

Effet des substrats sur la mycorhization et la croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière et des sujets adultes sur les paramètres physico-chimiques du sol

Arfang Ousmane Kémo GOUDIABY^{1*}, Siré DIEDHIOU¹, Seydou NDIAYE¹,
Ngor NDOUR¹ et Ibrahima NDOYE²

¹ Université Assane Seck de Ziguinchor, Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie,
BP 523 Ziguinchor, Sénégal

² Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences et Technologies,
Département de Biologie Végétale, Sénégal

* Correspondance, courriel : goudiabyarfang@gmail.com

Résumé

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'évaluation de l'effet des substrats sur la mycorhization et la croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière et des sujets adultes sur les paramètres physico-chimiques du sol. Pour ce faire, des semences d'anacardier ont été cultivées en pépinière pendant 3 mois sur cinq types de substrats (Substrat 1 (1/2 sable + 1/2 terreau), Substrat 2 (1/3 sable + 2/3 terreau), Substrat 3 (2/3 sable + 1/3 terreau), Substrat 4 (terreau) et Substrat 5 (sable)). Des analyses de sol préparé pour la culture des plants d'anacardier et prélevés sous et hors couvert des sujets adultes ont été réalisées. Le diamètre au collet, la hauteur et les biomasses aériennes et racinaires ont été mesurés. La fréquence et l'intensité de mycorhization ont été évaluées. Les résultats montrent que le carbone (C), l'azote (N) sont plus élevés dans la zone sous couvert avec une différence significative ($P < 0,05$). Par contre, le phosphore (P) et le Calcium (Ca) sont plus élevés dans la zone hors couvert ($P < 0,05$). L'intensité de mycorhization a été plus élevée au niveau des substrats 1, 3 et 5. Elle est respectivement de 39,625 % pour le substrat 1, 26,75 % pour le substrat 3 et 34 % pour le substrat 5. Les hauteurs moyennes du troisième mois est respectivement de 28 cm pour le substrat 5, 27,5 cm pour le substrat 1 et 27, 3 cm pour le substrat 3. Aucune différence significative n'a été notée pour la croissance en diamètre quel que soit le substrat.

Mots-clés : *mycorhization, substrat, fertilité, anacardier, sylviculture.*

Abstract

Effect of the substrats on the mycorhization and the growth of *Anacardium occidentale* L. in the nursery and grown-up subjects on the physico-chemical parameters of the ground

The overall objective of this study is to contribute to the Effect of the substrats on the mycorhization and the growth of *Anacardium occidentale* L. in the nursery and grown-up subjects on the physico-chemical parameters of the ground. To do this, the cashew plants were grown in a nursery for 3 months on five different types of substrates ((Substrat 1 (1/2 Sand +1/2 Forest soil), Substrat 2 (1/3 Sand + 2/3 Forest soil), Substrat 3 (2/3 Sand+ 1/3 Forest soil), Substrat 4 (Forest soil) and Substrat 5 (Sand). Analysis of soil samples prepared

for the cultivation of cashew plants and substrates taken under and out of covered of cashew were made. Collar diameter, height and shoot and root biomass were measured to assess growth. The frequency and intensity of mycorrhiza were evaluated. Soil analyzes taken covered indoors and in areas out covered show that the carbon (C), the nitrogen (N) are higher in areas covered indoors with a significant difference ($P < 0.05$). However the phosphor (P) and the Calcium (Ca) are higher in the in areas covered than in areas out covered with a significant difference ($P < 0.05$). The intensity of mycorrhiza was higher in substrates 1, 3 and 5. It was 39.625 % respectively for the substrate 1, 26.75 % for the substrate 3 and 34 % for the substrate 5. The average growth of the third month is 28 cm for the substrate 5, 27.5 cm for the substrate 1, and 27.3 cm for the substrate 3. The diameter growth, it is the same for the different types of substrates.

