

# Effets de la double symbiose *Rhizobium-Glomus* spp. sur la croissance de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en pépinière, et dix mois après transplantation au Zaïre\*.

B. Bulakali\*, P.D. Khasa\*\* & N. Luyindula\*\*\*

Keywords: *Leucaena leucocephala* — *Rhizobium* — *Glomus* — Endomycorrhizae — Competition — Efficiency — Growth response.

## Résumé

Ce travail souligne l'utilité d'inoculer le *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en pépinière, par des souches efficaces de *Rhizobium* et de champignons endomycorhiziens, en vue d'une bonne amorce de la croissance végétative lors de la transplantation au champ.

D'une manière générale, la fumigation du sol en pépinière a permis de stimuler la croissance des plants témoins et de tirer le meilleur effet des biofertilisants en pépinière et dix mois après la transplantation. Le *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann et Trappe associé ou non au *Rhizobium* TAL 1145 semble aussi avoir produit le même effet en utilisant du sol naturel au stade de la pépinière.

## Summary

This work underlines the utility to inoculate in the nursery *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, with efficient strains of *Rhizobium* and endomycorrhizal fungi, in order to ensure good initial plant growth after outplanting.

In general, soil fumigation in the nursery allowed growth enhancement of control plants and the best effect of biofertilizers was obtained in the nursery and ten months after outplanting. *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann and Trappe associated or not with *Rhizobium* TAL 1145 likely produced the same effect by using natural soil in the nursery.

## 1. Introduction

Dans les pays en voie de développement, l'usage intensif des engrais chimiques se heurte à des limitations économiques (6). Pour améliorer la nutrition minérale des plantes dans les sols pauvres et assurer leur développement, il est recommandé de recourir à la biofertilisation par l'utilisation des symbiotes racinaires (6).

En effet, la symbiose fixatrice de l'azote avec les bactéries du genre *Rhizobium* satisfait en partie les besoins azotés de la légumineuse tandis que la symbiose endomycorhizienne améliore l'absorption de l'eau et des minéraux, surtout du phosphore dont les sols tropicaux sont généralement pauvres (12,17,22). En outre, les endomycorhizes contribuent aussi à l'absorption de certaines substances organiques et protègent les plantules contre certaines maladies et contre le stress hydrique assurant ainsi leur survie de transplantation au champ (11,21,25).

Le potentiel agroforestier de *Leucaena leucocephala* est bien établi (3,4,5) et une étude récente au Zaïre l'a confirmé (18). C'est une légumineuse arborescente à croissance rapide, facile à planter, qui produit des aliments, du fourrage, du bois et de l'engrais vert. Elle a l'avantage de bénéficier d'une double symbiose *Rhizobium* — endomycorhizes (13).

Le présent travail évalue la croissance végétative de *Leucaena leucocephala* inoculé avec du *Rhizobium* et/ou du *Glomus* spp. en pépinière et dix mois après la transplantation au champ.

## 2. Matériel et Méthodes

L'expérimentation a été conduite sur le site du Campus Universitaire de Kinshasa dont les coordonnées géographiques

sont les suivantes: 440 m d'altitude, 15°17'17" de longitude Est, 4°21'57" de latitude Sud. D'après la classification de Köppen (12), il s'agit d'un climat tropical humide du type AW<sub>4</sub>.

### Préparation du substrat de culture en pépinière

Le substrat de culture est un sable limoneux prélevé dans les vingt premiers centimètres d'un jardin de *Leucaena leucocephala* sur le site du Campus Universitaire de Kinshasa. Il a été préalablement fractionné au moyen d'un tamis à mailles carrées de 2 mm de côté chacune. Une partie de ce substrat d'un volume de 540,5 l a été conservée telle quelle (non fumigée) tandis qu'une quantité équivalente de sol a été fumigée au BasamidR (Dazomet 98%, BASF Canada, Calgary, Alberta T2P 3P3). Avant la fumigation, le sol à fumer ou non a reçu comme engrais vert un amendement organique constitué de 2600 g de feuilles de *Leucaena leucocephala* et 3750 g de feuilles de *Psophocarpus scandens* (Endl) Verdc. pour atteindre un seuil d'environ 2% en matière organique et ainsi favoriser le développement des endomycorhizes (10). Lors de la fumigation, la quantité de sol à fumer a été préalablement arrosée jusqu'à saturation. Ensuite, le fumigant granulaire Basamid ou Dazomet 98% a été appliqué au taux de 70 gm<sup>-2</sup> et incorporé jusqu'à une profondeur (épaisseur) de 15 cm avec des outils manuels par une journée ensoleillée. Le tout a été de nouveau mouillé puis recouvert d'un film de polyéthylène transparent pendant 7 jours en vue d'accélérer la dissolution de la matière active du Dazomet en gaz toxiques.

