

PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ORA-PRO-NOBIS ADUBADO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL

YIELD AND POST-HARVEST QUALITY OF ORA-PRO-NÓBIS FERTILIZED WITH ORGANIC AND MINERAL FERTILIZER

Gisiliana de Oliveira Barbosa¹
Anastácia Fontanetti²
Amanda de Almeida Roque³
Paula Porrelli Moreira da Silva⁴
Fernando Cesar Sala⁵
Sílvia Raquel Bettani⁶
Marta Helena Fillet Spoto⁷
Marta Regina Verruma-Bernardi⁸

Resumo: A demanda crescente pela hortaliça não-convencional ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) tem estimulado o seu cultivo. No entanto, a exigência nutricional e a resposta da espécie quanto à fertilização ainda não estão estabelecidas, principalmente quanto aos seus efeitos na produção e qualidade pós-colheita. Objetivou-se avaliar os efeitos da fertilização orgânica e mineral na produção, composição nutricional, compostos bioativos, atividade antioxidante e atributos sensoriais do ora-pro-nóbis em sistema adensado e de colheitas sucessivas. As plantas foram cultivadas: i) controle (sem fertilizante); ii) com fertilizantes minerais e, iii) fertilizante orgânico, em delineamento de blocos casualizados com sete repetições. As avaliações de produção ocorreram aos 210, 270 e 330 dias após o transplante das mudas (DAT). A composição mineral e o teor de proteínas nas folhas foram avaliados aos 210 DAT e 330 DAT, as análises bioquímicas e sensoriais aos 330 DAT. A fertilização mineral foi mais eficiente em fornecer nutrientes e aumentar a produtividade das folhas do ora-pro-nóbis. Quando adubada com fertilizante mineral apresentou maiores teores de P, K, S e fibras aos 210 DAT e maiores valores de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Os fertilizantes não alteraram o teor de proteínas e as características sensoriais das folhas do ora-pro-nóbis. A fertilização mineral na produção de ora-pro-nóbis proporcionou vantagens produtivas e nutricionais, sem interferir na preferência do consumidor.

Palavras-chave: Análise sensorial; Atividade antioxidante; *Pereskia aculeata* Mill. Proteína.

Abstract: The growing demand for the unconventional vegetable ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) has stimulated its cultivation. Nevertheless, the nutritional requirement and the response of the species regarding fertilization are not yet established, especially concerning yield and post-harvest quality. The aim of this work

¹ Universidade Federal da Paraíba. E-mail: gigi_hip@hotmail.com.

² Instituto Federal do Tocantins. E-mail: anastacia@ufscar.br.

³ Universidade Federal da Paraíba. E-mail: amanda.almeida@hotmail.com.

⁴ Universidade Federal da Paraíba. E-mail: pporrelli@usp.br.

⁵ Instituto Federal do Tocantins. E-mail: fcsala77@gmail.com.

⁶ Universidade Federal da Paraíba. E-mail: silviarb@ufscar.br.

⁷ Universidade Federal da Paraíba. E-mail: martaspoto@usp.br.

⁸ Instituto Federal do Tocantins. E-mail: verruma@ufscar.br.

was to evaluate the effects of organic and mineral fertilization on production, nutritional composition, bioactive compounds, the antioxidant and sensory activity of ora-pro-nobis in a dense system, and successive harvests. The plants were grown i) without fertilization (control), ii) with mineral fertilization and iii) organic fertilizer: organic compost, in a randomized block design with seven replications. The production analyses occurred at 210, 270 and 330 days after seedling transplanting (DAT). The mineral composition and protein contents in the leaves were evaluated at 210 DAT and 330 DAT, and the biochemical and sensory analyses, at 330 DAT. Mineral fertilization was the most efficient in providing nutrients and increasing the productivity of ora-pro-nobis leaves. When fertilized with mineral fertilizer, ora-pro-nobis presented higher P, K, S, and fiber contents at 210 DAT, and higher values for phenolic compounds and antioxidant activity. Fertilizers did not alter the protein content and sensory characteristics of the ora-pro-nobis leaves. Mineral fertilization in ora-pro-nobis production provided production and nutritional advantages, without interfering in consumer's preference.

Keywords: Sensory analysis; Antioxidant activity; *Pereskia aculeata Mill*; Protein.

Data de submissão: 30.06.2022

Data de aprovação: 03.07.2024

Identificação e disponibilidade:

(<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/4418>,
<http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v30i68.4418>).

1 INTRODUÇÃO

Pereskia aculeata Mill, também conhecida como ora-pro-nóbis, hortaliça não convencional da família Cactaceae, é trepadeira arbustiva rústica que se desenvolve melhor no verão e paralisa ou reduz seu desenvolvimento vegetativo em períodos de frio ou seca, uma vez que o acesso à água é um fator limitante ao crescimento dos seus ramos (Madeira et al., 2016).

