



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Comparaison de l'effet de deux champignons mycorrhiziens arbusculaires sur la croissance et la productivité du sésame (*Sesamum indicum* L.) au Burkina Faso

Adama ZOUNGRANA¹, Yacouba ZI^{2*}, Abdoul K. SANOU^{1,2} et Paul W. SAVADOGO²

¹Laboratoire de Microbiologie, Département Environnement et Forêt, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/DEF), Ouagadougou, Burkina Faso. 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

²Laboratoire Sol-Eau-Plante, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso. 01 BP 476 Ouagadougou 01. Tel : (+226) 50 31 92 08/70 32 16 19

*Auteur correspondant ; E-mail : zi.yacouba04@gmail.com ; Tel : 0033 (0) 749591165

Received: 14-09-2021

Accepted: 11-01-2022

Published: 28-02-2022

RESUME

L'agriculture conventionnelle caractérisée par une forte utilisation de pesticides et d'engrais chimiques entraîne de nombreuses répercussions délétères sur la santé humaine et sur l'environnement notamment la dégradation de la fertilité des sols. Pour atténuer ces effets, l'agriculture biologique basée sur l'utilisation des champignons mycorrhiziens arbusculaires pourrait être un modèle alternatif. L'effet de l'inoculation mycorrhizienne avec *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* sur la productivité du sésame a été étudié. Les résultats de l'inoculation du sésame avec ces deux souches ont été comparés au témoin non inoculé et au traitement fertilisé au compost dans un dispositif en bloc de Fisher. Les résultats ont montré que l'intensité de mycorrhization des plantes de sésame est très faible tout au long du cycle végétatif (de 8,65% à 22,72%). L'inoculation du sésame avec *Glomus aggregatum* a également eu un effet significatif sur le nombre de capsules (plus de 54 capsules/plante), la biomasse totale et le rendement graine (362,27 Kg ha⁻¹) comparativement au témoin (315,51 Kg ha⁻¹). L'effet de *Rhizophagus irregularis* en provenance du Sénégal n'a pas été significatif sur tous les paramètres morphologiques du sésame contrairement au témoin naturellement mycorrhizé. Les champignons mycorrhiziens arbusculaires indigènes présents dans les agroécosystèmes du Burkina Faso induisent donc plus d'effet sur le sésame que la souche de *Rhizophagus irregularis* provenant du Sénégal.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Glomus aggregatum*, *Rhizophagus irregularis*, inoculation mycorrhizienne, Compost.

Comparison of the effect of two arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) in Burkina Faso

ABSTRACT

Conventional agriculture characterized by the heavy use of chemical pesticides and fertilizers, has many deleterious repercussions on human health and on the environment particularly the degradation of soil fertility. To mitigate these effects, organic agriculture based on the use of arbuscular mycorrhizal fungi could be an alternative model. The effect of mycorrhizal inoculation with *Glomus aggregatum* and *Rhizophagus irregularis*

on the productivity of sesame was studied. Inoculation of sesame with these two strains was compared to uninoculated controls and composted fertilizer treatment in a Fisher Bulk Device. The results showed that the mycorrhization intensity of sesame plants is very low throughout the vegetative cycle (from 8.65% to 22.72%). The inoculation of sesame with *Glomus aggregatum* had also a significant effect on the number of capsules (more than 54 capsules / plant), total biomass and seed yield (362.27 Kg ha⁻¹) compared to control plants (315.51 Kg ha⁻¹). The effect of *Rhizophagus irregularis* from Senegal was not significant on all morphological parameters of sesame unlike the naturally mycorrhizal control. Therefore, the native arbuscular mycorrhizal fungi present in the agro ecosystems of Burkina Faso induce more effect on sesame growth, than the strain *Rhizophagus irregularis* originating from Senegal.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Glomus aggregatum*, *Rhizophagus irregularis*, mycorrhizal inoculation, Compost.

INTRODUCTION

Le Burkina Faso, pays à vocation agricole est soumis depuis plusieurs décennies à une forte dégradation de ses ressources naturelles, limitant ainsi le développement de ses productions agrosylvopastorales et halieutiques (Thiombiano, 2000). La pression parasitaire conjuguée à la baisse de la fertilité des sols ont conduit à l'usage massif des pesticides et des engrais chimiques (Abang et al., 2014 ; Minougou et al., 2020). Selon Toé et Paré (2011), au Burkina Faso, le taux d'accroissement annuel de l'utilisation des pesticides a atteint 11%. L'utilisation de ces intrants chimiques présente des risques importants pour l'Homme et pour l'environnement (Naré et al., 2015). L'application abusive et non maîtrisée des pesticides et des engrais chimiques dans nos agroécosystèmes entraîne la dégradation de la fertilité du sol (Savado et al., 2017 et 2019). Les pratiques agricoles conventionnelles qui prévalent de nos jours au Burkina Faso ont donc de nombreux effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Un modèle alternatif basé sur l'agriculture biologique pourrait garantir une meilleure production agricole et éviter ces effets négatifs.