Après 7 jours d'aération du sol déjà fumigé, le semis a eu

\* Département de Biologie, B.P. 190 Kinshasa XI, Université de Kinshasa, Zaïre.

\*\* Centre de Recherche en Biologie Forestière, Université Laval, Ste-Foy, Québec, G1K 7P4.

\*\*\* Département de Microbiologie, B.P. 868, Kinshasa XI, CREN-K, Zaïre.

Reçu le 14.05.92 et accepté pour publication le 05.04.93.

**TABLEAU 1**  
**Caractéristiques chimiques du sol de culture en pépinière et en plantation.**

en pépinière	pH(H <sub>2</sub> O)	en pourcent			en mg/kg			en méq/100 g		
		C	M.O.	N <sub>tot</sub>	C/N	P tot	P ass	C.E.C.	Ca	Mg
sol naturel	5,45	1,67	2,87	0,051	32,74	16,20	16,25	19,00	3,01	0,48
sol fumigé	5,64	1,01	1,74	0,078	12,95	18,30	10,19	19,50	1,89	0,43
en plantation										
sol naturel	5,5	0,35	0,60	0,02	17,5	—	5,51	0,71	0,45	0,14

lieu. Les caractéristiques chimiques du sol utilisé en pépinière sont présentées au tableau 1. Les analyses ont été effectuées selon le protocole précédemment décrit par Khasa et al. (15).

### Préparation des inoculums et inoculation en pépinière

Les souches de champignons endomycorhiziens et du *Rhizobium* TAL 1145 utilisées ont été offertes par le Centre de Recherche en Biologie Forestière de l'Université Laval, Ste-Foy, Québec au Projet Endomycorhizes de Biologie, Université de Kinshasa, Zaïre.

Pour les souches endomycorhiziennes, il s'agit de *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann et Trappe et *Glomus clarum* Nicolson et Schenck. L'inoculum de ces 2 souches endomycorhiziennes dit «ON FARM» a été produit à l'air libre en plates-bandes surhaussées sur sols préalablement désinfectés au jardin expérimental de Biologie selon la technique décrite par Sieverding (23). Le *Brachiaria ruziziensis* Germ. et Edv. et le *Panicum maximum* Jacq ont été les plantes hôtes utilisées. Le niveau de colonisation endomycorhizienne racinaire de *Brachiaria ruziziensis* a été vérifié après dilacérations des racines selon la technique de Philipps et Hayman modifiée par le procédé de Koske et Gemma (16). Quant au recouvrement des spores d'endogonacées extraites du sol prélevé dans un rayon et une profondeur de 15 cm de la mycorrhizosphère de *Panicum maximum*, il a été réalisé par tamisage humide suivi d'une décantation (8). Quant à l'inoculum rhizobien, la souche spécifique de *Rhizobium* TAL 1145 a été cultivée sur un milieu liquide Yeast — Mannitol — Broth en agitation pendant 5 jours à 30°C (24). Le comptage sur boîte utilisant les dilutions décimales successives (1) a révélé que la culture de *Rhizobium* TAL 1145 contenait 7,9 . 10<sup>11</sup> bactéries/ml.