As folhas do ora-pro-nóbis podem ser consumidas na forma crua, refogada. De acordo com Cruz et al. (2020), pode ser uma fonte alternativa de proteínas se consumida na forma de farinha. De acordo com Sousa et al. (2014), as folhas do ora-pro-nóbis são potencial fonte de compostos antioxidantes, com elevada capacidade de remoção de radicais livres.

Quanto à produção, embora não haja uma recomendação específica de adubação para o ora-pro-nóbis, essa hortaliça tem boa resposta à fertilização, aumentando a produtividade de folhas e os teores de minerais (Souza et al., 2016).

Por outro lado, não existem informações sobre os efeitos das fontes de adubação na produção e características pós-colheita (teores de proteínas, minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante das folhas frescas) desta espécie em condições de campo, que possam subsidiar o cultivo. Igualmente, há carências a respeito da qualidade sensorial das folhas de ora-pro-nóbis adubadas com diferentes fertilizantes, os quais podem afetar as características sensoriais das folhas frescas, que é a forma comumente consumida.

A comparação dos efeitos da fertilização mineral e orgânica na produção e na qualidade pós-colheita do ora-pro-nóbis é importante tanto para atender ao apelo da produção orgânica, quanto para a proposição de fertilizantes mais eficazes. Dessa

forma, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da fertilização orgânica e mineral na produção e na qualidade pós-colheita do ora-pro-nóbis em sistema adensado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Condições do experimento

O experimento foi conduzido em campo entre os meses de junho de 2019 e agosto de 2020 em área experimental localizada no município de Araras-SP (22°18'00" S, 47°23'03" W, 611 m de altitude). O clima é o Cwa, tropical úmido, com verões quentes e invernos secos. A maior temperatura registrada foi 37°C no mês de setembro de 2019, e a menor foi 5,1 °C em maio de 2020; a precipitação pluviométrica variou de 0 a 304 mm, tendo valor acumulado de 1020 mm e precipitação anual de 1.674 mm.

As mudas do ora-pro-nóbis previamente enraizadas foram transplantadas 70 dias após o plantio (DAP) para sulcos com profundidade de 0,2 m e distantes 1 m entre si em solo arado e gradeado. O espaçamento entre as plantas foi de 1,25 m, conforme sistema de cultivo adensado e de colheitas sucessivas (Madeira et al., 2016).

O solo da área é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico (NVdf) de textura argilosa (Yoshida; Stolf, 2016). A análise química indicou as características químicas: P resina (70 mg dm⁻³); M.O (48 g dm⁻³); pH em CaCl₂ (6,8); K (5,2 mmolc dm⁻³); Ca (48 mmolc dm⁻³); Mg (16 mmolc dm⁻³); H + Al (18 mmolc dm⁻³); CTC (87,2); S (4 mmolc dm⁻³); B (0,37 mg dm⁻³); Cu (3 mg dm⁻³); Fe (21 mg dm⁻³); Mn (15 mg dm⁻³); Zn (6,6 mg dm⁻³); V (79,4 %); m (0,3 %).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com sete repetições e três tratamentos: i) controle (sem fertilizante); ii) com fertilizantes minerais e iii) fertilizante orgânico. A parcela experimental (10 m x 2 m) foi formada por oito plantas, sendo avaliadas as seis plantas centrais.

As doses de fertilizantes mineral e orgânico foram determinadas com base na análise química do solo e na recomendação de Madeira et al. (2016).

No tratamento de adubação mineral foram aplicados no plantio 714 kg ha⁻¹ do formulado N- P₂O₅-K₂O 4-14-8, e em cobertura 260 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio (20% de N) e 39,65 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (58% de K₂O), parcelados aos 164 e 219 dias após transplantio (DAT) das mudas do ora-pró-nobis.

O tratamento fertilizante orgânico consistiu na aplicação de 26 t ha⁻¹ do composto orgânico comercial Visafertil[®], no sulco de plantio em dose única, cuja composição continha os teores de N (1,90%), P₂O₅ (1,48%), K (1,45%), CaO (11,53%), MgO (1,32%), SO₄ (1,01%), M.O (20,68%), Cu (100 mg dm⁻³), Fe (18977 mg dm⁻³), Mn (566 mg dm⁻³), Zn (153 mg dm⁻³). O cálculo da dose do composto seguiu a metodologia de Pentead (2008) e adotou-se o índice de conversão de 40% para todos os nutrientes, o índice foi estabelecido em função da relação C/N do composto orgânico.

