



Effet des différentes doses du sable et du terreau sur la mycorhization et la croissance de *Landolphia heudelotii* (A.DC.) dans des conditions semi-contrôlées en pépinière

Paul Diouf¹, Siré Diedhiou¹, Arfang O.K. Goudiaby*¹, Dioumacor. FALL², Daouda. NGOM³, Mariama Dalanda Diallo⁴, Ibrahima Ndoye³

⁽¹⁾Université Assane Seck de Ziguinchor. Département d'Agroforesterie. BP. 523 Ziguinchor (Sénégal). E-mail: goudiabyarfang@gmail.com.

⁽²⁾Institut Sénégalaise de Recherches Agricoles. BP. 3120 Dakar (Sénégal)

⁽³⁾Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Département de Biologie Végétale. BP. 5005 Dakar (Sénégal)

⁽⁴⁾ Université Gaston Berger de Saint-Louis. UFR Sciences Agronomiques de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires. BP. 234 Saint-Louis (Sénégal).

Reçu le 31 octobre 2019, accepté le 20 novembre 2019

RESUME

Description du sujet : En vue d'évaluer la mycorhization et la croissance de *Landolphia heudelotii*, une étude a été réalisée au Centre de Recherches Agricoles (CRA) de Djibélor (Région de Ziguinchor) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), du 28 avril au 28 novembre 2016. En effet, *L. heudelotii* est une espèce fruitière sauvage buissonnante surexploitée pour ses fruits mais aussi pour le caoutchouc ; elle constitue une source alimentaire et économique non négligeable pour les populations de l'Afrique de l'Ouest.

Objectifs. L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration des conditions de domestication de *L. heudelotii* dans la région de Ziguinchor au Sénégal. Spécifiquement, l'étude vise à déterminer l'effet de différentes doses du sable et du terreau sur la croissance et la mycorhization de *L. heudelotii* en pépinière.

Méthodes. Les graines de *L. heudelotii* provenant du Sud-ouest de la Basse Casamance (zone de Cabrousse) ont été utilisées. Le dispositif expérimental appliqué était le plan en blocs complets randomisés avec cinq traitements répétés cinq fois. Il était composé de cinq blocs de huit gaines par type de substrat, mis en place de façon aléatoire pour un total de 200 unités soit 5 x 8 x 5. Les graines de *L. heudelotii* (Provenance Cabrousse) ont été semées dans les sachets en polyéthylène de dimensions de 24,5 x 15 cm contenant les différents substrats (sable, terreau, sable + terreau). Le champignon ectomycorhizien (*Rhizophagus irregularis*) a été inoculé sur les cinq traitements suivants : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable + 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable). Les paramètres évalués sont l'intensité de mycorhization, la densité des spores et les variables de croissances de la plante.

Résultats. L'intensité de mycorhization obtenue au niveau des traitements T1 (24,5 %), T3 (26,2 %) et T5 (25,2 %) était significativement différente de celle observée chez T4 (14,8 %). La meilleure croissance en hauteur a été obtenue chez les plantes soumises au traitement T1 (18,2 cm). Le plus grand diamètre au collet a été enregistré chez les plants cultivés sur les parcelles traitées avec T1 (0,29 cm), suivi du T3 (0,27 cm).

Conclusion. Les résultats obtenus ont montré de façon globale que la croissance des plants varie en fonction des traitements appliqués. Le plus grand développement végétatif (diamètre et hauteur) a été observé chez T1. Des essais de provenances, d'inoculations mycorhiziennes avec des souches efficaces et de fertilisation en vue d'évaluer l'effet combiné de ces deux traitements sur la croissance et la productivité de *L. heudelotii* sont cependant nécessaires.

Mots clés: *Landolphia heudelotii*, sable, sciure de bois, mycorhization, croissance

ABSTRACT

Effect of different doses of sand and potting soil on mycorrhization and growth of *Landolphia heudelotii* (A.DC.) under semi-controlled nursery conditions

Description of the subject. In order to evaluate the mycorrhization and growth of *Landolphia heudelotii*, a study was carried out at the Agricultural Research Centre (CRA) of Djibélor (Ziguinchor Region) of the Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), from 28 April to 28 November 2016. Indeed, *L. heudelotii* is a wild

fruit species that is overexploited for its fruits but also for rubber; it is a significant food and economic source for the populations of West Africa.

Objectives. The general objective of this study is to contribute to the improvement of the domestication conditions of *L. heudelotii* in the Ziguinchor region of Senegal. Specifically, the study aims to determine the effect of different doses of sand and potting soil on the growth and mycorrhization of *L. heudelotii* in the nursery.

