

IMPACT DE LA BIOMASSE DE *GLIRICIDIA SEPIUM* UTILISEE COMME ENGRAIS VERT SUR LA CULTURE DU MAÏS (*ZEА MAYS*) AU SENEGAL

DIOUF A.^{1,2*}, DIOP T. A.^{1,2}, NDIAYE M. A. F.¹, NDIAYE A. S.³ et GUEYE M.^{2,3}

¹ Laboratoire de Biotechnologie des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques UCAD, B.P 5005, Dakar, Sénégal

² Laboratoire Commun de Microbiologie IRD-ISRA-UCAD, Centre de recherche de Bel Air, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

³ Laboratoire National de Recherche sur les Productions Végétales, ISRA, Centre de recherche de Bel Air, Dakar, Sénégal.

Abstract:

Two experiments were conducted in watered condition at Bel Air station : once for evaluating effects of rhizobial and mycorrhizal bio-fertilizers on growth of *Gliricidia sepium* in presence of low phosphorus rate application and a second experiment in order to determine the effects of *G. sepium* biomass on growth and productivity of maize. The results showed a highest growth of trees when *Rhizobium* and arbuscular mycorrhizal fungi strains were co-inoculated. Significant difference ($p \leq 0.05$) was observed on maize cultivation relative to *G. sepium* treatment for production of biomass. Maize plants growth and grain productivity were highly increased at + 24.70% and +108.67 % respectively when organic mater of *G. sepium* was supplied as amendment in comparison to unfertilized plants.

Résumé:

Deux expériences ont été conduites à la station de Bel Air en condition irriguée : une première pour évaluer l'effet des bio-fertilisants rhizobien et mycorhizien sur la croissance de *Gliricidia sepium* en présence d'un faible apport de phosphore et une deuxième afin de déterminer les effets de la biomasse aérienne de *G. sepium* sur la croissance et la productivité du maïs. Les résultats ont montré une meilleure croissance des arbres lorsque les souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien arbusculaire sont inoculées en association. Une différence de comportement de la culture du maïs significative à $p \leq 0,05$ est souvent observée sur la production de biomasse en fonction des traitements appliqués à *G. sepium*. Ainsi la croissance du maïs estimée en biomasse sèche et la productivité en graine ont été fortement améliorées par l'amendement avec la matière organique de *G. sepium* respectivement à + 24,70% et +108,67 % comparativement au traitement sans fertilisation.

Keywords: *Gliricidia sepium*, organic matter, *Rhizobium*, arbuscular mycorrhizal fungus, *Zea mays*.

Mots clés: *Gliricidia sepium*, matière organique, *Rhizobium*, champignon mycorhizien arbusculaire, *Zea mays*.

I. INTRODUCTION

Dans les régions tropicales et subtropicales, la dégradation des sols constitue généralement un facteur limitant à la production agricole. L'appauvrissement des sols en éléments nutritifs comme l'azote et le phosphore est souvent cité comme responsable de cette dégradation (Buerkert *et al.*, 2001 ; Batanio, 1992). Des systèmes de jachère jadis pratiqués pour pallier cette déficience des sols deviennent de plus en plus problématiques du fait de la réduction des terres cultivables et de l'augmentation de la population. A cause du coût élevé des intrants, l'utilisation d'arbres de la famille des Légumineuses permet la restauration en partie de la fertilité et/ou la maintenance de la fertilisation des sols. Ainsi les arbres fixateurs d'azote peuvent jouer un rôle important dans l'aménagement des sols tropicaux pour résoudre le problème de la baisse de la fertilité et contribuer à l'amélioration de la production agricole.