A irrigação foi realizada por aspersão de forma suplementar, em média, três vezes por semana nos meses de junho a setembro de 2019 nos quais os índices de precipitação pluviométrica foram reduzidos (junho - 23 mm, julho - 27,8 mm, agosto - 23,5 mm e setembro 32 mm). As plantas espontâneas foram controladas com capina manual.

Análises agronômicas

Foram avaliadas o número de folhas por planta (n° planta $^{-1}$) e massa fresca por planta (g planta $^{-1}$) aos 210, 270 e 330 DAT. Foram utilizados ramos com no mínimo 0,30 m de comprimento, e com folhas completamente expandidas foram colhidos com auxílio de uma tesoura de poda (Souza et al., 2020). Os ramos coletados foram fracionados em folhas e hastes e, após a contagem do número de folhas por planta, estas foram pesadas em balança semi-analítica para a determinação da massa de folhas frescas.

Para a determinação da produtividade, os valores obtidos nas três colheitas foram somados e multiplicados pelo número de plantas presentes em um hectare, apresentados em número de folhas por hectare (n° ha $^{-1}$) e massa de folhas frescas por hectare (kg ha $^{-1}$).

A composição mineral das folhas foi avaliada aos 210 e 330 DAT separadamente. Foram utilizadas folhas do terço médio previamente secas em estufa com circulação de ar na temperatura de 65 °C até atingir temperatura constante.

Os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu) foram determinados segundo a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Análises físico-químicas e minerais

As análises físico-químicas foram realizadas aos 330 DAT. As folhas foram analisadas quanto ao teor de clorofila (a e b) e carotenoides totais (xantofilas e carotenos). Os extratos das folhas foram preparados com acetona 80% (Lichtenthaler & Buschmann, 2001). Os extratos foram analisados em espectrofotômetro UV mini - 1240 (Shimadzu) e os resultados foram expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ amostra para clorofila a, clorofila b e carotenóides totais.

Os teores de compostos fenólicos totais (CF, mg equivalentes ácido gálico em 100 g $^{-1}$ de amostra) foram quantificados (Singleton & Rossi, 1965) e capacidade antioxidante pelos métodos do sequestro do radical livre estável DPPH e do radical ABTS (mM Trolox g $^{-1}$ amostra base úmida) de acordo com Mensor et al. (2001) e Re et al. (1999), respectivamente. Para essas análises foi elaborado extrato das folhas a partir da homogeneização de 2 g de folhas trituradas em 10 mL de etanol PA, e após 24 horas a 4 ± 1 °C a mistura foi centrifugada (10000 g por 15 minutos a 4 °C). O sobrenadante foi retirado e mantido sob congelamento (-18 °C) até o momento das análises em espectrofotômetro modelo UV mini - 1240 (Shimadzu).

O teor de proteínas foi determinado pelo Método de Kjeldahl e cinzas pela queima a 600-650 °C (Association Official Methods of Analysis [AOAC], 2012). Para o cálculo do teor protéico foi utilizado o fator de conversão 6,25. Para o teor de fibra total utilizou-se método Ankom Technology (2017). A extração de lipídios foi feita com éter etílico, utilizando o equipamento Soxhlet (International Union of Pure and Applied Chemistry [IUPAC], 1979). Essas análises foram feitas em triplicata e os resultados expressos em %.

Análise sensorial

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Seres Humanos (CAAE 20165019.1.0000.5504). Os testes sensoriais foram realizados com folhas do ora-pro-nóbis colhidas no terço médio dos ramos aos 330 DAT, com coloração, textura e tamanho semelhantes. As amostras foram avaliadas por 30 avaliadores. Foi empregado o teste de ordenação de diferença (International Organization for Standardization - ISO, 2006) com adaptações, uma vez que os atributos foram avaliados em um único teste, com objetivo de utilizar a mesma amostra. As folhas do ora-pro-nóbis oriundas dos três tratamentos (controle - sem adição de fertilizante, fertilização orgânica e mineral) foram oferecidas simultaneamente e foi solicitado ao avaliador que as ordenasse em ordem crescente quanto aos atributos cor verde, aroma e sabor característico, crocância, maciez, e quanto à preferência.

