

Mise au point d'une méthode rapide d'endomycorhization de vitroplants.

Florine RAVOLANIRINA, B. BLAL, S. GIANINAZZI
et Vivienne GIANINAZZI-PEARSON*

A NEW METHOD FOR RAPID ENDOMYCORRHIZATION OF MICROPROPAGATED PLANTS.

Florine RAVOLANIRINA, B. BLAL, S. GIANINAZZI
and Vivienne GIANINAZZI-PEARSON.

Fruits, Mar. 1989, vol. 44, n° 3, p. 165-170.

ABSTRACT - A procedure for effective inoculation of micropropagated vine and oil palm with endomycorrhizal fungi during an early *post in vitro* rooting phase is described. The interest of coupling this technique with that of micropropagation is discussed.

MISE AU POINT D'UNE METHODE RAPIDE D'ENDOMYCORRHIZATION DE VITROPLANTS.

Florine RAVOLANIRINA, B. BLAL, S. GIANINAZZI
et Vivienne GIANINAZZI-PEARSON.

Fruits, Mar. 1989, vol. 44, n° 3, p. 165-170.

RESUME - L'article montre l'efficacité de l'inoculation endomycorhizienne lors d'un sevrage précoce de vitroplants de vigne et de palmier à huile. Les effets bénéfiques obtenus sur le développement des plantes démontrent l'intérêt de cette technique pour une utilisation couplée avec la micropropagation.

INTRODUCTION

La vigne (*Vitis vinifera* L.) et le palmier à huile (*Elaeis guineensis* JACQ.) comme la presque totalité des arbres fruitiers des régions tempérées et tropicales forment, en conditions naturelles, des endomycorhizes à vésicules et arbuscules (VAM).

Dans le cas de la vigne, il a été montré que les champignons VAM peuvent améliorer la croissance de cette plante en sols désinfectés et en conditions contrôlées (GEBBING *et al.*, 1977 ; SCHUBERT et CAMMARATA, 1986). Chez le palmier à huile, l'importance des endomycorhizes VA dans la croissance et la nutrition phosphatée a été mise en évidence sur des plants issus de graines (SHERIFF, 1981). La pratique de la culture *in vitro* dans les programmes d'amélioration de la vigne (MARTIN *et al.*, 1987) et du palmier à huile (NOIRET *et al.*, 1985 ; DUVAL *et al.*, 1988) a abouti à la production de plants totalement dépourvus de leurs symbiotes endomycorhiziens pendant la première étape de leur croissance. Plusieurs travaux ont montré l'intérêt et l'importance de l'endomycorhization dans la reprise et la croissance des végétaux supérieurs issus de la multiplication *in vitro*, au moment du repiquage : framboisier (MORANDI *et al.*, 1979), porte-greffe

de cerisiers, de pommiers et de poiriers (GIANINAZZI *et al.*, 1983 ; GIANINAZZI, 1983 ; GIANINAZZI *et al.*, 1986), palmier à huile (BLAL *et al.*, 1987) et porte-greffe de vigne (RAVOLANIRINA *et al.*, 1988).

Toutes ces observations ont d'une part, souligné l'intérêt de l'endomycorhization et d'autre part, suscité une étude sur le choix du stade le plus opportun pour l'intégration des endomycorhizes dans le cycle de production des vitroplants. L'endomycorhization *in vitro*, c'est-à-dire pendant le processus de multiplication végétative en milieu axénique, a pu être obtenue avec succès sur des porte-greffe de cerisiers, de pommiers (M26) et de vigne (SO₄ 102) (PONS *et al.*, 1983 ; RAVOLANIRINA *et al.*, 1987). Mais dans le cas de la vigne la comparaison de comportement en serre des plants inoculés *in vitro* et des plants inoculés *post vitro* montrait que l'endomycorhization *post vitro* avec des souches VAM efficaces est plus bénéfique aux plantes que l'endomycorhization obtenue directement *in vitro* (RAVOLANIRINA *et al.*, 1988).

