

Effet de la mycorhization sur la croissance et le développement de *Jatropha curcas* L.

E.H.M. Leye^{1,2*}, M. Ndiaye², F. Ndiaye^{1,2}
B. Diallo¹, A.S. Sarr¹, M. Diouf³ et T. Diop²

¹ Laboratoire National de Recherche sur les Productions Végétales
Institut Sénégalais de Recherche Agricole, 'LNRPV/ISRA', Dakar, Sénégal

² Laboratoire de Biotechnologies des Champignons (LBC)
Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5005, Dakar-Fann, Sénégal

³ Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration
de l'Adaptation à la Sécheresse, 'CERAAS', Dakar, Sénégal

(reçu le 26 Avril 2009 – accepté le 21 Juin 2009)

Résumé - *Jatropha curcas* L. est une espèce très importante dans le programme Biocarburant du Sénégal. Une expérience a été menée pour étudier l'effet de la mycorhization arbusculaire sur différentes provenances de *Jatropha curcas* L. appartenant à la collection de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole. L'essai conduit en serre a été complètement randomisé avec deux facteurs: la provenance à sept niveaux ('Keur Séga', 'Nioro', 'Thiès', 'Brésil', 'Ghana', 'Inde' et 'République Dominicaine') et l'inoculation à six niveaux (*Glomus mosseae* (Gm), *G. aggregatum* (Ga), *G. intraradices* (Gi), *G. fasciculatum* (Gf), G spp. (Gm+Ga+Gi+Gf) et le Témoin). Les résultats indiquent après quatre mois de culture, que l'inoculation avec les champignons mycorhiziens augmente de manière significative la croissance des plants de *Jatropha curcas* L. Nous avons aussi noté que les biomasses racinaires et aériennes ont été nettement améliorées avec des valeurs atteignant parfois le double des témoins. L'analyse minérale a montré un taux plus élevé de la concentration en phosphore et des micronutriments, tels que l'azote et le potassium.

Abstract - *Jatropha curcas* L. is a very important species in the Program Biofuel of Senegal. An experiment was conducted to study the effect of arbuscular mycorrhization on different Provinces of *Jatropha curcas* L. belonging to the collection of ISRA. The test conducted in greenhouse was completely randomized with two factors: The variety at 7 levels and the inoculation at 6 levels (*Glomus mosseae* (Gm), *G. aggregatum* (Ga), *G. intraradices* (Gi), *G. fasciculatum* (Gf), G spp. (Gm+Ga+Gi+Gf) and the Control). The results indicate 4 months after planting, inoculation with mycorrhizal fungi significantly increases the growth of seedlings of *Jatropha curcas* L. We also noted biomass were significantly improved with values sometimes double the values of controls. The mineral analysis showed a higher concentration of phosphorus and micronutrients such as nitrogen and potassium.

Mots clés: *Jatropha curcas* L. - Champignon mycorhizien arbusculaire - Croissance - Biomasse - Nutrition minérale.

1. INTRODUCTION

Jatropha curcas L. est une plante de la famille des Euphorbiacées dont les graines après presse produisent une huile. Le genre *Jatropha* comprend plus de 170 espèces,

* elhadjmalickleye@yahoo.fr

dont *Jatropha curcas* L. qui est une espèce oléagineuse [1]. Les graines de *Jatropha curcas* L. contiennent 30-40 % d'huile avec un acide gras similaire de celui des huiles comestibles [2].

Jatropha curcas L. (Famille *Euphorbiaceae*), connu sous le nom de Pourghère, est une plante qui a plusieurs attributs et a suscité l'intérêt sous les tropiques comme culture potentiel de biocarburants [3, 4].

Jatropha curcas est originaire du Mexique et de l'Amérique Centrale et a été par la suite introduite dans de nombreuses régions subtropicales et tropicales où elle est utilisée comme haie vive, mais comme plante médicinale [1]. Dans un passé récent, la crise du pétrole et l'épuisement des réserves de combustibles fossiles a comme conséquence un regain d'intérêt dans la promotion des biocarburants dans plusieurs pays africains, asiatiques et latino-américains. Ce qui a entraîné un engouement toute particulière pour la culture de *Jatropha curcas* L. En effet l'huile tirée des graines avec un rendement d'environ 37 % peut être utilisé comme carburant dans les moteurs diesels de par ses caractéristiques proches de celles des combustibles fossiles [3].

