,05$) nas avaliações feitas em outubro de 2021 nem em maio de 2022 (Anexos I.m e I.n). Os resultados médios para cada tratamento encontram-se nas tabelas 17 e 18. Os valores médios gerais em outubro de 2021 foram de 57,03 de luminosidade; 74,31 de cromaticidade e 84,18 °Hue, e coloração da casca dos frutos laranja-amarelada. Em maio de 2022 foram 57,41 de luminosidade; 63,16 de C; 98,71 °Hue, e a coloração da casca dos frutos amarelo-esverdeada (figura 27).

Tabela 17: Valores médios da avaliação da coloração da casca dos frutos de laranja ‘Pêra’, em outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
L ^{ns}	57,13	55,52	57,55	57,25	57,74	56,97
C ^{ns}	73,34	72,83	76,77	75,44	75,24	72,28
°Hue ^{ns}	84,52	86,45	80,99	83,33	83,67	86,14

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. L – luminosidade; C – cromaticidade; °Hue – ângulo hue;

Tabela 18: Valores médios da avaliação da coloração da casca dos frutos de laranja ‘Pêra’, em maio de 2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Variável	Tratamentos					
	Ureia		Nitrato de Amônio		Nitrato de Cálcio	
	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo	Com Mo	Sem Mo
L ^{ns}	58,16	59,15	59,61	54,98	56,77	55,76
C ^{ns}	65,03	65,90	65,78	58,59	61,10	62,58
°Hue ^{ns}	90,85	94,40	112,44	84,28	114,83	95,43

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. L – luminosidade; C – cromaticidade; °Hue – ângulo hue;

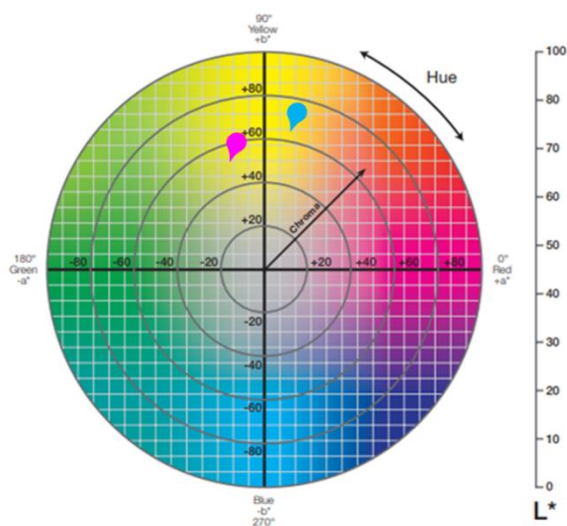


Figura 27: Diagrama para localização aproximada da coloração da casca dos frutos, em outubro de 2021 (ponto azul) e em maio de 2022 (ponto rosa).

Fonte: Adaptado de LAB Color Space and Values (2022).

5 DISCUSSÃO

Em folhas maduras de citros, sem condições de estresse e expostas à luz saturante, a taxa de assimilação de CO₂ varia entre 4 a 10 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, que acontece quando a abertura estomática se encontra entre 100 e 300 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Mattos Júnior et al., 2005). No presente estudo, a fotossíntese líquida mostrada nos diferentes meses variou dentro dessa faixa citada (8,07 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em junho/21, 9,66 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em outubro/21 e 9,61 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em maio/22) e a condutância estomática encontrou-se um pouco abaixo dos valores médios (64,75 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em junho/21, 88,11 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em outubro/21 e 48,93 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em maio/22), que são apresentados geralmente em condições de não estresse. Avaliações das alterações fisiológicas em plantas cítricas em resposta à infestação de *Aleurocanthus woglumi* (Gomes et al., 2019) indicaram maior assimilação fotossintética de CO₂ em lima ácida Tahiti não infestadas com o inseto (17,06 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e em tangerina Tanjara (17,04 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), maior condutância estomática (240 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e maior transpiração instantânea média (4,25 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em tangerina Ponkan, valores superiores aos encontrados neste trabalho.

As plantas apresentam diversos mecanismos fisiológicos para lidar com as mais variáveis formas de estresses, e um dos mais conhecidos é o acúmulo de ácido abscísico (ABA) (Li et al., 2017 b). Uma das enzimas que mediam a biossíntese do ABA é chamada de aldeído oxidase (AO), localizada no complexo citoplasmático das plantas, e que cataliza o aldeído abscísico para produzir ABA bioativo. Essa enzima necessita do Mo como cofator para exercer sua função (Rana et al., 2020; Huang et al., 2022). Outro método utilizado pelas plantas, para enfrentar condições de estresse hídrico, é o acúmulo do aminoácido prolina, que apresenta papel osmólito. Esse acúmulo resulta-se do aumento no fluxo da enzima que regula a taxa de biossíntese de prolina, denominada glutamato. Dessa forma, o potencial hídrico da célula é reduzido abaixo do potencial externo, permitindo a retenção da água celular (Hare e Cress, 1997). Considerando estas condições de estresse e um maior fluxo assimilatório de N, espera-se maiores concentrações de prolina.

Dados acumulados dos últimos 30 anos mostram que a precipitação média nos meses de junho, outubro e maio são, respectivamente 10, 51 e 19 mm (Meteoblue, 2022). Apesar de estatisticamente significativa apenas para as análises feitas em junho de 2021, mesmo nas outras avaliações, os teores de prolina no presente trabalho foram numericamente maiores em tratamentos com nitrato de amônio, indicando que essa fonte mineral de N poderá trazer melhores respostas em relação à produção de prolina nas condições de estresse.