L'agriculture biologique garantit la production d'aliments sains aujourd'hui et dans la durée tout en protégeant les sols, l'eau et l'environnement. Elle favorise la biodiversité et ne pollue pas l'environnement avec des intrants chimiques ou des organismes

génétiquement modifiés (Greenpeace, 2014). Parmi les modèles biologiques permettant d'accroître la productivité des sols tout en limitant l'usage d'intrants agrochimiques (engrais et pesticides) figure la mycorrhization (Dai et al., 2014 ; Oehl et al., 2011). En effet, selon ces auteurs, les champignons mycorrhiziens arbusculaires (CMA) établissent une association mutualistique avec la majorité des plantes cultivées et sauvages tout en stimulant leur croissance et la structure du sol. La symbiose plante-CMA présente de nombreux effets bénéfiques pour la plante, les organismes vivants du sol et l'écosystème tout entier. Ces CMA améliorent particulièrement la capacité nutritionnelle de la plante (Sampath Kumar et al., 2002 ; Leye et al., 2015). Leur inoculation aux plantes est l'un des moyens biologiques permettant à la culture de résister à certains stress (biotique et abiotique) et d'augmenter sa productivité (Fortin et al., 2009).

Dans le souci de préserver l'environnement et d'offrir des produits agricoles de qualité à la population, cette étude comparative a été initiée. Il était question de comparer l'effet des champignons mycorrhiziens arbusculaires, *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* sur le sésame (*Sesamum indicum* L.), au champ en vue de porter un choix sur la souche la plus efficace pour promouvoir l'agriculture biologique par l'utilisation des CMA.

MATERIEL ET METHODES

Site d'expérimentation

L'essai a été implanté dans la ferme agroécologique Guiriko géolocalisé à 11°1'13' de latitude Nord et 3°59'59'' de longitude Ouest. C'est une ferme de 43 hectares située dans la région des Hauts Bassins et plus précisément dans le département de Karangasso-Vigué à 4 km de l'axe Soumousso - Déguélé (Figure 1).

Matériel végétal

La variété S42 du sésame (*Sesamum indicum* L.) a été utilisée pour cette étude. Introduite de l'Inde sous le nom de Jaaglon 128, la variété S42 de couleur blanche est actuellement la plus vulgarisée au Burkina Faso. Le cycle de cette variété est de 90 à 100 jours. La plante présente 3 à 4 ramifications avec une pilosité sur la tige, les feuilles et les capsules. Le nombre de capsules par aisselle varie entre 1 et 3 (Rongead, 2013). Le rendement moyen est de 1 000 à 1 500 kg/ha avec une teneur en huile de 53 à 58%. La quantité d'eau minimale nécessaire pour la production de cette variété est de 400 mm (MAHRH, 2008).

Matériel fongique

Deux inocula fongiques, *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* provenant respectivement du laboratoire de microbiologie de l'INERA (Burkina Faso) et du laboratoire commun de microbiologie de Dakar (Sénégal) ont été utilisés.

Matière organique

La matière organique utilisée était du compost à base de résidus de tiges de sésame. La technique de compostage utilisée était le compostage en tas. Le processus de compostage a duré 5 mois.

Dispositif expérimental et traitements

Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher avec trois répétitions. Un champ de 840 m² (42 m x 20 m) a été reparti en 3 blocs

de 252 m² (42 m x 6 m) chacun. Chaque bloc a reçu 4 traitements (Ga, Ri, T, PC) distribués aléatoirement suivant la pente du terrain. La superficie allouée à chaque traitement était de 51,84 m² (9,6 m x 5,4 m). Le traitement témoin (T) n'a reçu aucun inoculum, le traitement « Pratique Courante des paysans » (PC) correspondant aux traitements habituels que font les paysans dans le cadre de l'agriculture biologique. Dans ce cas l'amendement par le compost était fait avant semis, à raison de 29 tonnes par hectare. Les traitements Ga (*G. aggregatum*) et Ri (*R. irregularis*) ont reçu respectivement 10 g d'inoculum de *Glomus aggregatum* et 10 g d'inoculum *Rhizophagus irregularis* enfouis à l'intérieur de chaque poquet au moment du semis. Le semis a été fait en ligne et en poquet manuellement. Les semences ont été au préalable mélangé à du sable fin. La densité des parcelles élémentaires était de 432 plantes soit 2 pieds par poquet après le démarrage.

Échantillonnage et collecte de données

Après le semis, un carré de rendement de 2,4 m x 2,4 m (5,76 m²) a été placé au milieu de chaque parcelle élémentaire. Chaque carré comportait 4 lignes et 6 rangées soit 24 poquets. Le suivi de l'évolution de la hauteur, le dénombrement des capsules et l'évaluation du rendement ont été faites sur les plantes situées dans le carré de rendement. Pour la détermination des paramètres de mycorhization et les biomasses, 5 échantillons aléatoires de plantes par traitement ont été prélevés hors du carré de rendement aux besoins.

Détermination de la hauteur des plantes

La hauteur des plantes a été mesurée à l'aide d'un ruban métrique. Les mesures ont été effectuées tous les 7 jours à compter du 27^{ème} jour après semis (JAS).

Détermination de la biomasse racinaire et aérienne

Les prélèvements des échantillons de plantes pour l'évaluation de la biomasse racinaire et aérienne ont été faits les 45^{ème} et 54^{ème} JAS.

