

INTERAÇÃO ENTRE AUXINAS DE SÍNTESE E FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES: INFLUÊNCIA SOBRE O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE PLÂNTULAS DE LARANJEIRA AZEDA

(*Citrus aurantium* L.)¹

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA², MANUEL AGUSTÍ FONFRIA³, MANUEL ABAD BERJON³, VICENTE ALMELA ORENGA³

RESUMO – Fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) induziram maior crescimento radicular e aéreo, e maior conteúdo de P foliar em plântulas de laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.). A aplicação, via radicular, de ácido indolbutírico (AIB) na concentração de 2,0 g/l, mostrou-se ineficaz para estimular o crescimento das plântulas cultivadas em ausência de MVA, mas apresentou um efeito interativo positivo ao ser aplicado em plântulas micorrizadas. O tratamento com ácido naftalenoacético (ANA), na concentração de 0,5 g/l, mostrou-se ineficiente para estimular o crescimento tanto em plântulas não micorrizadas, como micorrizadas.

Palavras-chave: auxina de síntese, *Glomus intraradices*, *Citrus aurantium*.

SYNTHETIC AUXINS AND ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI INTERACTION: INFLUENCE ON VEGETATIVE GROWTH OF SOUR ORANGE (*Citrus aurantium* L.) SEEDLINGS

ABSTRACT – Arbuscular mycorrhizae (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) increased root and shoot growth, and P content in sour orange (*Citrus aurantium* L.) seedlings. The application of indolebutyric acid (IBA) at 2.0 g/l as root dip was ineffective in increasing growth to nonmycorrhizal seedlings, but applications to mycorrhizal seedlings had a positive interactive effect. The application of naphthaleneacetic acid (NAA) at 0.5 g/l was ineffective to both nonmycorrhizal and mycorrhizal seedlings.

Key words: synthetic auxin, *Glomus intraradices*, *Citrus aurantium*.

INTRODUÇÃO

A produção de mudas em recipientes e em casas de vegetação, apresenta certas vantagens sobre o cultivo feito diretamente no solo: permite maior duração do período de vendas, facilita o transporte e a manipulação, possibilita o controle dos fatores ambientais e de cultivo, aumenta a eficiência de produção, etc. (DICKEY et al., 1978).

Entretanto, na produção de mudas em recipientes se empregam substratos de origem natural ou sintética (LANDI e NEGRONI, 1984), que se caracterizam por não apresentar fungos micorrízicos arbusculares. Micorrizas arbusculares (MA) são fungos benéficos que se associam simbioticamente às raízes das plantas incrementando a absorção nutricional e estimulando o crescimento destas (TOBAR et al., 1994; NEMEC e VU, 1990). No caso particular dos citros, que normalmente são altamente dependentes destes endófitos (POPE et al., 1983; GRAHAM e SYVERTSEN, 1985; CARDOSO et al., 1986; NEMEC, 1992, a), a ausência do fungo origina plantas com crescimento vegetativo mais lento, desuniforme, menos resistentes ao estresse do transplante (BUNT, 1988; DUTRA et al., 1995).

Fungos ectomicorrízicos evidenciaram capacida-

de de produzir auxinas, giberelinas e citocininas (CRAFT e MILLER, 1974; BARROSO et al., 1986; HANLEY e GREENE, 1987), mas a síntese de tais fitorreguladores pelas MA tem sido pouco estudada, devido à dificuldade de multiplicação deste fungo em meios artificiais de cultivo (COOPER, 1984). Contudo, há evidências de que os fitorreguladores estão correlacionados com a interação planta-MA, pois se encontrou um incremento na atividade citocinínica em plântulas de *Bouteloua gracilis* (ALLEN et al., 1980) e de laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.) (EDRISS et al., 1984), quando estas foram inoculadas com MA. Além do mais, se demonstrou que o *Glomus mosseae* é capaz de produzir substâncias com ação hormonal (BAREA e AZCÓN-AGUILAR, 1982).

No presente trabalho foi estudada a aplicação exógena de auxinas de síntese e a inoculação da laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.) com *Glomus intraradices* Schenck & Smith, em busca de uma interação entre estes fatores.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na localidade de Alcanar

1. Extraído do trabalho apresentado para obtenção do título de Dr. em Agronomia – Universidad Politécnica de Valencia, Espanha.

