

## Caractérisation des mycorhizes sur le terrain

Meotto F.

La mycorhization des plantes forestières en milieu aride et semi-aride et la lutte contre la désertification dans le bassin méditerranéen

Zaragoza : CIHEAM  
Cahiers Options Méditerranéennes; n. 20

1996  
pages 33-41

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=96605776>

To cite this article / Pour citer cet article

Meotto F. **Caractérisation des mycorhizes sur le terrain**. *La mycorhization des plantes forestières en milieu aride et semi-aride et la lutte contre la désertification dans le bassin méditerranéen*. Zaragoza : CIHEAM, 1996. p. 33-41 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 20)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

## Caractérisation des mycorhizes sur le terrain

F. MEOTTO  
CENTRO DI STUDIO SULLA MICOLOGIA  
DEL TERRENO (CNR)  
VIALE MATTIOLI, 25  
10125 - TORINO  
ITALIE

---

**RESUME** - En 1879, après la découverte de la symbiose mycorhizienne obtenue par l'œuvre de Giuseppe Gibelli, de l'Institut Botanique de l'Université de Turin, les études sur la caractérisation des mycorhizes ont été poursuivies avec quelques étapes fondamentales jusqu'à obtenir des mycorhizes de synthèse qui ont permis l'exacte attribution de l'espèce fongique à sa forme mycorhizienne relative. L'exacte identification des mycorhizes est utile et nécessaire en particulier quand le champignon symbiote d'intérêt doit être utilisé pour la production de plantes mycorhizées pour la culture de carpophores comestibles. Les aspects morphologiques les plus importants qu'il faut examiner comprennent les caractéristiques macroscopiques mais surtout celles microscopiques. Il est possible de caractériser les ectomycorhizes avec des examens anatomo-morphologiques qui permettent d'identifier, même à l'intérieur d'un genre, une espèce particulière. Un exemple particulièrement étudié au Centro di Studio sulla Micologia del Terreno du C.N.R. de Turin, est représenté par la description des mycorhizes d'espèces réputées qui appartiennent au genre *Tuber*. Les récentes méthodologies biochimiques et biomoléculaires pourraient être une aide efficace pour l'analyse morphologique, pour arriver à l'exacte identification des mycorhizes.

**Mots-clés** : Ectomycorhize, analyse morphologique, *Tuber*, boisement.

**SUMMARY** - "Characterization of Mycorrhizae on the field". In 1879, Giuseppe Gibelli discovered the phenomenon of mycorrhizal symbiosis while working at the Botanical Institute of the University of Torino. Since then, the study and characterization of mycorrhizae have proceeded and lead to the synthesis of mycorrhizae by inoculation. The isolation of mycorrhizal mycelia from field-grown plants and their reinoculation onto axenic seedlings has allowed the exact attribution of several fungal species to their own mycorrhizal forms. The exact identification of mycorrhizae is particularly important when the symbiotic fungus produces edible carpophores, e.g., truffles. Macroscopical parameters need to be considered for the morphological characterization of mycorrhizae, but the microscopical characters are most important. It is possible to characterize mycorrhizae through anatomical and morphological examinations, which allow to discriminate even single species within one genus. The main ectomycorrhizae investigated at the Centro di Studio sulla Micologia del Terreno (CNR) in Turin are those formed by valuable fungal species belonging to the genus *Tuber*. In order to correctly identify mycorrhizae, the recent development of biochemical and biomolecular techniques will represent a further and precious support to the morphological analysis.

**Key words**: Ectomycorrhiza, morphological analysis, *Tuber*, afforestation.

---

### Un peu d'histoire

L'étroite relation qu'ont beaucoup de champignons avec certaines plantes supérieures a été démontrée pour la première fois par Giuseppe Gibelli (1879, 1882, 1883) de l'Institut Botanique de l'Université de Turin.

Il a décrit et représenté avec de nombreux détails l'ensemble structurel formé par les hyphes des champignons et les apex racinaires du châtaignier. En 1885 l'allemand Frank a démontré que certains champignons sont étroitement liés aux racines des arbres, par des formations auxquelles il donna le nom de mycorhizes.