Détermination du nombre de capsules et du rendement graine

Le dénombrement des capsules a été fait le 80^{ème} JAS. Le rendement graine a été estimé par la méthode des carrés de rendement. Après la récolte, les différents échantillons ont été séchés, vannés puis pesés avec une balance de précision.

Le rendement (rdt) du carré est calculé suivant la formule :

$$\text{rdt du carré} = \frac{\text{Poids total de graines dans le carré}}{\text{surface du carré}}$$

Les résultats ont été extrapolés à l'hectare (10.000 m²).

Détermination du taux et intensité de mycorhization

La mise en évidence de l'infection endomycorhizienne a été réalisée par la coloration des racines fines des plantes selon la méthode de Philips et Hayman (1970). L'observation a été faite au microscope photonique. Les racines fines conservées dans des tubes contenant du KOH à 10% ont été placées dans un bain-marie à 90°C pendant une heure. Le KOH a été versé et les racines ont été ensuite abondamment rincées à l'eau du robinet. Cette opération permet de vider les cellules de leur contenu cytoplasmique. Les racines ainsi décolorées ont été ensuite plongées 30 minutes dans une solution de bleu Trypan chauffée à 90°C, permettant de colorer les structures fongiques. Un léger rinçage à l'eau a permis d'enlever le surplus de colorant. Le taux et l'intensité de mycorhization ont été évalués en deux étapes : au stade floraison-fructification (54^{ème} JAS) et à la récolte (86^{ème} JAS). Après coloration des échantillons de

racine, des préparations ont été faites et montés entre lame et lamelle pour observation. Les fragments ont été observés au microscope optique au grossissement (Gx100). La présence dans la racine d'hyphes, de vésicules et/ou d'arbuscules permet de classer la plante comme mycorhizée. Le taux de mycorhization ou fréquence d'infection des racines d'une plante (F%) et l'intensité globale de mycorhization (I%) ont été estimées par la méthode de Trouvelot et al. (1986). Le degré de colonisation endomycorhizienne de chaque fragment a été estimé selon un barème constitué de six classes notées de 0 à 5 comme le montre la Figure 2. L'Intensité de mycorhization du système racinaire notée I en pourcentage a été calculée comme suit :

$$I (\%) = \frac{95n_5 + 70n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1}{\text{nombre total de fragments observés}}$$

n1 = nombre de fragments ayant reçu la note notée 1

n2 = nombre de fragments ayant reçu la note notée 2

n3 = nombre de fragments ayant reçu la note notée 3

n4 = nombre de fragments ayant reçu la note notée 4

n5 = nombre de fragments ayant reçu la note notée 5

La fréquence de mycorhization du système racinaire notée F en pourcentage a été calculée comme suit :

$$F (\%) = \frac{\text{nombre de fragments mycorhizés}}{\text{nombre total de fragments observés}} \times 100$$

Analyse statistique

Le logiciel R version 3.2.4 a été utilisé pour l'analyse statistique des données. Le test de Student-Newman-Keuls a été utilisé pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité p=5%.