As plantas que receberam fontes nitrogenadas como NA, principalmente, e NC, em

especial quando também receberam a aplicação foliar com Mo, apresentaram maiores concentrações de clorofila a e maior relação clorofila a/b. A aplicação de Mo também foi responsável em padronizar as concentrações de carotenóides entre as fontes nitrogenadas, por não apresentarem diferenças entre si quando recebiam o tratamento. As clorofilas a e b são pigmentos fotossintéticos dos complexos de captação de luz essenciais para a produção de energia nas plantas, e a relação adequada nos teores de clorofila a/b é fundamental na regulação da fotossíntese. Os carotenóides são pigmentos acessórios que atuam como pigmentos auxiliares para a assimilação fotossintética das plantas e prevenir o dano oxidativo, ligando-se aos radicais livres (Asada, 2006). Assim, os resultados obtidos no presente trabalho mostram que tanto aplicação foliar com Mo quanto a utilização de NA e NC são favoráveis à melhor expressão desses pigmentos.

A nutrição mineral desempenha um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento dos citros (Tzortzakis et al., 2021; Fan et al., 2020). Os teores foliares considerados adequados para a cultura do citros são 23 a 25 g kg⁻¹ para N, 1,2 a 1,6 g kg⁻¹ para P, 10 a 15 g kg⁻¹ para K, 35 a 45 g kg⁻¹ para Ca, 3 a 4 g kg⁻¹ para Mg, 2 a 3 g kg⁻¹ para S, 50 a 120 mg kg⁻¹ para Fe, 35 a 50 mg kg⁻¹ para Zn, 4 a 11 mg kg⁻¹ para Cu, 35 a 50 mg kg⁻¹ para Mn e 0,1 a 1,0 mg kg⁻¹ para Mo (Mattos Junior et al., 2005). Independente dos tratamentos, a interpretação para os teores dos nutrientes avaliados em junho/21 neste estudo foram baixos para N, Ca, Zn e Mn; excessivos para P e Mg; e adequados para K, S, Fe, Cu e Mo, porém, é importante ressaltar que esses dados são referentes a um determinado momento de análise, que pode não corresponder com os dos parâmetros adequados.

Os teores foliares de Mo encontraram-se opostos nas avaliações feitas em junho de 2021, após aplicações e antes da coleta de frutos, e em outubro de 2021, no mesmo dia da coleta dos frutos. Em junho, plantas sem aplicação de Mo e aquelas fertilizadas com U apresentavam maiores teores de Mo foliar, enquanto em outubro, os maiores teores estavam nas fertilizadas com NC. Apesar de não ter sido mensurado, as folhas sem aplicação de Mo, principalmente as adubadas com U, coletadas em junho/21, eram visivelmente menores, o que pode ter causado maior teor do nutriente, por não apresentar tanta diluição. Já para o resultado de outubro/21, a maior concentração de Mo quando associada com NC, pode estar relacionada com o maior requerimento da enzima NR para o processo assimilatório do N. Outro fator a ser ressaltado é o tempo de condução do ensaio e os tempos de coleta. São avaliações bastante iniciais, que podem ser mais significativas com o passar do tempo.

As principais formas de absorção de N são o NO₃⁻ e o NH₄⁺, e sua assimilação ou armazenamento dependem das sinalizações internas da planta (Marschner, 2011). O NO₃⁻

absorvido pode ser reduzido a amônio e assimilado nas raízes, via nitrato e nitrito redutase, ou ainda, acumulado nos vacúolos ou exportado para outras partes das plantas. Já o NH_4^+ , absorvido, reduzido ou gerado pelo metabolismo, pode ser incorporados em esqueletos de C ou armazenados nos vacúolos. O processo de assimilação de N envolve alta demanda energética, tanto diretamente pelo gasto de ATP, quanto indiretamente pela competição potencial redox junto à cadeia de transporte de elétrons ou à via das pentoses fosfato (Marschner, 2011). Dessa maneira, supõe-se que a U não apresentou diferença entre a ausência e aplicação de Mo por oferecer à planta o NH_4^+ , sem necessidade de assimilação e o NC, por demandar assimilação, e apresentou maiores teores quando há a aplicação de Mo, favorecendo a atuação da NR. As maiores correlações entre os tratamentos de U e NC com Mo com os teores de NH_4^+ são facilmente entendidos pelo fato de U oferecer o N apenas nesta forma para a planta, e que para a assimilação do N, as plantas cuja fonte seja apenas NO_3^- , necessitem do Mo.

Além do seu papel para formação e produção, os nutrientes minerais têm efeito direto sobre a qualidade dos frutos. A presença de N aumenta o teor de suco, o teor de sólidos solúveis e de acidez, e diminui o ratio na cultura do citros (Mattos Júnior et al., 2005). O aumento do rendimento do suco de laranja ‘Pêra’ já foi evidenciado por Veloso et al. (2003), através da elevação da dose de N aplicada para $400 \text{ g planta}^{-1}$ (aproximadamente 138 kg ha^{-1}), assim como aumento no percentual de suco de lima ácida ‘Tahiti’ com aumento da dose de N para $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ observado por Castricini et al. (2017). Como no presente estudo, independente da fonte nitrogenada aplicada, a aplicação foliar de Mo resultou em maior RS em outubro/21, pode-se presumir que esse aumento decorreu da maior concentração de N assimilado nas plantas devido à presença do Mo. Maior rendimento de suco é interessante não apenas para o consumo *in natura*, pois esse parâmetro é um dos principais considerados para fins industriais de produção de suco (Caputo et al., 2012).

Assim como o RS, os SST do presente estudo variaram independentemente da fonte nitrogenada aplicada, sendo maiores nos tratamentos com Mo nas análises de outubro, e maiores em maio de 2022 com o tratamento de NC aliado com a aplicação de Mo. Análises feitas em morangos (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. Akihime) sob diferentes doses de Mo, mostraram que maior valor de SST foi obtido na concentração de 135 g ha^{-1} de Mo, correspondente ao maior acúmulo de fotossintatos nas folhas e frutos (Li et al., 2017 a), assim como maiores valores de SST também foram encontrados em suco de laranja ‘Pera’ enxertada em tangerineira ‘Sunki’ quando as plantas foram tratadas com maior dose de Mo (Fontes et al., 2014). Já Veloso et al. (2003) observaram que quanto maior a dose de N,

menor era a concentração de SST, assim como Magalhães (1987). De acordo com a CEAGESP (2011), o suco de laranja deve conter pelo menos 10° Brix para atender os requisitos mínimos de qualidade para o estado de São Paulo para laranja de mesa. O aumento no teor de sólidos solúveis também é interessante financeiramente, uma vez que muitas indústrias pagam o produto por tonelada de SST. Desta maneira, a elevação dos sólidos solúveis devido à aplicação foliar de Mo mostra-se como potencial para a melhoria desse atributo nas produções de laranja.