Keywords : *mycorrhiza, substrate, fertility, cashew, forestry.*

1. Introduction

L'anacarde est longtemps cultivé par les peuples indigènes avant sa découverte par les portugais qui l'on introduit plus tard dans les colonies portugais d'Afrique [1]. Au Sénégal, il est introduit en 1914 par les colons [2]. Il est utilisé comme essence de protection contre les feux de brousses autour des forêts classées ou comme brise vent autour des champs [3]. Aujourd'hui, la plante est cultivée principalement pour l'exploitation de la noix et de la pomme dont la noix brute fait l'objet d'important commerce dans le monde [4]. Au Sénégal particulièrement en Casamance, cette filière est devenue l'activité agricole la plus rentable [2]. Son impact socioéconomique n'est plus à démontrer. En effet, certaines parties de l'arbre telles l'écorce, les racines et les feuilles sont utilisées comme antioxydant et anti-inflammatoire dans le traitement de certaines maladies [5, 6]. La coque de la noix sert à la fabrication de nombreux produits chimiques [7 - 9] et son amande est utilisée dans l'industrie agroalimentaire notamment dans la biscuiterie et de la pâtisserie [10]. Les arbres fructifiaient normalement dès la 3^{ème} année, mais cette production s'annihilait dès la 10^{ème} année au plus tard du fait que les arbres étaient trop serrés [11]. Actuellement, les plantations d'anacardiens sont localisées dans les régions de Ziguinchor, Sédhiou, Kolda et Fatick dont l'essentiel de la production provient de la Région de Sédhiou [12]. Le Casamance naturelle, la Gambie et la Guinée Bissau constituent un ensemble jouissant de conditions agro-écologiques relativement favorables au développement de l'anacardier avec une pluviométrie oscillant entre 900 mm et 1200 mm pour le Sénégal et 2000 mm pour la Guinée Bissau.

Cependant, la filière souffre d'énormes difficultés dues à l'utilisation de variétés peu productives et des mauvaises pratiques agricoles et d'entretien des plantations. [2]. Des études ont montré que le rendement de l'anacardier varie selon les pays : 400 à 600 kg/Ha en Inde ou en Afrique de l'Est, 200 à 400 kg/Ha en Afrique de l'Ouest [12]. Au Sénégal, avec une production annuelle de noix brute estimée à 17 522 [13], les rendements varient de 250 kg/Ha à 400 kg/Ha [2]. Ce dernier varie également en fonction du climat [14], de la variété [15], de la fertilité des sols [16], des pratiques culturales et de l'entretien des vergers [17], d'incompatibilité des pollens lors de la fécondation [18]. A cela s'ajoute l'influence de l'arbre sur la dynamique des sols. Cette question a longtemps été abordée par les écologistes. De nombreux travaux ont été menés pour comprendre la structure et le fonctionnement de ces milieux. La teneur en eau du sol [19], les nutriments du sol [20], l'influence du type de sol, du climat [21], du feu [22], l'influence de la flore ligneuse sur la production de l'anacarde [23] et de la pâture ont été étudiés. Ces informations sont très importantes pour une intensification de la production de l'anacardier. C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude qui vise à évaluer l'effet des substrats sur la mycorrhization et la croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière et des sujets adultes sur les paramètres physico-chimiques du sol.

2. Matériel et méthodes

2-1. Échantillonnage

L'étude a été réalisée dans un verger d'anacardier. Les échantillons de sols ont été prélevés à l'horizon 0-10 cm sous couvert (demi-houppier) et hors couvert des anacardiers à 50 m de la fin du houppier (hors couvert). Pour chaque distance (sous couvert et hors couvert), trois (3) prélèvements, correspondant à des répétitions, ont été effectués. Les caractéristiques physico-chimiques des sols ont été analysées au Laboratoire Sol-Eau-Plante du Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambe.

2-2. Mise en pépinière de *Anacardium occidentale* L. sur différents types de substrats

Cette étude a été effectuée en pépinière dans des gaines. Cinq types de substrats ont été testés : Substrat 1 (1/2 sable + 1/2 terreau), Substrat 2 (1/3 sable + 2/3 terreau), Substrat 3 (2/3 sable + 1/3 terreau), Substrat 4 (terreau) et Substrat 5 (sable). Les caractéristiques physico-chimiques de ces substrats sont présentées dans le **Tableau 1**. Un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets a été mis en place. Tous ces substrats sont disposés de façon rectangulaire et les individus à l'intérieur des blocs sont placés avec un écartement de 10 cm. Les blocs sont placés dans un endroit homogène. 50 répétitions par traitement ont été effectuées.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des différents substrats utilisés

