

ESTUDOS FISIOLÓGICOS SOBRE UMA SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA
PLANTAS ORNAMENTAIS

PHYSIOLOGICAL STUDIES ON A NUTRITIVE SOLUTION FOR
ORNAMENTAL PLANTS

Luiz Erlon A. Rodrigues¹ & Luís Carlos S. Queires²

¹Departamento de Bioquímica do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Vale do Canela, s/nº, Caixa Postal 4747, 40.110-100 - Salvador - Bahia. ²Faculdade de Formação de Professores de Alagoinhas, UNEB, Bahia

Recebido para publicação em 22 de maio de 1995

ABSTRACT

Ornamental plants can be easily submitted to stressing conditions that modify their metabolism. As a consequence, hypodevelopment increases their susceptibility to several diseases. Long-term mono-cultivation as well as soil and leaves lixiviation, are main causes of mineral depletion. Changes in microflora, mini and mesofauna are also common findings. Acting in concert, these factors deeply hamper plant development.

Mineral fertilizers, containing all macro- and micronutrients necessary for plant growing, flowering and fructification are not available in the market. So, we propose a new nutritive solution as a mineral foliar fertilizer for decorative plants growing in small and restricted environments.

Taking as growth parameters the total amount of chlorophylls, total proteins, dried stuffs and ashes in *P. vulgaris*, used as experimental model, it is shown that plants treated with the proposed nutritive mineral solution, for 20 consecutive days, grew healthily and faster as compared to the distilled water-treated controls.

Uniterms: Plant nutrition, macronutrients, micronutrients

INTRODUÇÃO

O solo, além do importante papel que desempenha na sustentação da planta, se constitui no substrato mineral direto para sua nutrição. É altamente heterogêneo e pode variar, enormemente, dentro de áreas relativamente pequenas. EPSTEIN (1), o considerou como sistema trifásico composto das fases sólida, líquida e gasosa, intimamente relacionadas e de grande complexidade química e biológica.

A fase líquida, constituída dos vários solutos oriundos dos diversos compostos minerais e dos inúmeros produtos de decomposição que constituem a fase sólida, é a fonte imediata e mais importante para a nutrição da planta, através do seu sistema radicular.

O dióxido de carbono, um dos principais componentes da fase gasosa presente no micro ambiente em torno das raízes, age diretamente no pH e, conseqüentemente, na dissolução, concentração e disponibilidade dos minerais da fase líquida, além de exercer grande influência na microflora, micro e mesofaunas presentes.

Dentre os inúmeros fatores que atuam diretamente sobre a micro e mesovida dos solos e, conseqüentemente, influem na nutrição e no desenvolvimento das plantas, destacam-se a riqueza mineral, a umidade, a insolação, a temperatura, o pH, as pragas, os defensivos, a aeração e a compactidade do solo. Segundo SCHENK (2), com exceção de *crucíferas* e *liliáceas*, praticamente todas as plantas possuem em suas raízes micorrizas que ajudam a mobilizar os nutrientes para sua absorção. Outras, como as *leguminosas*, mantêm uma simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, em suas raízes e folhas PRIMAVESI, (3).

Na rizosfera existem inúmeras bactérias, fungos e actinomicetos que se aproveitam das excreções radiculares como aminoácidos, açúcares, hormônios, vitaminas e grande variedade de ácidos orgânicos. Estas substâncias são utilizadas como fonte de carbono e energia pelos microorganismos que, em troca, defendem o espaço em torno das raízes com antibióticos contra agentes patogênicos ROVIRA, (4). De acordo com KRETZEL (5), quanto mais nutrida a planta, tanto mais intensa a microvida em torno de suas raízes e, portanto, mais protegida de doenças.

Este importante equilíbrio pode ser facilmente rompido, principalmente nas plantas ornamentais cultivadas em pequenas porções de solo, pela lixiviação foliar e dos miniambientes onde crescem, decorrente da ação das chuvas, neblina, orvalho e, principalmente pelo molhar com água hipomineral TUKEY, (6).

A lavagem do solo, a utilização do mesmo para o cultivo de uma única espécie de planta por um longo período, além do encharcamento após irrigação, contribuem para o hipodesenvolvimento e o aparecimento de diversas doenças nas plantas decorativas.

Tendo em vista que não se encontra no comércio, à disposição dos consumidores, nenhuma forma de adubo mineral, composta de todos os macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento, floração e frutificação de plantas, adaptamos uma solução nutritiva, designada "BIOFERT", baseados nas experimentações de REISENAUER, (7), HOPKINS et al., (8) e CLOUGH, (9), para ser usada como fertilizante mineral foliar, nos espécimes confinados em ambientes pequenos e restritos.

O feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L. (variedade carioquinha), foi usado como modelo experimental, em lugar de plantas decorativas, porque permite maiores facilidades de controle de germinação e crescimento, manuseio e respostas rápidas. Apesar de tratar-se de uma leguminosa, diversas plantas ornamentais também o são, a exemplo de trepadeiras do tipo *Abrus precatorius* L. (feijão-jequiriti) e do *Phaseolus multiflorus* (feijão-trepador), além da *Lathyrus odoratus* L. (ervilha-de-cheiro), entre outras. A utilização de plantas ornamentais, mesmo as mais comuns como as *Dieffenbachia picta* (comigo-ninguém-pode) e *Philodendron bipinnatifidum* L. (filodendro) nesse tipo de estudo, poderia torná-lo praticamente inexequível, pela dificuldade da obtenção de suas sementes. A floração e conseqüente frutificação das plantas decorativas, confinadas em pequenos ambientes, podem apresentar variações impossíveis de serem controladas porque dependem de inúmeros fatores como luminosidade, temperatura, fotoperíodo e de condições metabólicas próprias de cada espécie. Suas sementes, por outro lado, apresentam períodos de dormência diferentes o que levaria a germinações difíceis de serem controladas no tempo.

A germinação de sementes em meio hidropônico não está relacionada com sua espécie. Porém o crescimento da plântula depende, dentre outros fatores, do suprimento de nutrientes minerais. O fato do *P. vulgaris* ser uma planta dicotiledônea, permite estudar seu desenvolvimento antes e depois da queda dos cotilédones, importantes órgãos de reserva nutritiva que garantem o crescimento inicial da plântula, mesmo em condições de diminuto suprimento mineral externo.

MATERIAL E MÉTODO

Sementes de *Phaseolus vulgaris*, de aspecto sadio, foram separadas, lavadas com água destilada e colocadas para germinar sobre chumaços de algodão fixados em meio inerte, dentro de vasos plásticos de 2 litros de capacidade. Metade deles continha água destilada e a outra, solução nutritiva diluída a 1/100 (v/v), em água destilada e que resultou nas seguintes concentrações finais de macro e micronutrientes. Macronutrientes catiônicos: potássio como KNO_3 , KCl e KH_2PO_4 , 200 ppm; cálcio como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 100 ppm; magnésio como $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 26 ppm. Macronutrientes aniônicos: nitrogênio como HNO_3 concentrado e diversos nitratos utilizados, além do nitrogênio amínico contido no sulfato ferroso amoniacal, 220 ppm; fósforo como KH_2PO_4 , 65 ppm; enxofre como diversos sulfatos empregados, 35 ppm. Micronutrientes: cloro como KCl , 1,7 ppm; ferro com $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 1,1 ppm; boro como H_3BO_3 , 0,3 ppm; zinco como $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,13 ppm; manganês como $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0,12 ppm; molibdênio como MoO_3 , 0,05 ppm e cobre como $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,035 ppm.

O volume líquido em todos os vasos foi mantido constante, em torno de 2 litros, pela adição respectiva de água destilada e de solução nutritiva diluída a 1% (10 ml da solução mineral para 1 litro com água destilada).

Após germinação, as plântulas foram mantidas sob temperatura, luz e umidade ambientes, até 15 e 20 dias, quando foram utilizadas experimentalmente. As amostras, com exceção daquelas das raízes, coletadas com 20 dias, foram retiradas das mesmas plântulas que serviram para as experiências com 15 dias de idade.

Dosagem das clorofilas totais

Folhas, completamente distendidas, foram retiradas das plântulas mais viçosas, crescidas em água destilada ou solução nutritiva, com 15 ou 20 dias de idade e usadas para a dosagem das clorofilas totais. Três discos foliares de um centímetro quadrado, sem a nervura central, foram retirados de cada uma delas, pesados e homogeneizados em aparelho de Potter - Elvehjem contendo 10 ml de acetona/água, 80% (v.v). Após centrifugação refrigerada a 4° C e 900 g durante 10 minutos, o sobrenadante foi medido espectrofotometricamente em 645 e 663 nm para a avaliação quantitativa da clorofilas totais, segundo LAETSCH, (10).

Dosagem das proteínas totais

De modo semelhante, três discos foliares e 1 g de raízes foram pesados e homogeneizados em aparelho de Potter - Elvehjem, separadamente em 10 ml de água destilada e centrifugados a 900 g durante 10 minutos. Amostras dos sobrenadantes foram usadas para as determinações das proteínas totais de acordo com a técnica descrita por LOWRY et al. (11).