Depuis lors, surtout à l'Institut Botanique de Turin d'abord et au Centro di Studio sulla Micologia del Terreno du C.N.R., créée en 1951, on a poursuivi les études sur l'anatomie, la morphologie, la physiologie, l'écologie et l'application pratique des mycorhizes.

Depuis fin 1800 et jusqu'en 1932, Oreste Mattiolo, élève de Gibelli, s'est occupé en particulier des champignons hypogés, en mettant en relief les relations mycorhiziennes, en particulier entre les Tubéracées et les plantes supérieures, avec d'intéressantes observations d'anatomie et de biologie. Son herbier hydologique, le plus grand du monde, se trouve encore à Turin dans les locaux du Département de Biologie Végétale de l'Université.

En 1894 Dangeard, ami de Mattiolo, a décrit avec une caractérisation morphologique les mycorhizes de *Tuber melanosporum*, avec *Quercus pubescens*.

Mais la notoriété internationale pour les études des mycorhizes a été obtenue par Beniamino Peyronel, fondateur du Centro di Studio sulla Micologia del Terreno de Turin, qui déjà en 1917 a établi avec sûreté le rapport de symbiose entre *Suillus elegans* et le mélèze, en montrant qu'il y a un rapport étroit entre la distribution des racines et celle de certains champignons à chapeau.

La méthode de recherche dans la nature adoptée par Peyronel pour identifier les mycorhizes est encore actuelle : les meilleures observations s'obtiennent en examinant les racines des plantes-hôtes tout près des carpophores, qu'on peut trouver de préférence autour d'une grosse pierre plate. En soulevant ces pierres on peut voir à fleur de terre de nombreuses ectomycorhizes, desquelles partent des cordons mycéliens qui se dirigent vers le stipe des carpophores.

Peyronel communiqua cette méthode et la découverte que de nombreux champignons à chapeau sont symbiotes avec les plantes supérieures dans un travail de 1920.

Pour vérifier avec sûreté cette continuité du mycélium, il est nécessaire de prendre les mottes et de les examiner en laboratoire au microscope stéréoscopique avant et à celui optique ensuite avec une préparation sur lamelle en acide lactique.

Les meilleures observations peuvent naturellement se faire sur des champignons qui présentent de gros cordons mycéliens qu'on peut emporter et soumettre à plusieurs lavages sans les casser. De bonnes observations sont possibles avec des prélèvements faits aux marges des sentiers et des ruisseaux, ou en terrains dont la couche superficielle est riche en débris et en humus.

Les plus grandes difficultés se rencontrent quand les carpophores et donc aussi les mycorhizes présentent seulement des hyphes uniques et non réunies en cordons mycéliens. Dans ce cas il est nécessaire de faire, pour la même espèce fongique,

différents prélèvements dans des milieux semblables, mais lointains entre eux, pour vérifier si la même forme mycorhizienne est présente dans tous les échantillons. Avec l'examen du mycélium lié au carpophore et de celui lié aux mycorhizes ramassées, on peut avoir une garantie ultérieure afin de pouvoir attribuer à l'espèce fongique sa forme mycorhizienne. La méthode actuellement plus sûre et utilisée, surtout pour ces champignons, consiste d'obtenir des plantes mycorhizées par des synthèses de laboratoire avec des inoculums de spores ou de mycélium précédemment cultivé *in vitro*.

Par exemple, dans le cas des truffes, l'impossibilité pour les chercheurs de vérifier la présence des connexions mycéliennes entre les carpophores et les mycorhizes a empêché longtemps d'éclaircir les doutes sur la vraie biologie de ces champignons. La description des mycorhizes de *Tuber* qu'on trouve dans la nature n'était pas suffisante pour montrer expérimentalement la symbiose mycorhizienne de ces Ascomycètes.