Os tratamentos sem aplicação de Mo indicaram que a acidez foi maior na U em relação ao NA e NC. As análises ao longo de 3 anos em laranjeira 'Pêra' mostraram que no primeiro ano, o aumento das doses de N provocou diminuição na ATT, no segundo ano as diferentes doses mantiveram a ATT relativamente constante e no terceiro ano, o aumento das doses elevou a ATT (Veloso et al., 2003). Doses de 67,5 e 168,75 g ha⁻¹ de Mo resultaram em maior ATT em morangos (Li et al., 2017 a). A acidez de abacaxis foi elevada significativamente com a adubação nitrogenada na presença da calagem (Veloso et al., 2001), e embora não citado em tal trabalho, um dos objetivos da calagem é a elevação do pH do solo, e a disponibilidade de Mo também aumenta à medida que o pH do solo é aumentado.

Morangos tratados com diferentes doses de Mo mostraram que a maior dose utilizada, 202,5 g ha⁻¹, resultou em menor *ratio*, indicando que uma concentração adequada de Mo é benéfica para a melhoria do *ratio*, contudo, doses excessivas de Mo podem resultar em decréscimo desse valor (Li et al., 2017 a). As análises de maio de 2022 indicaram que aplicar o Mo via foliar melhora a relação entre os SST e a ATT do suco dos frutos, indicando melhor relação de sabor. Além disso, o fato das fontes nitrogenadas sem aplicação foliar de Mo apresentarem diferença significativa entre si nas avaliações de outubro de 2021, juntamente com o fato dessas fontes aplicadas com o Mo não indicarem diferença significativa, indica que o uso do Mo proporciona maior eficiência do uso de N, independente da escolha do fertilizante utilizado, pois padroniza os resultados.

A sazonalidade de preços e disponibilidade de fertilizantes no mercado é um fato já bem conhecido pelos produtores. A padronização dos resultados quando se faz a aplicação foliar com Mo é interessante pelo fato de possibilitar que os frutos mantenham sempre o mesmo padrão, independente da escolha de uma ou outra fonte nitrogenada.

Os frutos da laranja são drenos que apresentam grande importância econômica. O acúmulo de assimilados nesses drenos é coordenado por diversos fatores fisiológicos e ambientais, incluindo taxa fotossintética, translocação através do floema e metabolismo de carboidratos. (Svatoš et al., 2020). O fato das plantas tratadas com Mo apresentarem menores

taxas fotossintéticas em algumas análises e melhores qualidades de frutos pode, em um primeiro momento, ser uma incógnita para a conexão dos processos, uma vez que o metabolismo dos carboidratos depende diretamente da fotossíntese. Algumas suposições feitas relacionam-se com a atividade da enzima AO, que ao sintetizar AIA (Huang et al., 2022), permitiu maior divisão celular do fruto, com maior número de vesículas de suco, proporcionando maior rendimento de suco. Ou também devido à uma possível maior expressão de ABA, que desempenha papel importante no desenvolvimento do fruto, interagindo com outros hormônios vegetais para controlar ou influenciar o processo de amadurecimento (McAtee et al., 2013), também pela ação da AO. Além disso, é intrigante a maior concentração de Mo nas folhas quando não havia aplicação foliar de Mo. Será que o Mo atuaria ainda como um cofator de transporte de carboidratos para os frutos, diminuindo a concentração de Mo nas folhas e aumentando os carboidratos dos frutos?

6 CONCLUSÃO

Durante o período de avaliação do experimento, os teores foliares de Mo e de N não aumentaram em função da aplicação foliar de Mo e fontes de N.

As plantas que receberam fontes nitrogenadas como NA, principalmente, e NC, em especial quando também receberam a aplicação foliar com Mo, apresentaram maiores concentrações de clorofila a e maior relação clorofila a/b.

A aplicação foliar de molibdênio resulta em circunferência mais arredondada dos frutos, maiores teores de sólidos solúveis totais, melhor *ratio* e maior rendimento de suco de laranja ‘Pêra’, e a presença do Mo padroniza os resultados de acidez titulável e *ratio*, independente da fonte de nitrogênio aplicada, demonstrando que a aplicação foliar do Mo melhora a qualidade dos frutos.