Methods. Seeds of *L. heudelotii* from the southwestern part of Lower Casamance (Cabrousse area) were used. The experimental design applied was the randomized complete block design with five treatments repeated five times. It consisted of five blocks of eight sheaths per type of substrate, set up randomly for a total of 200 units or 5 x 8 x 5. The seeds of *L. heudelotii* were sown in polyethylene bags measuring 24.5 x 15 cm containing the different substrates (sand, compost, sand + soil). The ectomycorrhizal fungus (*Rhizophagus irregularis*) was inoculated on the following five treatments: T1 (0.85 kg of sand + 0.85 kg of soil), T2 (0.57 kg of sand + 1.13 kg of soil), T3 (1.13 kg of sand + 0.57 kg of soil), T4 (1.7 kg of soil) and T5 (1.7 kg of sand). The parameters evaluated are mycorrhization intensity, spore density and plant growth variables.

Results. The mycorrhization intensity obtained at the T1 (24.5%), T3 (26.2%) and T5 (25.2%) treatment levels was significantly different from that observed at T4 (14.8%). The best height growth was obtained in plants treated with T1 treatment (18.2 cm). The largest collar diameter was recorded in plants grown on plots treated with T1 (0.29 cm), followed by T3 (0.27 cm).

Conclusion. The results obtained showed that the growth of the plants varies according to the treatments applied. The greatest vegetative development (diameter and height) was observed in T1. However, trials of provenances, mycorrhizal inoculations with effective strains and fertilization are needed to evaluate the combined effect of these two treatments on the growth and productivity of *L. heudelotii*.

Keywords: *Landolphia heudelotii*, sand, sawdust, mycorrhization, growth

1. INTRODUCTION

Au Sénégal, 46,7 % de la population vivent en dessous du seuil de pauvreté (ANSD, 2013). En milieu rural, où cette situation est plus accentuée, les populations développent deux activités majeures : l'agriculture (dans un contexte de faible mécanisation) et l'exploitation des ressources forestières. Avec le déficit pluviométrique et la perte de surfaces arables entraînant la baisse des productions agricoles, ces populations s'orientent vers l'exploitation et la commercialisation des produits et sous-produits forestiers. En Casamance, les produits de cueillette constituent pour de nombreux ménages, une source de revenus monétaires non négligeable notamment en période de soudure. D'après Badiane (1996), ces produits assurent une stabilité économique des ménages. La récolte et le conditionnement des fruits sauvages constituent une valeur marchande et socioculturelle appréciable (Diaw, 2009). Parmi ces fruitiers sauvages, *Landolphia heudelotii* (« toll ») est très apprécié du fait de son utilisation non seulement dans l'alimentation des populations mais aussi dans la production de caoutchouc qui lui confère une valeur économique considérable.

Landolphia heudelotii, du fait de sa forte demande sur les marchés local et national, fait l'objet d'une surexploitation. Avec l'état actuel des forêts, marqué par des tendances régressives dues aux pressions anthropiques et dans une certaine mesure aux aléas climatiques, cette espèce forestière est en voie de disparition (PADEC, 2012). Cette situation pourrait s'expliquer par la dégradation des écosystèmes forestiers et la faiblesse du taux de régénération naturelle, corollaires aux modes

d'exploitation anarchiques de ce produit forestier. En effet, des programmes des aménagements forestiers, à caractère « production de bois d'œuvre », ont longtemps été élaborés mais sans prendre en compte des lianes (Diallo, 2002).

L'enjeu que présente cette espèce fruitière sauvage s'est traduit de nos jours par l'émergence de programmes axés sur sa domestication, et la mychorization de *L. heudolotii* pourrait être bénéfique pour ces programmes. La mycorrhization augmente de manière significative l'absorption en phosphore et en micronutriments des plantes (Jamaluddin, 2006). L'inoculation mycorrhizienne permettrait un bon développement des plantes à la suite de l'absorption de l'eau et des éléments minéraux essentiels par les racines mycorrhizées (Sanders et Tinker, 1971 ; Vestberg, 1992). Cependant, il existe peu de travaux sur cette espèce orientés vers la domestication et plus particulièrement sur l'amélioration des conditions de croissance en pépinière.

Dans un tel contexte, la connaissance du type de substrat favorable au développement de l'espèce devrait constituer une solution pour la domestication de la plante. Ainsi, pour mieux assurer la régénération de cette espèce, il apparaît nécessaire de bien caractériser les conditions de germination et de croissance en pépinière. C'est dans cette optique que cette étude a été réalisée en vue de contribuer à l'amélioration des conditions de domestication de *L. heudelotii* dans la région de Ziguinchor au Sénégal. Spécifiquement, l'étude vise à déterminer l'effet des différentes doses du sable et du terreau sur la croissance et la mycorrhization de *L. heudelotii* en pépinière.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Caractérisation de la zone d'étude

L'étude a été menée (du 28 avril au 28 novembre 2016) à la station expérimentale du Centre de Recherches Agricoles (CRA) de Djibélor (Région de Ziguinchor) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Entre 1985 et 2016, la pluviométrie moyenne annuelle était de 1054 mm (Ndiaye *et al.*, 2019). La température moyenne diurne annuelle tourne autour de 32 °C. La sécheresse domine le reste de l'année (Diaw, 2009). Une surface de 96 m² (12 m x 8 m) a été délimitée pour la réalisation de la pépinière.

