

Crescimento inicial de plantas de ora-pro-nóbis cultivadas em soluções nutritivas

Initial growth of ora-pro-nóbis plants cultivated in nutrient solutions

Crecimiento inicial de plantas ora-pro-nobis cultivadas en soluciones nutritivas

DOI: 10.34188/bjaerv7n2-041

Submetido: 19/01/2024

Aprovado: 01/03/2024

Cristian Martins de Souza

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: cr-tiam@hotmail.com

Gildeon Santos Brito

Mestrando em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: gildeon1997@outlook.com

Alfredo Teles de Jess Neto

Mestrando em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: alfredotelles008@gmail.com

Girlene Santos de Souza

Doutora em Agronomia (Fisiologia Vegetal) pela Universidade Federal de Lavras
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/ Professora Titular
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: girlene@ufrb.edu.br

Emanuella Monteiro Freire

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: emanuellafreire@aluno.ufrb.edu.br

Lara Ester Ramos Boa Morte

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: lararamosbm@aluno.ufrb.edu.br

Daniel Oliveira Dias

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas, BA. Brasil
E-mail: danieldias@aluno.ufrb.edu.br

RESUMO

O ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) é uma planta alimentícia não convencional (PANC), com alto valor nutricional. Ele apresenta vasto potencial econômico, devido aos crescentes hábitos alimentares da população brasileira. Assim, para otimizar a produção é necessário a aplicação de doses adequadas de adubos, os quais são responsáveis pela nutrição da planta, aumentando a eficiência de absorção e reduzindo os custos para o produtor. Contudo, devido à escassez de informações quanto a adubação nos cultivos, buscou-se avaliar o efeito das soluções nutritivas no crescimento inicial de plantas de ora-pro-nóbis. O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas, Bahia. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), usando três soluções nutritivas (tratamentos): Hoagland e Arnon (controle), Bolle Jones e Furlani, com seis repetições. Após 60 dias da aplicação dos tratamentos, foram avaliados os parâmetros fisiológicos de crescimento. A solução de Hoagland e Arnon apresentou maiores valores de altura, número de folha e diâmetro do caule em relação às demais soluções nutritivas. No entanto, para a maior produção de fitomassa, área foliar e comprimento da raiz, o tratamento de Bolle Jones foi mais eficiente. A solução de Furlani não apresentou efeito significativo nos parâmetros fisiológicos analisados, visto que causou redução no crescimento das plantas. Os resultados mostraram que o cultivo de ora-pro-nóbis em soluções nutritivas promovem alterações no crescimento e produção das plantas, devido as variações nas quantidades de macronutrientes.

Palavras-chave: adubação, nutrição, macronutrientes, PANCS, *Pereskia aculeata* Mill.

ABSTRACT

The ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) is an unconventional food plant (PANC) with high nutritional value. Ora-pro-nóbis is a source of proteins, fibers, and minerals, especially calcium and iron. It presents significant economic potential due to the growing dietary habits of the Brazilian population. Therefore, to optimize production, it is necessary to apply appropriate doses of fertilizers, which are responsible for plant nutrition, increasing absorption efficiency, and reducing costs for the producer. However, due to the scarcity of information regarding fertilization in crops, the aim was to evaluate the effect of nutrient solutions on the initial growth of ora-pro-nóbis plants. The experiment was conducted in the greenhouse of the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) in Cruz das Almas, Bahia. The design was completely randomized (DIC), using three nutrient solutions (treatments): Hoagland and Arnon (control), Bolle Jones, and Furlani, with six repetitions. After 60 days of applying the treatments, physiological growth parameters were evaluated. The Hoagland and Arnon solution showed higher values of height, number of leaves, and stem diameter compared to the other nutrient solutions. However, for higher phytomass production, leaf area, and root length, the Bolle Jones treatment was more efficient. The Furlani solution did not have a significant effect on the analyzed physiological parameters, as it caused a reduction in plant growth. The results showed that cultivating ora-pro-nóbis in nutrient solutions promotes changes in plant growth and production due to variations in macronutrient quantities.

Keywords: fertilization, nutrition, macronutrients, PANCs, *Pereskia aculeata* Mill.

RESUMEN

La ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) es una planta alimenticia no convencional (PANC) de alto valor nutritivo. La ora-pro-nóbis es fuente de proteínas, fibras y minerales, especialmente calcio y hierro. Presenta un importante potencial económico debido a los crecientes hábitos alimentarios de la población brasileña. Por lo tanto, para optimizar la producción, es necesario aplicar dosis adecuadas de fertilizantes, que son responsables de la nutrición de las plantas, aumentar la eficiencia de absorción y reducir los costos para el productor. Sin embargo, debido a la escasez de información con respecto a la fertilización en los cultivos, el objetivo fue evaluar el efecto de las soluciones

nutritivas en el crecimiento inicial de las plantas de ora-pro-nóbis. El experimento se realizó en el invernadero de la Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) en Cruz das Almas, Bahia. El diseño fue completamente aleatorizado (DIC), utilizando tres soluciones nutritivas (tratamientos): Hoagland y Arnon (control), Bolle Jones y Furlani, con seis repeticiones. Tras 60 días de aplicación de los tratamientos, se evaluaron los parámetros fisiológicos de crecimiento. La solución Hoagland y Arnon mostró valores más altos de altura, número de hojas y diámetro del tallo en comparación con las otras soluciones nutritivas. Sin embargo, para una mayor producción de fitomasa, área foliar y longitud de raíz, el tratamiento Bolle Jones fue más eficaz. La solución Furlani no tuvo un efecto significativo sobre los parámetros fisiológicos analizados, ya que provocó una reducción del crecimiento de la planta. Los resultados mostraron que el cultivo de ora-pro-nóbis en soluciones nutritivas promueve cambios en el crecimiento y la producción de las plantas debido a las variaciones en las cantidades de macronutrientes.