2. Eng. Agr., Dr. – Faculdade de Agronomia da UFRGS, Depto. de Horticultura e Silvicultura, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS/BRASIL. Bolsista CNPq.

3. Eng. Agr., Dr. – Universidad Politécnica, ETSIA, Depto. de Producción Vegetal, 46020 Valencia, Espanha.

Recebido para publicação em 22/02/1996.

(Tarragona – Espanha), no ano de 1993, usando como porta-enxerto a laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.).

Este porta-enxerto foi semeado, em junho, em bandejas de plástico de 20 litros, contendo uma mistura de areia silfíca, perlita e turfa *Sphagnum* (3:2:1, v:v:v). Este meio de cultivo foi desinfestado com Vapam® (N-metilditiocarbamato de sódio, 400 ml/m³ de meio de cultivo), 60 dias antes de começar o experimento. O fertilizante utilizado na sementeira foi o Osmocote Plus® (fertilizante de liberação lenta à base de NPK, de 3-4 meses de duração, misturado ao substrato na quantidade de 2,5 kg/m³ de meio de cultivo). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação coberta com polietileno, em condições semi-controladas.

Metade das plântulas foi inoculada, na sementeira, com o fungo endomicorrízico *Glomus intraradices* Schenck and Smith, usando uma mistura de raízes e solo rizosférico de alfafa (*Medicago sativa* L.). Aplicou-se 10 g/planta desta mistura, 3 cm abaixo da superfície do substrato, antes da sementeira. Uma mistura esterilizada de raízes e solo rizosférico de alfafa foi aplicada às plântulas não micorrizadas.

Em setembro, as plântulas foram transferidas para sacos de polietileno negro, com fundo perfurado, de 5 l de volume. O substrato de cultivo utilizado no experimento foi o mesmo empregado na sementeira. A irrigação foi realizada mediante gotejo, a cada dois dias, usando 665 cm³/planta. A fertilização, aplicada mediante fertirrigação, foi aplicada semanalmente, por planta, nas doses de 0,33 g de nitrato de cálcio; 0,15 g de nitrato de potássio; 0,07 g de fosfato monoamônico e 0,03g de Sequestrene® (à base de micronutrientes).

No transplante das plântulas fez-se a aplicação radicular de 2,0 g/l de ácido indolbutírico (AIB) e 0,5 g/l de ácido naftalenoacético (ANA). A diluição do AIB foi feita numa solução álcool/água (1:1, v:v) e a do ANA foi realizada com água destilada. O tratamento foi executado submergindo as raízes na solução durante 10 segundos. As plântulas testemunha foram tratadas com água destilada. Um espalhante adesivo (éter nonifenil polietileno glicol) foi adicionado em todos os tratamentos, na concentração de 0,01%.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com dez plântulas por parcela e cinco repetições.

Nove meses após a sementeira, as plântulas foram coletadas para avaliação do desenvolvimento vegetativo. Efetuou-se a contagem das folhas e a medição das suas superfícies, mediante o emprego do medidor de área foliar LI-Cor LI-3000A Area Meter. A longitude foi medida tomando-se a distância desde a superfície do substrato até o meristema apical. O diâmetro do caule foi medido na região do colo, ao nível da superfície do substrato. O peso seco foi determinado, após manter as plântulas em estufa, à 65°C, até peso constante.

As raízes das plântulas inoculadas com MA foram examinadas para determinar seu nível de infecção. Em cada tratamento e repetição, coletaram-se duas raízes secundárias por planta, de 10 plantas. As raízes foram lavadas com água e cortadas em fragmentos de 1 cm de longitude. Noventa fragmentos por tratamento foram misturados, clarificados e tingidos para determinação da infecção micorrízica, segundo a técnica descrita por PHILLIPS e HAYMAN (1970). Elas foram montadas em lâminas de vidro e examinadas em microscópio óptico para determinar a presença e intensidade de hifas, vesículas e arbúsculos segundo o método descrito por NEMEC (1992, b). A porcentagem de infecção radicular foi calculada pelo número de raízes infectadas, em relação ao total de raízes analisadas. Para determinar a densidade de hifas, se atribuiu o valor 0 para ausência de estruturas; 1, para presença fraca; 2, para presença moderada; e 3, para presença intensa. A densidade de vesículas e arbúsculos também foi relacionada com uma escala de 0 a 3, onde se considerou como 0 a ausência de estruturas; 1, para 1 a 50 estruturas; 2, para 51 a 100; e 3, para mais de 100.