REFERÊNCIAS

- Abraham, E., Hourton-Cabassa, C., Erdei, L., Szabados, L. (2010) Methods for Determination of Proline in Plants. In: R. Sunkar (ed.), *Plant Stress Tolerance, Methods in Molecular Biology* 639, DOI 10.1007/978-1-60761-702-0_20
- Amiri, M. E., Fallahi, E., & Golchin, A. (2008). Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf, and fruit mineral nutrients in apple. *Journal of Plant Nutrition*, 31(3), 515–525. <https://doi.org/10.1080/01904160801895035>
- AOAC - Association Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 12th ed. Washington, P.1015, 2005.
- Asada, K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant physiology*, v. 141, n. 2, p. 391-396, 2006. <https://doi.org/10.1104/pp.106.082040>
- Bastos, D.C., Ferreira, E.A., Passos, O.S., Sá, J.F., Ataíde, E.M., Calgaro, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. *Informe Agropecuário*, 2014, Belo Horizonte 35, 36–45
- Beber, P. M.; Souza Álvares, V.; Kusdra, J. F. Qualidade industrial e maturação de frutos de laranjeiras-doce em Rio Branco, Acre. *Citrus Research & Technology*, v. 39, p. 1-9, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.10317>.
- Boaretto, R. M; Hippler, F. W. R.; Ferreira, G. A.; et al. The possible role of extra magnesium and nitrogen supply to alleviate stress caused by high irradiation and temperature in lemon trees. *Plant and Soil*, Heidelberg, p. 1-14, 2020. DOI: doi.org/10.1007/s11104-020-04597-y.
- Calzadilla, P. I., Carvalho, F. E. L., Gomez, R., Neto, M. L., & Signorelli, S. (2022). Assessing photosynthesis in plant systems: a cornerstone to aid in the selection of resistant and productive crops. *Environmental and Experimental Botany*, 104950. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104950>
- Cantarella, H. Nitrogênio. In: Novais, R. F. et al. *Fertilidade do solo*. 1ª ed. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.
- Cataldo, D., Maroon, M., Schrader, L., Youngs, V. (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid 1. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 6, 71–80.
- Caputo, Marina Maitto et al. Seleção de cultivares de laranja doce de maturação precoce por índices de desempenho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, p. 1669-1672, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ZzMKzT4xHDxSWqwNmcj9PnQ/?format=pdf&lang=pt>
- Castricini, Ariane et al. Quality of ‘Tahiti’ acid lime fertilized with nitrogen and potassium in the semiarid region of Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 39, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017288>. Disponível em: <https://www.scielo.br/>
- CEAGESP. Normas de Classificação de Citros de Mesa. Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura – CEAGESP. São Paulo, 2011. 12 p. Disponível em: <https://ceagesp.gov.br/classificacao/>
- Cecchi, Heloísa Máscia. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Editora da UNICAMP, 2003.

Chen, H., Jia, Y., Xu, H., Wang, Y., Zhou, Y., Huang, Z., Yang, L., Li, Y., Chen, L. S., & Guo, J. (2020). Ammonium nutrition inhibits plant growth and nitrogen uptake in citrus seedlings. *Scientia Horticulturae*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109526>

Centro de Citricultura Sylvio Moreira. Borbulhas. Disponível em: <<http://ccsm.br/produtos-e-servicos-equipamento-multiusuarios-fapesp/borbulhas/>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio. 2nd ed (Lavras: UFLA). 2005

Domingues, E. T., Tulmann Neto, A., Pompeu Junior, J., Teófilo Sobrinho, J., Mattos Junior, D., & Figueiredo, J. O. (2003). Seleção de variedades de laranja quanto à qualidade do fruto e período de maturação. *Laranja*, 24, 471-470.

Eichert, T; Fernández, V. Uptake and Release of Elements by Leaves and Other Aerial Plant Parts. In: MARSCHNER, P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd. ed. Elsevier Ltd., 2012. 651 p.

Elrys, A. S.; Abdo, A. Ie; Desoky, E. S. M. Potato tubers contamination with nitrate under the influence of nitrogen fertilizers and spray with molybdenum and salicylic acid. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, n. 7, p. 7076-7089, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1075-y>.

Fan, Z., Xiong, H., Luo, Y., Wang, Y., Zhao, H., Li, W., He, X., Wang, J., Shi, X., & Zhang, Y. (2020). Fruit Yields Depend on Biomass and Nutrient Accumulations in New Shoots of Citrus Trees. *Agronomy*, 10, 1988. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121988>

FAO 25 de maio de 2019 Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

FAO. Food and agriculture data: production: crops. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

Ferreira, Eric Batista; Cavalcanti, Portya Piscitelli; Nogueira, Denismar Alves (2021). ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portugues). R package version 1.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>

Fontes, C. E. P. et al. Produtividade e qualidade de frutos cítricos em função da aplicação foliar de nitrogênio e cálcio. Orientador: José Eduardo Creste, 2014. 50 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Oeste Paulista – Presidente Prudente, 2014.

Fontes, RLF, Dallpai, DL, Braga, JM, & Alvarez V., VH (2000). Determination of molybdenum in soil test extracts with potassium iodide plus hydrogen peroxide reaction. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31 (15-16), 2671-2683. doi: 10.1080 / 00103620009370617

Fundecitros disponível em 27 de maio de 2019 :<https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/safra-de-laranja-20182019-e-reestimada-em-28488-milhoes-de-caixas/776>

Gomes, A. M. S. do V., Reis, F. de O., Lemos, R. N. S. de, Mondego, J. M., Braun, H., & Araujo, J. R. G. (2019). Physiological characteristics of citrus plants infested with citrus blackfly. *Revista Brasileira de Entomologia*, 63(2), 119–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.02.002>

Hare, P.D. and Cress, W.A. (1997) Metabolic Implications of Stress-Induced Proline Accumulation in Plants. *Plant Growth Regulation*, 21, 79-102. <https://doi.org/10.1023/A:1005703923347>

Hippler, F.W.R. et al. Revisiting nutrient management for Citrus production: to what extent does molybdenum affect nitrogen assimilation of trees?. *Scientia Horticulturae*, v. 225, p. 462-45

470, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.049>.

Hortifruti Brasil Ano 18 n° 189 – Maio de 2019 INSS 1981-183 <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/alternativas-a-producao-de-laranja-em-sp.aspx>

Huang, Xin-Yuan; Hu, Da-Wei; Zhao, Fang-Jie. Molybdenum: More than an essential element. *Journal of Experimental Botany*, v. 73, n. 6, p. 1766-1774, 2022. DOI: 10.1093/jxb/erab534

Imran M, Hu C, Hussain S, Rana MS, Riaz M, Afzal J, Aziz O, Elyamine AM, Ismael MAF, Sun X (2019) Molybdenum-induced effects on photosynthetic efficacy of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different nitrogen sources are associated with nitrogen assimilation. *Plant Physiology and Biochemistry* 141: 154–163

Kalra, Yash (Ed.). Handbook of reference methods for plant analysis. CRC press, 1997.