2.2. Matériel végétal

Les graines de *L. heudelotii* provenant du Sud-ouest de la Basse Casamance (zone de Cabrousse) ont été utilisées. Après l'extraction des fruits et leur malaxation avec de l'eau pour enlever le maximum de pulpe, les graines ont été conservées à la température ambiante (25 °C) pendant trois (3) jours.

2.3. Champignon mycorhizien à arbuscule et production d'inoculum

Le champignon ectomycorhizien (*Rhizophagus irregularis* Blaszk., Wubet, Renker & Buscot) C.Walker & A.Schüssler) a été inoculé sur les cinq traitements suivants : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg

de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable).

L'inoculum, composé de fragments d'hyphes, de spores et de racines, a été fourni par le Laboratoire Commun de Microbiologie de Dakar. Cet inoculum a été produit en cultivant des plants de tomates avec la souche originale pendant trois mois. Les racines colonisées ont été prélevées, coupées en petits fragments mélangés avec le substrat de culture et séchées à l'air (Ba *et al.*, 2001).

2.4. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental appliqué était le plan en blocs complets randomisés avec cinq traitements répétés cinq fois. Dans chaque bloc, huit gaines ont été semées par traitement. Les graines de *L. heudelotii* (Provenance Cabrousse) ont été semées aux écartements de 24,5 cm x 15 cm. Les caractéristiques physico-chimiques de ces traitements (substrats) sont présentées dans le tableau 1.

Un colorant rouge à base de fuchsine et de glycérol a été ajouté dans les flacons contenant les racines puis chauffé à 115 °C pendant 3 minutes. Le colorant rouge a permis de mettre en évidence les vésicules, les arbuscules et les hyphes des champignons lors de l'observation au microscope. Les racines sont

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques des différents substrats

Caractéristiques	Substrats				
	T1	T2	T3	T4	T5
Argiles (%)	3,45	4,90	2,0	8,75	0,70
Limons (%)	4,35	6,65	2,30	13,40	0,70
Sables fin (%)	1,45	2,0	2,65	3,50	0,95
Sables moyens (%)	43,25	42,35	43,25	40,20	54,10
Sables grossiers (%)	47,50	44,10	49,80	34,15	43,55
Carbone total (%)	12,13	17,27	7,92	35,53	2,0
Azote Total (%)	1,38	1,45	0,45	1,98	0,21
P Assimilable (ppm)	49,47	44,42	47,45	57,04	39,88
Texture	Sablonneuse	Sablo-limonneuse	Sablonneuse	Sablo-limonneuse	Sablonneuse

*Classification Triangle de la texture USDA

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable).

Après trois semaines de culture, les plants ont été inoculés avec 20 g d'inoculum mycorhizien. Les plants ont été arrosés à la même fréquence (1 fois par jour à la capacité au champ) journalière et maintenus en pépinière pendant quatre mois.

2.5. Paramètres étudiés

Intensité et fréquence de mycorhization

La coloration des racines a été faite selon la méthode de Philips et Haymand (1970). Les racines ont été placées dans des flacons contenant une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10 % puis chauffées à 115 °C pendant 10 minutes. Après rinçage à l'eau, les racines ont été acidifiées avec de l'acide chlorhydrique (HCl) à 1 % et agitées pendant 4 minutes puis de nouveau rincées.

prélevées, découpées en fragments de 1 cm et placées entre la lame et la lamelle (20 fragments par lame), ont été observées au microscope photonique (G x 400). La fréquence (F) et l'intensité (I) de mycorhization ont été calculées selon la formule de Wu (2008) :

$$F(\%) = \frac{\text{nombre de racines mycorhizées}}{\text{nombre total des racines}} * 100$$

$$I(\%) = \frac{\text{longueur des racines infectées}}{\text{longueur totale des racines}} * 100$$