La plante *Jatropha* est adaptée à un large éventail de climats et de sols. Cependant pour lutter contre la carence en phosphate, il bénéficie de la symbiose avec les champignons mycorhiziens arbusculaires 'MA'. Les champignons MA vivent en symbiose avec les racines des plantes pour un meilleur prélèvement des éléments minéraux en particulier le phosphore et ainsi leur permet de se développer dans des zones pauvres en éléments minéraux [5].

L'association de *Jatropha curcas* L. avec des champignons mycorhiziens arbusculaires augmente de manière significative l'absorption en phosphore et en micronutriments [6]. D'autres travaux menés en Inde ont montré que *Jatropha curcas* L. a une dépendance mycorhizienne assez élevée [7].

L'objectif de ce présent travail est de caractériser en serre l'effet de la mycorhization sur la croissance et la productivité de différentes provenances de *Jatropha curcas* L. de la collection de l'ISRA.

2. MATERIEL ET METHODES

L'expérimentation a été menée en serre dans le Jardin Botanique de la Faculté des Sciences Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop. Le sol de Sangalkam (**Tableau 1**) a été utilisé comme substrat de culture après autoclavage pendant 1 heure à 120 °C, deux jours de suite. Des gaines de 30 x 20 cm de taille ont été utilisées pour l'expérimentation.

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques du sol de Sangalkam

Composants	Teneur (pour 100g de sol)
Sable	88,8 %
Limon	5,8 %
Argile	5,4 %
Matière organique	0,6 %
Carbone total	0,3 %
Azote total	0,02 %
C/N ratio	14 %

Potassium total	333,5 ppm
Phosphore total	41,4 ppm
Phosphore assimilable	2,1 ppm
Calcium total	1,03 ppm
Magnésium total	0,30 ppm
pH (sol/eau ratio 1:2)	6,0
pH (sol/ KCl ratio 1:2)	4,6

Sept (07) provenances de *Jatropha curcas* L. ont été utilisées, dont trois (03) locales (Keur Séga, Nioro et Thiès) et quatre (04) étrangères (Brésil, Ghana, Inde et Dominique). Ces provenances appartiennent à la collection de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA).

Les graines des sept provenances de *Jatropha curcas* L. ont été prégermées sur des bacs contenant le même substrat de culture après désinfection à l'eau de javel pendant quatre minutes, puis rinçage à l'eau stérilisée. Les bacs ont été placés dans la serre pendant 5 jours pour ensuite repiquer les jeunes plants dans les gaines.

L'inoculum fongique utilisé est composé de 4 souches de champignons: *Glomus mosseae* (Nicholson & Gerd. Gerd. & Trappe), *G. aggregatum* (Schenke & Smith emend. Koske), *G. fasciculatum* (Thaxter *sensu* Gerdemann GerdG. *intraradices* (Schenke et Smith).

Ces souches de champignons ont été produites par piégeage avec des plantes de maïs cultivées en pots de 1,5 kg avec du sable de plage grossier. L'inoculum sous forme de substrat est constitué de particules de mycorhizes (fragments et spores). L'inoculum est apporté sous forme de substrat sableux à raison de 20 g d'inoculum en même temps que le transfert des variétés de sésame prégermées. Les plants sont mis en contact direct avec l'inoculum afin d'optimiser l'infection mycorhizienne.

Le dispositif expérimental de l'essai est de type factoriel avec 2 facteurs: la provenance à 7 niveaux (Keur Séga, Nioro et Thiès, Brésil, Ghana, Inde et République Dominicaine) et l'inoculation à 6 niveaux (*Glomus mosseae* (Gm), *G. aggregatum* (Ga), *G. intraradices* (Gi), *G. fasciculatum* (Gf), *Gspp.* (Gm+Ga+Gi+Gf) et le Témoin).

Les paramètres de croissance (diamètre au collet de la taille finale) et les biomasses aériennes et racinaires ont été déterminées. Des analyses chimiques de parties aériennes effectuées après séchage et broyage ont permis de déterminer la teneur des éléments minéraux, tels que le phosphore (P), l'azote (N) et le potassium (K).