Gliricidia sepium (Jacq.) Walp est un arbre pérenne à croissance rapide de la famille des Légumineuses nodulé par les bactéries rhizobiennes (Liyanage *et al.*, 1994). Originaire de l'Amérique Centrale (Standley et Steyermark, 1946 ; Simons et Staward, 1994), cet arbre a aussi été utilisé en dehors de sa région d'origine. Ainsi, il a été domestiqué dans plusieurs zones : Caraïbe, Philippines, Indes, Sri Lanka et Afrique de l'Ouest. Cette plante est largement utilisée dans les systèmes agricoles pour sa production importante de biomasse (Staward *et al.*, 1992). En Afrique Occidentale, l'introduction *G. sepium* dans les systèmes de culture est rapportée depuis longtemps au Nigéria (Atta-Krah et Sumberg, 1988) et plus récemment au Mali (Kaya et Nair,

* Auteur correspondant, E-mail : adiouf97@yahoo.com

2001). Au Sénégal, même si cet arbre existe, il n'est pas connu pour son rôle important dans la fertilisation des sols et son exploitation en agriculture. Pour qu'il puisse jouer plus efficacement ce rôle, sa capacité à fixer l'azote et à assimiler le phosphore nécessite d'être améliorée par l'inoculation avec des souches de rhizobium et de champignons mycorhiziens (Diouf *et al.*, 2008).

Le maïs (*Zea mays* L.) occupe une part importante dans les cultures vivrières au Sénégal surtout dans les zones agro-écologiques Centre Sud et Sud Est. Cependant dans ces zones, la principale contrainte est la faible teneur des sols en azote alors que le faible revenu des paysans ne leur permet pas d'assurer le coût élevé de l'engrais minéral. Ceci a pour conséquence une diminution de la production de maïs. Malgré la présence d'arbres fixateurs d'azote naturellement établis tels les acacias, la fertilité des sols surtout en teneur en azote continue de baisser. Pour pallier à cette situation, la légumineuse exotique *G. sepium* pourrait être utilisée pour restaurer la fertilité des sols au Sénégal. Cet arbre à haut potentiel fixateur de N₂ produit en quantité et en qualité une bonne litière.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des souches de rhizobiums et de champignon mycorhizien sur la croissance de *G. sepium* et l'impact de la biomasse récoltée sur le développement et la productivité du maïs au Sénégal.

II. MATERIEL ET METHODES

II. 1. Substrat

Le substrat utilisé dans cette expérience est le sol prélevé dans l'horizon 5 - 30 cm dans le site de Bel Air. Ce sol est caractérisé par une faible teneur en azote (0,25‰) et en phosphore assimilable (0,28‰), une teneur en C de 4‰ et un pH de 7,0. Le nombre de souches de *Rhizobium* estimé par la méthode du MPN est inférieur à 100 cellules/g de sol.

II. 2. Matériel végétal

Les graines de *G. sepium*, en provenance de Bandia ont été fournies par le Laboratoire National de Recherche sur les Productions Forestières du CNRF de l'ISRA. Les graines sont aseptisées par immersion dans de l'acide sulfurique concentré (95%) pendant 15 min et lavées rigoureusement à l'eau distillée stérile. Les graines ont été ensuite mises en germination à 30°C à l'étuve dans de l'eau gélosée. Les jeunes plants obtenus au bout de 3 jours sont transférés dans des buses cylindriques enfouies contenant du sol non stérilisé et sont arrosés quotidiennement avec 500 ml d'eau de robinet.

La variété de maïs jaune Early THAI provenance ISRA/CNRA Bambey a été utilisée. Cette variété proposée pour la vulgarisation présente un cycle de développement de 80 à 90 jours. Les graines n'ayant subi aucun traitement préalable ont été semées directement à la main dans le sol humide. Les plantes maintenues à une par buse sont entretenues régulièrement par arrosage à la capacité au champ.

II. 3. Matériel microbien

Deux souches de *Rhizobium* ISRA 604 et ISRA 605 de la collection du ISRA/MIRCEN choisies pour leur performance à noduler *G. sepium* (Diouf *et al.*, 2008) ont été utilisées pour l'inoculation des jeunes plants en buses. L'inoculum contenant approximativement 10⁸ cellules/ml est apporté sous forme liquide à raison de 1 ml par plant.