Densité des spores mycorhiziens

La densité des spores a été déterminée au 2^{ème} et 4^{ème} mois de culture. Les spores ont été extraites selon la méthode de Daniels et Skipper (1982). Pour chaque échantillon, 100 g de sol frais ont été prélevés et placés dans un Erlenmeyer contenant 400 ml d'eau. Le contenu a été agité pendant une minute, puis laissé décanter pendant 15 minutes. Le surnageant a été versé à travers une série de deux tamis de mailles décroissantes de 710 µm et 75 µm. Les sédiments retenus par le tamis de 75 µm ont été transférés dans des tubes contenant de l'eau puis centrifugés à 1700 tours/mn à température ambiante pendant 5 minutes. Le surnageant a été versé et les tubes ont été remplis de saccharose à 50 % et centrifugés à nouveau pendant 15 secondes. Le surnageant est recueilli sur un tamis de 45 µm à l'aide de jets d'eau. Le contenu a été ensuite transféré dans une boîte de pétri pour l'observation et le dénombrement des spores à l'aide d'une loupe binoculaire.

Croissance des plants

La dynamique d'apparition des feuilles, la hauteur et le diamètre au collet ont été évalués tous les 30 jours pendant une durée maximale de 120 jours (4 mois). Après quatre mois de culture, les plants sont collectés et les biomasses aérienne et racinaire ont été déterminées.

2.5. Analyse statistique

Les données ont été traitées avec le tableur Excel et le logiciel XLSTAT. Les données relatives à la hauteur, au diamètre au collet des plants, à la biomasse, à la densité des spores, à la fréquence et à l'intensité de mycorhization ont été soumises à une analyse de variance. Le test de Fischer à 5 % (Bationo, 1995) a été utilisé pour la signification des moyennes.

3. RÉSULTATS

3.1. Effet des traitements sur la mycorhization des plants en pépinière

La fréquence, l'intensité de mycorhization de *L. heudelotii* et la densité des spores en fonction du temps et des traitements sont présentées dans le tableau 2. Après deux mois de culture, la fréquence et l'intensité de mycorhization ont été statistiquement les mêmes pour tous les traitements ($p > 0.05$; Tableau 2). La densité de spores a été significativement plus élevée chez T3 (28 spores/substrat) comparativement au T1 (2 spores.) ($p < 0.05$).

Tableau 2. Fréquence, intensité de mycorhization de *L. heudelotii* et densité des spores en fonction du temps et du substrat

	2 mois			4 mois		
	F (%)	I (%)	Densité Spores (spores/substrat)	F (%)	I (%)	Densité Spores (spores/substrat)
T1	78,2a*	17,0a	8,0 ab	90,0a	24,5b	4,0a
T2	79,1a	15,8a	9,0 ab	90,0a	21,0ab	6,0a
T3	91,4a	23,5a	28,0 b	95,0a	26,2b	14,0a
T4	80,0a	18,3a	18,0 ab	88,3a	14,8a	9,0a
T5	81,4a	14,5a	2,0a	88,3a	25,2b	7,0a

*Les valeurs d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de Fisher, seuil de 5 %).

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable); I: intensité de mycorhization; F: fréquence de mycorhization

La densité de spores des différents traitements diminue avec la durée de l'expérimentation à l'exception de T5 où la densité est passée de 2 à 7 spores/100 g de sol. Concernant l'intensité de mycorhization, elle était significativement moins élevée pour le T4 (14,8 %) par rapport aux autres traitements T1 (24,5 %), T3 (26,2%) et T5 (25,2%) (Tableau 2). Hormis T4 où l'intensité de mycorhization a baissé de 18,3 % à 14,8 %, elle a en effet augmenté en fonction du temps pour tous les autres traitements.

Après quatre mois de culture, il n'y a pas eu de différences significatives ni pour la fréquence de mycorhization moins encore pour la densité des spores quel que soit le traitement ($p > 0.05$).

3.2. Effet des traitements sur la croissance des plants en pépinière

Dynamique d'apparition des feuilles

Les premières feuilles ont apparu 21 jours après le semis (JAS) pour tous les traitements. Les troisième et quatrième feuilles sont apparues après 36 JAS pour les traitements T1, T2, T3 et T4, et après 41 JAS pour le traitement T5. En effet, les cinquième et sixième feuilles ont fait leur apparition 65 JAS pour tous les traitements à l'exception de T5 (Fig. 2).