Compte tenu de ces résultats, nous rapportons ici, en nous servant de la vigne et du palmier à huile, la mise au point d'une méthode d'endomycorhization *post vitro* de plants micropropagés, susceptible d'être appliquée à plusieurs espèces multipliées *in vitro* et valorisant au mieux ces deux biotechnologies.

* Laboratoire de Phytoparasitologie, Station d'Amélioration des Plantes, INRA, BV 1540 - 21034 DIJON CEDEX (France).

MATERIEL ET METHODES

Production de vitroplants.

Les vitroplants de vigne, porte-greffe SO₄ 102, sont produits selon la méthode de CARRE *et al.* (1979) et ceux du palmier à huile, clone LMC 088, nous ont été fournis par la Station de l'IRHO de La Mé (Côte d'Ivoire).

Inoculum de champignons VAM.

Le choix des différents champignons VAM a été effectué en fonction des substrats de sevrage et de repiquage respectivement utilisés pour chacune des espèces végétales (GIANINAZZI *et al.*, 1988). Dans le cas de la vigne, les vitroplants ont été inoculés avec les champignons VAM suivants : *Gigaspora margarita* (LPA2), *Glomus mosseae* (LPA5), *G. caledonium* (LPA12) et *G. fasciculatum* (LPA 7). Pour le palmier à huile on a utilisé un isolat endomycorhizogène VAM (LPA 21) provenant du sol de Dabou (Côte d'Ivoire). Les champignons VAM destinés à inoculer les porte-greffe de vignes sont multiples sur des poireaux dans des armoires climatisées. Les spores des champignons VAM et les graines des poireaux sont désinfectées en surface, alors que les pots de culture et les sols utilisés le sont aux rayons gamma. Avec le développement des poireaux, les champignons VAM se multiplient sur leurs racines en formant des endomycorhizes. Celles-ci sont récoltées après 2 à 4 mois de culture, lavées, contrôlées pour leur état phytosanitaire, désinfectées ou non en surface (2 p. 100 chloramine T/10 min), et fragmentées pour servir d'inoculum. Les cultures de poireau endomycorhizées sont arrosées à l'eau déionisée. Les champignons VAM destinés à l'inoculation du palmier à huile sont multipliés dans les mêmes conditions mais sur *Tephrosia candida* et en partant de fragments d'endomycorhizes.

Techniques d'inoculation.

Quel que soit le procédé de production des vitroplants, deux méthodes d'inoculation ont été appliquées et comparées pour chacune des espèces végétales utilisées.

● Inoculation au repiquage.

Les vitroplants de vigne sortis du tube après 6 semaines de rhizogénèse, sont repiqués individuellement en pot de 500 ml contenant un mélange de terre/tourbe/gravier/ (TTG 50:25:25) préalablement stérilisé aux rayons gamma. L'inoculum VAM est apporté sous forme de fragments d'endomycorhizes à raison de 0,5 g/plante.

Dans le cas du palmier à huile, les vitroplants sont sevrés 4 à 5 semaines, groupés en terrine, dans un mélange de sable et de sol acide sableux de Dabou (86 p. 100 de sable, 9 ppm de P Olsen, pH 4,8) stérilisé aux rayons gamma. Les palmiers à huile racinés sont alors repiqués individuellement en pot de 500 ml sur le sol stérile de Dabou contenant de l'inoculum VAM comme pour la vigne.

Lorsque l'inoculum est apporté sous la forme de spores, celles-ci sont utilisées à raison de 50 spores par pot.

● Inoculation au sevrage.

Une période de sevrage étant nécessaire pour le palmier à huile (Station de l'IRHO de La Mé, communication personnelle) nous avons cherché à inoculer les vitro-plants durant cette période de rhizogénèse et à raccourcir la durée de l'enracinement en tube. Les vitroplants de palmier à huile sont ainsi sortis du tube en tout début de rhizogénèse (environ 2 semaines plus tôt que d'habitude) et sevrés pendant 4 à 5 semaines en présence d'inoculum VAM à raison de 5 g/25 plantes et par litre de substrat.