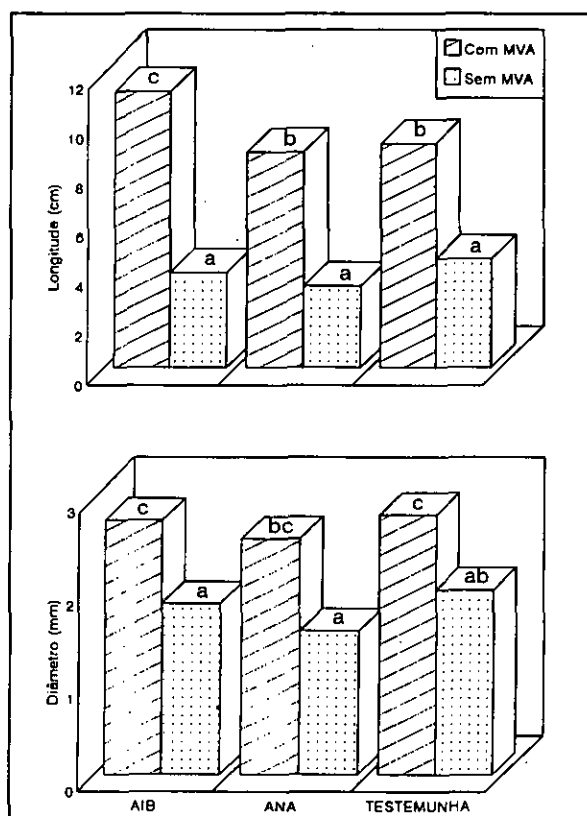


FIGURA 1 – Influência de auxinas de síntese e micorrizas arbusculares (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) sobre a longitude e o diâmetro do caule ao nível do colo de plântulas de laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.). Letras diferentes entre barras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

Para determinar os níveis foliares de P, as folhas foram lavadas segundo o método descrito por LABANAUSKAS (1966). Após a digestão, o P foi determinado por colorimetria de acordo com o método descrito por FISKE e SUBBAROW (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito das MA no desenvolvimento de plântulas de laranjeira azeda se mostra nas Figuras 1, 2 e 3.

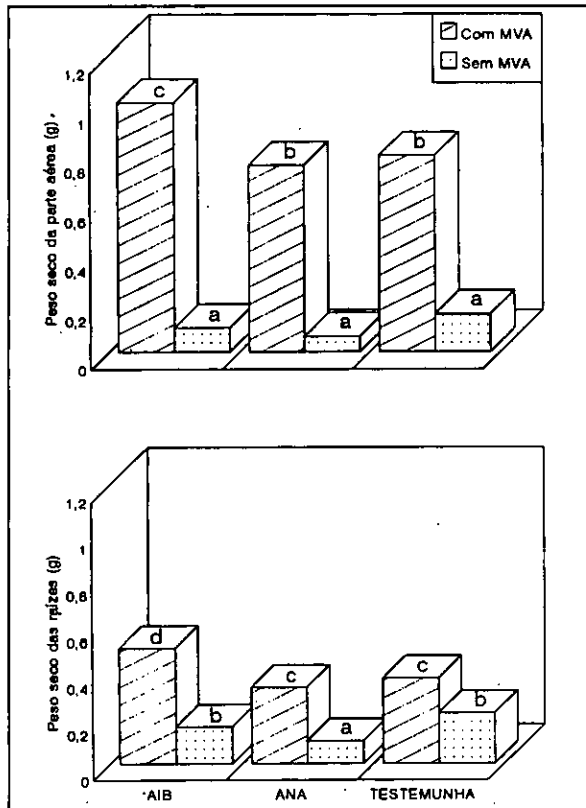


FIGURA 2 – Influência de auxinas de síntese e micorrizas arbusculares (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) sobre o peso seco da parte aérea e raízes de plântulas de laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.). Letras diferentes entre barras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

As plântulas micorrizadas alcançaram 9,0 cm de altura e 2,8 mm de diâmetro do colo, enquanto que em ausência do endófito mostraram um desenvolvimento fraco, com apenas 4,4 cm de longitude e 2,0 mm de diâmetro (Figura 1).