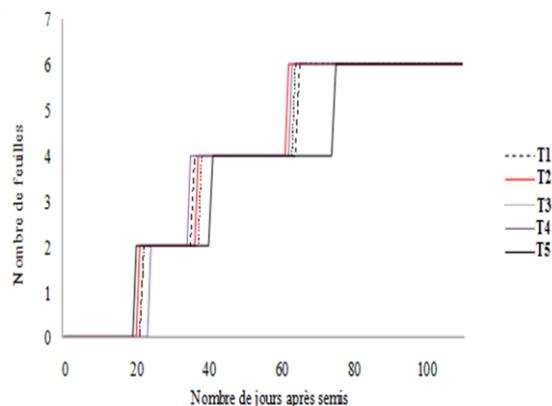
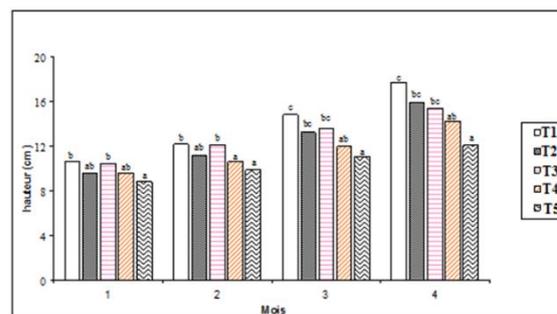


Figure 2. Nombre de feuilles par plants de *L. heudelotii* en fonction du temps et des traitements.

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable).

Hauteur des plants

Un mois après le semis, seuls les plants cultivés sur les parcelles ayant reçu les traitements T1 et T3 ont montré une hauteur significativement plus élevée que les plants de T5 (Fig. 3). Après deux mois de culture, les traitements T1 et T3 ont donné des plants avec une hauteur significativement plus élevée que les plantes de T4 et T5. Trois mois après le semis, le traitement T1 a influencé significativement la hauteur des plants (15,5 cm) par rapport aux traitements T4 (10,5 cm) et T5 (10,2 cm). Par ailleurs, les plants traités avec T5 ont présenté une taille plus petite que ceux de T2 (14,5 cm) et T3 (14,7 cm). La même tendance a été observée au 4^{ème} mois. En effet, les plants soumis au traitement T1 (18,2 cm) ont montré une taille différente par rapport à d'autres traitements.



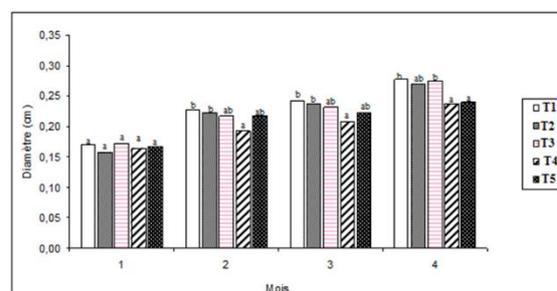
Pour chaque mois, les barres présentant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher au seuil de 5 %.

Figure 3. Hauteur des plants de *L. heudelotii* en fonction des traitements

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable).

Diamètre au collet des plants

Deux et trois mois après le semis, les plants de T4 (0,18 cm) ont montré un diamètre au collet significativement inférieur à ceux de T1 (0,24 cm) et T2 (0,23 cm). Après quatre mois de culture, le diamètre au collet des plants cultivés avec T1 (0,29 cm) et T3 (0,27 cm) a été significativement plus élevé que celui des plants cultivés avec T4 (0,21 cm) et T5 (0,21 cm). Le plus grand diamètre au collet a été noté chez les plants cultivés avec T1 (0,29 cm) suivi de T3 (0,27 cm).



Pour chaque mois, les barres présentant la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher au seuil de 5 %.

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable).

Figure 4. Diamètre des plants de *L. heudelotii* en fonction du temps et des traitements

Biomasses aérienne et racinaire

Il ressort du tableau 3 que la biomasse aérienne des plants cultivés avec T3 (11,02 g), S4 (09,57 g) et T5 (09,53 g) a été significativement moins élevée que celles des plants cultivés avec T1 (29,10 g) et T2 (27,36 g). Pour la biomasse racinaire, elle est significativement plus importante chez les plants cultivés avec T3 (24,05g). Les biomasses racinaires les plus faibles, statistiquement, ont été observées chez les traitements T2 (05,19 g) et T4 (03,01 g).

Tableau 3. Biomasses aérienne et racinaire après quatre mois de culture en fonction des traitements

Traitement	<i>L. heudelotii</i>	
	Biomasse aérienne (g)	Biomasse racinaire (g)
T1	29,10 c*	8,87 b
T2	27,36 c	5,19 a
T3	11,02 b	24,05 c
T4	9,57 ab	3,01 a
T5	9,53 ab	8,68 b

* Les valeurs d'une même colonne, suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de Fisher, seuil 5%).

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable). Pour la biomasse racinaire, elle a été significativement plus importante chez les plants cultivés avec T3 (24,05g). Les biomasses racinaires les plus faibles, statistiquement, ont été obtenues au niveau des traitements T2 (5,19 g) et T4 (3,01 g).