Palabras clave: fertilización, nutrición, macronutrientes, PANCs, *Pereskia aculeata* Mill.

1 INTRODUÇÃO

A *Pereskia aculeata* Mill., conhecido popularmente como ora-pro-nóbis, é uma planta perene, de fácil propagação, com crescimento vegetativo abundante no verão. Seu valor nutricional é evidenciado por diversos estudos e considerado importante fonte de proteínas, fibras e minerais, principalmente cálcio e ferro. Assim, apresenta vasto potencial produtivo e econômico, com baixo custo de produção e contribui para a segurança alimentar, enriquecendo a alimentação dos brasileiros. Além disso, o ora-pro-nóbis é considerado uma planta alimentícia não convencional (PANC), com distribuição comercial limitada, diferentemente das hortaliças convencionais, as quais são facilmente encontradas (Almeida et al., 2014 e Cruz et al., 2020).

Dentre os usos do ora-pro-nóbis, é utilizado para diversas finalidades por apresentar alto teor de mucilagem e proteínas, nos quais despertaram o interesse da indústria alimentícia e farmacológica para o desenvolvimento produtos de alto valor agregado. Por outro lado, a expressão mais evidente do mercado do ora-pro-nóbis está no âmbito socioeconômico, reflexo do seu valor na tradição cultural de algumas regiões, sendo consumido em diversos pratos tradicionais. O ora-pro-nóbis também tem sido utilizado para fins medicinais, com propriedades anti-inflamatória, cicatrizante e antioxidante (Sartor et al., 2010 e Souza et al., 2016). Segundo Hissatomi et al. (2020), o ora-pro-nóbis pode ser usado para promover saúde, por ser um alimento versátil, usado em várias receitas, atendendo as novas tendências do mercado consumidor, com alta exigência por alimentos de qualidade nutricional e diversificação. Assim, ele é uma PANC em potencial, capaz de incentivar os produtores da agricultura familiar a cultivar e ofertar para vários públicos.

O ora-pro-nóbis pertence à família *cactaceae*, originária da América Central, contudo pode estar em alguns lugares da Índia Oriental, na América do Norte e no Brasil. O fato de a planta ser amplamente distribuída em vários continentes reforça a sua característica de se adaptar em

diferentes condições climáticas e de solos, apesar de preferir climas tropicais e subtropicais, sendo cultivada sob luz solar direta. É uma planta de fácil cultivo e rústica, com hábito de crescimento na forma de trepadeira e possuir espinhosos (Agostini-Costa et al., 2012; Almeida e Cambraia, 1974; Takeiti et al., 2009 e Cruz et al., 2020).

Apesar da rusticidade das plantas de ora-pro-nóbis, para obter cultivos produtivos e de alta qualidade, é imprescindível realizar adubações com as adequadas doses de nutrientes. Assim, a ausência de informações quanto a exigência nutricional de ora-pro-nóbis inviabiliza os plantios comerciais, visto que o produtor busca, basicamente, reduzir custos e aumentar seus lucros. Dessa forma, para se obter altas produtividades agrícolas, a fertilização com nutrientes minerais é fundamental, devendo observar se as plantas aumentam a produção, linearmente, com a quantidade de fertilizantes que elas absorvem. Portanto, faz-se necessário conhecer uma formulação de adubos para o cultivo eficiente das plantas, que forneça as quantidades adequadas de nutrientes essenciais, os quais serão absorvidos pela raiz e convertidos em maior crescimento e produção das plantas, haja vista, que as culturas vegetais, em geral, usam menos da metade dos fertilizantes aplicados aos solos (Taiz et al., 2017).

Diversas soluções nutritivas já foram propostas em pesquisas de nutrição mineral de plantas, com variações de quantidades de nutrientes para aumentar a produção agrícola, em que as plantas exigem determinado elemento químico em maiores ou menores quantidades. Assim, as formulações de adubos foram originadas a partir da solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), na qual foi desenvolvida a partir das exigências nutricionais do tomateiro, se aplicando para todas as culturas. Esta solução se tornou a referência e um padrão para a nutrição de plantas. Entretanto, não se conhece o efeito das diversas soluções nutritivas no cultivo de plantas de ora-pro-nóbis, sendo inexistente pesquisas que as testam para avaliar o crescimento vegetal.