Seulement à partir de 1967 les mycorhizes de nombreuses espèces de truffes ont été obtenues au moyen de synthèses en conditions contrôlées. La première synthèse mycorhizienne avec *Tuber* a été réalisée au Centro di Studio sulla Micologia del Terreno du C.N.R. de Turin (Italie) sur *Pinus strobus* avec *T. maculatum* (Fontana, 1967) et elle a produit des mycorhizes semblables à celles précédemment observées dans la nature ; en outre elle porta aussi, pour la première fois, à la formation de carpophores développés directement à partir des mycorhizes obtenues avec l'inoculum de spores sur des plantules stériles (Fassi et Fontana, 1967 ; 1969).

La forme, les dimensions et les ramifications des mycorhizes, sont en grande partie déterminées par la plante symbiote et de façon plus réduite par le milieu, tandis que les caractères microscopiques extérieurs dépendent de l'espèce fongique. Le réseau de Hartig peut pénétrer plus ou moins profondément entre les cellules du parenchyme cortical, selon la plante-hôte et l'espèce fongique.

Pour la caractérisation des mycorhizes il est important de considérer la forme, la couleur, la présence de cystides ou de spinules, le mycélium présent sur la surface et le dessin formé par les parois des cellules extérieures du manteau fongique.

Peyronel (1922a,b) a été le premier à établir l'importance des caractéristiques morphologiques du manteau fongique pour identifier l'espèce qui le produit, en annonçant qu'un jour elles serviront à la formation de clés analytiques qui permettront d'identifier le champignon mycorhizien. Cette idée a été développée et réalisée successivement par Dominik (1959). A la même époque le mycologue turinois a donné les caractéristiques microscopiques de certains types de mycorhizes : celles dues aux Russules présentent des cystides, celles des Lactaires présentent des vases lactifères.

Encore Peyronel (1934) a amélioré l'identification des mycorhizes, dues à Lactaires et Russules, avec l'introduction de certaines méthodologies, déjà utilisées pour l'examen de l'hyménium et de la cuticule, qui consistent en des modifications de couleur avec des réactifs spécifiques.

Son travail de 1969 est important pour la terminologie, il y propose les termes de ectomycorhize et endomycorhize.

Une bonne documentation photographique de 24 genres de mycorhizes, au binoculaire stéréoscopique avec des détails microscopiques de la surface du manteau fongique avec les hyphes relatives qui en partent, a été récemment publiée par Ingleby *et al.* (1990).

Mais souvent on décrit les aspects caractéristiques des mycorhizes sans l'identification de l'espèce à laquelle elles appartiennent.

Récemment, Agerer (1995) a suggéré une classification des mycorhizes selon les caractéristiques anatomo-morphologiques en se basant principalement sur le dessin de la surface du manteau fongique, l'aspect des rhizomorphes quand elles sont présentes, le type d'anastomose et la forme des cystides.

## Caractérisation morphologique : entre nature et microscope

La caractérisation des mycorhizes est d'un intérêt fondamental pour la production de plantes en pépinière, pour le reboisement. Dans ce cas il faut faire, avant la mise en place des plants, un contrôle soigné des systèmes racinaires pour vérifier que la symbiose se soit produite avec le champignon inoculé. Par exemple *Laccaria laccata* est un des premiers champignons ectomycorhiziens qui apparaissent sur les jeunes plantes dans un milieu naturel, comme en pépinière. Ceci est confirmé aussi par les études sur la succession des champignons ectomycorhiziens (Ford *et al.*, 1980 ; Mason *et al.*, 1983).

Ces dernières années *L. laccata*, symbiote aussi d'une légumineuse, (Meotto, 1987-88) a été l'objet de nombreuses études pour son application au reboisement avec des conifères, pour ce qui concerne son éventuel apport au développement de l'hôte, (Molina, 1982 ; Molina et Chamard 1982 ; Thomas et Jackson, 1983 ; Branzanti *et al.*, 1985) et pour la résolution du choc de la greffe (Shaw *et al.*, 1982).