LAB Color Space and Values | X-Rite Color Blog. Disponível em: <<https://www.xrite.com/pt-pt/blog/lab-color-space>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

Li, Baohai et al. Ammonium stress in Arabidopsis: signaling, genetic loci, and physiological targets. *Trends in Plant Science*, v. 19, n. 2, p. 107-114, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.09.004>

Li, L. I. U. et al. Effects of molybdenum on nutrition, quality, and flavour compounds of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Akihime) fruit. *Journal of integrative agriculture*, v. 16, n. 7, p. 1502-1512, 2017 a. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311916615186>>

Li, J., Wu, Y., Xie, Q., Gong, Z., 2017 b. Abscisic acid. In: Li, J., Li, C., Smith, S.M. (Eds.), *Hormone Metabolism and Signaling in Plants*. Academic Press, Cambridge, MA, USA, pp. 161–202.

Liao L, Dong T, Qiu X, Rong Y, Wang Z, Zhu J (2019) Nitrogen nutrition is a key modulator of the sugar and organic acid content in citrus fruit. *PLoS ONE* 14(10): e0223356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223356>

Lichtenthaler, Hartmut K. [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: *Methods in enzymology*. Academic Press, 1987. p. 350-382. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0076687987480361>>. Acesso em: 10 jun. 2021

Magalhães, AF de J. Influência da adubação na composição mineral do solo, nas folhas e produção da laranja ‘Pêra’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 9, n. 3, p. 31-37, 1987.

Manuel, T.J.; Alejandro, C. A.; Angel, L.; Aurora, G; Emilio, F. Roles of Molybdenum in Plants and Improvement of Its Acquisition and Use Efficiency. In: Hossain, M. A.; Kamiya T.; Burritt, D. J.; Tran, L. P.; Fujiwara, T. *Plant Micronutrient Use Efficiency*. Academic Press, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812104-7.00009-5>.

Marschner, P. (2011). *Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants Third Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.X0001-5>

Martins, F. B.; Gonzaga, G.; Santos, D. F. dos; Reboita, M. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*. Ano 14 – Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais.

Mattos Jr D, et al. Chapter 15 - Soil and nutrition interactions, Editor(s): Manuel Talon, Marco Caruso, Fred G. Gmitter, The Genus Citrus, Woodhead Publishing, 2020, p. 311-331, ISBN

9780128121634

Mattos Jr. et al. (2012) Nutrient Management for High Citrus Fruit Yield in Tropical Soils. *Better Crops/Vol. 96* (No. 1)

Mattos Júnior, D.; Boaretto, R. M.; Zambrosi, F. C. B.; Quaggio, J. A. Nutrição de Plantas cítricas. Informe Agropecuário, 2014, Belo Horizonte 35, 54-63.

Mattos Júnior, D. et al. Citros. Campinas: Instituto Agronômico/FUNDAG, 2005. cap. 8, p. 197-219.

McAtee, P., Karim, S., Schaffer, R., & David, K. (2013). A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Frontiers in Plant Science*, 4. doi:10.3389/fpls.2013.00079

McGuire RG. (1992) Reporting of objective color measurements. *Horticulture Science*, 27: 1254-1255.

Mendonça, E. de S.; Matos, E. da S. Matéria orgânica do solo: Métodos de análises. 2005.

Meteoblue. Dados históricos simulados de clima e tempo para Bom Despacho. Disponível em: <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/bom-despacho_brasil_3469516>. Acesso em 22 ago. 2022.

Molins-Legua, C., Meseguer-Lloret, S., Moliner-Martinez, Y., Campíns-Falcó, P. (2006) A guide for selecting the most appropriate method for ammonium determination in water analysis. *Trac. Trends Anal. Chem.* 25, 282–290.

Neto, E. B.; Barreto, L. P. Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011. 261p.

Novais, R. F. Et al. Fertilidade do solo. 1ª ed. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

Pio, R. M.; Figueredo, J. O.; Estuchi, E. S.; Cardozo S. A. De B. Variedades Copas. In: Mattos Junior, Dirceu de; Negri, José Dagoberto De; Pio, Rose Mary; Pompeu Junior, Jorgino (Eds). Citros. Campinas, SP: Instituto Agronômico e Fundag, p. 929, 2005.

Pompeu Junior, J. Porta-Enxertos. In: Mattos Junior, Dirceu De; Negri, José Dagoberto De; Pio, Rose Mary; Pompeu Junior, Jorgino (Eds). Citros. Campinas, SP: Instituto Agronômico e Fundag, p. 929, 2005.

Praxedes SC, DaMatta FM, Loureiro ME, Ferrão MAG, Cordeiro AT (2006) Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. kouillou) leaves. *Environmental and Experimental Botany* 56: 263-273.

Profert. Manual do Laboratorista. 2005. Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solo do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.profertmg.com.br/secao.htm?idSecao=47>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

Quaggio, J. A.; Mattos Júnios, D.; Cantarella, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: In: Mattos Junior, Dirceu De; Negri, José Dagoberto De; Pio, Rose Mary; Pompeu Junior, Jorgino (Eds). Citros. Campinas, SP: Instituto Agronômico e Fundag, p. 929, 2005.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rana, M. et al. Molybdenum as an essential element for crops: an overview. *Int. J. Sci. Res. Growth*, v. 24, p. 18535, 2020. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.24.004104

Reis, J.M.R; Lima, L.C; Boas, E.V.B.V; Chitarra, A.B. Relação entre o grau de coloração da casca e algumas características de qualidade de tangerina 'Ponkan'. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v.24 (Edição Especial), p.182-186, 2000.