La souche de champignon mycorhizien arbusculaire (CMA) *Glomus aggregatum* (Schenk & Smith emend. Koske ; DAOM 227128) provient de la collection du Laboratoire de Biotechnologie des Champignons (LBC/UCAD). L'inoculum a été apporté une semaine après germination. Chaque traitement inoculé a reçu 20 mg d'inoculum constitué de substrat sableux contenant des fragments de racines mycorhizées et des spores et appliqué contre le système racinaire des jeunes plantes à une profondeur d'environ 10 cm.

II. 4. Dispositif expérimental 1 : Production de biomasse de *G. sepium*

Une expérience est conduite à la station de Bel Air (14°44 N et 17°30 W) en buses de 30 cm de diamètre contenant 16 kg de sol. Le sol est préalablement homogénéisé par tamisage (1 mm). Les jeunes plantes transférées en buse sont entièrement disposées au hasard. L'expérience comporte 3 facteurs. Le facteur inoculation avec des souches de rhizobium à quatre niveaux : souches ISRA 604, ISRA 605, un mélange de ces deux souches et un témoin non inoculé. Le second facteur est l'inoculation avec la souche de *G. aggregatum* à 2 niveaux : inoculé et non inoculé (témoin). Le troisième facteur est l'application de phosphore

sous forme de super triple phosphate à 2 niveaux : 0 et 20 mg P/kg de sol. Les traitements sont répétés quatre fois. Quatre mois après semis les plantes sont récoltées et séparées en biomasse aérienne (feuilles et tiges) et en racines. Les paramètres mesurés pour la croissance sont la hauteur et le poids de la biomasse sèche (PBS) de la plante.

II. 5. Dispositif expérimental 2 : Culture du maïs

Cette expérience est conduite également en buses sur le même site. La biomasse sèche de *G. sepium* obtenue à partir de l'Expérience 1 est enfouie séparément par traitement dans des buses de même dimension à raison de 85 g/buse. La matière organique est enfouie 45 jours avant les semis. Les graines de maïs sont semées à raison d'une graine par buse. Ainsi, cet essai a comporté 64 unités expérimentales correspondant aux traitements pour la production de biomasse et un traitement témoin absolu sans apport de matière organique de *G. sepium*. Les différents traitements répétés quatre fois sont totalement disposés au hasard. Les plantes sont arrosées régulièrement à l'eau de robinet jusqu'à la récolte. La hauteur des plantes est mesurée avant épiaison. Le poids de la fane (biomasse) sèche et le poids de graines sèches (PGS) du maïs sont évalués après 90 jours de culture.

Les données expérimentales obtenues à partir des deux essais sont analysées statistiquement et comparées à l'aide de Newman and Keuls lorsque le test de Fisher de l'analyse de variance est significatif au seuil de $P \leq 0,05$.

III. RESULTATS

III. 1. Production de biomasse de *Gliricidia sepium*

L'effet de l'inoculation avec deux souches de rhizobium, appliquées séparément ou en mélange et associées ou non avec *G. aggregatum* en présence ou en absence de phosphore sur la croissance de *G. sepium* est étudié en buses en station expérimentale. L'analyse de variance des résultats (Tableau 1) a montré des effets principaux significatifs ($p \leq 0,05$) de l'inoculation avec les souches de rhizobiums et de champignon mycorhizien et de l'application de phosphore sur la croissance en hauteur et la biomasse sèche de *G. sepium*. Toutefois du fait de l'interaction significative observée entre les deux facteurs étudiés souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien sur le poids de biomasse sèche de *G. sepium*, les effets principaux significatifs de ces facteurs ne sont pas pris en compte dans l'analyse des résultats. Il en est de même pour la double interaction (*Rhizobium* x *G. aggregatum*), lorsque la triple interaction *Rhizobium* x *G. aggregatum* x phosphore est significative pour la hauteur des plantes (Tableau 1).

Tableau 1 : Analyse de variance (ANOVA) du poids de la biomasse sèche (PBS) et de la hauteur de plantes de *G. sepium* et de la hauteur, du PBS et du poids graines sèches (PGS) de maïs cultivé sur du sol de Bel Air.