Análise estatística

Os resultados referentes às avaliações de produção por planta, produtividade, composição química, mineral e bioquímica foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Uma vez que o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados referentes ao teste sensorial de ordenação foram avaliados pelo teste de Friedman (Christensen et al., 2006). Empregou-se o valor crítico 15 ($p \leq 0,05$) para verificar diferenças entre as amostras para cada atributo, considerando-se três amostras e 30 avaliadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises agronômicas

Aos 210 e 270 DAT, as plantas que receberam fertilização mineral produziram maior número de folhas e massa fresca, quando comparadas com o tratamento controle (sem adubação) (Tabela 1). No entanto, para as mesmas variáveis o tratamento com fertilização mineral não diferiu do tratamento com fertilização orgânica (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção e produtividade de folhas do ora-pro-nóbis em função dos fertilizantes aos 210, 270 e 330 dias após o transplântio.

| Variáveis | DAT | Adubação | | | CV |
|--------------------------------------|-----|-----------|-----------|------------|-------|
| | | Orgânica | Mineral | Controle | |
| NF (Nº planta ⁻¹) | 210 | 423,8 ab | 464,3 a | 335,8 b | 16,80 |
| | 270 | 117,0 b | 174,5 a | 182,8 a | 18,20 |
| | 330 | 240,1 b | 437,3 a | 261,7 b | 31,00 |
| Produtividade (Nº ha ⁻¹) | | 4.373,3 b | 7.589,3 a | 6.266,3 ab | 27,00 |
| MF (g planta ⁻¹) | 210 | 465,6 ab | 530,9 a | 358,7 b | 18,90 |
| | 270 | 103,3 b | 147,9 ab | 178,2 a | 28,10 |
| | 330 | 177,8 b | 344,1 a | 230,2 ab | 32,00 |
| Produtividade (kg ha ⁻¹) | | 4.588,9 b | 6.882,1 a | 5.243,2 b | 17,77 |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. NF = número de folhas (NF), MF = massa fresca.

As menores produções de número de folhas e massa fresca, obtidas aos 270 DAT (2ª colheita), independente da adubação utilizada (Tabela 1), podem estar relacionadas às condições climáticas. O período entre maio e junho de 2020, que corresponde ao intervalo entre a 1ª e 2ª colheita, foi marcado por uma queda brusca de temperatura e precipitação (12,7 mm), levando a uma redução do crescimento das plantas.

Além disso, a temperatura mínima registrada foi 5 °C em maio de 2020, o que pode ter comprometido o crescimento vegetativo da espécie e, conseqüentemente, a produção. Madeira et al. (2016) relataram maior desenvolvimento das plantas no período do verão e redução ou paralisação do desenvolvimento em períodos de frio ou seca. Este fato indica que, mesmo conduzida sob irrigação, tal como foi realizado, a temperatura, além da precipitação, é um fator limitante para a produção do ora-pro-nóbis.

Plantas de ora-pro-nóbis adubadas com fertilizante mineral apresentaram maior produtividade que aquelas que receberam fertilizante orgânico do que as fertilizadas com fertilizante mineral e a menor para orgânico. No entanto, o controle não difere de forma estatística de nenhum deles. Isto quer dizer que o ganho com o fertilizante mineral ocorre, mas não difere do controle (sem fertilizante) e contrário para o orgânico, com produtividade menor que o controle, mas não difere.

O parcelamento das doses dos fertilizantes minerais logo após as colheitas sugere que o fornecimento de nitrogênio e potássio apresentou sincronia com a demanda da cultura o que, conseqüentemente, refletiu em maior produtividade de folhas.

O número de folhas é uma característica de elevada relevância para a produção do ora-pro-nóbis, uma vez que é a parte tradicionalmente consumida, por se tratar de uma hortaliça folhosa. Portanto, um incremento no número de folhas em função do

uso do fertilizante mineral em detrimento do orgânico, representa, na prática, maior rendimento do produto a ser comercializado.

A produtividade de massa fresca do ora-pro-nóbis em todos os tratamentos (Tabela 1) foi inferior ao relatado por Souza et al. (2020), que estimaram valor de 144 t ha⁻¹ano⁻¹ de massa de folhas fresca ao adotarem densidade de plantio de 10 plantas m⁻² e oito colheitas no ano. Porém, é importante salientar que neste estudo os valores de produtividade correspondem ao acumulado de apenas três colheitas, o que justifica os menores valores obtidos, pois quanto mais próxima da maturidade do ora-pro-nóbis, maior será a produção. Além disso, diferenças de produtividades podem estar relacionadas ao sistema de colheita, às condições climáticas e à fertilidade do solo.