Toutes les données ont été analysées par la technique de l'analyse de variance (ANOVA) avec le logiciel R et la comparaison des moyennes entre traitements a été effectuée suivant le test de Khi carré.

3. RESULTATS

3.1 Effet de la mycorhization sur la croissance du diamètre au collet

Le tableau 2 montre les valeurs du diamètre au collet à la récolte des plants des différentes provenances de *Jatropha curcas* L après quatre (04) mois de culture. L'analyse des résultats montre que l'effet de l'inoculation est significatif sur la croissance du diamètre au collet des plantes.

Les mesures effectuées sur la provenance 'Inde' montrent une augmentation significative du diamètre des plants inoculés comparés aux plants non inoculés. Les

valeurs les plus importantes ont été obtenues avec *Glomus mosseae* et *Glomus spp* (1,85 cm).

Pour la provenance 'Keur Séga', les souches *G. mosseae*, *G. fasciculatum* et *G. spp* ont plus stimulé la croissance des plants. Cependant pour tous les plants, l'inoculation a montré une croissance plus importante du diamètre comparé aux témoins.

Chez la provenance 'Brésil', l'analyse n'a révélé aucune différence significative de la croissance du diamètre chez toutes les plantes inoculées ou non.

Au niveau des plants de la provenance 'Ghana', sauf pour l'inoculation avec *G. aggregatum*, aucune différence significative n'a été notée pour les autres souches.

Tableau 2: Effet de l'inoculation sur le diamètre au collet à la récolte des différentes provenances de *Jatropha curcas* L

	Inde (g)	Keur Séga (g)	Brésil (g)	Ghana (g)	Dominique (g)	Thiès (g)	Nioro (g)
<i>Gm</i>	1,85 ^a	1,73 ^a	1,55 ^a	1,58 ^a	1,60 ^{ab}	1,70 ^a	1,60 ^c
<i>Ga</i>	1,60 ^b	1,60 ^{ab}	1,55 ^a	1,48 ^{ab}	1,48 ^b	1,55 ^{ab}	1,55 ^b
<i>Gf</i>	1,70 ^{ab}	1,70 ^a	1,70 ^a	1,68 ^a	1,65 ^{ab}	1,75 ^a	1,65 ^a
<i>Gi</i>	1,78 ^{ab}	1,63 ^{ab}	1,45 ^a	1,63 ^a	1,83 ^a	1,65 ^a	1,83 ^a
<i>Gspp.</i>	1,85 ^a	1,70 ^a	1,65 ^a	1,60 ^a	1,83 ^a	1,85 ^a	1,83 ^a
<i>T</i>	1,53 ^b	1,53 ^b	1,50 ^a	1,55 ^a	1,58 ^a	1,38 ^{ab}	1,58 ^{ab}

Anova Diamètre au collet (DIAM)	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Provenance	6	0.3795	0.0633	2.4694	0.0272*
Inoculation	5	1.1920	0.2384	9.3067	1.452e-07***
Provenance : Inoculation	30	0.8076	0.0269	1.0510	0.4082 ^{NS}

Sur une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

***: très significatif - ** significatif - * peu significatif. ^{NS}: non significatif

Avec la provenance 'République Dominique', aucune différence dans la croissance du diamètre n'a été observée entre les plants témoins et les plants inoculés avec *G. intraradices* et *G. spp*.

Pour la provenance 'Thiès', les plants inoculés ont répondu favorablement à la mycorhization comparés aux plants témoins à l'exception des plants inoculés avec *G. aggregatum*. Les valeurs obtenues pour *G. mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. intraradices* et *G. spp*. varient entre 1,65 et 1,85 cm.

Enfin chez la provenance 'Nioro', les valeurs de diamètre les plus importantes ont été enregistrées avec les plants inoculés avec les champignons *G. fasciculatum*, *G. intraradices* et *G. spp*. Les valeurs les moins importantes ont été enregistrées avec *Glomus aggregatum*.

3.2 Effet de la mycorhization sur le poids sec des parties aériennes

L'effet de la mycorhization sur le poids sec des parties aériennes (PSA) est présenté sur le **Tableau 3**. L'analyse de variance (ANOVA) a montré un effet très significatif de l'inoculation sur la biomasse, de même l'interaction entre facteurs étudiés. Pour chaque

provenance, il a été noté que le poids sec aérien varie en fonction du type de champignon inoculé. Cependant le poids pour les plants inoculés est généralement supérieur à celui des plants témoins.