Considerando que as soluções nutritivas foram originadas a partir da essencialidade dos nutrientes para as plantas, sendo que em suas composições há diferentes quantidades de nutrientes que alteram o crescimento e desenvolvimento vegetal, percebe-se a importância do uso de adubos em doses adequadas para o cultivo de ora-pro-nóbis. Além disso, sabe-se que as plantas têm capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais e nutricionais, mas possuem uma exigência nutricional intrínseca ao seu metabolismo, diferindo umas das outras, embora os nutrientes sejam indispensáveis.

Nesse sentido, há variações de concentrações de nutrientes nas soluções nutritivas, as quais destacam-se as propostas por Hoagland e Arnon (1950), Bolle Jones (1954) e Furlani (1999). Estas são as mais usais em pesquisas agrícolas e usadas como adubações comerciais, por possuírem modificações de doses benéficas para a produção das plantas.

Tendo em vista o potencial da produção de ora-pro-nóbis para a produção agrícola, faz-se necessário a aplicação de uma adubação ideal para o cultivo de plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de soluções nutritivas no crescimento inicial de plantas de ora-pro-nóbis.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no período de agosto e outubro de 2022, na casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), situada na cidade de Cruz das Almas, Bahia, região do Recôncavo da Bahia, localizada a 200 m de altitude acima do nível do mar, latitude 12°40'0" S e longitude 39°06'0" W de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, apresenta clima Aw e Am, tropical quente e úmido.

A produção das mudas foi realizada de forma assexuada, por meio de estacas retiradas de uma planta matriz. Cada estaca tinha 8 cm de altura, sendo retirada das partes intermediária da planta e com duas gemas axilares. Elas foram plantadas em substrato com areia e irrigadas diariamente, com 100mL de água por dia e acondicionadas na casa de vegetação da UFRB por 30 dias.

Com as mudas prontas e, padronizadas, com dois pares de folhas, procedeu-se o transplante definitivo para vasos de polietileno, com capacidade de três dm³, sem drenos para aproveitamento dos nutrientes, contendo substrato inerte, composto de areia lavada e vermiculita, na proporção 2:1, respectivamente. Após o transplante, as mudas passaram por um período de adaptação de 7 dias, considerando adaptadas quando iniciaram a formação das novas brotações. Contudo, no segundo dia após o transplante, iniciou-se a aplicação de 200 mL da solução nutritiva, com 50% de força iônica da solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950), com pH ajustado para 5,5 e quando necessário foram feitas as correções com o ácido HCl 1,0 M e base NaOH 1,0 M.

Encerrado o período de adaptação das mudas de ora-pro-nóbis, estas foram submetidas, por 60 dias, às soluções nutritivas (tratamentos) de Hoagland e Arnon (1950) - controle; Bolle Jones (1954) e Furlani (1999), cujas concentrações estão descritas na Tabela 1, com seis repetições, totalizando 18 unidades experimentais, com uma planta útil por vaso. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto em parcelas subdivididas no espaço, com espaçamento de aproximadamente 30 cm entre vasos.

Tabela 1. Concentração de nutrientes das soluções nutritivas (tratamentos).

Nutrientes	Hoagland e Arnon (1950)	Bolle Jones (1954)	Furlani (1999)
	----- µg/dm ³ de solução nutritiva -----		
N	210,1	210,0	150,5
P	31,0	31,0	31,0
K	234,6	117,0	193,1
Ca	200,4	80,0	142,0
Mg	48,6	30,0	39,1
S	64,2	120,0	52,2
Micronutrientes + Ferro EDTA	*	*	*

*A solução de micronutrientes tem a seguinte composição em g/l: H₃BO₃ = 2,86; MnCl₂.4H₂O = 1,81; ZnCl₂ = 0,10; CuCl₂ = 0,04; H₂MoO₄.H₂O = 0,02. A solução de Ferro-EDTA: 26,1 g de EDTA dissódico dissolvido em 286 ml de NaOH Mol/L 1N + 24,9g de FeSO₄.7H₂O, arejada por uma noite. Não modificaram as quantidades de micronutrientes para as soluções nutritivas, sendo aplicada 1 ml/L destas soluções em todos os tratamentos.

Durante os 60 dias de experimento, a irrigação se deu diariamente, com 200 ml de água (Quadro 1), exceto no dia de aplicação da solução nutritiva, na qual procedeu-se semanalmente, na quantidade de 200 ml de solução nutritiva por planta, com ajuste de pH para 5,5, conforme descrito anteriormente.

Quadro 1. Características químicas da água utilizada para irrigação. Água de fornecimento via embasa.

Parâmetros	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
		-----mmolc L ⁻¹ -----		---mg L ⁻¹ ---	
Resultados	4,5	5,5	2	1	3,9
Método	Embrapa Florestas, 2011.				

pH = potencial de hidrogênio iônico. Ca²⁺ = concentração de cálcio. Mg²⁺ = concentração de magnésio. Na⁺ = concentração de sódio. K⁺ = concentração de potássio.