Análises físico-químicas e minerais

Dentre as fontes de nutrientes avaliadas, as plantas de ora-pro-nóbis adubadas com o fertilizante mineral apresentaram maior teor de fibra nas folhas, 38,7% (Tabela 2). Em hortaliças folhosas os teores de fibra dificilmente ultrapassam o valor de 6% (Botrel et al., 2020), portanto pode-se considerar que a folha do ora-pro-nóbis, independente do fertilizante utilizado, é excelente fonte deste componente. Martinevski et al. (2013), em estudando fibras em ora-pro-nóbis encontrou 39,27%. Os teores de lipídios nas folhas foram semelhantes entre os tratamentos com fertilizantes orgânico e mineral e sem adubação (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição química das folhas do ora-pro-nóbis em função dos fertilizantes aos 330 dias após o transplante.

| Adubação | Cinzas | Lipídios (%) | Fibras | Carboidratos | Proteínas (%) | |
|----------|--------|--------------|--------|--------------|---------------|---------|
| | | | | | 210 DAT | 330 DAT |
| Orgânica | 14,4 b | 7,1 a | 35,7 b | 18,2 ab | 23,2 a | 19,0 a |
| Mineral | 15,8 a | 6,6 a | 38,7 a | 13,6 b | 22,0 a | 18,3 a |
| Controle | 15,7 a | 6,6 a | 34,6 b | 19,3 a | 20,9 a | 18,0 a |
| CV (%) | 5,3 | 27,9 | 4,9 | 19,5 | 11,6 | 8,9 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. *base seca.

Os teores de proteína foliar (Tabela 2), encontrados aos 210 e 330 DAT em todos os tratamentos estão próximos aos relatados por Almeida et al. (2014) (28,99%). São teores de proteínas superiores aos que contêm o feijão preto cozido (4,5%), o espinafre (2,7%) e muito próximo da carne bovina (26,7%). Estudos mostraram que as folhas de ora-pro-nóbis apresentam elevado teor proteico (Agostini-Costa et al., 2012) e o conteúdo proteico possui em torno de 85% de digestibilidade e contém elevados teores de aminoácidos essenciais, como lisina, leucina e valina (Mazia, 2012). Para Almeida e Corrêa (2012), entre os aminoácidos essenciais, encontra-se o triptofano de forma mais evidenciada. Martin et al. (2017), relataram alto teor de proteínas e também teores expressivos de vitaminas, minerais e fibras.

A eficiência da fertilização mineral em fornecer nutrientes e estes serem absorvidos pelo ora-pro-nóbis na fase inicial de desenvolvimento, corrobora com os

maiores teores foliares de P e K aos 210 DAT em comparação com os demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição mineral em folhas do ora-pro-nóbis em função dos fertilizantes aos 210 e 330 dias após o transplântio.

| Nutrientes | DAT | Fertilizantes | | | CV |
|---------------------------|-----|---------------|---------|----------|------|
| | | Orgânica | Mineral | Controle | |
| N (g kg ⁻¹) | 210 | 33,5 a | 35,1 a | 37,1 a | 11,6 |
| | 330 | 28,6 a | 30,8 a | 28,6 a | 8,9 |
| P (g kg ⁻¹) | 210 | 1,5 b | 1,6 a | 1,5 b | 2,8 |
| | 330 | 2,2 a | 1,4 c | 1,7 b | 10,1 |
| K (g kg ⁻¹) | 210 | 47,0 b | 52,0 a | 47,9 b | 3,1 |
| | 330 | 28,8 a | 28,5 a | 29,6 a | 8,0 |
| Ca (g kg ⁻¹) | 210 | 30,3 a | 31,7 a | 30,3 a | 3,3 |
| | 330 | 31,7 b | 29,4 b | 35,8 a | 7,9 |
| Mg (g kg ⁻¹) | 210 | 10,6 b | 12,0 a | 11,6 a | 4,1 |
| | 330 | 11,6 a | 11,7 a | 11,6 a | 8,3 |
| S (g kg ⁻¹) | 210 | 1,7 b | 2,0 a | 1,3 c | 13,6 |
| | 330 | 2,4 a | 2,0 a | 2,0 a | 20,2 |
| B (mg kg ⁻¹) | 210 | 39,3 a | 39,0 a | 30,8 b | 14,9 |
| | 330 | 35,7 a | 26,9 b | 39,5 a | 11,1 |
| Cu (mg kg ⁻¹) | 210 | 20,3 a | 19,8 a | 19 a | 16,5 |
| | 330 | 11,0 ab | 12,6 a | 9,6 b | 12,5 |
| Fe (mg kg ⁻¹) | 210 | 349,8 a | 366,5 a | 279,3 b | 10,8 |
| | 330 | 419,1 a | 396,5 a | 345,6 a | 19,4 |
| Mn (mg kg ⁻¹) | 210 | 41,3 b | 58,5 a | 53 a | 11,1 |
| | 330 | 55,3 a | 24,7 b | 31,8 b | 17,3 |
| Zn (mg kg ⁻¹) | 210 | 26,5 b | 31 ab | 42,3 a | 30,3 |
| | 330 | 26,1 a | 24,7 a | 24,5 a | 19,1 |

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os teores semelhantes de fósforo e potássio entre as plantas não adubadas e aquelas que receberam composto orgânico aos 210 DAT (Tabela 3) evidencia que neste momento não houve mineralização desses nutrientes do composto orgânico. Especialmente o fósforo pode ter permanecido na forma orgânica, portanto, não disponível para as plantas.