### Dispositif expérimental

Les sachets en polyéthylène noir ont été espacés de 30 cm entre les lignes et 40 cm dans la ligne selon un dispositif factoriel complet aléatoire comprenant les traitements suivants: 1) témoin (T), *Rhizobium* TAL 1145 (R), *Glomus vesiculiferum* (VES), *Glomus clarum* (CLA), R + VES et R + CLA. Chaque sachet de 750 cm<sup>3</sup> de sol fumigé ou non a reçu un inoculum mixte contenant 20 g de sol prélevé sous *Panicum maximum* Jacq (78 spores/10 g de sol pour *G. vesiculiferum* et 45 spores/10 g de sol sec pour *G. clarum*) et 4 g de jeunes racines colonisées de *Brachiaria ruziziensis* Germ. et Edv. (60% pour *G. vesiculiferum* et 47% pour *G. clarum*) préalablement découpées en fragments de 2 cm de longueur. Les plants témoins ont reçu la même quantité d'inoculum stérilisé par la chaleur humide. L'inoculum endomycorhizien a été placé à environ 3 à 5 cm en dessous du semis sur toute la circonférence du sachet. Pour faciliter

la germination, les graines de *L. leucocephala* récoltées sur le Campus de Kinshasa, ont été trempées, immergées dans de l'acide sulfurique [(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 95-97%, v/v] pendant 30 minutes et rincées abondamment à l'eau stérile avant le semis. L'inoculation par *Rhizobium* a été effectuée avec 10 ml de suspension rhizobienne spécifique diluée à 10% v/v avec de l'eau déminéralisée stérile au-dessus de chaque point d'ensemencement contenant 2 graines de *Leucaena*. En pépinière, les semis ont été protégés par une ombrière faite avec des feuilles de palmiers. Un paillis de parche de café a été appliqué dans chaque sachet pour limiter les pertes d'humidité du sol et pour réduire le tassement lors de l'arrosage et par temps de pluie. Chacune des combinaisons des traitements était représentée par 40 plants après démarrage. Les plantules de *Leucaena* ont été élevées en pépinière pendant 3 mois.

### Transplantation au champ

Après trois mois, les plants ont été transplantés sur le terrain aux écartements de 100 cm dans la rangée et 100 cm entre les rangées selon le même dispositif que celui de la pépinière. Les propriétés chimiques du sol du site de transplantation sont également présentées au tableau I. L'endomycoflore présente dans ce sol comprend les genres *Glomus*, *Scutellospora* et *Gigaspora* tandis que le *Rhizobium loti* spécifique au *Leucaena leucocephala* y est absent (15).

### Récolte et analyse des données

Des mesures qualitatives de nodulation et de colonisation endomycorhizienne racinaire (13) ainsi que des mesures de hauteur, de diamètre au collet et de phytomasse sèche (aérienne, racinaire et totale) ont été réalisées 3 mois avant la transplantation au champ. L'évaluation de l'effet de l'inoculation des microsymbiotes racinaires sur la croissance des plants de *Leucaena leucocephala* dix mois après la transplantation a porté sur la hauteur, le diamètre au collet et le poids frais des parties aériennes de la plante avant que celles-ci puissent être incorporées au sol comme engrais vert dans une culture de maïs (18). Les comparaisons multiples des moyennes ont été faites selon le test de Waller-Duncan et la signification de l'effet des traitements à l'aide du test F de Fisher (26).

## 3. Résultats et Discussion

### En pépinière

Dans nos conditions d'essai, nous avons testé 2 souches de champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules, CLA et VES et 1 souche de *Rhizobium* TAL 1145, pour sti-