Sessenta dias após o transplante, foram quantificados os seguintes parâmetros: altura da planta (AP), medindo com uma fita métrica graduada em milímetros, a partir do colo ao ápice da gema terminal; os índices de clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), e clorofila total (CLT) (ICF – Índice de Clorofila Folker), foram mensurados entre 06:00 e 08:00 horas da manhã, utilizando o medidor eletrônico Falker modelo-CFL1030, com leituras realizadas em três folhas do terço médio de cada planta; número de folhas (NF), determinadas por contagem manual; diâmetro do colo da planta (DC), obtido por meio de um paquímetro analógico, aferindo a região do colo da planta e o comprimento da raiz (CR) utilizando uma fita métrica.

Para avaliar a produção de fitomassa foi determinada a massa da matéria de todo material colhido, onde as plantas foram particionadas em raiz, caule e folha. Em seguida, o material vegetal fresco (raiz, caule e folha) foi acondicionado em sacos de papel kraft, identificados e levados para

secar à 65 °C em estufa com circulação forçada de ar, por 72 horas até atingir a estabilidade da massa da matéria seca. Após a secagem, foram determinadas as massas da matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR) e total (MST) utilizando balança analítica com precisão de 10^{-3} .

A área foliar foi obtida utilizando um perfurador com diâmetro conhecido (6mm), sendo coletados 10 discos foliares em cada planta, com folhas escolhidas aleatoriamente e evitando-se as regiões da nervura central. Posteriormente, os discos foram submetidos à secagem, nas mesmas condições supracitadas, e pesados em balança analítica de precisão 10^{-4} . Conhecendo-se a massa da matéria seca da folha e área dos 10 discos foi possível estimar a área foliar (AF), a partir de fórmula matemática, descrita por Peixoto et al. (2020).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa estatístico computacional “R” (R Core Team, 2018), aplicando o teste de Tukey para comparação de médias, a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de ora-pro-nóbis responderam significativamente à aplicação das soluções nutritivas, podendo ser observados resultados positivos no crescimento inicial (Tabela 2), com diferenças entre as médias. Houve efeito para todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$), em que a aplicação das soluções de Hoagland e Arnon e Bolle Jones foram mais eficientes, potencializando a produção de ora-pro-nóbis. Assim, as plantas cultivadas sob a solução de Hoagland e Arnon apresentaram maiores altura (AP), número de folha (NF) e diâmetro do caule (DC), enquanto a solução de Bolle Jones proporcionou maiores área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR).

Tabela 2. Altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da raiz (CR) e diâmetro do caule (DC) de *Pereskia aculeata*, submetidas em soluções nutritivas. Cruz das Almas, Bahia, 2022.

Soluções nutritivas	AP (cm)	NF (un)	AF (cm ²)	CR (cm)	DC (mm)
Hoagland e Arnon	62,78 a	53,50 a	1062,87 b	23,00 b	7,85 a
Bolle Jones	55,96 b	46,66 b	1291,02 a	26,41 a	6,53 b
Furlani	52,91 c	43,83 b	663,98 c	20,25 c	6,68 b
CV%	3,5%	5,37 %	4,37 %	3,94%	4,51%

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

Plantas de ora-pro-nóbis cultivadas na solução de Hoagland e Arnon (Tabela 2) apresentaram maior crescimento em altura (AP), sendo 6,82 cm maior que as plantas crescidas sob a solução de Bolle Jones e 9,87 cm maior em relação à solução de Furlani. A altura da planta é um indicador do crescimento vegetal e fornece informações sobre a eficiência do metabolismo da planta. Desse modo, ao receber as doses adequadas de nutrientes, as plantas responderam

expandindo a parede celular, aumentando o crescimento em comprimento, de forma irreversível (Taiz et al., 2017 e Kerbauy, 2019).

Resultados encontrados por Leite et al. (2017) validam o efeito positivo da solução de Hoagland e Arnon. Os autores estudaram o efeito das soluções nutritivas no crescimento de *Schizolobium amazonicum* e encontraram maiores valores de altura nas plantas cultivadas sob as soluções de Sarruge, Hoagland e Arnon e Bolle Jones, respectivamente. Desta forma, destaca-se que a solução de Hoagland e Arnon foi responsável por maior crescimento que a de Bolle Jones, implicando em semelhança no efeito do resultado encontrado neste trabalho para a altura de plantas de ora-pro-nóbis.

O crescimento vegetativo, especialmente em altura, muitas vezes, é atribuído aos macronutrientes, devido a maior exigência das plantas em quantidade. Assim, ao comparar a composição das soluções nutritivas, observa-se que os cátions K, Ca e Mg estão em maiores quantidades na solução de Hoagland e Arnon em relação à Bolle Jones, indicando que as plantas de ora-pro-nóbis apresentam maiores exigências para seu crescimento em altura a fim de promoverem alongamento celular. Para Taiz et al. (2017), estes cátions fazem parte do grupo de nutrientes presentes nos tecidos como íons livres dissolvidos na água do vegetal ou íons ligados em substâncias da parede celular.

Para o crescimento em número de folhas (NF), a solução de Hoagland e Arnon foi responsável por um aumento de 14,65% em relação à solução de Bolle Jones. A mesma tendência se observou para o diâmetro do caule (DC), onde a solução de Hoagland e Arnon proporcionou maior crescimento, com um aumento de 20,21% na espessura do caule, quando comparado à Bolle Jones.