Os maiores valores de P e K, observados no tratamento com fertilização mineral (Tabela 3), pode ser atribuída ao fornecimento de P prontamente disponível no plantio, e no caso do K ao parcelamento da adubação, facilitando o fornecimento desse nutriente em sincronia com a demanda da cultura. Porém, aos 330 DAT os teores

foliares de potássio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, nitrogênio e proteínas foram semelhantes entre as plantas adubadas e não adubadas (Tabela 3), fato que pode ser atribuído a elevada fertilidade do solo.

O menor teor foliar de fósforo em plantas adubadas com fertilizante mineral aos 330 DAT evidencia o esgotamento desse nutriente fornecido no plantio, pois não houve sua reposição. O teor de zinco nas folhas do ora-pro-nóbis aos 330 DAT ($24,5 \text{ mg kg}^{-1}$) (Tabela 3) encontra-se em nível adequado, ao considerar o valor referência de 20 mg kg^{-1} (Malavolta, 1980).

O elevado teor de matéria orgânica no solo (48 g dm^{-3}) foi capaz de atender à exigência da planta em nitrogênio, uma vez que os teores de proteína (Tabela 2) foliar nas plantas do ora-pro-nóbis foram semelhantes, independentemente do tipo de adubação e dos DAT, bem como os teores foliares de nitrogênio (Tabela 3).

Os teores foliares de Ca do ora-pro-nóbis observados em todos os tratamentos, tanto aos 210 quanto aos 310 DAT, foram superiores àqueles encontrados em alimentos considerados fontes de cálcio, como o leite de vaca integral (123 mg) e o brócolis cru (86 mg) (Taco, 2011).

Ao considerar o requerimento de ferro para mulheres (18 mg dia^{-1}), seria necessário, de acordo com os valores observados aos 330 DAT, o consumo de 46,5 g de farinha dessa hortaliça diariamente. Assim, a ingestão do ora-pro-nóbis associada a outros alimentos pode ser uma das opções ao combate à anemia ferropriva. Além disso, 100 g de farinha dessa hortaliça, quando cultivada com fertilizante mineral, aos 210 DAT, já é capaz de suprir 100% da necessidade diária recomendada de magnésio (19%), cobre (5%) e manganês (39%) de mulheres na faixa etária de 31 a 50 anos (Institute of Medicine, 2001).

Este é o primeiro estudo que analisa os compostos bioativos e atividade antioxidante em folhas do ora-pro-nóbis cultivadas com diferentes tipos de fertilizantes, igualmente, são escassos os trabalhos que avaliam os teores de clorofila e carotenoides nessa cultura. Os três maiores grupos de compostos fenólicos da dieta são os flavonoides (antocianinas), os ácidos fenólicos e os polifenóis (taninos), cujas propriedades moleculares fazem com que eles sejam os antioxidantes mais ativos e frequentemente encontrados nos vegetais (Shahidi & Naczk, 2003). Garcia et al. (2019) identificaram em extratos de folhas de *P. aculeata* dez compostos fenólicos, dentre eles dois ácidos fenólicos e oito flavonoides.

Em relação ao teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante (DPPH e ABTS), verificou-se que as plantas adubadas com fertilizante mineral tinham os maiores valores desses parâmetros, e as com fertilizante orgânico os menores ($p \leq 0,05$) (Tabela 4). Isso pode ser atribuída à natureza dos fertilizantes orgânicos, os quais possuem uma liberação mais gradual e uma solubilidade menor em comparação aos fertilizantes minerais. Como resultado, o fertilizante orgânico pode não disponibilizar nutrientes solúveis imediatamente, impactando, por conseguinte, o teor antioxidante das hortaliças (Hassan et al., 2012).

Tabela 4 - Teores de compostos fenólicos, atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS e teores de clorofila e carotenoides de folhas do ora-pro-nóbis em função dos fertilizantes aos 330 dias após transplante.

| Variável | Fertilizantes | | Sem fertilizante | |
|----------|---------------|----------|------------------|-------|
| | Mineral | Orgânico | Controle | CV |
| CF | 463,1 a | 275,9 c | 438,9 b | 1,59 |
| DPPH | 4,9 a | 1,3 b | 5,6 a | 12,15 |
| ABTS | 6,9 a | 2,5 b | 7,1 a | 16,32 |
| Ca | 268,8 c | 293,9 b | 389,4 a | 0,74 |
| Cb | 98,3 c | 106,6 b | 161,0 a | 1,56 |
| Ct | 110,6 c | 130,3 b | 179,6 a | 0,61 |

CV = Coeficiente de variação; CF = Compostos fenólicos totais (mg equivalentes AG 100 g⁻¹ de amostra); DPPH = Capacidade Antioxidante pelo método do sequestro do radical livre estável DPPH (mM Trolox g⁻¹ amostra base úmida); ABTS = Capacidade antioxidante pelo método do radical ABTS (µM TEAC g⁻¹ amostra base úmida); Ca = Clorofila a (µg / g amostra base úmida); Cb = Clorofila b (µg / g amostra base úmida); Ct = Carotenoides totais (µg / g amostra base úmida).