Reyes TH, Scartazza A, Pompeiano A, Ciurli A, Lu Y, Guglielminetti L, Yamaguchi J (2018) Nitrate Reductase Modulation in Response to Changes in C/N Balance and Nitrogen Source in Arabidopsis. *Plant Cell Physiol.* 59(6): 1248-1254. doi:10.1093/pcp/pcy065

Rocha, J. G. D., Ferreira, L. M., Tavares, O. C. H., Santos, A. M. D., & Souza, S. R. D. (2014). Cinética de absorção de nitrogênio e acúmulo de frações solúveis nitrogenadas e açúcares em girassol. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 44(4), 381-390. <https://www.scielo.br/pdf/pat/v44n4/v44n4a09.pdf>

Salibe, A. A., Teófilo Sobrinho, J., & Müller, G. W. (2002) Sinopse de conhecimentos e pesquisas sobre a laranja Pera. *Laranja*, 23(1), 221-230. <http://s3.amazonaws.com/host-article-assets/citrus-rt/59afd21e0e8825e625dde272/fulltext.pdf>

Silva, G. A.; Landau, E. C. . Evolução Da Produção De Laranja. In: Landau, E.C; Silva, G. A.; Moura, L.; Hirsch, A.; Guimarães, D. P. (Org.). Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem vegetal. 1ed.Brasilia/DF: Embrapa, 2020, v. 2, p. 869-894. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122548>

Svatoš, A., Kai, M., Falchi, R., Walker, R. P., Vizzotto, G., Bonghi, C., Drincovich, M. F., Famiani, F., & Lara, M. v. (2020). Sugar Metabolism in Stone Fruit: Source-Sink Relationships and Environmental and Agronomical Effects. *Frontiers in Plant Science*, 11(13). <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.573982>

Swift J, Alvarez JM, Araus V, Gutierrez RA, Coruzzi GM (2020). Nutrient dose-responsive transcriptome changes driven by Michaelis–Menten kinetics underlie plant growth rates. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1918619117

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

Tedesco, M. J. et al. *Análises de solo, plantas e outros matérias*. 2 ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. Boletim Técnico [de Solos], nº5. 1995. 174p.

Tzortzakis, N., Molassiotis, A., Milner, M. J., Huang, Y., Bai, Q., & Shen, Y. (2021). *Advances in Mineral Nutrition Transport and Signal Transduction in Rosaceae Fruit Quality and Postharvest Storage*. 12, 620018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.620018>

Van Gell M, Beenhouwer M, Ceulemans T, Caes K, Ceustermans A, Bylemans D, Gomand A, Lievens B, Honnay O (2016) Application of slow-release phosphorus fertilizers increases arbuscular mycorrhizal fungal diversity in the roots of apple trees. *Plant Soil*, 402:291–301. DOI 10.1007/s11104-015-2777-x

Vaissie, Pauline; Monge, Astrid; Husson, Francois (2021). Factoshiny: Perform Factorial Analysis from 'FactoMineR' with a Shiny Application. R package version 2.4. <https://CRAN.R-project.org/package=Factoshiny>

Veloso, C. A. C. et al. Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 23, p. 396-402, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000200040>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/>>

Veloso, C. A. C., et al. (2003). Rendimento e qualidade de frutos da laranjeira submetida à adubação com NPK em latossolo amarelo. *Revista de Ciências Agrárias*. Belém, n. 40, p. 9-48

186, jul/dez. Disponível em:
<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/406693/1/Revistap133.pdf>>

Weatherburn, M. W. (1967). Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry*, 39(8), 971–974. doi:10.1021/ac60252a045

Wen X, Hu C, Sun X, Zhao X, Tan O (2019) Research on the nitrogen transformation in rhizosphere of winter wheat (*Triticum aestivum*) under molybdenum addition. *Environmental Science and Pollution Research* (2019) 26:2363–2374. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3565-y>

Wójcik, P. Effects of molybdenum sprays on the growth, yield and fruit quality of ‘Red Jonaprince’ apple trees. *Scientia Horticulturae*, v. 271, p. 109422, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109422>.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela a: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para da avaliação fotossintética das folhas de laranja ‘Pêra’, em junho/2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Fontes de Variação	GL	PR	Chl a	Chl b	CA	Ca/Cb
Molibdênio (M)	1	226.557 ^{ns}	17,07 ^{ns}	0,40 ^{ns}	2,73 ^{ns}	19,24 [*]
Fontes Nitrogenadas (N)	2	49.974.343 ^{***}	26,98 ^{***}	7,94 ^{ns}	0,25 ^{ns}	5,11 ^{ns}
M x N	2	5.732.068 ^{ns}	17,99 [*]	2,21 ^{ns}	2,87 ^{ns}	3,01 ^{ns}
Blocos	3	3.568.997 ^{ns}	14,89 [*]	9,86 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Resíduo	15	4.117.494	4,05	4,33	0,89	3,64
Média		5526,93	15,49	8,22	5,68	1,92
CV (%)		36,71	13,23	25,3	16,58	34,54

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade; PR – Prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF); Chla – Clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Chlb – Clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$); CA – Carotenóides ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Ca/Cb – Relação entre clorofila a e clorofila b; CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela b: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para da avaliação fotossintética das folhas de laranja ‘Pêra’, em outubro/2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Fontes de Variação	GL	PR	Chl a	Chl b	CA	Ca/Cb
Molibdênio (M)	1	9604 ^{ns}	4,41 ^{ns}	4,31 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	45419 ^{ns}	17,82 [*]	19,53 ^{**}	0,66 ^{ns}	2,77 ^{***}
M x N	2	915 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Blocos	3	69032 ^{ns}	2,31 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Resíduo	15	22296	3,93	2,32	0,22	0,15
Média		3877,49	9,65	4,90	3,01	2,17
CV (%)		38,51	20,54	31,11	15,56	18,12

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade; PR – Prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF); Chla – Clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Chlb – Clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$); CA – Carotenóides ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Ca/Cb – Relação entre clorofila a e clorofila b; CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela c: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para da avaliação fotossintética das folhas de laranja ‘Pêra’, em maio/2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas.