3.4. Corrélation entre les variables évaluées et les différents traitements

L'ACP a montré une corrélation positive entre la hauteur, le diamètre et la biomasse aérienne sèche (Fig. 5). La répartition des variables et des différents traitements, permet de distinguer deux (02) groupes de traitements. Le groupe A, en abscisse positive, constitué par les traitements T1, T2 et le T3. Ces traitements ont influencé fortement les variables étudiées. Les traitements T3 et le T1 ont plus influencé la hauteur, le diamètre au collet des plants et l'intensité de mycorhization. Le second groupe (B) se situe en abscisse négative et est formé par les traitements T4 et T5. Ces traitements ont, par contre eu une influence très faible sur la hauteur, le diamètre au collet, l'intensité de mycorhization et la biomasse des plants.

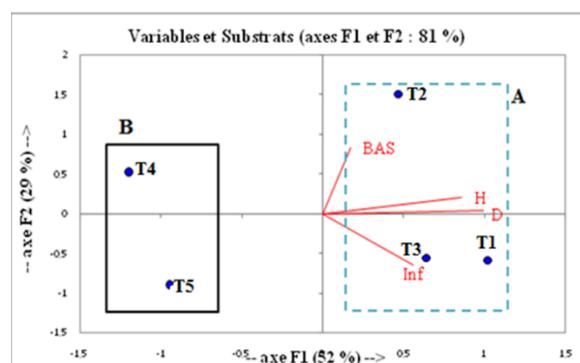


Figure 5. Matrice de corrélation entre les variables évaluées

Légende : T1 (0,85 kg de sable + 0,85 kg de terreau), T2 (0,57 kg sable + 1,13 kg terreau), T3 (1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau), T4 (1,7 kg de terreau) et T5 (1,7 kg de sable);

Inf. : infection endomycorhizienne ; D : diamètre au collet ; H : hauteur ; BAS : biomasse aérienne sèche.

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que quel que soit le traitement appliqué, la fréquence de mycorhization des plants de *L. heudelotii* est supérieure à 77,5 %. Par contre, l'intensité de mycorhization est très faible, inférieure à 30 % sur l'ensemble des traitements. Cette faible infection s'explique d'une part par la faible dépendance mycorhizienne de l'espèce. Ba et al. (2001) ont montré que *L. heudelotii* avait une faible dépendance mycorhizienne en particulier vis-à-vis de *Glomus aggregatum* et *G. intraradices*. D'autre part, cette faible infection peut être due aux caractéristiques physico-chimiques des substrats. Il convient de rappeler que le rôle principal des champignons mycorhiziens est de permettre à la plante hôte de pouvoir absorber le phosphore du sol en cas de déficit (Hayman, 1983).

L'ACP a montré que les traitements T3 et T5 influencent fortement la mycorhization. En d'autres mots, l'intensité de mycorhization des racines des plants cultivés sur T3 et T5 est plus élevée. D'après les analyses chimiques, ces traitements (substrats) ont un taux de phosphore relativement inférieur aux autres traitements. En plus, les teneurs en azote (N) de ces traitements (substrats) sont les plus faibles avec respectivement 0,45 et 0,2 %. En effet, la mycorhization est fonction de la teneur en éléments nutritifs dans le sol. Garbaye et al. (1988) soutiennent que les sols fertiles sont défavorables à l'établissement de la symbiose mycorhizienne. La concentration élevée de certains éléments nutritifs induit souvent une diminution du taux de mycorhization (Pierart., 2012). De même, des observations dans les écosystèmes naturels révèlent que les plantes mycorhizées sont moins abondantes que celles non mycorhizées dans les sols soumis à un lessivage intense (Pierart., 2012), et que l'érosion entraîne la diminution des propagules des champignons mycorhiziens (Brundrett, 1991). La densité de spores observée dans les substrats indique de même un potentiel infectieux très faible. Cependant, certains pensent que l'établissement de la symbiose mycorhizienne est souvent entravé lorsque le sol est fertile (Schreiner et al., 2010). Néanmoins, Laminou et al., (2009), Jiménez-Moreno et al. (2018), et Gaston et al. (2017) ont montré qu'il n'y avait pas de corrélation entre l'intensité mycorhizienne et les propriétés physico-chimiques du sol.

Les résultats indiquent aussi que les plants les plus mycorhizés sont ceux cultivés sur les substrats (traitements) les moins riches en éléments nutritifs. Cependant, les travaux de Dahiratou (1994) ont montré qu'il n'y a pas de corrélation entre l'intensité

de mycorhization et les propriétés physico-chimiques du sol (Campanella *et al.*, 2009). Les études menées par Campanella *et al.* (2009) ont indiqué, par ailleurs que la faiblesse d'une infection mycorhizienne peut s'expliquer par l'utilisation d'un sol très pauvre en N, P et K. Chen *et al.* (2017) ont montré que des résultats similaires ont été rapportés avec une colonisation mycorhizienne plus élevée à une faible concentration de P qu'à une forte concentration de P pour les semis de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.