A aplicação de AIB à plântulas micorrizadas incrementou a altura das mesmas, alcançando 11,2 cm (Figura 1). Entretanto, na ausência de MA, o AIB não estimulou o crescimento das plântulas, mostrando assim um efeito interativo com as micorrizas. O diâmetro do caule, contudo, não foi afetado pelo AIB. O ANA, independentemente da presença de MA, não afetou o

crescimento das plântulas.

As plântulas não micorrizadas apresentaram um acúmulo muito pobre de matéria seca, apenas ligeiramente superior a 0,1 g na parte aérea e 0,20 g nas raízes (Figura 2). As plântulas micorrizadas, ao contrário, mostraram um peso seco de parte aérea da ordem de 0,8 g e um peso seco de raízes de 0,40 g, ao final do mesmo período.

O AIB aumentou o peso das partes aérea e radicular das plântulas micorrizadas, confirmando a interação entre o AIB e as MA, devido à ineficácia da auxina em ausência de MA (Figura 2). O ANA mostrou-se ineficaz em presença de MA, além de haver reduzido o peso seco das raízes nas plântulas não micorrizadas.

O número de folhas foi maior nas plântulas micorrizadas, como consequência do maior crescimento vegetativo (Figura 3). Enquanto as plântulas não micorrizadas mantiveram uma média de 4 folhas, as micorrizadas apresentaram ao redor de 11 folhas.

O AIB não afetou o número de folhas, enquanto que o ANA o reduziu nas plantas não micorrizadas (Figura 3).

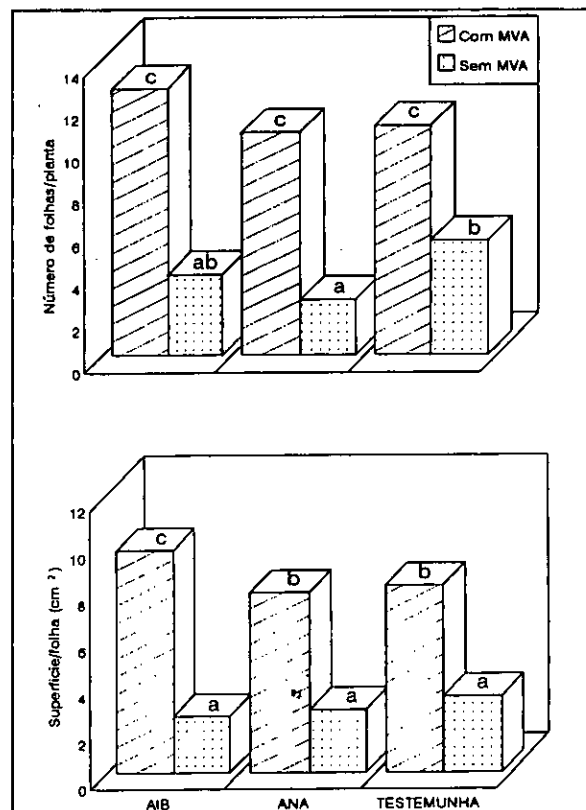


FIGURA 3 – Influência de auxinas de síntese e micorrizas arbusculares (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) sobre o número de folhas por planta e sobre a superfície média por folha de plântulas de laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.). Letras diferentes entre barras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