Chez les provenances 'Inde' et 'Brésil', l'inoculation a permis de produire des biomasses plus élevées chez les plants inoculés comparées aux témoins. Cependant aucune différence significative n'a été constatée chez les plants inoculés avec les différents champignons. Chez la provenance 'Brésil', les résultats obtenus avec *G. intraradices* (15,95 g) compte de plus du double des témoins (7,33 g).

Pour la provenance 'Keur Séga', les biomasses les plus importantes ont été obtenues avec les plants inoculés avec les souches *Glomus aggregatum*, *G. fasciculatum* et *G. spp.* Cependant nous n'avons pas noté de différence significative entre les plants inoculés avec *G. mosseae*, *G. intraradices* et les plants témoins non inoculés.

Tableau 3: Effet de l'inoculation sur le poids de matière sèche des parties aériennes des différentes provenances de *Jatropha curcas*

	Inde (g)	Keur Séga (g)	Brésil (g)	Ghana (g)	Dominique (g)	Thiès (g)	Nioro (g)
<i>Io</i>	14,78 ^a	9,33 ^{ab}	9,39 ^a	13,10 ^a	12,01 ^{ab}	12,05 ^b	12,36 ^a
<i>Ga</i>	12,12 ^a	12,49 ^a	8,86 ^a	8,77 ^b	8,75 ^c	16,10 ^a	9,36 ^{ab}
<i>Gf</i>	14,08 ^a	13,87 ^a	11,92 ^a	13,91 ^a	10,96 ^b	9,27 ^{bc}	10,59 ^b
<i>Gi</i>	13,55 ^a	8,69 ^{ab}	15,95 ^a	13,03 ^a	15,88 ^a	8,74 ^{bc}	12,85 ^a
<i>Gspp.</i>	14,80 ^a	10,61 ^a	11,97 ^a	13,87 ^a	14,51 ^a	11,74 ^b	8,36 ^{ab}
<i>T</i>	10,87 ^{ab}	7,97 ^{ab}	7,33 ^b	10,95 ^b	10,95 ^b	10,66 ^b	9,97 ^{ab}
<hr/>							
Anova Diamètre au collet (DIAM)			Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Provenance			6	195.92	32.65	2.8756	8.216e-11 ***
Inoculation			5	100.26	20.05	1.7659	1.437e-07 ***
Provenance : Inoculation			30	679.59	22.65	1.9950	3.925e-10 ***

Sur une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

***: très significatif - ** significatif - * peu significatif. ^{NS}: non significatif

Chez la provenance 'Ghana', sauf pour la souche *G. aggregatum*, qui n'a pas montré de différence significative avec le témoin, toutes les autres souches ont produit des valeurs de biomasses plus importantes comparées aux biomasses des plants non inoculés.

Concernant la provenance 'Dominicaine', les souches *G. intrardices* et *G. spp* ont plus stimulé la production de biomasse avec des poids secs aériens qui sont sensiblement de l'ordre de 15,88 g et 14,51 g respectivement. Les valeurs de biomasse les plus faibles ont été notées avec les plants inoculés avec *G. aggregatum*.

Avec la provenance 'Thiès', la souche *G. aggregatum* a plus stimulé la production de biomasse sèche aérienne des plants de *Jatropha curcas* L suivies des souches *G.*

fasciculatum et *G. intrardices*. Pour tous les autres traitements, aucune différence significative n'a été notée sur les valeurs de biomasses.

Chez les plants de la provenance 'Nioro', les souches *G. aggregatum* et *G. intrardices* ont plus stimulé la production de matière sèche suivie de la souche *G. fasciculatum*. Les valeurs les plus faibles ont été obtenues avec les souches *G. aggregatum*, *G. spp* et le témoin.

3.3 Effet de la mycorhization sur le poids sec des parties racinaires

Comme la partie aérienne, nous avons déterminé la biomasse des parties racinaires des différentes Provenances de *Jatropha curcas* L. les résultats des moyennes sont présentés sur le tableau 4. L'analyse des données a montré aussi un effet très significatif des deux facteurs de même que l'interaction entre facteurs. Les réponses obtenues varient en fonction du type de souche et des augmentations de matières ont été obtenues avec l'inoculation avec les champignons MA testés.