Dans le cas de la vigne, les vitroplants sont sortis du tube au stade de deux ébauches racinaires après avoir passé uniquement deux semaines (au lieu de 6 habituelles) sur le milieu de rhizogénèse. Les plants sont sevrés pendant 2 à 3 semaines, groupés en terrine dans le substrat TTG stérilisé, avec apport d'inoculum comme pour le palmier à huile.

Les vitroplants de palmier à huile et de vigne ainsi endomycorhizés sont ensuite repiqués comme précédemment mais sans apport supplémentaire d'inoculum.

Conditions de sevrage et d'élevage.

Les vitroplants de vigne et de palmier à huile sont sevrés et repiqués en chambre climatisée (26/23°C, 16 h, 12.000 lux, 100 p. 100 HR). Deux semaines après sevrage ou repiquage, l'humidité est réduite respectivement à 70 p. 100 pour la vigne et à 80 p. 100 pour le palmier à huile. Ensuite le vitroplant du palmier à huile est élevé dans la même chambre climatisée, alors que celui de la vigne est élevé dans une autre enceinte ayant une température de 22/18°C.

Pendant le sevrage, les vitroplants sont arrosés à l'eau ; la vigne reçoit ensuite une solution de Long Ashton avec ou sans phosphore soit à raison de 2 x 30 ml/plante/semaine, soit quotidiennement. Les palmiers à huile reçoivent par semaine 50 ml d'une solution nutritive sans ou avec phosphore (KCl 3 g/l, NH₄ NO₃ 2,5 g/l, Mg SO₄ 3 g/l) ; le phosphore est apporté sous la forme de KH₂ PO₄ et à raison de 66 ppm P pendant la deuxième semaine qui suit le repiquage. Lorsque les vitroplants sont inoculés au repiquage, ils reçoivent leurs solutions nutritives respectives dès la première semaine.

Dans le cas de la vigne, les plants âgés de 11 semaines sont endurcis en serre pendant deux semaines puis transplantés au champ sur des parcelles désinfectées à la vapeur où ils resteront 12 semaines.

Estimation de la vigueur des vitroplants.

La croissance des porte-greffe de vigne a été appréciée 13 semaines après l'élevage en chambre climatisée, par la mesure de la hauteur des plantes (cm), du nombre de vrilles, de la longueur moyenne de la nervure principale des feuilles (cm) et après douze semaines de plantation en plein champ par la mesure du poids de matière fraîche (g) des parties aériennes et de la hauteur (cm) des plants, coupés à 10 cm du sol.

La croissance des plants de palmier à huile a été appréciée après 5 mois de culture par la mesure des paramètres suivants : poids de matière fraîche (g) des parties aériennes et racinaires, poids de matière sèche (g) des parties aériennes.

L'estimation de l'infection endomycorhizienne des racines de plants de vigne et de palmier à huile, a été faite par la méthode de TROUVELOT *et al.*, (1986), après éclaircissement et coloration des fragments de racines selon la technique de PHILIPPS et HAYMAN (1971).

RESULTATS

Effet de l'inoculation au repiquage des champignons VA sur la croissance des vitroplants.

Tous les vitroplants de vigne et de palmier à huile endomycorhizés, quel que soit le champignon VA utilisé, ont eu un meilleur développement que les témoins non inoculés (tableaux 1, 2 et 3). Dans le cas de la vigne, cette stimulation de croissance est perceptible dès la cinquième semaine qui suit l'inoculation et varie en fonction du champignon VA utilisé. Le gain de croissance par rapport aux témoins non inoculés varie entre 172 p. 100 (*G. caledonicum*) et 291 p. 100 (*G. fasciculatum*) (tableau 1). Pour tous les paramètres étudiés, *G. fasciculatum* s'est avéré être le plus efficace, bien que dans tous les cas le taux de l'infection endomycorhizienne ait été satisfaisant (*G. margarita* 75 p. 100, *G. caledonicum* 83 p. 100, *G. mosseae* 94 p. 100 et *G. fasciculatum* 95 p. 100).