Determinação do peso seco de folhas e raízes

Amostras prepesadas de folhas e raízes foram colocadas em pequenos bécheres de pesos conhecidos e desidratadas, em estufa a 70° C, até pesos constantes.

Obtenção das cinzas de folhas e raízes

As amostras usadas na determinação dos pesos secos foram mineralizadas em cadinhos de porcelana, prepesados e colocados em mufla a 450° C, durante 8 horas seguidas. Cada conjunto cadinho/cinzas, depois de resfriado, foi novamente pesado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e seus respectivos desvios padrões, correspondentes a cada tipo de amostra, foram comparados estatisticamente entre si. Nestas comparações foi aplicado o teste *t* de Student, segundo descrição feita por BUTTNER et al., (12). Foram considerados significantes os valores com um $p < 0,05$.

A figura 1 resume os teores de clorofilas totais nas folhas das plantas de

P. vulgaris. Os valores expressos em miligramas de clorofilas totais por grama de peso úmido, correspondentes aos controles com 15 e 20 dias de idade foram, respectivamente, de $3,95 \pm 0,18$ mg/g e $1,95 \pm 0,71$ mg/g. Para as amostras tratadas com a solução nutritiva e 15 dias de idade, eles foram de $4,37 \pm 0,44$ mg/g, e de $6,02 \pm 1,55$ mg/g, para aquelas com 20 dias de vida.

As comparações entre os resultados apresentados na figura 1, obtidos a partir das amostras controles com 15 e com 20 dias de idade, mostraram uma importante diminuição nos teores de clorofilas totais, altamente significativa ($p < 0,05$) e equivalente a 51,64%. Quando comparações idênticas foram feitas usando plântulas tratadas com a solução nutritiva proposta, elas mostraram um efeito estimulador correspondente a 37,8%, ($p < 0,1$).

Os teores de clorofilas obtidos de plântulas com 15 dias de idade e tratadas com a solução nutritiva foram 10,6% maiores que os dos respectivos controles. O tratamento por 20 dias levou a estímulos da produção de clorofilas altamente significantes, 208,7% maiores que os obtidos das plântulas crescidas em água destilada.

As plântulas com 15 dias de idade não responderam com um maior efeito ao tratamento com a solução mineral nutritiva utilizada, possivelmente porque grande parte do seu crescimento dependeu das reservas nutritivas,

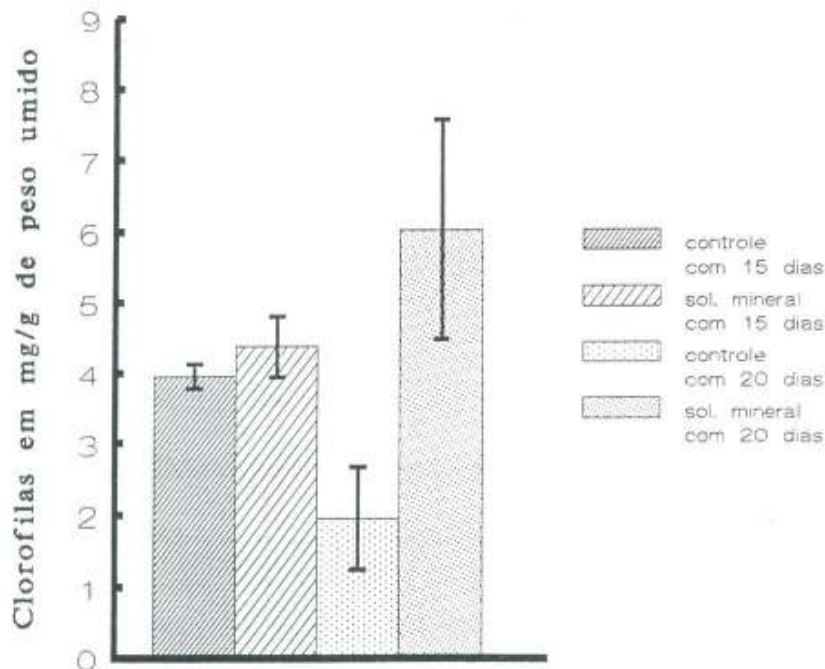


Figura 1. Clorofilas totais em plântulas de *P. vulgaris* submetidas ao tratamento com a solução mineral nutritiva, em comparação com controles tratados com água destilada.

armazenadas nos seus cotilédones. Tal consideração parece verdadeira, tendo em vista que os espécimes controles com 20 dias de vida e que já não mais possuíam os cotilédones, tiveram que retirar do meio onde cresceram, através do sistema radicular, os elementos necessários ao seu desenvolvimento. Talvez por isso, apresentaram uma forte diminuição nos teores de clorofilas totais em suas folhas. A resposta obtida após 20 dias de tratamento com a solução mineral nutritiva foi exuberante, (208,7%).