Source de variation	ddl	PBS <i>G. sepium</i>	Hauteur <i>G. sepium</i>	Maïs cultivé en présence de matière organique de <i>G. sepium</i> traité ^a		
				Hauteur	PBS	PGS
<i>Rhizobium</i> (R)	3	157,80***	105,21***	121,58***	90,45**	67,37**
CMA	1	71,13**	68,88**	5,12	27,02*	7,69*
Phosphore (P)	1	28,85**	26,82*	23,04*	1,7	1,83
R x CMA	3	5,60**	4,93**	18,69**	3,13*	9,92*
R x P	3	1,82	1,56	1,57	0,52	0,91
CMA x P	1	0,90	20,25**	0,78	0,61	1,01
R x CMA x P	3	0,90	3,32*	0,78	36,0**	0,92
CV(%)		11,6	9,7	14,3	19,5	21,0

CMA : champignon mycorhizien arbusculaire ; * : significatif, ** : très significatif, *** : hautement significatif à $p \leq 0,05$.

^a : Les traitements (*Rhizobium*, *G. aggregatum* et phosphore) de la première colonne du Tableau sont appliqués au *Gliricidia*.

Le tableau 2 montre ainsi, qu'il y a une augmentation du poids de biomasse sèche (PBS) de 37,92% des plantes inoculées avec les souches de rhizobium par rapport au témoin non inoculé avec ou sans application de phosphore. En plus, l'inoculation mixte présente un gain important sur la croissance des plantes. Par ailleurs, aucune différence significative sur la croissance des plantes aussi bien en hauteur qu'en production de biomasse n'est observée lorsque les souches de rhizobium sont utilisées séparément ou en mélange. L'inoculation avec *G. aggregatum* seule présente un effet comparable à l'inoculation avec les souches de

Rhizobium apportées seules ou en mélange. Le Tableau 4 montre que la triple interaction significative met en évidence une réponse positive très marquée de *G. sepium* à la double inoculation en présence ou en absence de phosphore. Il y a ainsi une amélioration de la croissance en hauteur des plantes de *G. sepium* de 67,54% par rapport au témoin absolu sans inoculation avec les souches de *Rhizobium* et champignon mycorhizien ni application de phosphore.

Tableau 2 : Poids de biomasse sèche (g/pl.) de *G. sepium* inoculé avec des rhizobiums et champignon mycorhizien arbusculaire (CMA) et la hauteur (m) et le poids des graines sèches (PGS, g/pl.) de maïs cultivé sur du sol de Bel Air.

Interactions <i>Rhizobium</i> * CMA	PBS (g/pl.) de <i>G. sepium</i>	Maïs cultivé en présence de matière organique de <i>G. sepium</i> traité ^a	
		Hauteur (m)	PGS (g/pl.)
ISRA 604			
Sans <i>G. aggregatum</i>	95,96 ab	1,98 abc	31,25 ab
Avec <i>G. aggregatum</i>	102,78 a	2,11 a	33,10 a
ISRA 605			
Sans <i>G. aggregatum</i>	88,60 bc	2,01 abc	29,72 abc
<i>G. aggregatum</i>	108,75 a	2,12 a	30,28 abc
ISRA 604/605			
Sans <i>G. aggregatum</i>	96,67 ab	1,96 bc	28,50 abc
Avec <i>G. aggregatum</i>	99,80 ab	2,05 ab	33,74 a
Témoin			
Sans <i>G. aggregatum</i>	75,24 c	1,87 c	24,51 bc
Avec <i>G. aggregatum</i>	87,01 bc	1,94 bc	23,81 c

Dans chaque colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de Newman et Keuls ($p \leq 0,05$).

^a : Les traitements (*Rhizobium*, *G. aggregatum* et phosphore) de la première colonne du Tableau sont appliqués au *Gliricidia*.