**TABEAU 2**  
**Réponse de croissance du *L. leucocephala* aux symbiotes racinaires.**

Traitement	C.E.R.		Nodulation		Hauteur (m)		Diamètre au collet (mm)		Phytomasse aérienne		Phytomasse racinaire		Phytomasse totale	
	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF
<b>En pépinière</b>														
T.	+	-	-	-	0,37a	0,72ab**	5,2a	7,2ab**	masse sèche (g)		masse sèche (g)		masse sèche (g)	
R.	+	-	+	+	0,65b	0,68a	7,4d	6,5a	58,7bc	123,1c**	22,7a	51,6c**	81,4bc	174,7d**
CLA	+	+	-	-	0,48ab	0,76bc**	5,4ab	7,7bc*	115,2e	117,2c	56,8d	59,5c	172,0e	176,7d
R+CLA	+	+	+	+	0,39a	0,60a*	5,1a	6,3a*	45,3ab	68,2ab*	26,6a	37,3b*	71,9b	105,8b*
VES	+	+	-	-	0,39a	0,63a*	5,2a	6,5a*	71,2d	845,6b*	38,8bc	51,4c*	110,0cd	173,1d**
R+VES	+	+	+	+	0,44ab	0,88c**	5,8abc	8,5c**	64,5c	76,0ab*	29,0ab	39,7b*	93,5c	115,7bc*
<b>En plantation</b>														
T	nd	nd	nd	nd	1,37c	2,16d**	15,1d	21,4c**	245,1b	526,98b**	nd	nd	nd	nd
R.	nd	nd	nd	nd	2,14b	2,49bc*	20,5bc	24,4bc*	539,8ab	628,6b*	nd	nd	nd	nd
CLA	nd	nd	nd	nd	2,78a	3,20a*	26,0a	30,5a*	819,5a	1716,54a**	nd	nd	nd	nd
R+CLA	nd	nd	nd	nd	1,88b	2,57b**	18,4cd	27,01ab**	499,0ab	845,6b*	nd	nd	nd	nd
VES	nd	nd	nd	nd	2,50a	2,24cd	22,3abc	23,0c	912,6a*	642,0b	nd	nd	nd	nd
R+VES	nd	nd	nd	nd	2,47a**	1,69c	22,7ab**	15,8d	746,7a**	259,9c	nd	nd	nd	nd

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à  $P < 0,05$  (Test de Waller-Duncan). (\*), (\*\*): significativement différent à  $P < 0,05$  et à  $P < 0,01$  respectivement (Test de F) entre SN et SF.

Abréviations: C.E.R. = colonisation endomycorhizienne racinaire, SN = plants préalablement élevés en sol non fumigé au stade de la pépinière, SF = plants préalablement élevés en sol fumigé au stade de la pépinière, T: Témoin; R: *Rhizobium* TAL 1145; CLA: *Glomus clarum*, VES: *Glomus vesiculiferum*, nd = non déterminé.

muler la croissance de *Leucaena*. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 2.

Tous les plants inoculés avec la souche de *Rhizobium* TAL 1145 ont formé des nodules efficaces en pépinière révélés par la présence de la léghémoglobine. Les plants ont aussi formé des endomycorhizes suite à la colonisation des racines soit par les champignons indigènes en sol naturel, soit par les champignons inoculés artificiellement en sol fumigé. D'une manière générale, les résultats obtenus à trois mois montrent l'effet bénéfique de l'inoculation du *L. leucocephala* avec la souche TAL 1145 de *Rhizobium* et les souches de deux espèces de champignons endomycorhiziens. En fumigeant le sol en pépinière, les résultats de croissance ont été davantage améliorés par rapport à ceux du sol naturel. Cela indique que la fumigation (stérilisation) du sol détruirait les microorganismes telluriques pathogènes ou parasites qui affaiblissent la plante-hôte.

Pour stimuler la hauteur, les combinaisons des traitements SF (VES + R), SF(CLA), SF(T), et SF(R) ou SN(R) sont classées par ordre décroissant et sont significativement supérieures à la combinaison (SN)(T).

Pour le diamètre au collet, les combinaisons SF(VES + R), SF(CLA), SF(T) et SN(R) influencent davantage ce paramètre avec une différence significative par rapport à la combinaison SN(T). Quant à la phytomasse aérienne sèche, les combinaisons SF(R), SF(VES), SF(CLA), SN(CLA), SF(VES + R), SN(VES), SF(CLA + R), SN(VES + R) et SN(R) sont significativement supérieures à la combinaison SN(T). Pour stimuler la croissance du système racinaire, les combinaisons significativement supérieures à la combinaison SN(T) sont: SF(CLA), SN(CLA), SF(R), SF(VES), SF(VES + R), et SN(VES). Pour la phytomasse totale, les combinaisons significativement supérieures à SN(T) sont: SF(CLA), SF(R), SF(VES), SN(CLA), SF(VES + R), SN(VES), SN(VES + R), SN(R) et SN(R + CLA).