Nesta perspectiva, plantas com caules mais espessos tendem a ter maiores altura e número de folhas, cumprindo sua função de sustentar a parte aérea e conduzir nutrientes para as folhas. Portanto, pode-se inferir que tais efeitos ocorreram pela maior disponibilidade dos cátions K, Ca e Mg, os quais desempenharam papéis fundamentais no metabolismo da parede celular do caule e na melhora do desempenho da sua estrutura física, conforme verificado no crescimento positivo de plantas de ora-pro-nóbis que receberam a solução de Hoagland e Arnon.

Plantas de ora-pro-nóbis apresentaram o mesmo comportamento nas variáveis NF e DC, sem diferença estatística entre as aplicações das soluções de Bolle Jones e Furlani, com menores crescimentos. Estas soluções são constituídas de menores quantidades de K, Ca e Mg em relação à solução de Hoagland e Arnon. Os resultados de menores fornecimentos de nutrientes para o ora-pro-nóbis podem ser explicados por Kerbauy (2019), ao afirmar que a deficiência de K prejudica a síntese de parede celular e a turgescência celular, predispondo as plantas ao tombamento; a

deficiência de Ca compromete a formação das estruturas pécticas da nova parede celular e a deficiência de Mg atrapalha na absorção e transporte dos nutrientes.

O sistema radicular da planta é responsável pela absorção da água e dos nutrientes, sendo que, quanto maior seu comprimento, maior a área de interceptação radicular no substrato. Nesse sentido, a solução de Bolle Jones apresentou maior comprimento da raiz (CR), com um aumento de 14,82% em relação à solução de Hoagland e Arnon, ou seja, um incremento de 3,41cm. A solução de Bolle Jones se destacou em relação às demais, por apresentar em sua constituição 86,92% de enxofre (S) a mais que a solução de Hoagland e Arnon, o que implica em uma mudança das reações enzimáticas do metabolismo vegetal, visto que o enxofre aumenta a formação de compostos orgânicos e produção de biomassa (Faquin, 2005).

A aplicação da solução Bolle Jones em plantas de ora-pro-nóbis foi significativa para o crescimento da área foliar (AF), com diferença das médias entre as soluções nutritivas (Tabela 2). Plantas cultivadas de ora-pro-nóbis na solução de Bolle Jones apresentaram aumento da AF em 21,47% em relação à solução de Hoagland e Arnon e 94,44% em relação à solução nutritiva de Furlani.

Para as produções da massa da matéria seca da folha (MSF), do caule (MSC), da raiz (MSR) e total (MST), foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 3), com significância para a aplicação da solução de Bolle Jones. Esta solução se diferencia pela quantidade superior de enxofre, no qual se relaciona com o metabolismo do nitrogênio na planta, para que haja um incremento na produção de massa (Marschner, 2012). Logo, conforme enunciado na Lei do Mínimo (Malavolta, 2006), quando não há um suprimento adequado de enxofre para as plantas, mesmo que aplicados outros nutrientes, como P e K, nas quantidades adequadas ou elevadas, a planta não atinge seu potencial produtivo.

Tabela 3. Massa da matéria seca da folha (MSF), do caule (MSC), da raiz (MSR) e total (MST), de *Pereskia aculeata*, submetidas em soluções nutritivas. Cruz das Almas, Bahia, 2022.

Soluções nutritivas	MSF	MSC	MSR	MST
	-----g-----			
Hoagland e Arnon	8,87 b	7,39 b	6,70 b	21,73 b
Bolle Jones	10,18 a	8,74 a	10,13 a	29,05 a
Furlani	6,2 c	6,79 c	5,95 c	18,95 b
CV%	5,82 %	6,58 %	13,95 %	9,39 %

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

Ao comparar a solução nutritiva de Bolle Jones com as demais na produção de MSF das plantas de ora-pro-nóbis, verificou-se diferença estatística, com aumento da produção em 14,76% sobre a solução de Hoagland e Arnon, ou seja, um incremento de 1,31g. Este resultado evidenciou

que a alta concentração de enxofre na solução nutritiva de Bolle Jones propiciou as plantas um maior incremento no acúmulo de massa seca, com maior produção de compostos orgânicos. As variáveis de MSC, MSR e MST apresentaram o mesmo comportamento de crescimento na aplicação das soluções nutritivas.

A biomassa da parte aérea de plantas de *Schizolobium amazonicum* submetidas em soluções nutritivas, por Leite et al. (2017), apresentou resultado positivo na aplicação da solução nutritiva, tanto de Hoagland e Arnon, quanto de Bolle Jones, com diferença apenas de 0,33g. Isto pode ser explicado pela exigência das plantas tanto por N, quanto por S, nas duas doses aplicadas, sendo que o aumento das doses de S, presente na solução de Bolle Jones, não representou uma maior produção para as plantas.