III. 2. La culture du maïs en présence de la litière de *G. sepium*

Dans cette expérience les différents types de biomasse obtenus en fonction du traitement appliqué à *G. sepium* i.e inoculations avec ou sans application de phosphore sont utilisés séparément pour la culture du maïs comme engrais vert. La décomposition de cette matière organique contribue à l'enrichissement du sol essentiellement en azote et en phosphore. L'analyse de variance des résultats obtenus lorsque le maïs est cultivé en présence de la biomasse de *G. sepium*, est hautement significative au seuil de 0,05 pour la croissance et la productivité du maïs aussi bien pour les facteurs principaux que pour les interactions par rapport au traitement témoin sans litière. Les résultats sont récapitulés au Tableau 3.

Tableau 3 : Hauteur (m), poids de biomasse sèche (PBS, g/pl.) et poids de graines sèches (PGS, g/pl.) de maïs cultivé en présence de matière organique de *G. sepium* inoculé avec des souches de rhizobium et de champignons mycorhizien en présence de phosphore.

	Hauteur (m)	PBS (g/pl)	PGS (g/pl)
Biomasse totale	2,05 a	121,24 a	29,36 a
Témoin (sans matière organique)	1,52 b	97,22 b	14,07 b

Dans chaque colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de Newman et Keuls ($p \leq 0,05$).

En effet la croissance du maïs estimée en hauteur et en biomasse sèche obtenue pour les traitements en présence de litière de *G. sepium* quel que soit le niveau de traitement de la plante a montré une augmentation de 34,87% et 24,70% respectivement par rapport au témoin absolu sans apport de biomasse de *G. sepium*. Dans les mêmes conditions, la production en graines est améliorée de 108,67%. Par ailleurs, il est important de noter que lorsque la biomasse provient d'arbres inoculés par les souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien en association, la production augmente de 130,06% toujours par rapport au témoin absolu sans biomasse.

D'une manière générale, le maïs cultivé en présence de biomasse de *G. sepium* inoculé avec l'association de souches de *Rhizobium* et *G. aggregatum* est plus développé que le maïs cultivé en présence de biomasse de *G. sepium* inoculé avec la souche de champignon mycorhizien seule ou avec phosphore seul. Par contre l'effet de

l'inoculation avec la souche de *Rhizobium* seul ou en présence de phosphore est souvent comparable à celui de l'association de souches de *Rhizobium* et de *G. aggregatum*.

Tableau 4 : Hauteur (m) des plantes de *G. sepium* inoculé avec des souches de *Rhizobium* et champignon mycorhizien arbusculaire et en présence de phosphore et le poids de biomasse sèches (PBS, g/pl.) de maïs cultivé sur du sol de Bel Air.

Interactions <i>Rhizobium</i> *CMA*Phosphore	Hauteur (m) des plantes de <i>G. sepium</i>	PBS (g/pl) de maïs cultivé en présence de matière organique de <i>G. sepium</i> traité ^a
ISRA 604		
Sans <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,48 cd	126,57 bcd
20 mg P	1,70 abc	128,65 abc
Avec <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,79 abc	132,38 ab
20 mg P	1,91 a	142,57 ab
ISRA 605		
Sans <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,56 bc	129,80 abc
20 mg P	1,59 bc	134,45 ab
Avec <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,57 bc	142,13 ab
20 mg P	1,98 a	145,00 ab
ISRA 604/605		
Sans <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,62 bc	133,28 abc
20 mg P	1,73 abc	125,60 bcd
Avec <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,78 ab	138,93 abc
20 mg P	1,84 ab	148,15 a
Témoin		
Sans <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,14 e	110,27 d
20 mg P	1,12 e	107,85 d
Avec <i>G. aggregatum</i>		
0 mg P	1,18 e	120,30 cd
20 mg P	1,24 de	119,05 cd

Dans chaque colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de Newman et Keuls ($p \leq 0,05$).

^a : Les traitements (*Rhizobium*, *G. aggregatum* et phosphore) de la première colonne du Tableau sont appliqués au *Gliricidia*.