La double symbiose de *Rhizobium* — endomycorhizes a été

la plus efficace pour les paramètres tel que le diamètre au collet et la phytomasse aérienne. A ce stade, la souche de champignon CLA semble plus compétitive en sol naturel que le champignon VES. D'autre part, VES s'est avéré très efficace pour stimuler la croissance en sol fumigé. Ces résultats corroborent ceux déjà rapportés par Khasa et al. (14) sur d'autres espèces tropicales.

### En plantation

Les résultats de croissance dix mois après la transplantation sont également présentés au tableau 2. Les microsymbiotes racinaires testés, *G. clarum*, *G. vesiculiferum* et le *Rhizobium* TAL 1145 ont significativement amélioré et à des degrés divers la croissance des plants de *L. leucocephala* comparativement aux plants témoins.

Le champignon endomycorhizien *G. clarum* a initié une stimulation élevée de croissance après transplantation. Cette efficacité est plus significative chez les plants préalablement élevés en sol fumigé où ce champignon endophyte s'est révélé le plus efficace en stimulant significativement la taille et le diamètre au collet par rapport aux témoins et aux autres microsymbiotes racinaires. La biomasse fraîche de la partie aérienne des plants inoculés avec cette même souche a montré une différence significative par rapport aux témoins et aux plants inoculés uniquement avec *Rhizobium* seul ou en association avec l'un des 2 champignons endomycorhiziens pour les plants élevés en sol naturel. Cette différence est significative par rapport à tous les autres traitements pour les plants élevés en sol fumigé. Les grandes différences observées pour la mesure de la biomasse fraîche aérienne sont probablement dues au contenu variable en eau des tissus végétaux.

La souche endomycorhizienne de *G. vesiculiferum* a aussi stimulé de façon significative la hauteur, le diamètre au collet et la phytomasse fraîche de la partie aérienne par rapport aux témoins élevés en sol non fumigé. La particularité observée chez cette espèce endomycorhizienne est qu'elle a don-

né le maximum de son efficacité chez les plants préalablement élevés en sol non fumigé en pépinière. Il s'avérerait que cette dernière soit attribuable à des interactions synergiques bénéfiques avec la flore microbienne autochtone du sol de plantation ou à la plus forte compétitivité du *G. vesiculiferum* vis-à-vis de l'endomycoflore indigène du sol de plantation par rapport au *G. clarum*. Ces effets synergiques ou de compétitivité du *G. vesiculiferum* ont eu pour résultat la stimulation de la croissance végétative du *L. leucocephala* de façon substantielle. Cette constatation semble possible puisque la double symbiose *G. vesiculiferum* + *Rhizobium* TAL 1145 a produit une interaction antagoniste plus marquée chez les plants élevés en sol fumigé en pépinière.

L'effet de l'inoculation avec le *Rhizobium* TAL 1145 seule est déjà remarquable par rapport au témoin non inoculé pour les plants préalablement élevés dans les 2 types de sol (SN ou SF) mais celui des endomycorhizes l'est davantage.

La double symbiose de champignons endomycorhiziens avec le *Rhizobium* spécifique a diminué de manière significative le pouvoir efficace de la souche endomycorhizienne de *G. clarum* chez les plants préalablement élevés en sol non fumigé en pépinière. C'est probablement dû au fait que les microsymbiotes inoculés constituent un sink important de drainage des sucres de la plante sans compensation substantielle en retour (2). Les biofertilisants se comportent à ce moment en parasites des racines en induisant un effet néfaste sur le développement de la plante - hôte suite à une augmentation de la consommation énergétique aux dépens de celle-ci. Manjunath et al. (19) ont observé une action synergique dans la double inoculation chez *L. leucocephala* mais avec des souches microsymbiotiques, des facteurs édaphiques, biotiques et climatiques différents. Donc, l'effet bénéfique de la double symbiose peut ne pas se manifester suite aux contraintes biotiques et abiotiques d'un site à l'autre.