Un autre champignon d'actualité pour lequel il est nécessaire de connaître comme il faut les caractéristiques morphologiques des mycorhizes, parce qu'il peut être facilement confondu (Meotto, 1989), est *Sphaerosporella brunnea*. Cette *Pezizales*, s'instaure rapidement sur le système racinaire de la plante-hôte en sols acides comme en sols calcaires, et il peut coloniser des zones appauvries dans leur mycoflore, comme celles qui ont subi un incendie (Meotto et Carraturo, 1987-88). De grand intérêt est l'influence sur l'augmentation du développement du système racinaire des plants de chênes et de châtaigniers dus à la mycorhization du Discomycète (Meotto *et al.*, 1992).

La nécessité d'un contrôle des plants, avant la mise en place, de l'effective et abondante présence des mycorhizes de l'espèce voulue, est fondamentale pour les espèces de champignons d'intérêt gastronomique, parce que des pollutions peuvent se produire naturellement avec d'autres champignons, compétitifs ou non (Meotto *et al.*, 1994) et il faut donc un départ sûr pour pouvoir espérer de bons résultats de culture.

L'identification de l'espèce fongique à travers l'examen des caractéristiques anatomo-morphologiques des mycorhizes est possible, même si elle présente des difficultés. Aussi dans les limites d'un même genre il existe des caractéristiques macro et microscopiques qui permettent la détermination de l'espèce.

Récemment, sur la revue "L'Informatore Agrario", a été présenté un de nos travaux sur les caractéristiques morphologiques différentielles des principales espèces du genre *Tuber* (Meotto *et al.*, 1995). Les observations ont été faites seulement sur du matériel frais. Les échantillons des racines examinées ont été prises dans la nature et sur des plantes inoculées et cultivées en serre, en milieu semi-stérile.

Pour la description des mycorhizes on a pris en considération les caractéristiques suivantes : couleur des mycorhizes, forme et disposition des cellules de la surface du manteau fongique, couleur, forme, longueur, diamètre de base, type de ramification et cloisons des spinules.

Les mycorhizes des espèces de *Tuber* prélevées dans la nature n'ont pas présenté d'aspects morphologiques différents de celles obtenues par synthèse en milieu contrôlé. Mais on a pu observer que la plante-hôte peut influencer la longueur et le diamètre des mycorhizes mais pas les caractères microscopiques qu'on avait pris en compte.

Bien que dans les mycorhizes le champignon soit présent seulement sous forme d'hyphes, structures qui apportent moins d'informations par rapport aux spores présentes dans les sporocarpes, à travers leur examen il est également possible d'identifier l'espèce. Par exemple on distingue facilement les mycorhizes de *Tuber aestivum* et *Tuber mesentericum* de celles d'autres espèces, par l'aspect poliédrique de la surface du manteau fongique. De toute façon il n'est pas possible de confondre les mycorhizes de *Tuber magnatum* qui présentent des spinules courtes, hyalines, non ramifiées, par rapport à celles de *Tuber melanosporum* et *Tuber macrosporum* qui ont des spinules longues, pigmentées et ramifiées. Les mycorhizes de ces deux dernières espèces se différencient facilement de celles de *Tuber aestivum* et *Tuber mesentericum* qui présentent des spinules longues, pigmentées et non ramifiées.

Si pour certaines espèces de *Tuber* les caractéristiques du dessin des cellules du manteau fongique et des spinules qui en partent sont relativement évidentes, pour d'autres ces aspects peuvent être confondus. Par exemple on peut trouver des aspects semblables en *Tuber aestivum* et *Tuber mesentericum*, pour lesquels les principaux caractères différentiels se trouvent dans la différente position aux coins des cellules de la surface du manteau fongique et dans la différente disposition des spinules.

La différence la plus évidente entre *Tuber melanosporum* et *Tuber macrosporum* se trouve dans la différente ramification des spinules, au contraire *Tuber brumale* et *Tuber albidum* diffèrent surtout par la différente couleur du manteau fongique et des spinules.

Les plus grandes difficultés se présentent pour distinguer les mycorhizes de *Tuber magnatum* de celles de *Tuber albidum*. Dans ce dernier cas, en plus de la couleur des mycorhizes, il est nécessaire de mettre en évidence la plus grande interpénétration

des cellules du manteau fongique et le diamètre moyen moindre de la base des spinules de *Tuber magnatum* par rapport à celles de *Tuber albidum* (Fontana *et al.*, 1988, 1992).