Dans cette étude, il s'est avéré aussi que la forme de l'inoculum utilisé peut avoir une importance déterminante dans l'efficacité de certains champignons VA. En effet dans le cas de *G. margarita*, un inoculum apporté sous forme de fragments d'endomycorhizes est inefficace : les plantes ainsi inoculées ne s'endomycorhizent pas et présentent une croissance identique à celle des témoins non inoculés. Par contre, apporté sous forme de spores, ce même champignon forme des endomycorhizes et stimule la croissance de la vigne d'une façon comparable à celle obtenue avec *G. mosseae* et *G. caledonicum* (tableau 1). En accord avec BIERMANN et LINDERMAN (1982), ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les fragments de racines infectées avec *G. margarita* ne contiennent pas de vésicules intraradiculaires.

Comparaison de l'inoculation au sevrage et au repiquage dans la croissance des vitroplants.

Le moment de l'inoculation influence significativement la croissance du porte-greffe de vigne et du palmier à huile. L'inoculation lors du sevrage précoce se montre plus efficace et bénéfique dans la stimulation de la croissance des deux espèces étudiées que celle obtenue au repiquage classique (tableaux 2 et 3). L'endomycorhization s'établit plus vite et se développe dès la première semaine pour la vigne et dès la troisième pour le palmier à huile, dont le développement des racines est plus lent.

Dans le cas de la vigne, l'apport deux fois par semaine d'une solution nutritive avec phosphore, ne modifie pas le développement des plantes endomycorhizées au sevrage,

bien que le taux d'infection diminue. Cependant une croissance optimale des vitroplants a été obtenue en combinant l'endomycorhization au sevrage avec un apport quotidien d'une solution nutritive avec phosphore.

Comportement en plein champ des vitroplants de vigne inoculés lors du sevrage.

Les vitroplants de vigne transférés en plein champ ont eu 100 p. 100 de reprise. Après 12 semaines de plantation, tous les plants endomycorhizés ont présenté une croissance significativement différente des témoins non inoculés. L'inoculation avec *G. mosseae* et avec *G. fasciculatum* a augmenté la croissance du plant respectivement de 329 p. 100 et de 316 p. 100 (tableau 4). Il est intéressant de noter que la différence de l'effet mycorhizien observé en chambre climatisée entre *G. mosseae* et *G. fasciculatum* s'est estompé au champ. La meilleure croissance obtenue en chambre climatisée chez les plantes inoculées avec *G. fasciculatum* pourrait être due à la capacité de ce champignon de coloniser plus rapidement les racines.

DISCUSSION

Les résultats rapportés ici mettent en évidence que la recherche de l'expression maximale de l'effet bénéfique des endomycorhizes VA passe non seulement par le choix du champignon VA, du substrat et de la fumure à apporter aux plantes, mais aussi par le moment de l'inoculation. RAVOLANIRINA *et al.* (1988) ont déjà montré que l'endomycorhization *post vitro* est plus favorable que celle obtenue directement *in vitro* pour une stimulation rapide de la croissance des plants micropropagés. Nos travaux démontrent que l'endomycorhization *post vitro* est d'autant plus efficace qu'elle est pratiquée conjointement à un sevrage précoce des plantes (ébauche de racines), c'est-à-dire très tôt dans le processus de rhizogenèse. De ce fait, les plantes forment directement des endomycorhizes qui se développent ensuite aussi bien dans le milieu de repiquage qu'après transplantation au champ, rendant tout autre inoculation inutile. Cette endomycorhization précoce permet au vitroplant d'en tirer bénéfice, dès son plus jeune âge, même avec un apport quotidien d'une solution nutritive contenant du phosphore.