Fontes de Variação	GL	PR ^{BC}	Chl a	Chl b	CA	Ca/Cb
Molibdênio (M)	1	1,51 ^{ns}	10,93 ^{ns}	0,001 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,04 [*]
Fontes Nitrogenadas (N)	2	163,18 ^{ns}	26,09 ^{ns}	13,55 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,011 ^{ns}
M x N	2	68,23 ^{ns}	58,56 [*]	6,87 ^{ns}	7,13 [*]	0,10 ^{***}
Blocos	3	285,85 [*]	11,95 ^{ns}	3,85 ^{ns}	1,10 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Resíduo	15	80,57	9,21	4,96	1,14	<0,01
Média		6708,61	13,16	9,43	4,12	1,41
CV (%)		18,22	23,07	23,63	25,96	6,26

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade; BC – Transformação Box Cox de dados; PR – Prolina ($\mu\text{g g}^{-1}$ MF); Chla – Clorofila a ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Chlb – Clorofila b ($\mu\text{g cm}^{-2}$); CA – Carotenóides ($\mu\text{g cm}^{-2}$); Ca/Cb – Relação entre clorofila a e clorofila b; CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela d: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação dos teores de nutrientes no solo

FV	GL	pH	H+Al	P	K	Ca	Mg	S
Molibdênio (M)	1	0,03 ^{ns}	0,98 ^{ns}	34,47 ^{ns}	188,34 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,13 ^{ns}	47,24 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	0,52 [*]	0,31 ^{ns}	11,18 ^{ns}	461,56 [*]	2,47 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,17 ^{ns}
M x N	2	<0,01 ^{ns}	0,64 ^{ns}	34,47 ^{ns}	256,28 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,34 ^{ns}	90,73 ^{ns}
Blocos	3	0,14 ^{ns}	0,29 ^{ns}	24,86 ^{ns}	78,64 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,36 ^{ns}	271,25 [*]
Resíduo	15	0,02	0,64	60,93	80,72	1,84	0,20	514,94
Média		7,31	7,52	15,05	19,59	9,52	3,22	16,66
CV (%)		2,00	10,6	51,86	45,87	14,26	13,76	35,16

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade; pH – acidez efetiva; H+Al – acidez potencial ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), P – Fósforo (mg dm^{-3}); K – Potássio (mg dm^{-3}); Ca – Cálcio ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), Mg – Magnésio ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), S - Enxofre (mg dm^{-3}); CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela e: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação dos teores de nutrientes no solo

FV	GL	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo
Molibdênio (M)	1	6,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	17,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	1840,99 ^{***}	16,16 ^{ns}	0,19 ^{**}	254,38 ^{***}	<0,01 ^{ns}
M x N	2	92,96 ^{ns}	12,64 ^{ns}	0,05 ^{ns}	22,12 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Blocos	3	223,49 ^{ns}	12,86 ^{ns}	0,06 ^{ns}	185,33 [*]	<0,01 ^{ns}
Resíduo	15	148,70	13,22	0,02	20,81	<0,01
Média		158,07	5,35	0,43	21,14	0,12
CV (%)		7,71	67,96	33,72	21,58	57,14

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade; Fe – Ferro (mg dm⁻³); Zn – Zinco (mg dm⁻³); Cu – Cobre (mg dm⁻³); Mn – Manganês (mg dm⁻³); Mo – Molibdênio (mg dm⁻³); CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela f: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação da concentração de macronutrientes nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de Mo em diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Molibdênio (M)	1	6,14 ^{ns}	2,37 ^{ns}	0,43 ^{ns}	21,85 ^{ns}	0,14 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	0,73 ^{ns}	0,46 ^{ns}	14,15 ^{ns}	67,35 ^{ns}	0,12 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
M x N	2	9,80 ^{ns}	4,23 [*]	22,93 ^{ns}	42,57 ^{ns}	0,99 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Blocos	3	12,27 ^{ns}	0,07 ^{ns}	14,11 ^{ns}	27,01 ^{ns}	1,94 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Resíduo	15	4,87	1,09	15,41	44,57	0,42	<0,01
Média		20,39	10,18	14,09	22,25	7,86	2,19
CV (%)		10,82	10,26	27,86	30,00	19,47	3,9

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; N – Nitrogênio (g Kg⁻¹); P – Fósforo (g Kg⁻¹); K – Potássio(g Kg⁻¹); Ca – Cálcio (g Kg⁻¹); Mg – Magnésio (g Kg⁻¹); S – Enxofre (g Kg⁻¹). CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela g: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação da concentração de micronutrientes nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Mo _{out/21}
Molibdênio (M)	1	15,84 ^{ns}	0,88 ^{ns}	587,40 ^{ns}	10,01 ^{ns}	0,48 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	3,40 ^{ns}	1,90 ^{ns}	238,34 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,32*
M x N	2	4,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	385,33*	0,67 ^{ns}	0,02*	0,04 ^{ns}
Blocos	3	17,63 ^{ns}	1,12 ^{ns}	83,94 ^{ns}	13,75 ^{ns}	0,03 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Resíduo	15	19,88	0,91	88,21	10,60	0,06	0,03 ^{ns}
Média		16,77	4,74	103,39	15,28	1,31	1,25
CV (%)		26,59	20,13	9,09	21,30	18,21	14,73

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; BC – Transformação Box Cox de dados; Zn - Zinco (mg Kg⁻¹); Cu – Cobre (mg Kg⁻¹); Fe – Ferro (mg Kg⁻¹); Mn – Manganês (mg Kg⁻¹); Mo – Molibdênio (mg Kg⁻¹); Mo_{out/21}- Molibdênio em outubro/2021; CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela h: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação da concentração de nitrato e amônio nas folhas de laranja ‘Pêra’, em junho e outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	NO ₃ ⁻ jun	NH ₄ ⁺ jun	NO ₃ ⁻ out	NH ₄ ⁺ out
Molibdênio (M)	1	1308,2 ^{ns}	3847,2 ^{ns}	9063,9 ^{ns}	9,0 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	4393,3 ^{ns}	2671,0 ^{ns}	1277,5 ^{ns}	45,4 ^{ns}
M x N	2	183,1 ^{ns}	287,6 ^{ns}	5063,5 ^{ns}	2408,8***
Blocos	3	874,1 ^{ns}	13830,0 ^{ns}	4114,4 ^{ns}	444,8 ^{ns}
Resíduo	15	1484,4	4463,9	2619,6	162,5
Média		289,57	160,04	432,64	28,25
CV (%)		13,31	41,75	11,83	45,12