Tableau 4: Effet de l'inoculation sur le poids de matière sèche des parties racinaires des différentes Provenances de *Jatropha curcas*.

	Inde (g)	Keur Séga (g)	Bésil (g)	Ghana (g)	Dominique (g)	Thiès (g)	Nioro (g)
<i>Gm</i>	5,74 ^{ab}	3,56 ^{ab}	3,95 ^b	4,78 ^a	6,72 ^b	4,28 ^b	3,80 ^b
<i>Ga</i>	6,39 ^{ab}	5,24 ^a	4,36 ^b	3,20 ^b	3,71 ^c	4,21 ^b	4,38 ^b
<i>Gf</i>	4,80 ^b	4,27 ^a	6,53 ^a	4,87 ^a	5,98 ^b	3,60 ^b	6,37 ^a
<i>Gi</i>	5,35 ^{ab}	3,56 ^{ab}	5,99 ^a	4,93 ^a	8,93 ^a	2,93 ^{ab}	4,10 ^b
<i>Gspp</i>	8,03 ^a	4,04 ^a	3,88 ^b	4,20 ^a	5,70 ^b	5,24 ^a	4,79 ^b
<i>T</i>	6,07 ^{ab}	2,73 ^b	2,86 ^{ab}	3,42 ^b	2,78 ^c	3,18 ^b	3,69 ^{ab}

Anova Diamètre au collet (DIAM)	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Provenance	6	104.025	17.338	12.6712	3.751e-11 ***
Inoculation	5	55.232	11.046	8.0734	1.239e-06 ***
Provenance : Inoculation	30	1163.913	5.464	3.9932	2.410e-08 ***

Sur une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

***: très significatif - ** significatif - * peu significatif. ^{NS}: non significatif

Chez les plants de la provenance 'Inde', la souche *G. spp* a plus stimulé la production de biomasse racinaire, suivi de la souche *G. fasciculatum*. Chez tous les autres traitements aucune différence significative n'a été notée dans la production de matière sèche racinaire.

Des biomasses importantes ont été obtenues avec les plants inoculés de la provenance 'Keur Séga'. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées avec les souches *G. aggregatum*, *G. fasciculatum* et *G. spp*.

La réponse des plants de la provenance 'Brésil' montre que les plants inoculés avec *G. fasciculatum* et *G. intraradices* ont donné les plus importants poids racinaires suivis des autres traitements avec les champignons. Les plus faibles poids ont été enregistrés avec les témoins.

L'augmentation de la biomasse racinaire des plants de la provenance 'Ghana' a été observée chez tous les champignons à l'exception de *G. aggregatum* qui n'a pas montré de différence significative avec le témoin.

Avec la provenance 'Dominicaine', les biomasses racinaires enregistrées avec la souche *G. intraradices* ont été les plus importantes avec une moyenne de 8,93 g. Les plus résultats ont été obtenus avec *G. aggregatum* et le témoin.

Les biomasses racinaires obtenues avec *G. spp* ont été les plus importantes pour la provenance 'Thiès'. Ensuite elle suivie de la souche *G. intraradices*. Chez tous les autres traitements aucune différence significative n'a été observée.

Les plants de la provenance 'Nioro' ont produit des biomasses plus importantes avec l'inoculation avec *G. fasciculatum*. Et pour tous les autres champignons les valeurs obtenues ne sont pas différentes significativement. Les plants témoins ont produits les plus faibles poids de matières racinaires.

3.4 Effet de la mycorhization sur la composition minérale des parties aériennes des différentes provenances de *Jatropha curcas* L.

Le tableau 5 montre la composition en éléments minéraux des différentes provenances de *Jatropha curcas* L.