En plus il est nécessaire de tenir compte du fait que les mycorhizes examinées ne présentent pas toujours les spinules, élément d'importance capitale pour leur caractérisation.

Enfin pour effectuer l'examen au microscope optique des mycorhizes il faut un prélèvement qui corresponde au bon degré de développement, qu'on peut révéler seulement avec l'expérience et l'usage du microscope stéréoscopique.

La détermination de différentes espèces de *Tuber* selon la caractérisation morphologique des mycorhizes peut être effectuée seulement par celui qui possède une préparation technique spécifique.

Comme pour toutes les classifications des êtres vivants il existe des spécialistes d'un ordre ou même d'un seul genre, ainsi pour les champignons il est souhaitable de former des techniciens qualifiés capables de classer les différentes espèces ectosymbiotes selon l'examen des carpophores, et des mycorhizes relatives.

## Conclusion

Cependant, même la description morphologique la plus soignée ne couvre pas tous les nombreux aspects pris par les *Tuber* quand ils forment des symbioses avec les plantes-hôtes. L'identification sur base morphologique peut donc tirer des avantages de l'intégration avec des données basées sur l'utilisation de techniques moléculaires. La production d'anticorps spécifiques obtenus pour des fractions solubles de corps fructifères et de mycélium *in vitro* de *Tuber* (Corocher *et al.*, 1992 ; Zambonelli *et al.*, 1993) permet d'identifier sur base immunologique la mycorhize correspondante, tandis que des fingerprints basés sur l'analyse gène-enzyme offrent d'ultérieures informations (Chevalier *et al.*, 1994). Encore plus intéressantes semblent être les techniques basées sur des fingerprints d'ADN.

De bons résultats ont déjà été obtenus pour des champignons ectomycorhiziens comme *Laccaria* (Herion *et al.*, 1992). Egalement pour le genre *Tuber* on a eu des résultats très prometteurs en France (Nancy et Clermont-Ferrand) et en Italie (Urbino, Perugia et Turin). Les premiers résultats montrent en effet qu'il est possible d'identifier soit les corps fructifères, soit les mycorhizes relatives en utilisant différentes sondes d'ADN (Herion *et al.*, 1994 ; Potenza *et al.*, 1994 ; Lanfranco *et al.*, 1993, 1995 ; Paolucci *et al.*, 1995).

En conclusion, même en n'oubliant pas les méthodologies plus récentes, l'analyse morphologique continue à être l'indispensable point de départ pour l'identification des mycorhizes.