L'analyse de variance sur la hauteur, le diamètre et les biomasses aérienne et racinaire des *L. heudelotii* révèle une différence significative des moyennes. Ces résultats permettent de constater l'effet du traitement (substrat) sur les paramètres de croissance de cette espèce. La meilleure croissance de *L. heudelotii* a été obtenue chez T1 et T3. Ces substrats sont caractérisés par un pourcentage élevé en sable. En effet, les substrats à texture sableuse permettraient une meilleure croissance de l'espèce. Cependant, quand la teneur en sable dépasse 95 %, la croissance est réduite comme c'est le cas pour le traitement T5 qui devient alors très pauvre en éléments nutritifs. A la lecture des éléments nutritifs du sol, les teneurs en azote (N) (0,21 %), en carbone (C) et en phosphore (P) (39,88 ppm) sont considérées comme faibles pour le traitement T5 ; ce qui ne peut pas favoriser un bon développement des plants. Ces résultats corroborent les recherches de Berhaut (1967), qui ont montré que *L. heudelotii* se développe mieux sur des sols sableux et cuirassés.

L'effet du traitement est plus marqué sur la hauteur que sur le diamètre des plants. Ce phénomène est caractéristique des lianes. En effet, des études effectuées par Hetrick *et al.* (1992) dans le Parc National de Niokolo koba au Sénégal (PNNK), ont montré *S. senegalensis* produit des rameaux longs mais de faible diamètre. Cela leur permettrait de croître rapidement et de profiter au maximum de leur support.

Par ailleurs, l'ACP a montré qu'il n'y a pas de corrélation positive entre l'intensité de mycorhization et la croissance aérienne des plants. Ce phénomène pourrait être dû à la faible intensité de mycorhization et/ou la non-efficacité des champignons endomycorhiziens. En effet, Traoré (2000) a indiqué que la croissance des plants n'est pas forcément liée au degré de colonisation de leurs racines par des champignons mycorhiziens (Berhaut, 1967).

5. CONCLUSION

L'amélioration des conditions de domestication de *L. heudelotii* dans la région de Ziguinchor au Sénégal est d'une importance pour les populations qui dépendent de cette ressource. L'application de

1,13 kg sable+ 0,57 kg terreau (T3) a permis d'améliorer l'intensité de mycorhization. Les résultats ont également montré que la croissance (hauteur, diamètre au collet, biomasses,...) des plants varie en fonction des traitements appliqués. Effet, *Landolphia heudelotii* s'est mieux développé sur le substrat sableux. Les informations obtenues dans cette étude peuvent aider les forestiers dans la mise en œuvre des politiques de domestication de cette espèce.

Une meilleure exploitation de *L. heudelotii* devrait faciliter et sécuriser leur utilisation alimentaire par les populations rurales qui y tirent une partie de leurs besoins en nourriture. Des essais de provenances, d'inoculations mycorhiziennes avec des souches efficaces et de fertilisation en vue d'évaluer l'effet combiné de ces deux traitements sur la croissance et la productivité de *L. heudelotii* sont cependant nécessaires.

Références

- ANSD., 2013. *Rapport sur la deuxième enquête de suivi sur la pauvreté au Sénégal (ESPS-II 2011)*, 177 p.
- Ba A., Diallo I., Duponnois R., Danthu P., Guissou T., Sanon K., Sacko O. & Plenchette C., 2001.- Utilisation des phosphates naturels par des jujubiers mycorhizés. *Enregistrement scientifique*, n° : 943 Symposium n° : 10. 6 p.
- Badiane S., 1996. *Propositions d'action de recherche sur la jachère en Basse et Moyenne Casamance*, 45 p.
- Bationo B., 1995. *Contribution à l'étude de quelques espèces ligneuses locales en semis direct dans la zone nord de la sissili (Département de POUNT)*. Mémoire de DEA université d'Ouagadougou. 70 p.
- Berhaut, J., 1967. *Flore du Sénégal*. 2^{me} Edition, Clairafrique, Dakar. 485 p.
- Brundrett M., 1991. Mycorrhizas in Natural Ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 21, 171-313.
- Campanella B., Laminou MO., Ibrahim D., & Paul R., 2009. Effets de l'inoculation mycorhizienne du substrat sur la croissance et la résistance au stress hydrique de cinq espèces fixatrices de dunes : *Acacia raddiana* Savi ; *Acacia nilotica* (L.) Willd. Ex Del. var. *adansonii* ; *Acacia senegal* (L.) Willd; *Prosopis chilensis* Stunz et *Bauhinia rufescens* Lam. *Geo-Eco-Trop.*, 33, 115-124.
- Chen W., J. Li H., Zhu P., Xu J., Chen Q., & Yao Q., 2017. The differential and interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungus and phosphorus on the lateral root formation in *Poncirus trifoliata* (L.). *Sci. Hort.*, 217, 258-265. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.008>.
- Dahiratou I., 1994. *Contribution à l'étude de l'endomycorhization vesiculo-arbusculaire (MVA) de quelques spermatophytes salinées*. Thèse de doctorat. Université de Mons Hainaut. 98 p.
- Diallo I., 2002. *Etude de la biologie de la reproduction et de la variabilité génétique chez le jujubier (Ziziphus*

mauritiana Lam.). Thèse doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 84 p.