Substrats	pH eau	pHKCl	C total (%)	N total (%)	Phosphore		Na+			Sables (%)	Argiles (%)	Limons (%)
					assimilable	Ca	Mg	(méq/100g)	K+(méq/100)			
S1	7,00	6,70	12,13	1,38	49,47	2,21	0,76	0,33	1,15	92,45	3,45	4,35
S2	6,90	6,70	17,27	1,45	44,42	2,44	1,2	0,25	1,46	88,75	4,9	6,65
S3	7,20	6,90	7,93	0,45	47,45	2,7	0,83	0,18	0,9	94,77	2	2,3
S4	6,90	6,60	35,53	1,98	57,04	2,45	1,2	0,33	1,75	90,5	8,75	13,4
S5	7,60	7,30	2	0,21	39,88	3,13	1,04	0,29	0,5	97,85	0,7	0,7

2-3. Test de germination

Les graines utilisées viennent de la région de Ziguinchor. Ces graines ont été trempées pendant 24 h dans l'eau ambiante (25 °C) puis semées de façon verticale dans les gaines à raison de deux graines par gaine. La germination des graines a été suivie chaque jour. Un démariage a été fait après semaines de culture. Le taux de germination a été calculé par la **Formule** suivante :

$$TG = \frac{NL}{NTG} * 100 \tag{1}$$

TG = Taux de germination ; NL = Nombre de levé ; NTG = Nombre total de graines semées.

2-4. Mesures des paramètres écologiques

Le diamètre au collet, la hauteur, les biomasses aérienne et racinaire des plants ont été évaluées tous les mois pendant 3 mois. Le diamètre au collet des plants a été mesuré avec un pied à coulisse. Les mesures de la hauteur ont été faites à l'aide d'un décimètre à partir du collet jusqu'au bourgeon terminal. Pour l'évaluation de la biomasse sèche, les parties aériennes des plantes ont été coupées et les racines ont été extraites du substrat. Ces parties ont été séchées puis pesées à l'aide d'une balance de précision.

2-5. Mycorhization de l'anacarde sur différents substrats

Pour déterminer la mycorhization des plants d'anacarde, quatre (04) sujets ont été choisis au hasard par traitement et par mois. Ces plants ont été par la suite envoyés au Laboratoire de Microbiologie du Centre National de Recherches Forestières (CNRF) pour analyse. En tout 4 plants x 5 traitements x 3 mois = 60 plants analysés.

2-5-1. Extraction et lavage des racines

Les racines des plants ont été débarrassées des particules de terre au moyen d'un rinçage abondant à l'eau de robinet dans une passoire.

2-5-2. Coloration des racines

Les différents échantillons de racines ont été éclaircis et colorés avant toute observation au microscope. La méthode utilisée pour cette coloration est celle de [24]. Les racines qui ont été rincées sont placées dans des tubes contenant une solution de KOH à 10 %. Le KOH permet de décolorer les racines et de vider le contenu cytoplasmique des cellules racinaires. Les tubes contenant les racines et le KOH ont été chauffés dans un bain marie à 115°C pendant 10 mn. Après trois rinçages à l'eau de robinet, les racines ont été recouvertes d'une solution d'eau oxygénée (H₂O₂) pour les éclaircir. Une solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 1 % a été rajoutée dans les flacons en verre puis agités pendant 4 min sur une table d'agitation. Après cette étape, une fois l'acide versé sans rinçage, une solution de colorant rouge composée de 63 ml d'eau, de 875 ml d'acide lactique et de 0,1 g d'acide fuchsine a été ajoutée dans les tubes qui ont été autoclavés à 115°C pendant 3 min.

2-5-3. Montage

Des fragments de racines d'environ 1 cm choisis au hasard, ont été montés parallèlement entre lame et lamelle. Pour chaque échantillon, 20 fragments de racines ont été observés.

2-5-4. Observations

Après le montage, les lames ont été observées au microscope photonique au grossissement x 400. Chaque fragment de racine est parcouru et la mycorhization soigneusement vérifiée sur toute sa longueur. La fréquence et l'intensité de mycorhization ont été évaluées respectivement par les méthodes proposées par [25, 26]. La fréquence de la mycorhization désigne le pourcentage de racines mycorhizées.

$$F(\%) = \frac{NFM}{NTF} * 100 \quad [25] \quad (2)$$

$F(\%)$ = Fréquence de mycorhization ; NFM = Nombre de fragment mycorhizé ; NTF = Nombre totale de fragment.