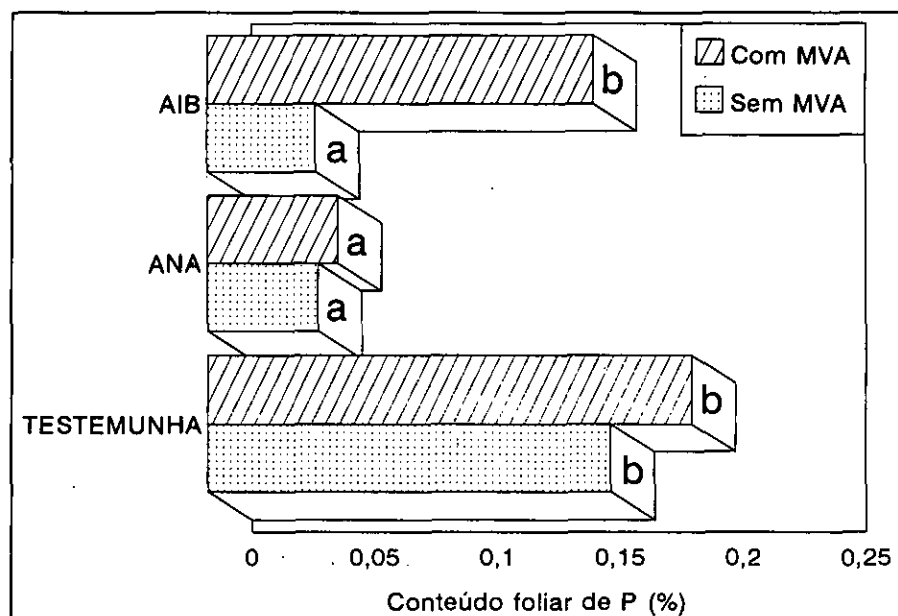


FIGURA 4 – Influência de auxinas de síntese e micorrizas arbusculares (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) sobre o conteúdo foliar de P em plântulas de laranja azeda (*Citrus aurantium* L.). Letras diferentes entre barras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

A área foliar também foi maior nas plântulas micorrizadas, alcançando os 8,0 cm². Em ausência de MA as plântulas apresentaram uma superfície média de 3,3 cm² por folha (Figura 3). A interação entre o AIB e as MA também foi detectada na área foliar, que nestas plântulas superou os 9,6 cm².

Os níveis foliares de P foram significativamente alterados pelas auxinas aplicadas e pelas MA (Figura 4). As plântulas testemunha mostraram conteúdos mais altos deste nutriente, seguidas pelas tratadas com AIB e com ANA, respectivamente. As MA proporcionaram um incremento da ordem de 38% nos conteúdos de P.

A interação auxina X MA mostrou-se altamente significativa para os níveis de P (Figura 4). Em presença de MA, as plântulas testemunha e as tratadas com AIB mostraram conteúdos semelhantes deste nutriente, sendo considerados normais a altos. O tratamento com ANA provocou uma redução dos mesmos, sendo considerados baixos. Em ausência de MA, a aplicação das auxinas causou uma redução nos níveis foliares de P, dando origem a níveis considerados muito baixos.

A porcentagem de raízes infectadas com MA foi incrementada pela aplicação de AIB, mas não pela aplicação de ANA (Tabela 1). Além disso, a densidade de estruturas tendeu a incrementar pela aplicação de AIB e reduzir pelo tratamento com ANA.

A dependência das plantas cítricas aos efeitos benéficos das MA está amplamente documentada na literatura (NEMEC, 1992,a; NEMEC, 1992,b). Este estudo do efeito desta classe de fungos sobre o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de citros, demonstra um incremento no desenvolvimento vegetativo das plântulas cultivadas em presença das MA, confirmando os resultados obtidos por vários pesquisadores (NEMEC e VU, 1990; AN et al., 1993; DUTRA et al., 1995).

A verificação da ação das auxinas de síntese e sua interação com as MA, sobre o desenvolvimento da laranja azeda, entretanto, se constitui num aspecto interessante e que permite avançar no conhecimento da atividade destas MA. O efeito do AIB parece ser independente do efeito das MA, porque enquanto estas

TABELA 1 – Influência de auxinas de síntese sobre a intensidade de infecção micorrízica em raízes de laranja azeda (*Citrus aurantium* L.)

| Auxinas de síntese | Infecção (%) | Estruturas de MA ^y | | |
|--------------------|--------------|-------------------------------|-----------|------------|
| | | Hifas | Vesículas | Arbúsculos |
| AIB; 2,0 g/l | 87,2a | 1,95a | 1,95a | 2,12a |
| ANA; 0,5 g/l | 64,6b | 1,39b | 1,34b | 1,57b |
| Testemunha | 68,3b | 1,66ab | 1,69a | 1,84ab |
| Signif. | * | ** | ** | ** |

^y somente foram avaliadas as plântulas micorrizadas.