## Conclusion

Notre étude réalisée à partir du sol fumigé ou non en pépi-

nière a fait ressortir que les symbiotes testés ont amélioré davantage la croissance juvénile des plants de *Leucaena leucocephala* préalablement élevés en sol fumigé qu'en sol non fumigé; ceci à l'exception de la souche de *G. vesiculiferum* associée ou non au *Rhizobium* TAL 1145, qui a produit le même effet chez les plants de *Leucaena leucocephala* préalablement élevés en sol non fumigé. De ce fait, la stérilisation du sol de pépinière permet de tirer le meilleur effet des biofertilisants (7,20), en l'absence de la microflore indigène constituée des bactéries, moisissures, nématodes, microarthropodes, protozoaires, etc... Cette fumigation inhibe aussi les maladies racinaires et les mauvaises herbes.

Pour une utilisation dans d'autres sites, les 2 espèces de champignons endomycorhiziens devront être sélectionnés en fonction de leur efficacité et de leur pouvoir compétiteur dans l'un ou l'autre conditionnement tellurique. Il se dégage de cette étude des systèmes symbiotiques qu'une bonne amorce de la vitesse de croissance végétative stimulée en pépinière constitue un atout majeur de bon développement sur le terrain de transplantation. Il est donc possible de stimuler la croissance de *L. leucocephala* par inoculation contrôlée avec des souches sélectionnées de champignons endomycorhiziens et des bactéries du genre *Rhizobium*. En effet, d'autres études ont montré que le *Leucaena leucocephala* est très dépendant des endomycorhizes pour sa croissance et qu'une inoculation avec des souches efficaces de champignons endomycorhiziens améliore la nutrition phosphatée indispensable pour la fixation biologique de l'azote par *Rhizobium* (9).

## 4. Remerciements

Nous voulons exprimer notre profonde reconnaissance au C.R.D.I. d'OTTAWA qui a subventionné ce travail de recherche dans le cadre du Projet Endomycorhizes n° 3 - P - 86 - 1031 - 02/1. Nos remerciements s'adressent aussi au Dr. A.M. Ba pour ses commentaires constructifs lors de la rédaction.

## Références bibliographiques

- Alexander M. 1982. Most probable number method for microbial populations. In: Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. part 2. 2nd ed. (Page, A.L., Miller, R.H. et Keeney, D.R. eds.). Agronomy Monograph n° 9. Madison, Wisconsin, ASA-SSSA 815-820.
- Bethlenfalvay G.J., Brown M.S. & Stafford A.E., 1985. *Glycine - Glomus - Rhizobium* Symbiosis. II. Antagonistic effects between mycorrhizal colonization and nodulation. *Plant Physiol.* **79** 1054-1058.
- Brewbaker J.L. 1987. *Leucaena*, a genus of multipurpose trees for tropical agroforestry. In: Agroforestry: a decade of development (Steppier H.A. et Nair P.K.R. eds.), Nairobi: ICRAF 289-323
- Brewbaker J.L. & Sorensson C.T., 1989. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. In: PROSEA: Plant resources of Southeast Asia (Westphal E. and Jansen P.C.M. eds.) Wageningen: CTA 172-175.
- Brewbaker J.L. 1989. *Leucaena*, l'arbre idéal existe-t-il? In: L'agroforesterie aujourd'hui (ICRAF, ed.) Nairobi: ICRAF **1** 4-7
- Dommergues Y.R., Dreyfus B., Diem H.G. & Dunoux E. 1985. Fixation de l'azote et agriculture tropicale. *La recherche.* **16**: 22-31
- Furian V., 1981. Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules. Cours de symbioses végétales. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval. 68 p.
- Gerdemann J.W. & Nicolson T.H., 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Britol. Mycol. soc.* **46**: 235-244.
- Habte M. & Manjunath. 1991. Categories of vesicular - arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza* **1** 3-12.
- Ishak Y.Z., El-Haddad M.E., Daft M.J., Ramadan E.M. & El-Demerdash M.E., 1986. Effect of seed inoculation, mycorrhizal infection and organic amendment on wheat growth. *Plant and soil* **90**: 373-382.
- Jalali B.L., 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhiza: current status. *Vistas in plant pathology*. (Varma A. & Verma J.P. eds). Malhotra Publishing House New Delhi 110064, India 437-450.
- Khana P.D., 1987. Utilisation des endomycorhizes à vésicules et arbuscules en milieu tropical: études préliminaires d'une application au Zaïre. Thèse de maîtrise, Faculté de Foresterie et géomatique Université Laval Québec. 81 p.