- *Intensité de mycorhization :*

$$I(\%) = \frac{LRI}{LTR} * 100 \quad [26] \quad (3)$$

$I(\%)$ = Intensité de mycorhization ; LRI = Longueur des racines infectées ; LTR = Longueur totale de racines.

2-5-5. Évaluation de la densité des spores de champignons mycorhiziens des différents substrats

L'extraction des spores a été réalisée par la méthode du tamisage humide de [27]. Pour chaque substrat, 100 g de sol ont été mélangés dans un erlenmeyer avec 400 mL d'eau de robinet. Ce mélange a été agité

pendant 1 mn puis laissé décanter pendant 30s. Le surnageant a été filtré sur deux tamis de mailles différentes. Les mottes de sol retenues ont été lavées avec l'eau de robinet pour faire passer les fines particules. Cette opération de tamisage a été répétée 3 fois pour chaque échantillon afin d'optimiser le rendement. Les spores retenues par les tamis sont transférées dans des tubes de centrifugation de 25 ml puis centrifugés à 1750 trs/min pendant 5 min. Ensuite, le surnageant et les particules de chaque tube ont été éliminés. Le culot renfermant les spores a été repris dans une solution de saccharose à 50 % puis agité. Cette solution de saccharose a été à nouveau centrifugée à 1750trs/min pendant 15s. Le surnageant des tubes a été récupéré dans un tamis de 45 µm de mailles puis rincé abondamment jusqu'à élimination complète du saccharose. Puis le contenu transféré dans une boîte de pétri pour l'observation des spores sous une loupe. Les spores obtenues après extraction sont compté.

2-6. Analyses statistiques

Les données obtenues ont été analysées avec le logiciel XLSTAT. Des analyses de variance (ANOVA) avec les tests de Fisher ont été adoptées comme analyses de contrastes au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Effet de l'anacardier sur la fertilité du sol

Le **Tableau 2** montre que le sol prélevé sous couvert est beaucoup plus riche en carbone, en calcium et en azote que celui du sol hors couvert avec une différence hautement significative selon le test de Fisher (LSD) au seuil de 5 %. Contrairement au Carbone, on note une teneur en phosphore plus élevée dans la zone hors couvert (56,0 ppm) que dans la zone sous couvert (28,1 ppm) avec une différence nettement significative au seuil de 5 %. Cependant, les différences ne sont pas significatives pour les éléments comme le magnésium, le sodium, le potassium et les teneurs en argiles et limons. La teneur en sable fin est plus importante dans la zone sous couverte (2,5 %) que dans la zone hors couvert (2,4 %). Quant au sable grossier, il est plus élevé dans la zone hors couvert que dans la zone sous couverte (**Tableau 2**). Une différence significative est également notée entre le pH du sol mesuré dans la zone couverte et celle non couverte. En effet, le pH est plus acide en zone couverte qu'en zone non couverte.

Tableau 2 : *Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés sous et hors couvert de l'anacardier*

Zones	pHeau	Carbone	Azote	Phosphore	Ca	Mg	Na	K	argiles	Limons	Sables	sables	Sables
		%	%	(ppm)	%	%	%	%	%	%	fms%	moyens%	grossiers%
Sous couverte	5,7 _a	12,2 _b	0,9 _b	28,1 _a	2,6 _a	0,7 _a	0,3 _a	1,1 _a	3,8 _a	5,7 _a	2,5 _a	55,1 _a	32,2 _a
Non couverte	6,2 _b	03,7 _a	0,2 _a	56,0 _b	3,3 _b	0,3 _b	0,2 _b	1,1 _b	3,3 _b	1,6 _b	2,4 _b	58,3 _b	34,5 _b

Sur une même colonne, les valeurs avec des lettres différentes sont différentes à P < 0,05 selon le test de Fisher (LSD).

3-2. Effet du substrat sur la germination de l'anacardier

La **Figure 1** montre le taux de germination des graines par substrat. Il est plus important durant les quatre premiers jours pour l'ensemble des substrats. Durant le cinquième jour, on note une régression de la vitesse

de germination qui devient constante vers le sixième jour. Ce taux est plus élevé sur les substrats 2, 3, 1 et 5 avec respectivement 83 % pour le substrat 2, 74 % pour le substrat 3, 72 % pour le substrat 1 et 72 % pour le substrat 5. Toutefois, le meilleur taux de germination a été noté sur le substrat 2 avec 83 % et le plus faible taux au niveau du substrat 4 avec 64 %.