## Références

- Agerer, R. (1995). Anatomical characteristics of identified ectomycorrhizas : An attempt towards a natural classification. Dans : *Mycorrhiza : Structure, function, molecular biology and biotechnology*, Varma, A. et Hock, B. (éds). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 685-734.
- Branzanti, B., Zambonelli, A. et Govi, G. (1985). Micorrizzazione di *Pinus pinea* con *Laccaria laccata* ed *Hebeloma crustuliforme*. *Micologia Italiana*, 3 : 3-10.
- Chevalier, G., Martin, F., Nicolas, P., Gandeboeuf, D., Herion, B., Duprè, C., Drevet, P., Coehlo, V. et Gentzbittel, L. (1994). Characterization and identification of *Tuber* species using molecular criteria. *International Symposium on : Biotechnology of ectomycorrhizae : molecular approaches*. Urbino, 9-11 novembre. Abstracts : 36-37.
- Corocher, N., Polimeni, C., Giraudi, G. et Papa, G. (1992). Sviluppo di un metodo immunoenzimatico (ELISA) per la caratterizzazione di ectomicorrize di *Tuber magnatum* e *Tuber albidum*. *Micologia e Vegetazione Mediterranea*, 7 : 151-158.
- Dangeard, P.A. (1894). La truffe : Recherches sur son développement, sa structure, sa reproduction sexuelle. *Botaniste*, 4 : 63-87.
- Dominik, T. (1959). Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristics. *Mycopath. Mycol. appl.*, 11 : 359-367.
- Fassi, B. et Fontana, A. (1967). Sintesi micorrizica tra *Pinus strobus* e *Tuber maculatum*. I. Micorrize e sviluppo dei semenzali nel secondo anno. *Allionia*, 13 : 177-183.
- Fassi, B. et Fontana, A. (1969). Sintesi micorrizica tra *Pinus strobus* e *Tuber maculatum*. II. Sviluppo dei semenzali trapiantati e produzione di ascocarpi. *Allionia*, 15 : 115-120.
- Fontana, A. (1967). Sintesi micorrizica tra *Pinus strobus* e *Tuber maculatum*. *G. bot. Ital.*, 101 : 298-299.
- Fontana, A., Ceruti, A. et Meotto, F. (1988). Criteri istologici per il riconoscimento delle micorrize di *Tuber magnatum* Pico. *Atti Il Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto*, pp. 141-154.
- Fontana, A., Ceruti, A. et Meotto, F. (1992). Criteri istologici per il riconoscimento delle micorrize di *Tuber albidum*. *Micologia e Vegetazione Mediterranea*, 7(1) : 121-136.
- Ford, E.D., Mason, P.A. et Pelham, J. (1980). Spatial patterns of sporophores distribution around a young birch in three successive years. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 75 : 287-296.
- Frank, A. B. (1885). Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Ber. dt. bot. Ges.*, 3 : 128-145.

- Gibelli, G. (1879). La malattia del castagno, osservazioni ed esperienze (1875-1878). *Bollettino Comizio Agrario Modena*.
- Gibelli, G. (1882). La malattia del castagno detta dell'inchiostro, nuovi studii e ricerche (1879-1882). *Annali Agric.*, 9-47.
- Gibelli, G. (1883). Nuovi studi sulla malattia del castagno detta dell'inchiostro. *Memorie R. Accad. Sci. Ist. Bologna*, serie IV, 4, fascicolo 2 : 287-314.
- Herion, B., Le Tacon, F. et Martin, F. (1992). Rapid identification of genetic variation of ectomycorrhizal fungi by amplification of ribosomal RNA genes. *New Phytol.*, 122 : 289-298.
- Herion, B., Chevalier, G. et Martin, F. (1994). Typing truffle species by PCR amplification of the ribosomal DNA spacers. *Mycol. Res.*, 1 : 37-43.
- Ingleby, K., Mason, P.A., Last, F.T. et Fleming, L.V. (1990). *Identification of Ectomycorrhizas*. HMSO, London.
- Lanfranco, L., Wyss, P., Marzachi, C. et Bonfante, P. (1993). DNA probes for identification of the ectomycorrhizal fungus *Tuber magnatum* Pico. *FEMS Microbiology Letters*, 114 : 245-252.
- Lanfranco, L., Arlorio, M., Matteucci, A. et Bonfante, P. (1995). Truffles : their life cycle and molecular characterization. Dans : *Proc. Int. Symposium on : Biotechnology of ectomycorrhizae : Molecular approaches*, Urbino, 1994, Stocchi, V., Bonfante, P. et Nuti, M. (éds.) Plenum Press, New York and London, pp. 139-149.
- Mason, P.A., Wilson, J., Last, F.T. Walker, C. (1983). The concept of succession in relation to the spread of sheathing mycorrhizal fungi on inoculated tree seedlings growing in unsterile soils. *Plant and soil*, 71 : 247-256.
- Meotto, F. (1987-88). *Laccaria laccata* (Scop. ex Fr.) Berk. & Br. and *Acacia dealbata* Link ectomycorrhizae. *Allionia*, 28 : 103-108.
- Meotto, F. et Carraturo, P. (1987-88). Ectomicorrizia di *Sphaerospora brunnea* (A. & S.) Svrcek & Kubicka in piante tartufigene. *Allionia*, 28 : 109-116.
- Meotto, F. (1989). Prima di impiantare una tartufaia fate esaminare l'apparato radicale delle piantine micorrizate. *Vita in Campagna*, 10 : 33-35.
- Meotto, F., Martini, I., et Carraturo P. (1992). Influence of *Sphaerospora brunnea* mycorrhiza on the growth of *Quercus robur* and *Castanea sativa*. Dans : *Proc. First European Communities : Forests and Woodland*, Florence, 1991, Teller, A., Mathy, P. et Jeffers, J. N. R. (éds.). Elsevier Applied Science, London and New York, pp. 747-748.
- Meotto, F., Pellegrino, S. et Craddock, J. H. (1994). Funghi ectomicorrizici del castagno con particolare riferimento ai funghi eduli. *Italus Hortus*, 2 : 58-64.