Daniels B. A., & Skipper H.D., 1982.- Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil: Methods and principales of mycorrhizal research, Ed. SCHENK, N. C. *American Phytological Soc.*, 37- 45.

Diaw D., 2009. *Contribution à l'élaboration du 4ème plan d'aménagement de la forêt classée de Djibélor et analyse de l'environnement humain dans la perspective d'une gestion élargie aux populations locales*. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 124 p.

Garbaye J., Lainez J., & Le Tacon F., 1988.- Survie, croissance et mycorrhization après plantation de plants de hêtre produits sur tourbe fertilisée. *Revue forestière française*, 1, 27-34.

Gaston S., Dahiratou I. D., Moussa B. & Fatondji, D., 2017. Impact of previous legumes on millet mycorrhization and yields in sandy soil of West African Sahel. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 8 (10), 164-189. <http://dx.doi.org/10.5897/JSSEM2017.0647>.

Hayman D.S., 1983. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. *Can. J. Bot.*, 61, 944-963.

Hetrick B.A.D., Wilson G.W.T., Cox T.S., 1992. Mycorrhizal dependence of modern wheat cultivars, landraces, and ancestors. *Can. J. Bot.*, 70, 2032-2040.

Jamaluddin A.K.S., 2006. Studies on Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with *Jatropha curcas* L. *Mycorrhiza News*, 18, (3), 12-14.

Jiménez-Moreno M.J., del Carmen Moreno-Márquez M., Moreno-Álías I., Rapoport H. & Fernández-Escobar R., 2018. Interaction between mycorrhization with *Glomus intraradices* and phosphorus in nursery olive plants. *Sci. Hort.-Amsterdam*, 233, 249-255. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.057>.

Laminou Manzo O., Ibrahim D., Campanella B. & Paul R., 2009. Effect of substrate mycorrhizal inoculation on the growth and tolerance of hydric stress of five sand fixing-species: *Acacia raddiana* Savi ; *Acacia nilotica* (L.) Willd. Ex Del. var. *adansonii* ; *Acacia senegal* (L.) Willd ; *Prosopis chilensis* Stunz. and *Bauhinia rufescens* Lam.. *Geo-Eco-Trop.*, 33, 115-124. <http://hdl.handle.net/2268/85151>.

Ndiaye A., Mbaye T., Ngom D., Ly MO. & Diouf D., 2019. Fonctionnement Hydrique du Baobab (*Adansonia digitata* L.) en Moyenne et Haute Casamance (Sénégal). *European Scientific Journal*, 15(3), 292-312.

PADEC, 2012. *Rapport final sur l'étude exploratoire du marché des produits forestiers non ligneux*, 37 p.

Philips J. M., & Hayman D.S., 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55, 158-161.

Pierart A., 2012. *Interactions entre mycorrhization, nutrition en phosphore et adaptation de la plante à la toxicité du nickel sur substrat ultramafique. Vers une optimisation de la Mycorrhization d'Alphitonia neocaledonica.*, version 1, 61 p.

Sanders F.E. & Tinker P.B., 1971. Mechanism of Absorption of Phosphate from Soil by Endogone Mycorrhizas. *Nature*, 232, 278-279.

Vestberg M., 1992. The Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Inoculation on the Growth and Root Colonization of Ten Strawberry Cultivars. *Agricultural Science in Finland*, 1, 527-535.

Schreiner R.P., 2010. Foliar sprays containing phosphorus (P) have minimal impact on 'Pinot noir' growth and P status, mycorrhizal colonization, and fruit quality. *Hort. Science*, 45(5), 815-821. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.5.815>.

TRAORE A., 2000. *Étude de la reproduction et du développement de Saba senegalensis (A. DC) Pichon au Sénégal*, 100 p.

Valentina C. & Bressonb L.M., 1992.- Morphology, genesis and classification of surface crusts in loamy and sandy soils. *Geoderma*, 55, 225-245.

Wu Q. S., XIAR & Zouy N., 2008. Improved soil structure and citrus growth after inoculation with there arbuscular mycorrhizal founqi underdrough stress. *European Journal of Soil Biology*, 44, 122-128.