Les résultats obtenus sur la hauteur des plantes et le poids de graines sèches de maïs sont présentés au Tableau 2. Pour les deux paramètres, il y a une interaction significative de la double inoculation *Rhizobium* x champignon mycorhizien. Cependant, l'analyse des moyennes au seuil de 0,05 montre parfois des valeurs comparables entre les traitements inoculés avec les souches de *Rhizobium* et les témoins non inoculés. La croissance du maïs en hauteur mesurée avant épiaison a montré un effet positif de cette interaction par rapport au traitement témoin sans *Rhizobium* ni *G. aggregatum* avec une amélioration de 11,94%. L'ANOVA présentée au Tableau 1 montre une triple interaction *Rhizobium* x *G. aggregatum* x phosphore significative sur la production de biomasse sèche de maïs qui réagit positivement aux inoculations quel que soit le niveau d'application du phosphore. Le PBS augmente ainsi de 17,95% par rapport au maïs cultivé en présence de biomasse n'ayant pas subi le même traitement. Le Tableau 2 montre que la production en graines du maïs a également répondu positivement à la double inoculation *Rhizobium* x *G. aggregatum* par rapport au témoin cultivé en présence de biomasse de l'arbre en l'absence de toute inoculation; il y a ainsi une augmentation de 32,06% du PGS par plante.

IV. DISCUSSION

La croissance de *Gliricidia sepium* a réagi positivement à l'inoculation avec des souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien arbusculaire. Les résultats obtenus dans le cadre de ces travaux confirment ceux de Diouf *et al.* (2008) portant sur la réponse de *G. sepium* à l'application de phosphore et à l'inoculation avec des souches *G. aggregatum* et *Rhizobium* sur un sol sablonneux Sub-Sahélien. L'interaction significative entre les inoculations avec des souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien et l'application de phosphore sur la croissance en hauteur des plantes de *G. sepium* explique la nécessité de l'apport d'inoculum pour l'amélioration du développement de cet arbre (Habte and Turk, 1991, Liyanage *et al.*, 1994). Au même moment, une double inoculation avec ces souches de *Rhizobium* et de *G. aggregatum* produit un effet positif sur la production de biomasse aérienne composée par les tiges et les feuilles. D'une manière générale, l'impact positif de la double inoculation et de la fertilisation phosphatée sur le développement de *G. sepium* est une preuve de reproductibilité des résultats préliminaires obtenus par Diouf *et al.* (2008) sur le même site, malgré une légère modification des conditions expérimentales. En effet, les plantes sont cultivées dans un contenant 10 fois plus volumineux. Par ailleurs, aucune différence significative n'est observée sur la croissance des plantes inoculées avec le mélange de souches de *Rhizobium* ISRA 604 et ISRA 605 en comparaison avec les plantes inoculées avec une souche seule. L'effet comparable entre l'inoculation avec la souche de champignon mycorhizien seule et l'inoculation avec les souches de *Rhizobium* apportées seules ou en mélange peut être expliqué par la présence de souches natives de rhizobium et de champignon mycorhizien dans le sol de la station expérimentale.