Tableau 5: Effet de l'inoculation sur la composition minérale des parties aériennes des différentes provenances de *Jatropha curcas*. (N=Azote, P= Phosphore, K= Potassium)

N (mg)	Inde	KeurSéga	Brésil	Ghana	Dominique	Thiès	Nioro
<i>Gm</i>	231,24 ^b	141,33 ^b	160,96 ^b	193,72 ^a	276,67 ^b	174,28 ^b	154,16 ^{bc}
<i>Ga</i>	257,66 ^b	207,84 ^a	177,87 ^b	131,27 ^{ab}	150,87 ^b	170,32 ^b	177,49 ^b
<i>Gf</i>	193,71 ^{ab}	170,35 ^b	263,92 ^a	199,50 ^a	245,49 ^b	146,02 ^b	262,07 ^a
<i>Gi</i>	215,54 ^{ab}	142,60 ^b	242,17 ^a	202,23 ^a	363,44 ^a	119,12 ^{bc}	168,35 ^{bc}
<i>Gspp</i>	323,85 ^a	161,70 ^b	156,80 ^b	173,22 ^a	230,90 ^{bc}	209,38 ^a	193,46 ^b
<i>T</i>	244,54 ^b	108,72 ^c	115,90 ^c	140,67 ^c	110,77 ^c	126,61 ^{bc}	149,22 ^{bc}
Anova Azote (N)			Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Provenance			6	476.55	79.43	58.918	2.2e-16 ***
Inoculation			5	121.73	24.35	18.060	1.769e-13 ***
Provenance : Inoculation			30	267527	8918	13.327	2.2e-16 ***
P (mg)	Inde	KeurSéga	Brésil	Ghana	Dominique	Thiès	Nioro
<i>Gm</i>	6,88 ^c	3,56 ^{ab}	4,22 ^a	5,21 ^a	8,94 ^b	5,58 ^b	6,81 ^{ab}
<i>Ga</i>	11,94 ^a	5,35 ^a	4,44 ^a	3,72 ^{ab}	4,95 ^c	5,39 ^b	8,93 ^{ab}

<i>Gf</i>	8,97 ^b	4,62 ^a	6,69 ^a	5,58 ^a	8,08 ^b	4,32 ^b	12,11 ^a
<i>Gi</i>	5,79 ^c	3,87 ^a	6,04 ^a	5,68 ^a	12,07 ^a	3,51 ^{bc}	8,09 ^{ab}
<i>Gspp</i>	8,85 ^b	4,36 ^a	4,24 ^b	5,04 ^a	7,69 ^b	9,24 ^a	9,41 ^a
<i>T</i>	6,22 ^c	2,85 ^{ab}	3,10 ^c	4,54 ^a	3,72 ^c	5,36 ^b	4,63 ^c
Anova Phosphore (P)			Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Provenance			6	476.55	79.43	58.918	2.2e-16 ***
Inoculation			5	121.73	24.35	18.060	1.769e-13 ***
Provenance : Inoculation			30	267527	8918	13.327	2.2e-16 ***
K (mg)	Inde	KeurSéga	Brésil	Ghana	Dominique	Thiès	Nioro
<i>Gm</i>	188,65 ^b	116,09 ^{ab}	125,18 ^b	160,39 ^a	219,84 ^b	140,90 ^a	119,06 ^{bc}
<i>Ga</i>	210,50 ^b	171,47 ^a	140,50 ^b	105,47 ^c	123,05 ^b	133,67 ^a	137,27 ^b
<i>Gf</i>	157,04 ^{bc}	139,39 ^a	215,26 ^a	162,82 ^a	196,73 ^{bc}	114,08 ^a	199,84 ^a
<i>Gi</i>	174,48 ^{bc}	117,25 ^{ab}	198,55 ^a	164,38 ^a	290,96 ^a	92,21 ^{ab}	128,08 ^{bc}
<i>Gspp</i>	261,20 ^a	131,67 ^{ab}	128,39 ^b	137,64 ^b	187,20 ^b	166,03 ^a	155,54 ^b
<i>T</i>	197,54 ^c	88,63 ^b	96,46 ^c	111,89 ^c	91,12 ^c	101,29 ^{ab}	123,04 ^c
Anova Potassium (K)			Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Provenance			6	195.92	32.65	2.8756	8.216e-11 ***
Inoculation			5	100.26	20.05	1.7659	1.437e-07 ***
Provenance : Inoculation			30	679.59	22.65	1.9950	3.925e-10 ***

Sur une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

***: très significatif - ** significatif - * peu significatif. ^{NS}: non significatif

La nutrition azotée (N) des plantes s'est sensiblement améliorée avec l'inoculation mycorhizienne. En effet pour toutes les Provenances les teneurs obtenues chez les plants inoculés sont généralement plus importantes comparés aux plants témoins non inoculés.