Os outros parâmetros como proteínas totais, matéria seca e cinzas, usados para o estudo dos efeitos da solução nutritiva no desenvolvimento de folhas e raízes do *P. vulgaris*, estão representados nas tabelas I e II.

Apesar do estudo da fisiologia dos vegetais, principalmente do metabolismo energético de suas folhas, através dos teores de clorofilas totais, se constituir num excelente parâmetro de avaliação do desenvolvimento da planta como um todo, PEREIRA de SOUZA et al., (13), as variações nas taxas de proteínas totais, determinadas nos diversos órgãos da planta, principalmente naqueles não clorofilados como as raízes, se constituem em parâmetros bioquímicos muito mais sensíveis na detecção de pequenas modificações fisiopatológicas e do crescimento do vegetal.

Os teores de proteínas totais, solúveis no sobrenadante de 900 g - 10 minutos, expressos em mg/g de peso úmido, e obtidos de folhas de plântulas controles com 20 dias de idade, foram 4,7% menores que aqueles decorrentes dos controles com 15 dias.

Plântulas que cresceram na solução nutritiva, durante 15 dias, mostraram valores de proteínas totais 5,6% maiores que seus respectivos controles. Se o crescimento se estendeu por 20 dias, o efeito estimulador foi muito maior, equivalente a 40,4%. Novamente estes dados estão de acordo com o desenvolvimento das plântulas, na dependência das reservas nutritivas dos seus cotilédones.

Tabela 1. Efeitos da solução nutritiva no desenvolvimento das folhas de *Phaseolus vulgaris*

Observações	Com 15 dias de idade			Com 20 dias de idade		
	Controles	Solução nutritiva	Estimulo %	Controles	Solução nutritiva	Estimulo %
Proteínas totais*	187,6 ± 4,1	198,1 ± 1,8	5,6% n.s.	178,8 ± 39,7	251,5 ± 5,0	40,4% p<0,05
Matéria seca**	6,4 ± 0,3	6,7 ± 0,4	4,7% n.s.	5,6 ± 1,2	7,8 ± 1,2	37,0% p<0,05
Cinzas***	21,9 ± 3,3	22,0 ± 2,3	0,5% n.s.	23,4 ± 8,1	28,0 ± 12,7	19,7% p<0,05

* Proteínas totais em mg/g de peso úmido; ** Matéria seca em mg/centímetro quadrado; *** Cinzas em mg/g de matéria seca; n.s.= estatisticamente não significante

Tabela 2. Efeitos da solução nutritiva no desenvolvimento das raízes de *Phaseolus vulgaris*

Observações	Com 15 dias de idade			Com 20 dias de idade		
	Controles	Solução nutritiva	Estímulo %	Controles	Solução nutritiva	Estímulo %
Proteínas totais*	38,4 ± 7,4	48,6 ± 2,2	26,5% p<0,05	45,2 ± 10,0	60,8 ± 2,2	34,5% p<0,05
Matéria seca**	47,9 ± 1,6	68,8 ± 2,0	43,6% p<0,05	57,8 ± 3,2	81,9 ± 8,2	41,7% p<0,05
Cinzas***	108,5 ± 20,0	116,4 ± 5,1	7,2% n.s.	106,7 ± 32,6	305,1 ± 21,4	186,0% p<0,05

* Proteínas totais em mg/g de peso úmido; ** Matéria seca em mg/g de peso úmido; *** Cinzas em mg/g de matéria seca; n.s. = estatisticamente não significante

Quando as proteínas totais foram dosadas nas raízes de plântulas controles com 20 dias de idade, ao contrário do que aconteceu com as folhas, os resultados obtidos foram 11,7% maiores que aqueles oriundos de plântulas com 15 dias. Os espécimes cultivados em água destilada desenvolveram um sistema radicular mais complexo que aqueles crescidos na solução mineral nutritiva. As raízes eram menos calibrosas, muito mais longas e ramificadas. Constituía um emaranhado cuja superfície absorptiva era muitas vezes maior que aquela observada nas plântulas sob tratamento com a solução mineral nutritiva.