La matière organique agit principalement sur les propriétés du sol et sur son approvisionnement en éléments nutritifs. Au Sénégal, du fait de l'absence de tradition culturale de céréale en système intercalaire ou en couloir avec des arbres, l'utilisation de la biomasse végétale comme fertilisation au champ nécessite une étude préalable en conditions expérimentales. Au Brésil, Franco *et al.* (1997) ont préconisé l'utilisation des arbres fixateurs d'azote et mycorhiziens de la famille des Légumineuses pour restaurer la fertilité des sols pauvres avec une réussite des arbres introduits. En plus au Zimbabwe, Sakala *et al.* (2002) ont rapporté que les légumineuses dans les systèmes culturaux du maïs sont une alternative potentielle de source d'azote. Yamoah *et al.* (1986) ont rapporté que les émondes de *Leucaena*, de *Gliricidia* et de *Cassia* libèrent la majorité de l'azote dans les 60 jours suivant leur application. Le maïs est cultivé habituellement au Sénégal avec une fertilisation 300 kg/ha d'engrais minéral de fond de type N-P-K (8-18-27). Dans le cadre de nos travaux, la biomasse aérienne de *G. sepium* collectée de l'expérience précédente assimilée à la litière naturelle est alors enfouie dans les buses jusqu'à une profondeur de 30 cm pour la culture du maïs 45 jours avant les semis. Ainsi, les qualités reconnues à la litière de *G. sepium* utilisée comme engrais vert rapportées dans beaucoup de pays d'Amérique, d'Asie et d'Afrique (Steward *et al.*, 1992 ; Adejuwon et Adesina, 1990 ; Patil, 1989) sont explorées en conditions expérimentales. Pour cela, nous avons adapté un système semi contrôlé en confinant le système racinaire de la céréale non fixatrice d'azote dans les buses pour mieux appréhender l'impact de la décomposition de la matière organique sur le développement et la productivité du maïs. La croissance du maïs évaluée par la hauteur et le poids de la paille produite est essentiellement prise en compte dans cette étude. Ainsi ces paramètres ont été améliorés par l'amendement avec la biomasse aérienne de *G. sepium* en comparaison avec les plantes n'ayant pas reçu de fertilisation organique. Ceci explique déjà la nécessité de l'utilisation de la biomasse d'arbres fixateurs d'azote même si la différence entre les types de traitements n'est pas toujours significative. La production de graines de maïs dans nos conditions expérimentales ne peut être considérée comme des rendements réels par rapport à ceux obtenus au champ. Toutefois, nous avons tenté de faire une extrapolation du poids de graines sèches par plante en rendement pour avoir une idée sommaire du rendement éventuel. Sachant qu'en semis standard (90 cm sur 30 cm) un hectare peut contenir jusqu'à 37.000 plantes, une valeur approximative du rendement peut être obtenue. Ainsi, nous constatons que le rendement estimé à 520,59 kg/ha pour les traitements sans biomasse peut être amélioré à 108,67% par l'incorporation de biomasse de *G. sepium*. Au Sénégal, Dramé *et al.* (2006) ont rapporté que les litières *F. albida*, *C. equisetifolia* et *P. glaucum* ont exprimé de manière équivalente un effet améliorateur le plus marqué sur les rendements en grain au champ avec une augmentation relative de 94,3% par rapport au témoin sans litière. Toutefois, il faut noter que ces auteurs n'avaient pas appliqué d'inoculation microbienne aux arbres utilisés pour une amélioration de la litière en N et en P. En Afrique australe, l'utilisation de la litière de *G. sepium* a maintenu le rendement de maïs entre 1,8 et 3 t/ha (Mafongoya et Kwesiga, 2002). Ces auteurs

ont rapporté que le rendement est souvent dépendant de la qualité de biomasse et que les critères de sélection de bonnes espèces comme engrais vert sont la grande productivité de biomasse. Nos résultats ont montré que l'inoculation avec les souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien améliore la production de biomasse de *G. sepium* et que l'utilisation de cette biomasse accroît la croissance et la production de graines de maïs par rapport aux plantes cultivées sans fertilisation organique. Les recommandations de Young (1995) sur les systèmes de culture annuelle semblent expliquer l'effet très net de la matière organique de *G. sepium* sur la production de maïs. Selon cet auteur, il est souhaitable d'utiliser des espèces ligneuses à litière feuillue de grande quantité, non seulement à cause de leur teneur plus élevée en éléments nutritifs, mais aussi parce que la libération des éléments nutritifs correspond bien au besoin d'absorption des cultures. Ainsi au Sénégal, l'inoculation avec des souches de *Rhizobium* et de champignon mycorhizien arbusculaire améliore la croissance *G. sepium* dont la matière organique aérienne constitue une source de fertilisation du sol pour la culture du maïs.

Remerciements : Ce travail a été effectué grâce au soutien du projet INCO Enrich, contrat N° ICA4-CT 2000-30022. Les auteurs de cet article expriment leur profonde gratitude à Mrs. O. Touré et D. Cissé et à Mme M. C. Da Sylva pour leur assistance technique précieuse à la réalisation de ce travail.