Les valeurs les plus importantes ont été enregistrées avec *G. spp* pour la provenance 'Inde', *G. aggregatum* pour la provenance 'Keur Séga', *G. fasciculatum* et *G. intraradices* pour 'Brésil', *G. intraradices* pour la provenance 'Dominicaine', *G. spp* pour la provenance 'Thiès' et *G. fasciculatum*. Avec 'Ghana', les teneurs en Azote obtenues avec l'inoculation sont de loin plus importantes que les témoins.

Concernant la composition en phosphore (P), l'analyse montre également que l'inoculation a permis d'augmenter de manière significative la concentration. Chez la provenance 'Inde', *G. aggregatum* a permis d'obtenir les teneurs les plus importantes en Phosphore avec des concentrations de près du double des témoins.

Avec 'Keur Séga', toutes les souches ont induites une augmentation significative de la teneur en P à l'exception de *G. mosseae*. Cette dernière n'a pas permis d'observer une amélioration significative par rapport aux témoins.

Les souches *G. fasciculatum* et *G. intraradices* ont permis d'obtenir les plus importantes concentrations de P chez la provenance 'Brésil'. Cependant chez tous les plants inoculés une amélioration significative de P est observée comparée aux témoins.

Avec 'Ghana', aucune différence significative n'a été noté chez les plants inoculés de la provenance 'Ghana' où les teneurs en P les plus faibles ont été obtenues avec *G. aggregatum*. Concernant la provenance 'Dominicaine', la souche *G. intraradices* a permis d'obtenir les valeurs les plus élevées sur la teneur en P. Elle est de trois fois supérieures à la moyenne des plants témoins.

Chez les plants de la provenance 'Thiès', la souche *G. spp* a permis d'obtenir les teneurs les plus importantes en P. les valeurs les plus faibles ont été enregistrées avec *G. intraradices*.

Les souches *G. fasciculatum* et *G. spp* ont induit les teneurs les plus élevées en P chez les plants de la provenance 'Nioro' et pour toutes les provenances l'inoculation a permis d'augmenter la teneur en phosphore des plants.

L'analyse des plants des différentes provenances a permis de constater que l'accumulation de potassium (K) est généralement plus importante avec la mycorhization. En effet les teneurs obtenues sont plus élevées avec *G. spp* pour la provenance 'Inde', *G. aggregatum* et *G. fasciculatum* pour 'Keur Séga', *G. fasciculatum* et *G. intraradices* pour 'Brésil' et 'Ghana'.

Quand à la provenance 'Dominicaine' la souche *G. intraradices* s'est montrée efficace sur la teneur en K. Chez la provenance 'Thiès' excepté *G. intraradices* toutes les souches se sont montrées efficaces avec les mêmes teneurs significatives de K. Enfin pour 'Nioro', les plants inoculés ont augmenté la teneur en K et ceci quelque soit le type souche. Cependant *G. intraradices* s'est montrée plus efficace parmi toutes les souches.

4. DISCUSSIONS

L'effet bénéfique des champignons mycorhiziens arbusculaires sur le développement de plantes forestières a été largement démontré [8, 9]. Les meilleurs résultats obtenus sur la croissance et la biomasse des plants de *Jatropha curcas* L. à l'inoculation mycorhizienne arbusculaire peuvent être corrélés aux résultats des travaux de Jamaluddin *et al.* [6] et de Singh *et al.* [10]. En effet l'inoculation a permis un bon développement des plants et ceci à cause de l'absorption intense de l'eau et des éléments minéraux essentiels par les racines mycorhizées [11, 12].

La variabilité observée dans la réponse des plants aux différents champignons montre que *Jatropha curcas* L. n'a pas de spécificité d'hôte et rejoint les travaux de Harley [13].

Cependant pour tous les paramètres étudiés nous avons noté que chaque Provenance répondait différemment vis-à-vis du type de souche inoculée. Ce comportement est justifié par une préférence d'hôte et est en conformité avec les travaux de plusieurs auteurs [14, 15].