En conclusion, ce procédé présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il raccourcit sensiblement le temps de séjour du vitroplant dans le tube que ce soit pour la vigne ou le palmier à huile. Ensuite, il permet de conjuguer efficacement les processus d'acclimatation et d'endomycorhization pour disposer plus rapidement que par la pratique habituelle de plants très vigoureux à repiquer. Cependant, comme les plantes micropropagées peuvent être repiquées après sevrage dans des substrats non stérilisés contenant des champignons VA, l'inoculation ou sevrage assure l'introduction de souches fongiques performantes. Enfin, notre procédé présente aussi l'avantage de réduire considérablement la quantité d'inoculum VA nécessaire, car avec 100 g d'inoculum VA il est possible d'inoculer 500 plantes. Cela est considérable quand on sait que les champignons VA ne peuvent pas être cultivés seuls *in vitro* et que la production massive d'inoculum de bonne qualité est le principal obstacle à l'utilisation raisonnée des endomycorhizes en production végétale (GIANINAZZI *et al.*, 1988).

TABLEAU 1 - Influence de quatre champignons VA sur la croissance de vitroplants de porte-greffe de vigne (SO₄ 102) inoculés au repiquage, 13 semaines après microbouturage.

| Traitements | hauteur des plantes (cm) | nombre de vrilles/plante | Longueur de la nervure principale (cm) |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Plantes témoins | 21,5 c | 0,0 b | 6,1 d |
| Plantes inoculées avec : | | | |
| <i>G. margarita</i> | 20,5 c | 0,0 b | 5,2 d |
| <i>G. margarita</i> (spores) | 39,0 b | 0,4 b | 8,2 bc |
| <i>G. caledonicum</i> | 37,0 b | 0,6 b | 7,9 c |
| <i>G. mosseae</i> | 42,0 b | 0,7 b | 8,5 b |
| <i>G. fasciculatum</i> | 62,5 a | 1,5 a | 9,1 a |

Chaque valeur représente la moyenne de 6 répétitions.

Dans chaque colonne les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P = 0,05.

TABLEAU 2 - Influence du moment d'inoculation par *G. fasciculatum* (+ G.f) sur la croissance du porte-greffe de vigne SO₄ 102 produit *in vitro*, 13 semaines après microbouturage.

| Inoculations et traitements | Hauteur des plantes (cm) | Nombre de vrilles/plante | Longueur de la nervure principale (cm) | Infection endomycorhizienne (p. 100) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|
| Repiquage | | | | |
| Témoins - P | 22,0 f | 0,0 f | 6,2 f | 0 d |
| + G.f - P | 66,6 d | 2,3 d | 11,5 c | 65,5 b |
| témoins + P (*) | 39,0 e | 0,5 f | 9,8 e | 0 d |
| + G.f + P (*) | 70,0 cd | 3,2 c | 11,7 c | 57,6 bc |
| Sevrage | | | | |
| Témoins - P | 13,0 g | 0,0 f | 5,5 g | 0 d |
| + G.f - P | 77,0 bc | 5,3 a | 11,7 c | 72,0 a |
| Témoins + P (*) | 45,0 e | 1,2 e | 10,8 d | 0 d |
| + G.f + P (*) | 79,8 b | 5,5 a | 12,1 c | 60,0 bc |
| Témoins + P (**) | 80,5 b | 2,0 d | 13,3 b | 0 d |
| + G.f + P (**) | 95,0 a | 4,0 b | 14,5 a | 51,2 c |

Plants fertilisés deux fois par semaine (*) ou quotidiennement (**), avec la solution de Long Ashton avec phosphore

Chaque valeur représente la moyenne de 6 répétitions.

Dans chaque colonne les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P = 0,05.