- Meotto, F., Nosenzo, C. et Fontana, A. (1995). Le micorrize delle specie pregiate di *Tuber*. *L'Informatore Agrario*, 31 : 41-45.
- Molina, R. (1982). Use of the ectomycorrhizal fungus in forestry. I. Consistency between isolates in effective colonization of containerized conifer seedlings. *Can. J. For. Res.*, 12 : 469-473.
- Molina, R. et Charmard, J. (1982). Use of the ectomycorrhizal fungus in forestry. II. Effects of fertilized forms and levels on ectomycorrhizal development and growth of container-grown Douglas-fir and ponderosa pine seedlings. *Can. J. For. Res.*, 13 : 89-95.
- Paolocci, F., Cristofari, E., Angelini, P., Granetti, B. et Arcioni, S. (1995). The polymorphism of the rDNA region in typing ascocarp and ectomycorrhizae of truffle species. Dans : *Proc. Int. Symposium on : Biotechnology of ectomycorrhizae : Molecular approaches*, Urbino, 1994, Stocchi, V., Bonfante, P. et Nuti, M. (éds.) Plenum Press, New York and London, pp. 171-184.
- Peyronel, B. (1917). Prime osservazioni sulla distribuzione degli Imenomiceti umicoli e sui loro probabili rapporti colle micorize ectotrofiche delle fanerogame. *Rc. R. Accad. Lincei*, 26 (serie V) : 326-332.
- Peyronel, B. (1920). Alcuni casi di rapporti micorizici tra Boletinee ed essenze arboree. *Staz. sper. agr. ital.*, 53 : 24-31.
- Peyronel, B. (1922a). Nuovi casi di rapporti micorizici tra Basidiomiceti e Fanerogame arboree. *Boll. Soc. Bot. Ital.*, 1 : 7-14.
- Peyronel, B. (1922b). Altri nuovi casi di rapporti micorizici tra Fanerogame e Basidiomiceti. *Boll. Soc. Bot. Ital.*, 4 : 50-52.
- Peyronel, B. (1934). Il sapore e alcune reazioni microchimiche delle micorrize ectotrofiche prodotte da Russule e Lattarii. *Nuovo G. bot. ital.*, 41 : 744-746.
- Peyronel, B., Fassi, B., Fontana, A. et Trappe, J. M. (1969). Terminology of mycorrhizae. *Mycologia*, 61 : 410-411.
- Potenza, L., Amicucci, A., Rossi, I., Palma, F., De bellis, P., Cardono, P. et Stocchi, V. (1994). Identification of *Tuber magnatum* Pico DNA markers by RAPD markers. *Biotechnol. Techn.*, 8 : 93-95.
- Shaw, C.G. III, Molina R. et Walden, J. (1982). Development of ectomycorrhizae following inoculation of containerized Sitka and White spruce seedlings. *Can J. For. Res.*, 12 : 191-195.
- Thomas, J.M. et Jackson, R.M. (1983). Growth responses of Sitka spruce seedlings to mycorrhizal inoculation. *New Phytol.*, 95 : 223-229.
- Zambonelli, A., Giunchedi, L. et Poggi Pollini, C. (1993). An Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA) for the detection of *Tuber albidum* ectomycorrhiza. *Symbiosis*, 15 : 71-76.