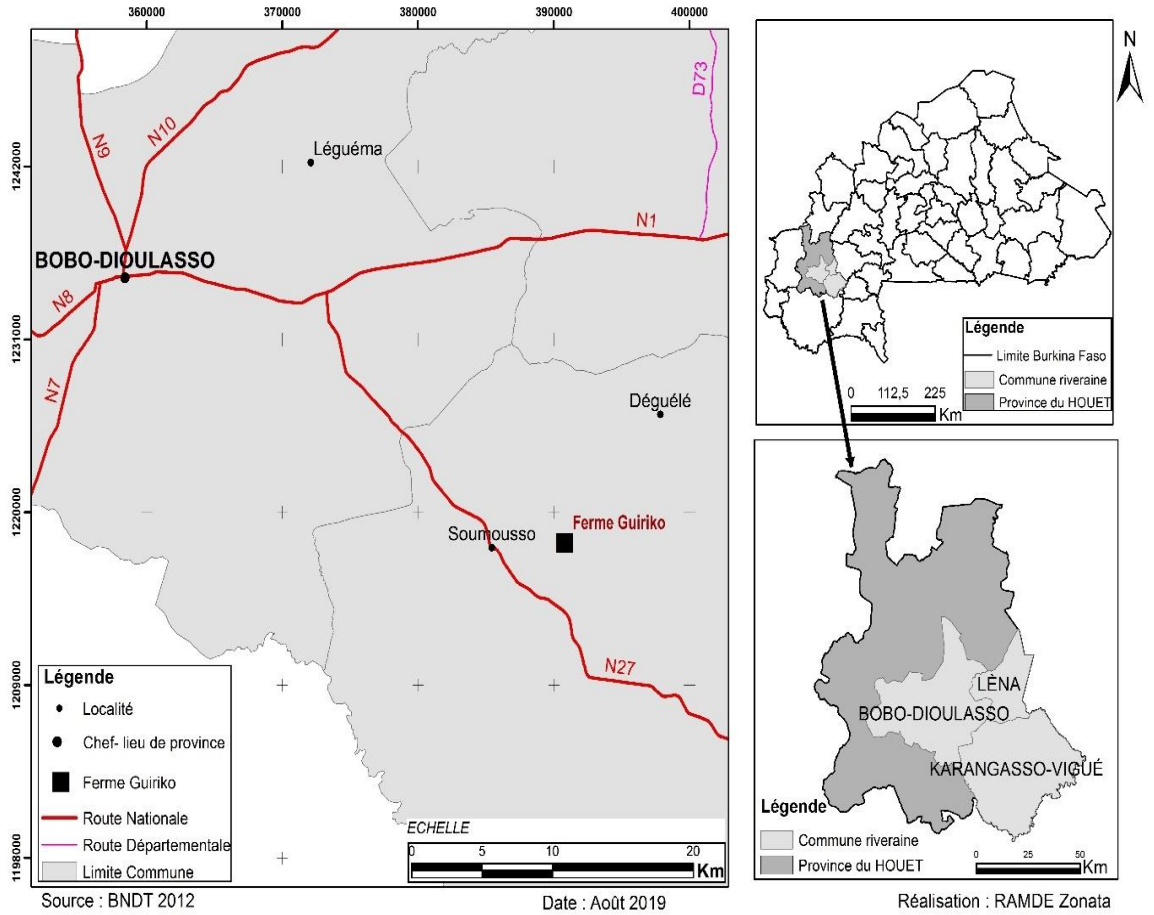


Figure 1 : Présentation du site d'expérimentation.

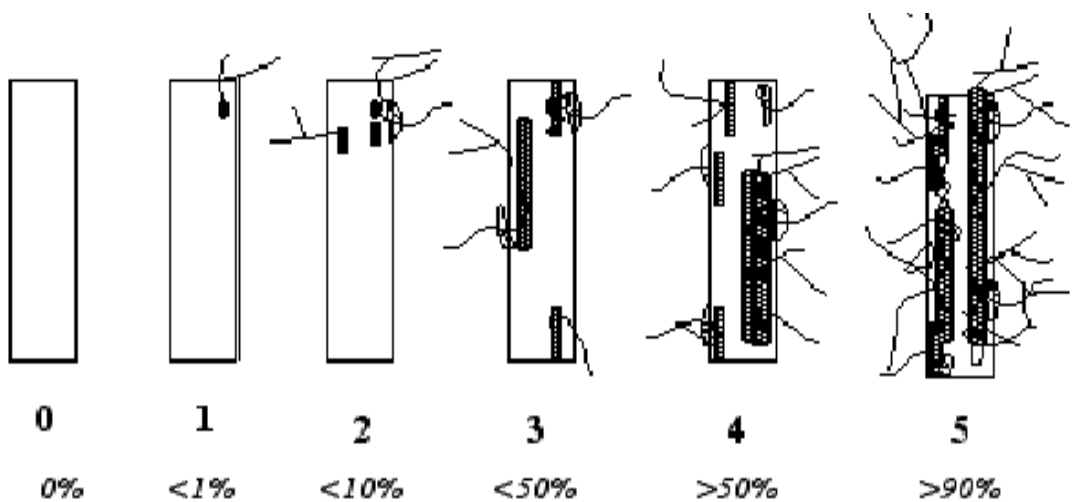


Figure 2: Notation de l'infection mycorhizienne classée de 0 à 5.

RÉSULTATS

Hauteur des plants

Le Tableau 1 présente l'évolution de la hauteur des plants au cours du cycle végétatif du sésame. La taille des plantes a évolué continuellement tout au long du cycle végétatif. L'analyse de variance a montré que du 27^{ème} au 54^{ème} JAS, la croissance des plantes inoculées avec *R. irregularis* variait très peu par rapport à celle des plantes inoculées avec *G. aggregatum* et des plantes non inoculées. Au 47^{ème} JAS, la taille des plantes inoculées avec *G. aggregatum* dépassait significativement celle du traitement témoin (p-value = 0,012), mais évoluait dans le même sens que celle du traitement PC « Pratique Courante » avec des hauteurs maximales respectives de 40,85 cm et 42,95 cm. Du 60^{ème} au 82^{ème} JAS la croissance s'est ralentie aussi bien chez les plantes inoculées que chez les plantes non inoculées. Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements durant cette dernière phase.

Biomasse aérienne et racinaire

Le Tableau 2 indique la dynamique de la biomasse aérienne et racinaire au cours du développement des plantes de sésame. Les résultats ont montré une augmentation régulière des biomasses aérienne et racinaire du 45^{ème} au 54^{ème} JAS. D'une manière générale, les résultats ont montré qu'avec l'inoculation *R. irregularis* on observe une baisse significative des biomasses aérienne et racinaire du sésame. L'inoculum *G. aggregatum* a entraîné une augmentation significative de la biomasse racinaire et la biomasse aérienne au 54^{ème} JAS. Les quantités maximales de biomasses ont été obtenues au niveau du traitement PC avec des moyennes allant de 5,55 g à 10,61 g pour la biomasse aérienne et 1,36 g à 1,85 g pour la biomasse racinaire.