Quando há maior acúmulo de massa seca das plantas, o nitrogênio deve ser levado em consideração, juntamente com o enxofre, embora a solução de Bolle Jones seja constituída de maior dose de enxofre, o que foi benéfico para o metabolismo das plantas de ora-pro-nóbis. Nesse sentido, Marschner (2012) afirma que a interação N e S deve ser levada em consideração nas recomendações de adubação, sendo que grande parte do N nas plantas está em forma de proteínas e o S é constituinte de dois aminoácidos essenciais, cisteína e metionina. Então, na falta desse nutriente para as plantas haverá redução na produção desses aminoácidos e as proteínas que os contêm não se formarão, o que resultará em plantas deficientes em S, em que não assimilarão o N em proteínas. Portanto, o N se acumula na forma de aminas, amidas e aminoácidos solúveis, demonstrando a importância do equilíbrio entre as concentrações de N e S no metabolismo vegetal, ou seja, altas doses de um desses elementos podem levar à maior disponibilidade do outro elemento para as plantas, aumentando o rendimento da cultura.

A deficiência de enxofre pode resultar em um crescimento deficiente das plantas e em um acúmulo reduzido de massa seca, enquanto a disponibilidade adequada de enxofre promove um crescimento saudável e um maior acúmulo de biomassa (Lopes, 1995). A relevância da presença desse nutriente se dá no fato de que algumas plantas exigem maiores quantidades, por isso, nos adubos contém o enxofre, mesmo que esteja indiretamente presente. Faquin (2005) afirma que o enxofre está presente em todas as proteínas, pois ele faz parte dos aminoácidos cisteína e metionina, os quais permitem que a planta exerça seu metabolismo e produza mais biomassa.

Conforme a tabela 3, a aplicação da solução de Furlani diferiu das demais soluções, com menores valores de fitomassa, ou seja, houve um decréscimo na produção de ora-pro-nóbis. A solução de Furlani foi responsável por reduções de 64,19% de MSF; 28,71% de MSC; 70,25% de MSR e de 53,29% MST em plantas de ora-pro-nóbis ao comparar com a solução de Bolle Jones, o melhor tratamento para a fitomassa. Tal fato pode ser explicado pelo fornecimento de doses

reduzidas de macronutrientes que constituem a solução de Furlani, especialmente o nitrogênio, no qual têm as funções de formar compostos de carbono, produzir biomassa e realizar diversas funções para que a planta cresça com vigor (Taiz et al., 2017).

O efeito da concentração da solução nutritiva de Furlani no crescimento da alface em cultivo hidropônico, pesquisada por Cometti et al. (2008), evidenciou resultados positivos ao utilizar 50% (metade da força iônica) e 100% da concentração. Segundo esses autores, a redução da solução de Furlani diminuiu a massa seca da raiz, sem alterar a produção da massa seca da parte aérea. Porém, se considera que o cultivo de plantas de alface foi em condição sem substrato e que a solução de Furlani é a mais recomenda, devido a eficiência da condutividade elétrica da água.

A solução de Hoagland e Arnon teve efeito positivo para os índices de clorofila a (CLA), b (CLB) e total (CLT), apresentando significância e diferindo das demais soluções (Tabela 4). Não houve diferença entre os tratamentos de Furlani e Bolle Jones, os quais apresentaram menores valores.

Tabela 4. Índices de clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), clorofila total (CLT) de *Pereskia aculeata*, submetidas em soluções nutritivas. Cruz das Almas, Bahia, 2022.

Soluções nutritivas	CLA	CLB	CLT
Hoagland e Arnon	29,33 a	8,08 a	37,41 a
Bolle Jones	22,21 b	6,4 b	28,61 b
Furlani	24,33 b	6,85 b	31,18 b
CV%	5,69 %	9,5 %	6,25 %

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

Os índices de clorofilas de plantas de ora-pro-nóbis apresentaram maiores valores para a aplicação da solução nutritiva de Hoagland e Arnon, com um aumento de 32,05% na CLA; 26,25% na CLB e o 30,76% na CLT em relação à aplicação da solução de Bolle Jones. Tal fato pode ser justificado pela composição em maiores quantidades de K, Ca e Mg, que compõem a solução de Hoagland e Arnon em relação às demais soluções. Estes cátions estão presentes no processo fotossintético das plantas, melhorando a eficiência da produção de clorofila e facilitando as ligações das substâncias na sinalização celular e na transferência de energia (Taiz et al., 2017 e Kerbauy, 2019).

De acordo com essas informações, a solução de Hoagland e Arnon apresentou a melhor composição nutricional, visto que as plantas de ora-pro-nóbis tiveram melhor desempenho no processo fotossintético. Este crescimento positivo pode ser atribuído ao papel que os nutrientes realizaram no metabolismo da planta, ao receber a quantidade de nutrientes balanceadas. No entanto, destaca-se que a solução de Bolle Jones teve a menor composição dos cátions K, Ca e Mg e solução de Furlani menor quantidade de N.