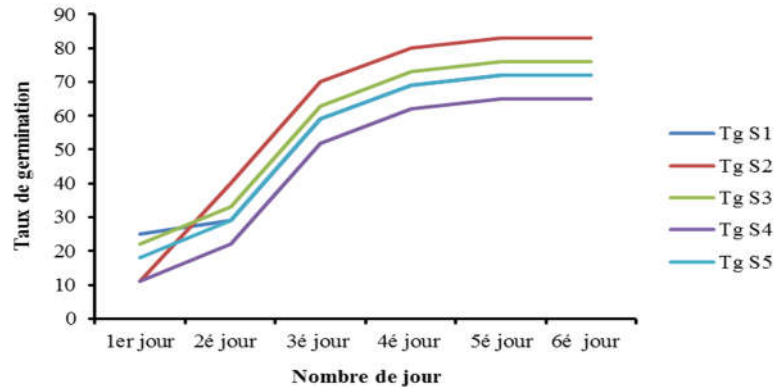


Figure 1 : Taux de germination des graines d'anacarde en fonction du temps et des substrats

Tg S1 = Taux germination substrat 1, Tg S2 = Taux germination substrat 2, Tg S3 = Taux germination substrat 3, Tg S4 = Taux germination substrat 4, Tg S5 = Taux germination substrat 5.

3-3. Effet du substrat sur la mycorhization des plants

Les résultats du **Tableau 3** montrent que la fréquence, l'intensité de mycorhization et la densité des spores varient en fonction du type de substrat et du temps de culture en pépinière. La fréquence de mycorhization des plants est supérieure à 90 % pour tous les substrats. L'analyse statistique des données montre qu'aucune différence significative n'a été notée pour la fréquence de mycorhization quel que soit le type de substrats (**Tableau 3**). Toutefois, la fréquence la plus élevée a été notée chez les plants cultivés sur le substrat 1 et 3 avec 98 % et la plus faible chez les plants du substrat 2 (94 %).

Tableau 3 : Fréquence, intensité de mycorhization des plants et densité des spores des différents types de substrats après 3 mois de culture en pépinière

Substrats	Fréquence (%)	Intensité (%)	Spores (nbre de spores/100g sol)
S1	98a	39,6 b	16ab
S2	94a	23,5 a	06a
S3	98a	26,8 ab	19b
S4	95a	20,9 a	22b
S5	95a	34,0 ab	15ab

Pour ce qui est de l'intensité de mycorhization, l'analyse statistique montre une différence entre les plants cultivés sur le substrat 1 et ceux des substrats 2 et 4. Par contre, aucune différence n'a été observée entre l'intensité de mycorhization des plants cultivés sur les substrats 2, 3, 4 et 5. La meilleure intensité de mycorhization a été obtenue chez les plants cultivés sur le substrat 1 avec 39,6 % et la plus faible chez les plants du substrat 4 avec 20,9 % (**Tableau 3**). Le nombre de spore par 100g de sol est relativement faible et varie d'un substrat à un autre (**Tableau 3**). L'analyse (ANOVA) révèle une différence significative entre la densité des spores du substrat 2 et celles des substrats 3 et 4. Cependant, aucune différence significative n'a été notée pour la densité des spores obtenues au niveau des substrats 1, 3, 4 et 5. La meilleure densité des spores est obtenue dans le substrat 4 (22 spores / 100 g de sol) alors que la plus faible a été obtenue dans le substrat 2 (06 spores / 100 g de sol).

3-4. Effet du substrat sur la croissance des plants

3-4-1. Effet du substrat sur la hauteur des plants

Les résultats montrent que la hauteur des plants varie en fonction du substrat durant les trois mois de culture en pépinière (**Figure 2**). Les substrats 5, 3 et 1 permettent la meilleure croissance après un mois de culture. A partir du deuxième mois, on assiste à un ralentissement de la vitesse de croissance en hauteur des plants sur tous les substrats à l'exception du substrat 1 avec un rythme de croissance assez constant.