Nombre de capsules et rendement grain

Le Tableau 3 présente le nombre moyen de capsules par plante et le rendement grain du sésame. Le nombre de capsules produit par

plante n'a pas différencié significativement entre les plantes inoculées avec *G. aggregatum* et celles traitées au compost. Les plantes inoculées avec *G. aggregatum* ont produit plus de capsules (54,7 capsules par plante) que les plantes inoculées avec *R. irregularis* (30,96 capsules par plante).

Pour le rendement grain, les résultats ont montré que l'inoculation avec *G. aggregatum* a eu un effet significatif sur la production du sésame. Les tests statistiques ont montré que la production maximale a été obtenue respectivement avec le traitement PC et Ga. En outre le rendement obtenu avec *R. irregularis* était inférieur (248,49 Kg ha⁻¹) au témoin non inoculé (315,51 Kg ha⁻¹) et aux autres traitements.

Taux et intensité de mycorhization

La fréquence et l'intensité de mycorhization ont été évaluées pendant la fructification et après la récolte. Les résultats ainsi obtenus sont consignés dans le Tableau 4. Les observations microscopiques des tissus racinaires des plantes de sésame inoculées et non inoculées expérimentalement ont révélé la présence de champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) pendant la phase de fructification et à la récolte. L'intensité de mycorhization est très faible aussi bien pour les plantes de sésame inoculées que pour celles non inoculées. Elle varie entre 8,65% et 22,72% de la fructification à la récolte. A la récolte, l'intensité de mycorhization des plantes inoculées avec *R. irregularis* et *G. aggregatum* ne différait pas statistiquement par rapport aux traitements PC et T au seuil de 5% (p-value = 0,18). D'une manière générale, la fréquence de mycorhization diminuait de la fructification à la récolte. Il n'existait aucune différence significative entre les traitements à la récolte (p-value = 0,41). Lors de la fructification, le taux de colonisation était maximal chez *R. irregularis* avec une fréquence de 91,55%. Cette dernière était significativement plus importante comparée aux autres traitements (p-value = 0,01).

Tableau 1 : Évolution de la hauteur des plantes (cm) en fonction des traitements.

Trait.	27 JAS	47 JAS	54 JAS	60 JAS	67 JAS	74 JAS	82 JAS
Ga	6,56± 0,78 ^a	40,85± 5,89 ^a	76,67± 08,62 ^a	83,61± 09,12 ^a	93,02± 11,34 ^a	94,98± 12,21 ^a	95,48± 13,40 ^a
Ri	4,02± 1,56 ^b	24,44± 9,17 ^c	57,45± 14,75 ^b	68,82± 13,56 ^a	80,63± 13,78 ^a	84,18± 18,25 ^a	82,57± 14,60 ^a
T	6,57± 1,86 ^a	31,95± 9,76 ^b	70,54± 18,42 ^a	81,44± 17,76 ^a	88,31± 16,58 ^a	88,44± 16,33 ^a	91,74± 16,59 ^a
PC	7,98± 2,54 ^a	42,95± 9,22 ^a	79,76± 12,47 ^a	86,44± 08,24 ^a	94,61± 10,54 ^a	93,20± 9,91 ^a	96,07± 11,63 ^a
CV (%)	14,18	9,06	8,42	8,00	5,67	7,11	7,20
Prob.	0,008	0,012	0,015	0,050	0,052	0,250	0,130
Sign.	HS	S	S	NS	NS	NS	NS

Ga = *Glomus aggregatum*, Ri = *Rhizophagus irregularis*, T = témoin, PC = Pratique courante CV = Coefficient de variation, HS= Hautement Significatif, S = Significatif, NS = Non Significatif, Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Prob. = Probabilité, Sign. = Significativité.

Tableau 2 : Biomasse aérienne et racinaire.

Traitements	Biomasse aérienne (g)		Biomasse racinaire (g)	
	45 JAS	54 JAS	45 JAS	54 JAS
Ga	4,11±0,15 ^b	7,75±0,49 ^b	0,81±0,09 ^b	1,13±0,12 ^b
Ri	2,49±0,43 ^c	4,02±0,22 ^d	0,54±0,03 ^c	0,56±0,24 ^c
T	4,01±0,04 ^b	5,42±0,11 ^c	0,53±0,03 ^c	1,08±0,12 ^b
PC	5,55±0,20 ^a	10,61±0,31 ^a	1,36±0,09 ^a	1,85±0,05 ^a
CV (%)	4,9	3,2	6,6	11,1
Probabilité	0,000	0,000	0,000	0,000
Significativité	HS	HS	HS	HS

Ga = *Glomus aggregatum*, Ri = *Rhizophagus irregularis*, T = témoin, PC = Pratique courante CV = Coefficient de variation, HS= Hautement Significatif, S = Significatif, NS = Non Significatif, Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

Tableau 3 : Nombre moyen de capsules et rendement graine.

Traitements	Nombre de capsules par plante	Rendement graine (Kg ha ⁻¹)
Ga	54,7±7,62 ^a	362,27±17,95 ^b
Ri	30,96±1,32 ^c	248,49±6,34 ^d
T	43,2±5,56 ^b	315,51±9,38 ^c
PC	58,13±2,53 ^a	422,46±28,67 ^a
CV (%)	10,50	5,80
Probabilité	0,001	0,000
Significativité	HS	HS

Ga = *Glomus aggregatum*, Ri = *Rhizophagus irregularis*, T = témoin, PC = Pratique courante CV = Coefficient de variation, HS= Hautement Significatif, Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

Tableau 4 : Fréquence et intensité de mycorhization des plantes de sésame.