RÉFÉRENCES

- [1] Adejuwon, J.O and Adesina, F.A. 1990. Organic matter and nutrient status of soils under cultivated fallows: An example of *Gliricidia sepium* fallows from south western Nigeria. *Agrof. Syst.* 10: 23-32.
- [2] Atta-Krah, A.N. and Sumberg, J.E. 1988. Studies with *Gliricidia sepium* for crop/livestock production systems in West Africa. *Agrof. Syst.* 6 : 97-118
- [3] Bationo, A, Christianson, B.C, Baethgen, W.E, and Mokwunye, A.U. 1992. A farm-level evaluation of nitrogen and phosphorus fertiliser use and planting density for pearl millet production in Niger. *Fert. Res.* 31 : 175-184.
- [4] Buerkert, A., Batanio, A. and Piepho, H-P. 2001. Efficient phosphorus application strategies for increased crop production in Sub-Saharan West Africa. *Field Crop Res.* 72 : 1 – 15.
- [5] Diouf, A., Diop, T.A., Ndoye, I. and Gueye, M. 2008. Response of *Gliricidia sepium* tree to phosphorus application and inoculations with *Glomus aggregatum* and *rhizobial* strains in a Sub-Saharan sandy soil. *Afr. J. of Biotech.* 7 :766 – 771.
- [6] Dramé, A., Ndiaye, S., et Sy, R.D. 2006. Effets du traitement chimique du sol et de différents types de litières sur la croissance et la productivité du maïs (*Zea mays L.*) au Sénégal. *J. Sciences.* 6 :18-24.
- [7] Franco, A.A. and de Ferreira, S.M. 1997. The contribution of N₂ – fixing trees legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biol Biochen.* 29:897 – 903.
- [8] Habte, M. and Turk, D. 1991. Response of two species of *Cassia* and *Gliricidia sepium* to vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. *Communication in Soil Science and Plant Analysis.* 22 : 17-18.
- [9] Kaya, B. and Nair, P.K.R. 2001. Soil fertility and crop yields under improved-fallow systems in southern Mali. *Agrof. Syst.* 52 : 1-11.
- [10] Liyanage, M.S., Danso, S.K.A. and Jayasundara, H.P.S. 1994. Biological nitrogen fixation in four *Gliricidia sepium* genotypes. *Plant Soil.* 161 : 267-274.
- [11] Mafongoya, P. and Kwesiga, F. 2002. The role of leguminous trees in soil fertility replenishment. In Grain legumes and green manure for soil fertility in Southern Africa: Taking stock of progress. Book Abstracts. Soil Fert Net 2003.
- [12] Patil, B.P. 1989. Cut down fertilizer nitrogen need of rice by *Gliricidia* green manure. *Indian Farming*, 39: 34-35.
- [13] Sakala, P., Mpeperek, S. and Giller K.E. 2002. Nitrogen fixation, grain yields and residual N-benefits of promiscuous soybean to maize under smallholder field conditions. In Grain legumes and green manure for soil fertility in Southern Africa: Taking stock of progress. Book Abstracts. Soil Fert Net 2003.
- [14] Simons, A.J. and Steward J.L, 1994. *Gliricidia sepium* – a multipurpose forage tree legume. In Gutteridge RC, Shelton HM. (eds) : Forage tree legume in tropical agriculture CAB International, Wallingford, UK, pp 30-48.
- [15] Standley, P.C. and Steyermark, J.A. 1946. Flora of Guatemala: Leguminosae. *Fieldiana Botany* 24 Part V, pp. 264-266.

- [16] Steward, J.L., Dunsdon, A.J, Hellin, J.J. and Hughes, C.E. 1992. Wood biomass estimation of Central America dry zone species. Tropical Forestry Paper 26, Oxford Forestry Institute, 83 p.
- [17] Yamoah, C.F., Agboola, A.A. and Mulongoy, K. 1986. Decomposition, nitrogen release and weed control by prunings of selected alley cropping shrubs. *Agrof. Syst* 4 :239 – 249.
- [18] Young, A. 1995. L'agroforesterie pour la conservation du sol. Eds. Wageningen CTA/ICRAF, 194 p.