Dentre as doses de nutrientes presentes na solução de Hoagland e Arnon, o nitrogênio foi eficiente em relação à quantidade do mesmo na solução de Furlani, no qual tem a menor dose, pois apresentou maior taxa fotossintética. Desse modo, a baixa disponibilidade de N comprometeu o crescimento de todos os parâmetros fisiológicos de crescimento, assim, De Jesus et al. (2020) concluíram que plantas de ora-pro-nóbis também se mostraram exigentes em N e Mg, para o aumento dos teores de clorofila, ao utilizar solo acrescido de húmus de minhoca, em que disponibilizou esses nutrientes, os quais são constituintes da molécula de clorofila. Além disso, o N é constituinte de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos e coenzimas (Taiz et al., 2017).

Ao analisar a composição da solução Furlani, observou-se uma redução de cerca 60 mg/dm³ de N, em relação a solução de Hoagland e Arnon e Bolle Jones. Isso inviabilizou a formação de compostos orgânicos e produção de fotoassimilados durante a fotossíntese, e, possivelmente, bloqueou a síntese de auxinas e citocininas, os quais são hormônios responsáveis pelo crescimento das plantas, causando redução do tamanho das plantas e com sintomas de deficiências (LIMA et al., 2020; Malavolta, 2006 e Taiz et al., 2017).

A clorofila a está presente nos organismos que realizam fotossíntese, sendo o pigmento essencial na fase fotoquímica para produção de substâncias orgânicas. Os demais pigmentos, como a clorofila b e os carotenóides auxiliam na absorção da luminosidade e na transferência dessa energia para os centros de reação, potencializando a taxa fotossintética. Assim, a concentração de clorofila nas folhas constitui um indicador importante para a produção de biomassa e para avaliação do desempenho da atividade fotossintética das plantas. Plantas cultivadas em pleno sol, geralmente, apresentam maiores teores de clorofilas, pois a radiação solar influencia no metabolismo vegetal, em que se houver as condições ideais, a clorofila é excitada para maiores níveis energéticos. Então, para que a taxa fotossintética seja maior, é fundamental que haja uma interação entre as condições ambientais, os nutrientes e sua disponibilidade para as plantas, de forma que o metabolismo vegetal funcionasse adequadamente (Taiz et al., 2017).

A aplicação da solução de Furlani em plantas de ora-pro-nóbis, revelou que as quantidades de nutrientes presentes não apresentaram efeito benéfico para as plantas de ora-pro-nóbis, evidenciando um desequilíbrio na formulação, visto que não houve significância para nenhuma variável. Nesta perspectiva, observou-se que as menores doses de nutrientes N e S, foram expressivas em relação ao padrão recomendado na solução de Hoagland e Arnon.

Ao analisar a quantidade de nutrientes presentes na solução de Furlani, destaca-se também a redução da quantidade de enxofre em 22,99% na composição da solução de Furlani, quando comparado com Hoagland e Arnon. Essa menor disponibilidade de enxofre implicou em reações

enzimáticas e metabólicas limitadas, pois o enxofre faz parte dos aminoácidos, enzimas e cofatores que contribuem para a formação de compostos de carbono, juntamente com o nitrogênio (Faquin, 2005 e Taiz et al., 2017).

Baixa dose de N implica em uma diminuição na absorção dos cátions, especialmente o K, conforme afirma Malavolta (2006) na interação de N e K. Segundo afirmação de Taiz et al. (2017), se houver desequilíbrio de K, Ca e Mg, as reações enzimáticas podem ser reduzidas e tornar as membranas celulares mais vulneráveis, pois estão presentes na parede celular realizando a regulação do potencial osmótico, controlando a permeabilidade da membrana e fazem parte de cofatores que ativam as enzimas.

Para Marschner (2012), as quantidades dos cátions K, Ca e Mg são importantes na solução do solo e podem ser inibidos quando em estão em concentrações inadequadas, tornando-se indisponíveis para as raízes das plantas. Esses nutrientes se relacionam fortemente em uma interação de interdependência, em que a presença ou ausência deles, têm efeitos diversos, pois são absorvidos pelos mesmos canais de absorção da raiz, gerando antagonismo ou sinergismo (Malavolta, 2006).

4 CONCLUSÕES

As soluções nutritivas influenciam no crescimento das plantas de ora-pro-nóbis, com respostas diferentes na morfologia da planta, de acordo com as doses de nutrientes aplicadas.

A aplicação da solução de Hoagland e Arnon proporciona maior crescimento em altura, número de folha e diâmetro do caule, além de melhorar o desempenho do processo fotossintético, visto que as plantas apresentam maiores índices de clorofilas a, b e total.

Plantas de ora-pro-nóbis são exigentes em macronutrientes, especialmente doses mais altas de potássio, cálcio e magnésio, os quais estão presentes na solução de Hoagland e Arnon.

Para a produção de fitomassa de plantas de ora-pro-nóbis, recomenda-se o cultivo com aplicação da solução de Bolle Jones, pois as plantas são exigentes em enxofre para maior acúmulo de massa. Além disso, a solução de Bolle Jones contribui para maiores crescimentos da área foliar e comprimento da raiz.