O tratamento com a solução mineral proposta elevou as taxas de proteínas totais em todas as amostras experimentais. O efeito estimulador para 15 dias foi de 26,5%. Para 20 dias ele foi maior, 34,5%.

O acompanhamento do desenvolvimento das plântulas através da avaliação da matéria seca e cinzas, foi concordante com os resultados obtidos a partir das taxas de clorofilas e de proteínas totais.

A matéria seca, expressa em miligramas por centímetro quadrado para as folhas, também diminuiu nas plântulas controles com 20 dias de idade, (12,5%), quando comparadas com aquelas de 15 dias. Nas raízes, novamente o fenômeno foi invertido. Passou de 47,9 mg de matéria seca por grama de peso úmido, nas plântulas com 15 dias, para 57,8 mg/g (20,6% maiores), nas amostras controles com 20 dias. As plântulas tratadas com a solução nutritiva, durante 15 dias, apresentaram um acréscimo de 4,7% em sua matéria seca. Aquelas tratadas por 20 dias foram estimuladas em 37% nos seus teores de matéria seca.

Os resultados para as cinzas, expressos em miligrama por grama de matéria seca e correspondentes às folhas de plântulas com 15 e 20 dias de idade, foram mais homogêneos. Os controles com 20 dias mostraram resultados 6,8% maiores que aqueles obtidos das plântulas com 15 dias. Os estímulos observados após tratamento com a solução nutritiva mineral foram respectivamente de 0,5% para 15 dias e 19,7% para 20.

Com relação às raízes, a citada solução mineral estimulou em 7,2% o desenvolvimento deste órgão nas plântulas com 15 dias de idade e em 186% naquelas tratadas por 20 dias.

O exuberante crescimento das plantas de *P. vulgaris*, tratadas com a solução mineral nutritiva, amplamente demonstrado pelos resultados experimentais, obtidos principalmente após 20 dias de tratamento, permite a proposição da referida solução nutritiva como fertilizante mineral, prático e barato, de plantas ornamentais ou não, confinadas em ambientes pequenos e restritos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à BOKITS Ind. e Com. Ltda, Rua Joaquim Laranjo, 351, Contagem, MG, Fax (031) 333-6426, o financiamento deste trabalho e fornecimento dos kits da solução nutritiva "BIOFERT".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EPSTEIN, E. (1975). Os substratos da nutrição de plantas. IN: **Nutrição mineral de plantas - Princípios e Perspectivas**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo e Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p. 24-42.
2. SCHENK, N.C. (1970). Mycorrhizal fungi. **Res. Rep. Florida**, 11: 12-14.
3. PRIMAVESI, A. (1987). A biologia do solo. IN: **Agricultura em regiões tropicais - Manejo ecológico do solo**. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 9ª edição, p.139-163.
4. ROVIRA, A.D. (1966). Study of development of the root surface microflora during initial stage of plant growth. **J. Appl. Bacter.** 19(1): 74-80.
5. KRETZEL, Z. (1966). Rhizosphere microorganisms as a factor of influencing resistance to plant infection. **Acta Microbiol. Polonica** 15: 163-172.
6. TUKEY, H.B.Jr. (1970). The leaching of substances from plants. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 21: 305-324.
7. REISENAUER, H.M. (1969). A technique for growing plants at controlled levels of all nutrients. **Soil Sci.** 108: 350-353.
8. HOPKINS, A., ADAMSON, A.H. and BOWLING, P.J. (1994). Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. **Grass Forage Sci.** 49: 9-20.
9. CLOUGH, G.H. (1994). Potato tuber yield, mineral concentration, and quality after calcium fertilization. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119 (2): 175-179.
10. LAETSCH, W.M. (1971). Tissue culture: Plant. IN: **Methods in Enzymology, Vol. XXIII, Photosynthesis, Part. A**. SAN PIETRO, A (ed) New York, Academic Press, p. 96-109.

11. LOWRY, O.H., ROSENBROUGH, N.R., FARR, A.L., and RANDALL, R.J. (1951). Protein measurement with Folin-phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193: 265-275.
12. BUTTNER, H., HANSERT, E. & STAMM, D. (1974). Statistical analysis control and assessment of experimental results. In BERGMAYER, H.U. (Ed.) **Methods of Enzymatic Analysis**, Verlag Chemie, New York, 2nd ed., p. 318-393.
13. PEREIRA de SOUZA, J., OLIVEIRA, A.L.P.C., SOUZA, M.M. e RODRIGUES, L.E.A. (1989). Composição química qualitativa e quantitativa nos cotilédones em sementes e plântulas de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaert. f. **Ciência e Cultura** 41(8): 797-800.