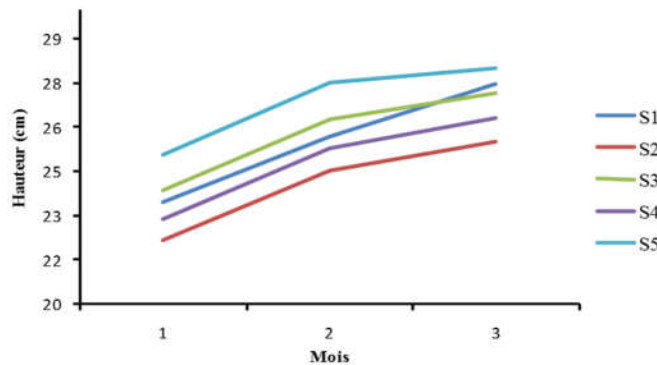


Figure 2 : Hauteur des plants en fonction du substrat de culture et du temps

Après un mois de culture, l'analyse statistique montre qu'il y'a une différence significative entre la hauteur des plants cultivés sur le substrat 5 et ceux cultivés sur les substrats 1, 2 et 4 (**Figure 2**). Par contre aucune différence significative n'a été notée entre la hauteur des plants cultivés sur le substrat 1 et ceux du substrat 3 ($P \geq 0,05$, Fisher au seuil de 5 %). Après deuxième mois de culture. L'analyse (ANOVA) montre que la hauteur des plants est beaucoup plus importante chez les plants cultivés sur le substrat 5 (27,5 cm en moyenne) comparé aux plants cultivés dans les substrats 2 et 4 avec une différence est significative ($P \leq 0,05$, Fisher au seuil de 5 %) (**Figure 3**).

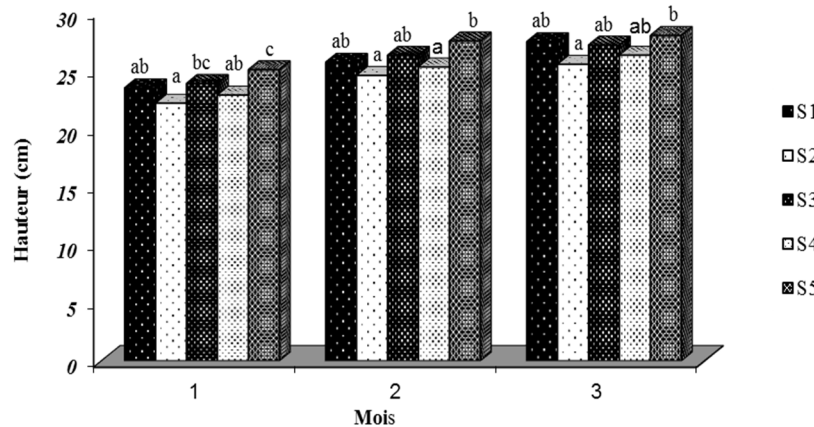


Figure 3 : Variation de la hauteur en fonction du type de substrat

S1 = substrat 1; S2 = substrat 2; S3 = substrat 3; S4 = substrat 4; S5 = substrat 5

Les barres suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Fischer. Cependant, aucune différence significative n'a été notée entre la hauteur des plants cultivés sur les substrats 1, 3 et 5. La meilleure croissance en hauteur des plants est obtenue avec le substrat 5 et la

plus faible avec le substrat 2 pour tous les mois de culture (**Figure 5**). Cette même tendance est observée au troisième mois. En effet, une différence entre la hauteur des plants cultivés au niveau du substrat 5 et 2 est notée ($P \leq 0,05$, Fisher au seuil de 5 %) (**Figure 3**). Cependant, aucune différence significative n'a été notée entre la hauteur des plants cultivés au niveau des substrats 1, 3 et 4 ($P \geq 0,05$, Fisher au seuil de 5 %).

3-4-2. Effet du substrat sur le diamètre au collet des plants

L'évolution du diamètre au collet des plants varie en fonction du temps et du type de substrat de culture (**Figure 4**). L'ANOVA montre une augmentation du diamètre jusqu'au deuxième mois à partir duquel on note un ralentissement de la croissance du diamètre au collet.