Traitements	Fructification		Récolte	
	Fréquence (%)	Intensité (%)	Fréquence (%)	Intensité (%)
Ga	82,66 ±3,05 ^b	15,15±0,63 ^{ab}	74,33±3,78 ^a	71±1,26 ^a
Ri	91,55 ±1,01 ^a	22,72 ±0,12 ^a	69,66±4,93 ^a	10,38±0,32 ^a
T	85,55± 3,9 ^b	15,71±0,51 ^{ab}	74±3,60 ^a	78±1,30 ^a
PC	76,66±4,05 ^c	8,65±0,75 ^b	70,66±3,21 ^a	8,74±1,22 ^a
CV (%)	2,84	22,95	5,33	10,01
Probabilité	0,001	0,01	0,41	0,18
Significativité	HS	S	NS	NS

Ga = *Glomus aggregatum*, Ri = *Rhizophagus irregularis*, T = témoin, PC = Pratique courante CV = Coefficient de variation, HS= Hautement Significatif, S = Significatif, NS = Non Significatif, Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

DISCUSSION

L'établissement de la symbiose endomycorhizienne dépend entre autres de la morphologie du système racinaire, de la richesse microbienne et du niveau de fertilité du sol (Breuillin et al., 2010). La fertilité du terrain d'expérimentation due à l'arrière-effet du compost a contribué à réduire l'intensité de mycorhization malgré les fortes fréquences de mycorhization obtenues. C'est ainsi que la plus faible valeur de l'intensité (8,65% à la fructification et 8,74% à la récolte) de colonisation mycorhizienne a été obtenue dans les parcelles élémentaires ayant reçu le compost. Le plus souvent, l'intensité d'infection racinaire par les CMA est réduite quand le niveau de phosphore augmente dans le sol et devient ainsi directement assimilable par la plante mycorhizée (Anil et al., 2004). En effet, Hijri et al. (2006) et Breuillin et al. (2010) ont montré que le niveau de fertilité du sol, notamment le taux élevé de phosphore, inhibait la symbiose plante-CMA et dans certains cas éliminait l'effet des champignons mycorhiziens. Le rendement graine obtenu avec *G. aggregatum* était significativement inférieur à celui du compost. Il semble que le CMA *G. aggregatum* n'a pas pu exprimer toutes ses potentialités à cause de l'arrière-effet du compost. Au regard des résultats obtenus avec *G. aggregatum*, si le niveau de fertilité joue en faveur d'un bon établissement de la symbiose, il pourrait donner de meilleurs résultats.

La croissance continue des plantes de sésame tout au long du cycle végétatif est une caractéristique intrinsèque de cette plante. Les plantes de sésame ont été plus sensibles à l'effet de *G. aggregatum* comparé à celui de *R. irregularis*. Il s'agit là probablement d'une affinité d'hôte et/ou d'une adaptation écologique étant donné que les deux souches de champignons n'ont pas la même provenance écologique. L'influence des facteurs climatiques sur la mycorhization a été démontrée par plusieurs auteurs. En effet, les travaux menés par Diop et al. (2013) sur les

impacts des conditions pédoclimatiques et du mode cultural sur la réponse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à l'inoculation endomycorhizienne avec *R. irregularis* ont montré que la réponse des plantes à l'inoculation avec *R. irregularis* différait fortement en fonction des caractéristiques pédoclimatiques du milieu. Aussi, Hijri et al. (2006) ont montré également que la nature du sol et le type de culture peuvent interférer sur l'activité des CMA.

Dès le début du cycle du sésame jusqu'à la phase de floraison-fructification (54^{ème} JAS), l'inoculation des plantes avec *G. aggregatum* a entraîné un développement végétatif plus important. D'une manière générale, l'inoculum *G. aggregatum* a accru significativement la biomasse aérienne, racinaire ainsi que le rendement graine. La présence de *G. aggregatum* dans le sol a amélioré la capacité de la plante à absorber l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance. Ces résultats corroborent ceux de Diouf et al. (2009) et de Leye et al. (2009) qui ont montré respectivement que l'inoculation endomycorhizienne avec le genre *Glomus* accroît la productivité du sésame et du *Jatropha curcas* L. Également, Haro et al. (2015) ont montré que l'inoculation des plantes de niébé avec le genre *Glomus* améliore significativement la croissance en hauteur et la biomasse totale. Selon Sampath Kumar et al. (2002), les CMA améliorent effectivement la capacité nutritionnelle de la plante, notamment en phosphore et l'absorption de l'eau grâce au développement d'un réseau mycélien tellurique augmentant ainsi les surfaces et les volumes d'absorption des racines mycorhizées. Cela se traduit par une forte production de biomasse aussi bien niveau des racines que des parties aériennes du sésame mycorhizé (Sampath Kumar et al., 2002). Leur inoculation dans le sol est l'un des moyens biologiques permettant à la culture de résister à certains stress biotique et abiotique et d'accroître considérablement sa productivité (Fortin et al., 2009). Cependant la relation mutualiste entre le

champignon *R. irregularis* et son hôte n'a pas été bénéfique pour le développement du sésame malgré son taux de mycorhization élevé (91,55% à la fructification et 69,66% à la récolte). La croissance des plantes de sésame n'est donc pas forcément liée à l'intensité et la fréquence de mycorhization de leur racine. Ces résultats sont en accords avec ceux de Diatta et al. (2013) qui ont montré que l'inoculation de CMA n'avait pas eu d'effet significatif sur la croissance des plantes de sésame en milieu réel. Ainsi, la croissance des plantes n'est pas forcément liée au degré de colonisation de leurs racines par les CMA.