TABLEAU 3 - Importance de l'inoculation au sevrage avec le champignon endomycorhizogène LPA 21 sur la croissance du palmier à huile produit *in vitro* (LMC 0.88), après 5 mois de culture.

| Traitements | P.f.a (g) | P.f.r (g) | P.s.a. (g) | Infection endomycorhizienne (p. 100) |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|--------------------------------------|
| Plantes témoins | 6,9 a | 1,6 a | 1,6 a | 0 |
| Plantes témoins + 66 ppm P | 13,6 b | 2,2 b | 3,1 b | 0 |
| Plantes inoculées : | | | | |
| au repiquage | 21,1 c | 11,0 c | 5,3 c | 50 a |
| au sevrage | 28,1 d | 16,4 d | 6,9 d | 65 a |

Chaque valeur représente la moyenne de 8 répétitions.

Dans chaque colonne les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P = 0,05.

P.f.a. : poids de matière fraîche des parties aériennes

P.f.r. : poids de matière fraîche des racines.

P.s.a. : poids de matière sèche des parties aériennes.

TABLEAU 4 - Influence de l'inoculation au sevrage sur la croissance du porte-greffe de vigne (SO₄ 102) en parcelles désinfectées au champ.

| Traitements | Poids frais des parties aériennes (g) | |
|----------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | expérience 1 | expérience 2 |
| Plantes témoins | 150 b | 238 b |
| Plantes inoculées avec : | | |
| <i>Glomus mosseae</i> | 508 a | - |
| <i>Glomus fasciculatum</i> | 474 a | 546 a |

Chaque valeur représente la moyenne de 9 répétitions

Dans chaque colonne les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P = 0,05.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIERMANN (B.) et LINDERMAN (R.G.). 1983.
Use of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots, intraradical vesicles and extraradical vesicles as inoculum.
New Phytol., 95, 97-105.
- BLAL (B.), GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne) et GIANINAZZI (S.). 1987.
Recherches sur le rôle des endomycorhizes dans la croissance du palmier à huile.
112ème Congrès National des Sociétés Savantes, Fasc. II, 103-111.
- CARRE (M.), MARTIN-TANGUY (J.), MUSSILLON (P.) et MARTIN (C.). 1979.
La culture de méristèmes et la multiplication végétative *in vitro* au service de la pépinière.
Publ. INRA, ANPPF, INVUELEC, Petits fruits, 14, 8-65.
- DUVAL (Y.), DURAND GASSELIN (T.), KONAN (K.) et PANNETIER (C.). 1988.
Multiplication végétative du palmier à huile (*Elaeis guineensis* JACQ.) par culture *in vitro* : stratégie et résultats.
Oléagineux, 43 (2), 39-44.
- GEBBING (H.), SCHWAB (A.) et ALLEWELDT (G.). 1977.
Mycorrhiza der rebe.
Vitis, 16, 279-285.
- GIANINAZZI (S.). 1983.
Relations entre les plantes et les microbes du sol.
Mycorhizes.
in «*Microbes à la ferme*», *Techniques Agricoles*, 2610, 1-6.
- GIANINAZZI (S.), GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne) et TROUVELOT (A.). 1986.
Que peut-on attendre des mycorhizes dans la production des arbres fruitiers ?
Fruits, 41 (9), 553-556.
- GIANINAZZI (S.), GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne) et TROUVELOT (A.). 1989.
Potentialities and procedures for the use of endomycorrhizae with special emphasis on high value crops.
BMS, Symposia Volumes, Cambridge, University Press (sous presse).
- GIANINAZZI (S.), TROUVELOT (A.) et GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne). 1983.
Les endomycorhizes : importance dans la croissance et le développement des arbres fruitiers.
Fruits, 38 (9), 659-662.
- GIANINAZZI (S.), TROUVELOT (A.) et GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne). 1989.
Conceptual approaches for the rational use of VA endomycorrhizae in agriculture : possibilities and limitations.
Agriculture Ecosystems and Environment (sous presse).
- MARTIN (C.), VERNROY (R.) et CARRE (M.). 1987.
Vignes et techniques de culture «*in vitro*».
- Quelques résultats d'une collaboration entre recherche publique et entreprise privée.
Bulletin de l'O.I.V., 675-676.
- MORANDI (D.), GIANINAZZI (S.) et GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne). 1979.
Intérêt de l'endomycorhization dans la reprise et la croissance des framboisiers issus de multiplication végétative *in vitro*.
Ann. Amélior. Plant., 29, 23-30.
- NOIRET (J.M.), GASCON (J.P.) et PANNETIER (C.). 1985.
La production de palmier à huile par culture *in vitro*.
Oléagineux, 40 (7), 365-370.
- PHILLIPS (J.M.) et HAYMAN (D.S.). 1970.
Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection.
Trans. Brit. Mycol. Soc., 55, 158-161.
- PONS (F.), GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne), GIANINAZZI (S.) et NAVATEL (J.C.). 1983.
Studies of VA mycorrhizae *in vitro* : mycorrhizal synthesis of axenically propagated wild cherry (*Prunus avium* L.) plants.
Plant and Soil, 71, 217-221.
- RAVOLANIRINA (Florine), GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne) et GIANINAZZI (S.). 1987.
Preliminary studies on *in vitro* endomycorrhizal inoculation of micropropagated tree species of nutritional value.
in : «*Trees and mycorrhizae*» *Proceeding of the Asian - Seminar IFS, F.S.P. Ng ed.*, 91-101.
- RAVOLANIRINA (Florine), GIANINAZZI (S.), TROUVELOT (A.) et CARRE (M.). 1989.
Production of endomycorrhizal explants of micropropagated grapevine rootstocks.
Agriculture Ecosystems and Environment (sous presse).
- SCHUBERT (A.) et CAMMARATA (S.). 1986.
Effect of inoculation with different endophytes on growth and nutrition of grapevine grown in pots.
in : «*Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*», *Gianinazzi-Pearson V. et Gianinazzi S. eds.*, INRA, Paris, 217-221.
- SHERIFF SANI (O.). 1981.
Vesicular-arbuscular mycorrhiza in some nigerian soils : effects of *Gigaspora gigantea* on the growth of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* L.)
Global Impacts of applied Microbiology, 133-138.
- TROUVELOT (A.), KOUGH (J.L.) et GIANINAZZI-PEARSON (Vivienne). 1986.
Mesure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire. Recherche des méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle.
in : «*Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*», *Gianinazzi-Pearson V. et Gianinazzi S. eds.* INRA, Paris, 217-221.