13. Khasa P.D., Furlan V. & Lumande K., 1990 a. Symbioses racinaires chez quelques essences forestières importantes au Zaïre. *Bois et Forêts des Tropiques*. **224**: 27-33.
14. Khasa P.D., Furlan V. & Fortin J.A., 1990 b. Effets de différentes espèces de champignons endomycorrhiziens sur la croissance de dix espèces de plantes tropicales au Zaïre. *Tropicultura*. **8**,4: 159-164.
15. Khasa P.D., Furlan V. & Fortin J.A., 1992. Response of some tropical plant species to endomycorrhizal fungi under field conditions. *Trop. Agric.* **69**, 3: 279-283.
16. Koske R.E. & Gemma J.N., 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* **92**, 4: 486-505.
17. Le Tacon F., 1986. Les mycorrhizes: une coopération entre les plantes et champignons. *La Recherche*. **16**: 624-632.
18. Malele M., 1991. Contribution à la remise en valeur des terres dégradées de la Zone périurbaine de Kinshasa par un système agroforestier. Thèse de maîtrise, Faculté de Foresterie et Géomatique, Université Laval, Québec. 206 p.
19. Manjunath A., Bagyaraj D.J. & Gopala Gowda H.S., 1984. Dual inoculation with VA mycorrhiza and *Rhizobium* is beneficial to *Leucaena*. *Plant and Soil*. **78**: 445-448.
20. Menge J.A., Lembricht H. & Johnson E.L.V., 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in *Citrus* nurseries. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. **1**: 129-132.
21. Menge J.A., Davis R.M., Johnson E.L.V. & Zentmeyer G.A., 1978. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. *Calif. Agric.* **32**: 6-7.
22. Mosse B., 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Research Bulletin 194, Hawai'i Institute of Tropical Agriculture and Human resources. 82 p.
23. Sierving E., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical cooperation, Gmbh, Germany, 371 p.
24. Somasergaran E. & Hoben H.J., 1985. Methods in legume-*Rhizobium* technology. 367 p.
25. St. John T.V. & Coleman D.C., 1983. The role of mycorrhizae in plant ecology. *Can. J. Bot.* **61**: 1005-1014.
26. Steel R.G.D. & Torrie J.H., 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2nd edition. Mc Graw - Hill. 633 p.

B. Bulakali: Zaïrois. Ingénieur en sciences agronomiques, professeur assistant au département de biologie de l'Université de Kinshasa.

P.D. Khasa: Zaïrois. Maître es Sciences, étudiant au doctorat en Sciences forestières à l'Université Laval, Ste-Foy, Québec.

N. Luyindula: Zaïrois. Docteur en Sciences botaniques, chercheur scientifique au centre régional de l'énergie nucléaire - Kinshasa.

## THANKS

All those who have contributed to keep the high quality of TROPICULTURA in one way or the other, deserve my warmest thanks on this tenth anniversary. Their names ought to be mentioned as following:

Roger BOUTERS (UG)†, Guy CHAUVAUX (Agri-Overseas), José DEGAND (UCL), André DELIRE (AGCD), Marie-José DESMET (Agri-Overseas), Jacques FROMENT (FSA Gx), Pasteur KAGERUKA (IMT), Jean LEJOLY (ULB), Pascal LEROY (ULg), Fernand LOMBA (ULg), Jean Claude MICHA (FNP Namur), Jos MORTELMANS (IMT), Eugène NYS (AGCD), Chris PELERENTS (UG), Michèle PETRY (AGCD), Christian REIZER (FUL), Luc SAS (ABOS), Rony SWENNEN (KUL), Eric THYS (Agri-Overseas), Patrick VAN DAMME (UG), Jean VANDERVEKEN (FSA Gx), Jef VERCRUYSSSE (UG), Michel VERHOYEN (UCL), Jacques WOUTERS (ULB).

Jacques Hardouin  
Scientific coordinator