Les concentrations plus élevées en P (phosphore), N (azote) et K (potassium) dans les tiges et les feuilles des plants inoculés sont essentiellement liées à la mycorhization. En effet les champignons mycorhiziens mobilisent plus intensément les éléments en

colonisant les racines des plantes hôtes. Les mêmes effets ont été démontrés par les travaux de Dodd *et al.* [16].

Ce travail a permis de montrer l'importance de la mycorhization sur la croissance et le rendement de *Jatropha curcas* L. Nous avons obtenu des croissances améliorées, aussi bien pour la biomasse que pour la nutrition minérale.

REFERENCES

- [1] Heller, 'Physics nut, *Jatropha curcas.*, *Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops I*, Ipgri, Rome, Italy, p. 66, 1996.
- [2] G.M. Gübitz, M. Mittelbach and M. Trabi, 'Exploitation of the Tropical Oil Seed Plant *Jatropha curcas* L.', *Bioresource Technology*, Vol. 67, N°1, pp. 73 – 82, 1999.
- [3] Y. Takeda, 'Development Study on *Jatropha curcas* (*Sabu dum*) Oil as a Substitute for Diesel Engine Oil in Thailand', *Journal of the Agricultural Association of China*, Vol. 120, pp. 1 - 8, 1982.
- [4] G. Martin and A. Mayeux, 'Curcas oil (*Jatropha curcas* L.): a possible fuel'. *Agritrop*, Vol. 9, N°2, pp. 73 - 75, 1985.
- [5] J.W. Gerdemann, 'Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza and Plant Growth', *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 6, pp. 397- 418, 1968.
- [6] Jamaluddin and A.K Singh, 'Studies on Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with *Jatropha curcas* L.', *Mycorrhiza News*, Vol. 18, N°3, pp. 12 – 14, 2006.
- [7] Anonyme, 'Mycorrhizal Technology: Faster and Environment-Friendly Method of Growing *Jatropha curcas*, the Bio-Diesel Plant', 2005.
- [8] I.J. Alexander, A. Norani and S.S. Lee, 'The Role of Mycorrhizas in the Regeneration of Some Malaysian Forest Trees', *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B 335, pp. 379 – 388, 1992.
- [9] L.A. McHargue, 'VA Mycorrhizae Improve Growth and Nodulation of two Tropical Leguminous Trees'. P. 52 in Program and Abstracts of 5th North American Conference of Mycorrhizae, University Laval, Quebec, 1981.
- [10] Reena Singh, Mahaveer P Sharma and Alok Adholeya, 'Screening of *Jatropha curcas* Germplasm from Different Provenances for Cultivation in Fly Ash Overburdens using Arbuscular Mycorrhiza Fungi', *Mycorrhiza News*, Vol. 18, N°3, pp. 24 - 26, 2006.
- [11] F.E. Sanders and P.B. Tinker, 'Mechanism of Absorption of Phosphate from Soil by Endogone Mycorrhizas', *Nature*, Vol. 232, pp. 278 - 279, 1971.
- [12] M. Vestberg, 'The Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Inoculation on the Growth and Root Colonization of Ten Strawberry Cultivars', *Agricultural Science in Finland*, Vol. 1, pp. 527 - 535, 1992.
- [13] J.L. Harley, 'Introduction: the State of Art, in *Methods in Microbiology*', Vol. 23, Techniques for Studies of Mycorrhiza, J.R. Norris, D.J. Read and A.K. Varma, Eds, Academic Press, London, pp. 1 - 23, 1991.
- [14] T.A. Diop, T.K. Wade, A. Diallo, M. Diouf and M. Gueye, 'Solanum Cultivar Responses to Arbuscular Mycorrhizal Fungi: Growth and Mineral Status', *African Journal of Biotechnologies*, Vol. 2, N°11, pp. 429 - 443, 2003.
- [15] S. Khalil, T.E. Loynachan and M.A. Tabatabai, 'Mycorrhizal Dependency and Nutrient Uptake by Improved and Unimproved Corn and Soybean Cultivars', *Agronomy Journal*, Vol. 86, pp. 949 – 958, 1994.
- [16] J. Dodd, J. Krikun and J. Hass, 'Relative Effectiveness of Indigenous Population of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Four Sites in Negev, Israel', *Israel Journal of Botanic*, Vol. 32, pp. 10 - 21, 1983.