Les résultats des CMA indigènes présent sur le site d'étude observés chez les plantes non inoculées expérimentalement se sont avérés plus intéressants que ceux de la souche *R. irregularis*. La performance des CMA indigènes du Burkina Faso a été démontrée par Haro et al. (2015). Ces auteurs ont montré que les souches de CMA indigènes des trois zones climatiques du Burkina Faso induisaient plus un effet positif sur les paramètres de croissance de la variété K VX du niébé que les souches de CMA mono spécifiques exotiques. La faible réponse des plantes de sésame à l'inoculum *R. irregularis* sur tous les paramètres étudiés par rapport aux plantes non inoculées pourrait s'expliquer également par la présence de ces souches indigènes de CMA dans le sol. La compétition de colonisation du cortex racinaire exercée par les CMA indigènes du sol peut empêcher celle des CMA introduites inhibant ainsi leur effet. Ces souches indigènes ont pour grand avantage d'être bien adaptées à l'environnement dans lequel elles se trouvent (Plenchette et al., 2005). Par ailleurs, les propagules de CMA indigènes sont réparties dans toute la masse du sol ce qui leur confère un avantage important sur le champignon introduit, qui est appliqué en un seul point.

Conclusion

L'objectif de ce travail était d'étudier l'effet de l'inoculation de deux champignons

mycorhiziens notamment *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* sur la productivité du sésame. Cette étude a montré que la souche *G. aggregatum* du Burkina Faso améliore significativement les paramètres morphologiques et le rendement graine du sésame par rapport à la souche *R. irregularis* du Sénégal. L'apport des inocula de ces deux CMA n'a pas augmenté significativement le taux et l'intensité de mycorhization. Aussi, les plantes ont été infectées naturellement par les CMA indigènes présents sur le sol du site de l'expérimentation. Par ailleurs, ces derniers semblaient être plus efficaces que les souches de CMA utilisées. Enfin, l'utilisation des CMA exogènes pour la culture biologique s'est avérée moins efficace que la pratique paysanne traduite par l'utilisation du compost. Les études ultérieures devront évaluer différentes doses plus importantes d'inoculum de *G. aggregatum* sur le rendement du sésame en milieu réel et isoler des morphotypes des CMA indigènes et efficaces pour l'agriculture biologique.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AZ et YZ ont rédigé le projet de recherche ainsi que le premier draft de l'article et l'ont soumis aux autres co-auteurs. YZ a soumis l'article au journal. AZ a collecté les données aussi bien en milieu réel qu'au laboratoire sous la direction de AKS. PWS a supervisé la rédaction du manuscrit. Ils ont tous fortement contribué à la rédaction de l'article.

REMERCIEMENTS

Les travaux ayant aboutis à la rédaction de cet article scientifique ont reçu la contribution de la feu Docteure Kadidia B. SANON qui nous a malheureusement quitté avant la fin des travaux. Nous saluons ici sa mémoire et lui rendons hommage à travers cette publication.