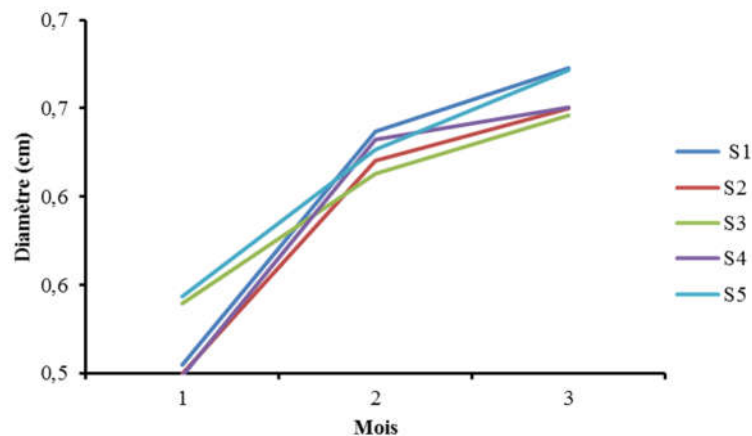


Figure 4 : Croissance du diamètre au collet des plants en fonction du substrat et du temps

Aucune différence n'a été notée entre les diamètres au collet des plants cultivés quel que soit le substrat durant les trois mois de culture (**Figure 5**). Le meilleur diamètre est obtenu chez les plants cultivés sur le substrat 1 et 5 et le plus faible chez est obtenu chez les plants du substrat 3.

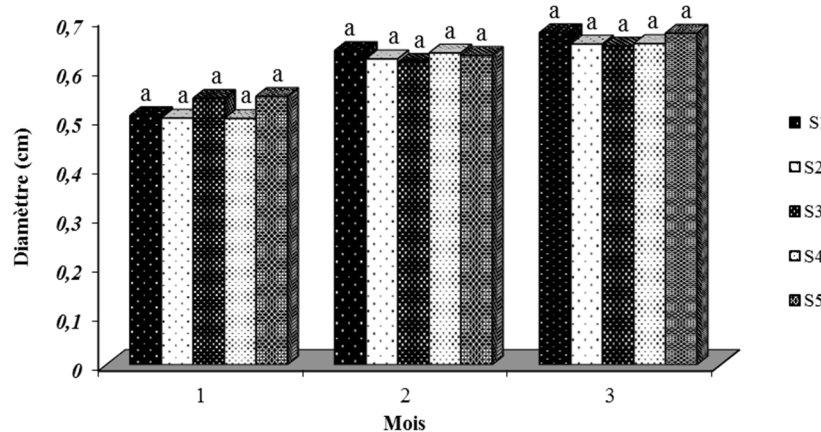


Figure 5 : Variation du diamètre en fonction du type de substrat

S1 = substrat 1; S2 = substrat 2; S3 = substrat 3; S4 = substrat 4; S5 = substrat 5

Les barres suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Fischer.

3-4-3. Effet du substrat sur les biomasses aérienne et racinaire sèche

Le **Tableau 4** montre les biomasses aériennes, racinaire et totale sèches des plants cultivés sur les différents substrats après 3 mois de culture en pépinière. Les résultats révèlent que pour les variables évaluées (biomasses aérienne et racinaire) aucun effet significatif du substrat n'a été noté.

Tableau 4 : Biomasses aérienne, racinaire et totale sèches des plants cultivés sur les différents substrats après 3 mois de culture en pépinière

Substrats	Biomasse aérienne Sèches(g/plant)	Biomasse racinaire sèche (g/plant)	Biomasse sèche totale (g/plant)
<u>S1</u>	7,5a	3,0a	10,5a
<u>S2</u>	6,8a	3,3a	10,0a
<u>S3</u>	6,3a	2,3a	08,5a
<u>S4</u>	7,5a	2,5a	10,0a
<u>S5</u>	5,0a	3,0a	08,0a

S1 = substrat 1; S2 = substrat 2; S3 = substrat 3; S4 = substrat 4; S5 = substrat 5

Sur une même colonne, les valeurs avec des lettres différentes sont différentes à $P < 0,05$ au test de Fisher (LSD). La meilleure biomasse aérienne des plants est obtenue au niveau des substrats 1 et 4. La plus faible est mesurée au niveau du substrat 5. Quant à Celle racinaire, elle est plus élevée chez les plants du substrat 2 (3,3 g/plant) et la plus faible chez les plants du substrat 3 (2,3 g/plant).