** P<0,01; *P<0,05.

incrementam a eficiência na absorção nutricional (BAREA, 1991), o AIB desempenha um papel fundamental no processo de iniciação radicular (JARVIS, 1986; KOSSUTH et al., 1981). Estes efeitos somados poderiam ser responsáveis pelo incremento do desenvolvimento vegetativo. Contudo, como o AIB é ineficaz em ausência de MA, está claro que há um efeito interativo entre ambos fatores. De acordo com HARTMANN et al. (1989), as raízes não respondem à aplicação de auxinas durante a fase de elongação celular. Isto justifica a ausência de resposta encontrada com o AIB, quando aplicado a plantas não micorrizadas.

Esta promoção do crescimento por parte do AIB em presença de MA também foi detectada com a ectomicorriza *Pisolithus tinctorius* em macieiras (GREENE et al., 1982). Além disso, o número de estruturas das MA se viu incrementado em plantas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. inoculadas e tratadas com AIB (GUNZE e HENNESSY, 1980), confirmando os resultados obtidos neste estudo.

Como o AIB e o ANA são hormônios de enraizamento (HALMANN, 1990), eles podem, como todas as auxinas, estimular ou inibir a elongação celular na raiz, dependendo da concentração empregada (MARUMO, 1988). Isto pode explicar a ausência de efeito ou, inclusive, alguma ação negativa sobre o desenvolvimento vegetativo, encontrado nas plantas tratadas com ANA.

Os efeitos das MA sobre o desenvolvimento das plantas podem ser diretos ou indiretos. As hifas, por exemplo, absorvem nutrientes, como o P, translocando-o à planta e, desta forma, incrementando diretamente o conteúdo nutricional (BAREA, 1991; AN et al., 1993). Um dos principais benefícios das MA consiste em aumentar a absorção deste nutriente (KRISHNA e BAJYARAJ, 1981), confirmando a resposta encontrada neste estudo.

CONCLUSÕES

– As MA proporcionaram maior desenvolvimento vegetativo e maior conteúdo foliar de P em plântulas de laranjeira azeda;

– O AIB se mostrou ineficaz em promover o crescimento de plântulas não micorrizadas, mas em presença do endófito interagiu com este incrementando significativamente a velocidade de crescimento;

– O ANA não estimulou o crescimento das plântulas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ALLEN, M. F.; MOORE, T. S.; CHRISTENSEN, M. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokinin increases in the host plant. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 58, p. 371, 1980.

AN, Z. Q.; SHEN, T.; WANG, H. G. Mycorrhizal fungi in relation to growth and mineral nutrition of apple seedlings. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 54, p. 275-285, 1993.

BAREA, J. M.; AZCÓN-AGUILAR, C. Production of plant growth-regulating substances by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v. 43, p. 810-813, 1982.

BAREA, J. M. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. In: *ADVANCES IN SOIL SCIENCE*. New York: Springer-Verlag, 1991. v. 15, 40 p.

BARROSO, J.; NEVES, H. C.; PAIS, M. S. Production of indole-3-ethanol and indole-3-acetic acid by the mycorrhizal fungus of *Ophrys lutea* (Orchidaceae). *New Phytologist*, Cambridge, v. 103, p. 745-749, 1986.

BUNT, A. C. *Media and mixes for container-grown plants: a manual on the preparation and use of growing media for pot plants*. 2. ed. London: Unwin Hyman, 1988. 309 p.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A. P. D.; OLIVEIRA, M. H. A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, v. 10, p. 25-30, 1986.

COOPER, K. M. Physiology of VA Mycorrhizal Associations. In: POWEL, C. L.; BAGYARAJ, J. (Eds). *VA Mycorrhiza*. Boca Raton: CRC Press, 1984. p. 155-186.

CRAFT, C. B.; MILLER, C. O. Detection and quantification of cytokinins produced by mycorrhizal fungi. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 54, p. 586-588, 1974.