REMERCIEMENTS

*Une partie de ces recherches a été financée par une ATP
MICAM, dans le cadre d'une collaboration INRA-IRHO.*

**ENTWICKLUNG EINER METHODE ZUR ZÜGIGEN
ENDOMYKORRHIZATION VON VITROPFLANZEN.**

**Florine RAVOLANIRINA, B. BLAL, S. GIANINAZZI und
Vivienne GIANINAZZI-PEARSON.**

Fruits, Mar. 1989, vol. 44, n° 3, p. 165-170.

KURZFASSUNG - Der Artikel verweist auf die Effizienz der Endomykorrhiza-Impfung bei Frühentwöhnung von Vitropflanzen der Weinrebe und der Ölpalme. Die positive Wirkung für die Entwicklung der Pflanzen zeigt die Bedeutung dieses Verfahrens bei einem gekoppelten Einsatz mit der mikroskopischen Vermehrung.

**PUESTA A PUNTO DE UN METOD RAPIDO DE
ENDOMICORRIZACION DE VITROPLANTAS.**

**Florine RAVOLANIRINA, B. BLAL, S. GIANINAZZI y
Vivienne GIANINAZZI-PEARSON.**

Fruits, Mar. 1989, vol. 44, n° 3, p. 165-170.

RESUMEN - El artículo muestra la eficacia de la inoculación endomicorriziana con ocasión de un corte precoz de vitroplantas de viña y de palmera de aceite. Los efectos benéficos obtenidos sobre el desarrollo de las plantas prueban el interés de esta técnica para una utilización emparejada con la micropropagación.