A solução de Furlani reduz o crescimento das plantas, em que se percebe uma limitação na produção de fitomassa e no crescimento. Portanto, não se recomenda a aplicação dessa solução para o cultivo de plantas de ora-pro-nóbis, por conter menores quantidades de nitrogênio e enxofre, que a planta requer em maiores doses.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; WONDRACECK, D. C.; ROCHA, W. S.; SILVA, D. B. **Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 1, p. 234-238, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000100031>.
- ALMEIDA FILHO, J.; CAMBRAIA, J. **Estudo do valor nutritivo do “ora-pro-nobis” (*Pereskia aculeata* Mill.)**. Revista Ceres, Viçosa, MG, v. 21, n. 114, p. 105-111, 1974.
- ALMEIDA, M. E. F. de; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. **Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis**. Bioscience Journal, Uberlândia, MG, v. 30, p. 431-439, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17555>. Acesso em: 01 out. 2023.
- BOLLE JONES, E.W. 1954. **Cooper, its effects on the growth of rubber plant (*Hevea brasiliensis*)**. Plant and soil, 10(2): 150-178.
- CRUZ, A. F. P. et al. **Plantas alimentícias não convencionais: utilização das folhas de “ora-pro-nobis” (*pereskia aculeata* mill, cactaceae) no consumo humano**. Visão Acadêmica, [S.l.], v. 21, n. 3, dez. 2020. ISSN 1518-8361. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v21i3.76001>.
- COMETTI NN; MATIAS GCS; ZONTA E; MARY W; FERNANDES MS. 2008. **Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico–sistema NFT**. Horticultura Brasileira 26:252-257. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000200027>.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2005. 186p
- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Boletim Técnico 180. Instituto Agrônomo, Campinas, 1999. 52p.
- HISSATOMI, C. M.; GORGEN, D. K.; ROGINSKI, G. de S.; HOFFMANN, L. F.; SILVA, T. M. da; CARNITATTO, I.; GARCIA, J. R. N. **Utilização da planta alimentícia não convencional ora pro nobis em educação Nutricional**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 3846–3855, 2020. DOI: 10.34188/bjaerv3n4-084. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/20319>. Acesso em: 9 out. 2023.
- HOAGLAND DR.; ARNON DI. 1950. **The waterculture method for growing plants without soil**. Berkeley, CA: Agric. Exp. Stn., Univ. of California. (Circ. 347).
- DE JESUS, R. S.; DOS ANJOS, G. L.; FERREIRA, P. M.; DE JESUS, A. R.; DE SOUSA, G. S.; DOS SANTOS, A. R. **Características agrônômicas de ora-pro-nóbis cultivadas em ambientes de luz e adubação orgânica**. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 15048–15063, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n3-397. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8048>. Acesso em: 8 out. 2023.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 430 p.
- LEITE F. A. P., WEBER O. L. S, SCARAMUZZA J. F. **Estudo comparativo de metodologias de preparo de soluções nutritivas no crescimento de mudas de paricá**. Ambiência. Guarapuava, PR, v.13. n.2, p. 273-92. 2017. DOI:10.5935/ambiencia.2017.02.08. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/3065>. Aceso em: 8 out. 2023.
- LIMA, V.G.; SANTOS, B. S.; COELHO, M. P. SANTOS. T. M.; MOGNON, C.; **Efeito de doses de nitrogênio no desempenho da cultura do rabanete**. Revista Científica Rural, Bagé, RS, v. 22,

n. 2, ano 2020. Doi: <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3156>. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/3156#:~:text=Foi%20observado%20diferen%C3%A7a%20significativa%20para,N%20promove%20o%20m%C3%A1ximo%20desempenho>.

LOPES, A.S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1995. 177 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012, 651p.

PEIXOTO, C.P.; ALMEIDA, A.T.; OLIVEIRA, E.R.; SANTOS, J.M.S.; PEIXOTO, M.F.S.P.; POELKING, V.G.C. **Princípios de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Pod Editora, 2020, 256p.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 de fev. 2023.

SARTOR, C. F. P.; AMARAL, V.; GUIMARÃES, H. E. T.; BARROS, K. N.; FELIPE, D. F.; CORTEZ, L. E. R.; VELTRINI, V. C. **Estudo da ação cicatrizante das folhas de Pereskia aculeata**. Revista Saúde e Pesquisa, Maringá, PR, v. 3, n. 2, p. 149-154, 2010. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/1496>. Acesso em 08 set. 2023.

SOUZA, M. R. de M.; MILAGRES, C. S. F.; PEREIRA, R. G. F.; PINTO, C. L. de O.; CAIXETA, G. Z. T.; PEREIRA, P. R. G. **Perfil de produção e comercialização do ora-pro-nobis em dois contextos regionais de minas gerais: perspectivas de agregação de valor**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, [S. l.], v. 6, n. 4, 2016. DOI: 10.21206/rbas.v6i4.365. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2923/pdf>. Acesso em 05 set. 2023.

TAIZ L., ZEIGER E., MOLLER IM, MURPHY A. 2017. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Editora: ArtMed, Porto Alegre. 888p.

TAKEITI, C. Y.; ANTONIO, G. C.; MOTTA, E. M. P.; COLLRES-QUEIROA, F. P.; PARK, K. J. **Nutritive vegetable (Pereskia aculeata Mill)**. International Journal of Food Sciences and Nutrition, v. 60, n. 1, p. 1-13, 2009.