REFERENCES

- Abang AF, Kouamé CM, Abang M, Hanna R, Fotso AK. 2014. Assessing Vegetable Farmer Knowledge of Diseases and Insect Pests of Vegetable and Management Practices Under Tropical Conditions. *International Journal of Vegetable Science*, **20**: 3, 240-253. DOI: 10.1080/19315260.2013.800625
- Anil P, Vandan T, Sharma NC. 2004. Effect of rock phosphate and VAM inoculation on growth and nutrient uptake in *Sesamum indicum* L. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, **101**: 137-141.
- Phillips JM, Hayman DS. 1970. Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Transactions of the British Mycological Society*, **55**: 158-161. [http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80110-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80110-3)
- Breullin F, Schramm J, Hajirezaei M, Ahkami A, Favre P, Druege U, Hause B, Bucher M, Kretschmar T, Bossolini E. 2010. Phosphate systemically inhibits development of arbuscular mycorrhiza in *Petunia hybrida* and represses genes involved in mycorrhizal functioning. *The Plant Journal: for Cell and Molecular Biology*, **64**(6): 1002-1017. doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04385.x
- Dai M, Hamel C, Bainard LD, Arnaud MS, Grant CA, Lupwayi NZ, Malhi SS, Lemke R. 2014. Negative and positive contributions of arbuscular mycorrhizal fungal taxa to wheat production and nutrients uptake efficiency in organic and conventional systems in the Canadian prairie. *Soil Biology and Biochemistry*, **74**: 156-166.
- Diatta MO, Manzo LO, Diouf MPR, Diop T. 2013. Effets de l'inoculation mycorrhizienne sur le sésame (*Sesamum indicum* L.) en conditions naturelles. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(5): 2050-2057. DOI: <https://10.4314/ijbcs.v7i5.2>
- Diop I, Kane A, Krasova-Wade T, Sanon BK, Houngnandan P, Neyra M, Noba K. 2013. Impacts des conditions pédo-climatiques et du mode cultural sur la réponse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à l'inoculation endomycorhizienne avec *Rhizophagus irregularis*. *Journal of Applied Biosciences*, **69**: 5465-5474. DOI: <https://10.4314/jab.v69i0.95072>
- Diouf M, Boureima S, Diop TA. 2009. Réponses de deux variétés de sésame à l'inoculation avec des champignons mycorrhiziens arbusculaires candidats. *Agronomie Africaine*, **21**(1): 37- 47. DOI: <https://doi.org/10.4314/aga.v21i1.46200>
- Fortin JA, Plenchette C, Piche Y. 2009. *Mycorrhizas: The New Green Revolution*. Edition MultiMondes : Québec.
- Greenpeace. 2014. *Figure de Rappel-Vivre sans Pesticides : Solution pour une Agriculture Ecologique*. Greenpeace International: Hollande.
- Haro H, Sanon KB, Krasova-Wade T, Kane A, N'doye I, Traoré AS. 2015. Réponse à la double inoculation mycorrhizienne et rhizobienne du niébé (variété, K VX396-4-5-2D) cultivée au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(3): 1485-1493. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.31>
- Hijri M, Sycorova Z, Oehl F, Ineichen K, Mader P, Wiemken A, Redecker D. 2006. Communities of arbuscular mycorrhizal fungi in arable soils are not necessarily low in diversity. *Molecular Ecology*, **15**(8): 2277-2289. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2006.02921.x>
- Leye EHM, Ndiaye M, Ndiaye BF, Diallo B, Sarr A, Diouf M, Diop T. 2009. Effet de la mycorrhization sur la croissance et le développement de *Jatropha curcas* L. *Revue des Energies Renouvelables*, **12**(2) : 269-278.
- Leye EHM, Ndiaye M, Diouf M. 2015. Etude comparative de l'effet de souches de champignons mycorrhiziens arbusculaires sur la croissance et la nutrition minérale

- du sésame cultivé au Sénégal, *African Crop Science Journal*, **23**(3) : 211 – 219
- MAHRH (Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques). 2008. *Prédiagnostic de la filière sésame*. Programme Développement de l'Agriculture (PDA) : Ouagadougou.
- Miningou A, Golane V, Sy Traore A, Kambire H. 2020. Détermination de la dose et de la date optimales d'application de la fumure minérale sur le sésame (*Sesamum indicum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(9): 2992-3000. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.3>
- Naré RAW, Savadogo WP, Gnankamary Z, Nacro HB, Sedogo MP. 2015. Analyzing risks related to the use of pesticides in vegetable gardens in Burkina Faso. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, **4**(4) 165-172. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.aff.20150404.13>
- Oehl F, Oberholzer HR, Heijden MGA, Laczko E, Jansa J, Egli S. 2016. Champignons mycorrhiziens arbusculaires: bio-indicateurs dans les sols agricoles. *Recherche Agronomique Suisse*, **7**(1) : 48–55.
- Plenchette C, Clermont-Dauphin C, Meynard JM, Fortin JA. 2005. Managing arbuscular mycorrhizal fungi in cropping systems. *Canadian Journal of Plant Science*, **85** : 31–40.
- Rongead, 2013. *Le Sésame au Burkina Faso. Livret 2 : Production et Semences*. Rongead: Ouagadougou.
- Sampath Kumar G, Muruges S, Rajendran A, Madhumathi B, Ganesh Kumar A. 2002. Association of vam fungi with sesame and its influence on growth. *Sesame and Safflower Newsletter* No. 17.
- Savadogo PW, Zi Y, Sanou AK, Nacro HB, Lompo F, Sedogo MP. 2017. Effets combinés du compost, du Paraquat et de la Lambdacyhalothrine sur la macrofaune du sol sous culture pluviale de sésame (*Sesamum indicum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(6): 2658-2670. DOI: 10.4314/ijbcs.v11i6.9
- Savadogo PW, Zi Y, Sanou AK, Nacro HB, Lompo F, Sedogo MP. 2019. Combined Effects of Compost, Supraxone and Lambda-Super on Soil Microbial Activity under Pluvial Cultivation of Sesame (*Sesamum indicum* L.) in Burkina Faso. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, **7**(1) : 107-117. DOI: <https://doi.org/10.4236/gep.2019.71009>
- Thiombiano L. 2000. Etude de l'importance des facteurs édaphiques et pédopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso. Thèse d'Etat, Université Cocody, Abidjan, p. 209.
- Toé AM, Paré S. 2011. *Plan de Lutte Antiparasitaires et de Gestion des Pesticides*. Ministère de l'économie et des finances : Burkina Faso.
- Trouvelot A, Kough J, Gianinazzi-Pearson V. 1986. Mesure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In *Mycorrhizae: Physiology and Genetics*, Gianinazzi-Pearson V, Gianinazzi S (eds). INRA Press: Paris; 217-221.