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

Vários fatores podem ser responsáveis pelos níveis mais elevados desses compostos em vegetais não fertilizados. Em primeiro lugar, a fertilização pode priorizar o crescimento vegetativo em detrimento da síntese de pigmentos, resultando em níveis mais baixos de pigmentos em vegetais fertilizados. Além disso, o tipo e a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas têm impacto na síntese de pigmentos; o excesso de nitrogênio, por exemplo, pode prejudicar a produção de pigmentos, enquanto a menor disponibilidade de nitrogênio em vegetais não fertilizados pode estimular a síntese de pigmentos (Hernández et al., 2021).

Análise sensorial

A fertilização não alterou os atributos sensoriais de folhas do ora-pro-nóbis. No teste de ordenação, as folhas do tratamento controle apresentaram sabor e crocância menos intensos, sem interferir na preferência entre os tratamentos com adubação mineral e orgânica, porém para o controle a somatória foi menor para sabor e crocância. Quanto aos parâmetros cor, aroma, e maciez, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados do teste de ordenação de diferença e preferência de folhas do ora-pro-nóbis em função dos fertilizantes aos 330 dias após o transplântio.

| Atributos | Fertilizantes | | |
|----------------------|---------------|---------|----------|
| | Controle | Mineral | Orgânico |
| Cor verde | 57 a | 60 a | 59 a |
| Aroma característico | 59 a | 62 a | 61 a |
| Sabor característico | 46 b | 66 a | 66 a |
| Crocância | 48 b | 69 a | 65 a |
| Maciez | 66 a | 53 a | 60 a |
| Preferência | 60 a | 56 a | 65 a |

Somatórias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste Friedman. Diferença mínima nas somatórias ≥ 15 .

Quanto mais verdes estiverem as folhas, mais atrativas aos olhos do consumidor elas se tornarão, por sugerirem ser folhas mais frescas. Contudo, neste caso, fertilizar ou não plantas de ora-pro-nóbis não torna as folhas mais ou menos atraentes. Estudo descrito por Queiroz et al. (2015), o uso da planta e a aceitação dos produtos, mostraram que os participantes revelaram interesse tanto no uso da planta como na aceitação dos produtos incrementados com as folhas da planta.

4 CONCLUSÃO

Neste estudo sobre a fertilização do ora-pro-nóbis, a adubação mineral aumentou os teores de P, K e S foliares, bem como a produtividade de folhas. A adubação nitrogenada, orgânica ou mineral, não afetou os teores de N foliar e proteína em solo com elevada matéria orgânica. O uso de fertilizante mineral resultou em maior teor de fibras, compostos fenólicos e atividade antioxidante e, não interferiu na preferência do consumidor. Para composto orgânico com teor de N superior a 1,9%, recomenda-se o parcelamento da dose de plantio.

REFERÊNCIAS

- Agostini-Costa, T.S., Wondraceck, D.D., Rocha, W.S., Silva, D.B. (2012). Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34 (1), 234-238. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000100031>
- Almeida, M.E.F.D., & Corrêa, A.D. (2012). Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. *Ciência Rural*, 42 (4), p.751-756.
- Almeida, M.E.F., Junqueira, A.M.B., Simão, A.A., & Corrêa, A.D. (2014). Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nóbis. *Bioscience Journal*, 30, 431-439.