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela i: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para da avaliação dos atributos físicos dos frutos de laranja ‘Pêra’, colhidos em outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	DL	DT	CF	MF	EC	FC	RS
Molibdênio (M)	1	16,21 ^{ns}	3,02 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	317,31 ^{ns}	0,08 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	26,51*
Fontes Nitrogenadas (N)	2	7,54 ^{ns}	22,12 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	553,51 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,87 ^{ns}
M x N	2	3,09 ^{ns}	0,92 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	44,88 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Blocos	3	1,75 ^{ns}	1,86 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	6,45 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}	9,20 ^{ns}
Resíduo	15	6,75	4,82	<0,01	191,03	0,35	0,06	5,24
Média		75,99	71,52	0,94	199,85	5,18	3,84	45,05
CV (%)		3,42	2,31	2,51	6,92	11,39	6,4	5,08

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade;

*- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade;. DL – Diâmetro Longitudinal (mm); DT – Diâmetro Transversal (mm); CF – Circunferência do fruto; MF – Massa do fruto (g); EC – Espessura da Casca (mm); FC – Firmeza da Casca (kg); RS – Rendimento do Suco (mL 100g de fruto⁻¹); CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela j: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para da avaliação dos atributos físicos dos frutos de laranja ‘Pêra’, colhidos em maio de 2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	DL	DT	CF	MF	EC	FC	RS
Molibdênio (M)	1	0,09 ^{ns}	5,49 ^{ns}	<0,01*	233,85 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,58*
Fontes Nitrogenadas (N)	2	2,80 ^{ns}	2,66 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	108,04 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,37 ^{ns}	12,65 ^{ns}
M x N	2	5,34 ^{ns}	2,79 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	223,21 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,11*	27,97 ^{ns}
Blocos	3	17,45*	22,20*	<0,01*	983,27*	0,84*	0,66***	20,99*
Resíduo	15	4,84	4,23	<0,01	216,98	0,16	0,05	4,99
Média		72,08	68,95	0,96	181,99	4,38	2,23	46,54
CV (%)		3,05	2,98	1,68	8,09	9,24	10,48	4,80

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade;

*- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade;. DL – Diâmetro Longitudinal (mm); DT – Diâmetro Transversal (mm); CF – Circunferência do fruto; MF – Massa do fruto (g); EC – Espessura da Casca (mm); FC – Firmeza da Casca (kg); RS – Rendimento do Suco (mL 100g de fruto⁻¹); CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela k: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação dos atributos físico-químicos do suco de frutos de laranja cv. 'Pêra', colhidos em outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	SST	ATT	Ratio	pH
Molibdênio (M)	1	4,04***	0,01*	1,86 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	0,20 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	22,68**	0,02 ^{ns}
M x N	2	0,55 ^{ns}	0,02**	20,12**	0,04 ^{ns}
Blocos	3	0,21 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	1,07 ^{ns}	<0,01 ^{ns}
Resíduo	15	0,22	<0,01	2,24	0,02
Média		10,38	0,52	20,35	3,67
CV (%)		4,53	9,53	7,36	3,66

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ** - Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade; SST – sólidos solúveis totais (°Brix); ATT – acidez total titulável (g de ácido cítrico em 100 mL de suco); CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela l: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação dos atributos físico-químicos do suco de frutos de laranja cv. 'Pêra', colhidos em maio de 2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	SST	ATT	Ratio	pH
Molibdênio (M)	1	0,60*	0,03 ^{ns}	24,13***	<0,01 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	0,72 ^{ns}	0,05 ^{ns}	4,31 ^{ns}	0,01 ^{ns}
M x N	2	0,19 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Blocos	3	0,23 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Resíduo	15	0,08	0,06	1,24	0,02
Média		8,41	1,09	7,79	3,22
CV (%)		3,36	22,72	14,29	3,89

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; ***- Houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade; SST – sólidos solúveis totais (°Brix); ATT – acidez total titulável (g de ácido cítrico em 100 mL de suco); CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela m: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação da coloração da casca dos frutos de laranja ‘Pêra’, em outubro de 2021, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	L	C	°Hue
Molibdênio (M)	1	4,77 ^{ns}	15,41 ^{ns}	30,24 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	2,98 ^{ns}	20,13 ^{ns}	25,21 ^{ns}
M x N	2	0,88 ^{ns}	3,12 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Blocos	3	9,41 ^{ns}	20,89 ^{ns}	7,47 ^{ns}
Resíduo	15	5,27	24,56	13,18
Média		57,03	74,31	84,18
CV (%)		4,03	6,67	4,31

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. L – luminosidade; C – cromaticidade; °Hue – ângulo hue; CV – Coeficiente de variação (%).

Tabela n: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) da avaliação da coloração da casca dos frutos de laranja ‘Pêra’ em maio de 2022, fertilizadas com aplicação foliar de molibdênio e diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de Variação	GL	L	C	°Hue
Molibdênio (M)	1	14,37 ^{ns}	15,59 ^{ns}	1291,33 ^{ns}
Fontes Nitrogenadas (N)	2	11,45 ^{ns}	32,04 ^{ns}	313,75 ^{ns}
M x N	2	16,27 ^{ns}	46,79 ^{ns}	536,51 ^{ns}
Blocos	3	22,94 ^{ns}	137,57 [*]	1012,67 ^{ns}
Resíduo	15	8,78	26,16	446,22
Média		57,41	63,16	98,71
CV (%)		5,16	8,1	21,4

ns - Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. L – luminosidade; C – cromaticidade; °Hue – ângulo hue; CV – Coeficiente de variação (%).