DICKEY, R. D.; Mc ELWEE, E. W.; CONOVER, C. A.; JOINER, J. N. *Container growing of woody ornamental nursery plants in Florida*. Gainesville: Institut of Food and Agricultural Sciences, 1978. 122 p.

DUTRA, P. V.; ALMELA, V.; PONS, J.; AGUSTÍ, M. Inoculación de patrones de cítricos con micorrizas vesiculares-arbusculares y su comportamiento en los suelos de vivero. *Phytoma España*, Valencia, n. 65, p. 17-22, 1995.

EDRISS, M. H.; DAVIS, R. M.; BURGER, D. W. Increased growth responses of citrus by several species of mycorrhizal fungi. *HortScience*, Alexandria, v. 19, n. 4, p. 537-539, 1984.

FISKE, C. H.; SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 66, p. 375-400, 1925.

GRAHAM, J. H.; SYVERTSEN, J. P. Host determinants of mycorrhizal dependency of citrus rootstocks seedlings. *New Phytologist*, Cambridge, v. 101, p. 667-676, 1985.

GREENE, D. W.; MANNING, W. J.; COOLEY, D. R. Effect of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius* and auxin rooting formulations on growth of 'Cortland' apple trees. *HortScience*, Alexandria, v. 17, n. 4, p. 655-656, 1982.

GUNZE, C. M. B.; HENNESSY, C. M. R. Effect of host-applied auxin on development of endomycorrhiza in cowpeas. *Transactions of the British Mycological Society*, Londres, v. 74, n. 2, p. 247-251, 1980.

- HALMANN, M. Synthetic plant growth regulators. *Advances in Agronomy*, Manila, v. 43, p. 47-105, 1990.
- HANLEY, K. M.; GREENE, D. W. Gibberellin-like compounds from two ectomycorrhizal fungi and the GA₃ response on Scotch pine seedlings. *HortScience*, Alexandria, v. 22, p. 591-594, 1987.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T. **Plants propagation: principles and practices**. 5. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989. p. 199-255.
- JARVIS, B. C. Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings. In: JACKSON, M. B. (Ed.) **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: s. n. 1986. p. 191-222.
- KOSSUTH, S. V.; BIGGS, R. H.; WEBB, P. G.; PORTIER, K. M. Rapid propagation techniques for fruit crops. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, La Buena Vista, v. 94, p. 323-328, 1981.
- KRISHNA, K. R.; BAGYARAJ, D. J. Note on the effect of VA mycorrhiza and soluble phosphate fertilizer on sorghum. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Dehli, v. 51, p. 688-690, 1981.
- LABANAUSKAS, D. K. Effects of orange leaf-washing techniques on removal of surface contaminants and nutrients losses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 89, p. 201-205, 1966.
- LANDI, M. C.; NEGRONI, B. I substrati per le colture ortofloricole intensive. *Culture Protette*, v. 6, p. 17-26, 1984.
- MARUMO, S. Auxins. In: TAKAHASHI, N. **Chemistry of plant hormones**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 9-56.
- NEMEC, S.; VU, J. C. V. Effects of soil phosphorus and *Glomus intraradices* on growth, nonstructural carbohydrates, and photosynthetic activity of *Citrus aurantium*. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 128, p. 257-263, 1990.
- NEMEC, S. *Glomus intraradix* effects on citrus rootstocks seedling growth in various potting media. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 118, p. 315-323, 1992,a.
- NEMEC, S. Plant roots as mycorrhizal fungus inoculum for citrus grown in the field in Florida. *Advances in Horticultural Sciences*, Firenze, v. 6, p. 93-96, 1992,b.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, Londres, v. 55, p. 158-161, 1970.
- POPE, P. E.; CHANEY, W. R.; RHODER, J. D.; WOODHEAD, S. H. The mycorrhizal dependency of four hardwood tree species. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 61, p. 412-417, 1983.
- TOBAR, R.; AZCÓN, R.; BAREA, J. M. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. *New Phytologist*, Cambridge, v. 126, p. 119-122, 1994.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela empresa VIVEROS GURBÍ S.A.T. (Alcanar-Tarragona-Espanha), mediante convênio de colaboração com a Universidad Politécnica de Valencia (Espanha) (convênio nº 60930028/70).