- Ankom Technology. (2017, maio 19). Acid Detergent Fiber in Feeds—Filter Bag Technique (for A2000 and A2000I). https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_12_ADF_A2000.pdf
- Association Official methods of analysis (2012). AOAC International. Maryland, USA: AOAC. 300p.
- Botrel, N., Freitas, S., Fonseca, M.J.O., Melo, R.A.C., & Madeira, N. (2020). Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23.
- Christensen, Z.T., Ogden, L.V., Dunn, M.L., & Eggett, D.L. (2006). Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. *Journal of Food Science Technology*, 71, 132-143. DOI:10.1111/j.1365-2621.2006.tb08916.x
- Cruz, A.F., Savicki, A., Frentzel, A.E., Adam, I.P., Prado, L.O., Franqueto, L., & Balbi, M.E. (2020). Non-conventional edible plants: the use of “ora-pro-nobis” (*Pereskia Aculeata* Mill., Cactaceae) leaves in human consumption. *Visão Acadêmica*, 21 (3).
- Garcia, J.A., Corrêa, R.C., Barros, L., Pereira, C., Abreu, R.M., Alves, M.J., Calhelha, R.C., Bracht, A., Peralta, R.M., & Ferreira, I.C.F.R. (2019). Phytochemical profile and biological activities of 'Ora-pro-nobis' leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic. *Forest Food Chemistry*, 294, 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.074>
- Institute of Medicine (U.S.) (Org.). (2001). *DRI: Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc: a report of the Panel on Micronutrients ... and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine*. National Academy Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/>
- International Organization for Standardization (2006). *ISO 8587: sensory analysis - methodology - ranking*. Switzerland:ISO.
- International Union of Pure and Applied Chemistry (1979). *Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives* (6th ed.). Pergamon Press.
- Hassan, S. A., Mijin, S., Yusoff, U. K., Ding, P., & Wahab, P. E. M. (2012). Nitrate, ascorbic acid, mineral and antioxidant activities of *Cosmos caudatus* in response to organic and mineral-based fertilizer rates. *Molecules*, 17(7), 7843-7853.
- Hernández, V., Botella, M.Á., Hellín, P., Cava, J. Fenoll, J., Mestre, T., Martínez, V., & Flores, P. (2021). Phenolic and carotenoid profile of lamb's lettuce and improvement of the bioactive content by preharvest conditions. *Foods*, 10, 188. <https://doi.org/10.3390/foods10010188>

- Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, 1(1), F4-3.
- Madeira, N. R., Amaro, G. B., Melo, R. A. de C. e, Botrel, N., & Rochinski, E. (2016). *Cultivo de Ora-pro-nóbis (Pereskia) em Plantio Adensado sob Manejo de Colheitas Sucessivas*. Embrapa Hortaliças.
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1066888>
- Malavolta, E. (1980). *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Agronômica Ceres.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S.A. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações*. POTAFOS.
- Martin, A. A., de Freitas, R. A., Sasaki, G. L., Evangelista, P. H. L., & Sierakowski, M. R. (2017). Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. *Food Hydrocolloids*, 70, 20-28.
- Martinevski, C.S, Oliveira, V.S., Rios, A.O., Flores, S.H.,Venzke, J.G. (2013). Utilization of Bertalha (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) and ora pro nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) in preparing breads. *Brazilian Journal of Food Nutrition*, 24, 272.
- Mazia, R.S. (2012). Influência do tipo de solo usado para o cultivo de *Pereskia aculeata* sobre propriedade proteica. *Revista Saúde e Pesquisa*, 5 (1), 59-65.
- Mensor, L. L., Menezes, F. S., Leitão, G. G., Reis, A. S., Santos, T. C. D., Coube, C. S., & Leitão, S. G. (2001). Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy research*, 15(2), 127-130.
- Penteado, S.R. (2008). *Adubação na agricultura ecológica*. Via Orgânica.
- Queiroz, C. R. A., Ferreira, L., de Paiva Gomes, L. B., Melo, C. M. T., & de Andrade, R. R. (2015). Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(3), 16.
<https://doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3393>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
[https://10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://10.1016/s0891-5849(98)00315-3).
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Shahidi, F. & Naczk, M. (2003). *Phenolics in food and nutraceuticals* (2 ed.). CRC Press,

- Sousa, R.M.F., Lira, C.S., Rodrigues, A.O., Morais, S.A.L., Queiroz, C.R.A.A., Chang, R., Aquino, F.J.T., Muñoz, R.A.A., & Oliveira, A. de. (2014). Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. *Bioscience Journal*, 30, 448-457.
- Souza, M.R.M., Pereira, P.R.G., Pereira, R.G.F., Barbosa, I.P., & Pereira, M.C.B. (2020). Protein yield and mineral contents in *Pereskia aculeata* under high-density planting system. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 50. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5062365>
- Souza, M.R.M., Pereira, P.R.G., Magalhães, I.P.B., Sedyama, M.A.N., Vidigal, S.M., Milagres, C.S.F., & Pereira, M.C.B. (2016). Teores de minerais, proteínas e nitrato em folhas de *Pereskia aculeata* submetida a adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46, p.43-50. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4637959>
- Taco (2011). *Tabela brasileira de composição de alimentos*. EdUNICAMP.
- Yoshida, F. A., & Stolf, R. (2016). Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar-Araras/SP. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente*, 3(1), 1-11.

AGRADECIMENTO

CAPES, auxílio 001. O artigo faz parte da dissertação intitulada “Produtividade, qualidade química e sensorial da ora-pro-nóbis fertilizada com adubo orgânico e mineral” da primeira autora.