4. Discussion

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'évaluation de l'effet des substrats sur la mycorhization et la croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière et des sujets adultes sur les paramètres physico-chimiques du sol. Les résultats des analyses montrent que la zone sous couvert est plus riche en carbone et en azote que la zone hors couvert. Les analyses montrent également que la concentration du phosphore et du calcium est plus faible en zone sous couvert comparé à celle de la zone hors couvert. La faible concentration du phosphore et du calcium dans la zone sous couvert serait due à son absorption par les racines des anacardiens et aussi par les quelques plantes qui vivent sous le houppier de l'anacardier. Le faible taux en phosphore du sol est dû au prélèvement racinaire [28]. Aussi, la mobilité élevée de l'élément phosphore par la plante peut être à l'origine de l'appauvrissement en phosphore à moyen ou à long terme [29]. Les teneurs en P assimilable sont aussi légèrement élevées hors houppier que sous houppier de *Vitellaria paradoxa* [30]. Les résultats ont montré également que la mycorhization des plants (fréquence et intensité) d'anacarde est globalement faible et varie en fonction du type de substrat. Elle est plus faible sur les substrats S4 et S2 et plus élevée sur les substrats S1, S3 et S5. Cette faible mycorhization peut être liée aux caractéristiques physico-chimiques des substrats de culture. Les fortes teneurs en phosphore et en azote inhibent la mycorhization [31]. L'analyse de la composition chimique révèle que les substrats qui ont les plus fortes teneurs en phosphore et azote (S4 et S2) sont ceux sur lesquels la mycorhization est plus faible. Les fortes teneurs en phosphore et en azote réduisent la mycorhization des plants [31, 32]. Cette faible mycorhization des plants d'anacardes en pépinière peut être aussi due à la faible dépendance mycorhizienne de l'espèce. En effet, *A. occidentale* a une faible dépendance mycorhizienne vis-à-vis de *Glomus intraradices* (7,4 %) et de *G. aggregatum* (23,6 %) [33]. La densité des spores des champignons mycorhiziens dans le substrat peut

également influencer la mycorhization des espèces. L'analyse statistique (ANOVA) des mesures de diamètres et de la biomasse sèche totale n'ont montré aucune différence significative quel que soit le type de substrat durant les trois mois de culture. Cependant, la hauteur des plants cultivés dans le substrat 5 est significativement plus élevée que celles mesurées dans les autres substrats. Cette meilleure croissance en hauteur des plants cultivés dans le substrat 5 serait due à la composition du sol de ce substrat. En effet, l'analyse granulométrique de substrats de culture substrats montre une prédominance de la fraction sablonneuse. Les sables dominent largement dans la composition du substrat S5 avec 97,85 %. Les résultats peuvent donc s'expliquer par le fait que l'anacardier est une espèce qui aime les sols légers et profonds. L'espèce tolère une large gamme de type de sol et de conditions climatiques [34]. Il peut pousser sur des sols acides et pauvres. Les sols meubles profonds et bien drainés avec des pH de 4,3 à 8,7 conviennent à la plante. L'anacardier est un arbre qui préfère des sols légers, sableux, profonds et bien drainés avec environ 25 % d'argile [35]. Un sol acide ou neutre, sablo-limoneux et bien drainé avec une nappe phréatique située à entre 3 et 10 m de profondeur est celui par excellence de l'anacardier. Ceci confirme l'interprétation paysanne en termes de besoins édaphiques selon laquelle l'anacardier préfère le sol sableux, meuble et profond pourvu qu'il permette la pénétration facile de racines et le développement de la plante [36]. L'anacardier est une espèce qui croît assez vite et peut atteindre dans des conditions normales une hauteur supérieure à 10 m. La littérature rapporte qu'en conditions normales l'anacardier peut atteindre 20 m de haut [37]. Une étude du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec de 2008, a montré que l'augmentation de la croissance végétative pourrait être aussi un avantage intéressant pour les producteurs à utiliser les champignons mycorhiziens [38]. L'effet des mycorhizes sur la croissance végétative des plantes est fortement lié aux conditions d'arrosage et à la fertilité des substrats.

5. Conclusion

La présente étude a permis d'évaluer l'effet du substrat sur la croissance et la mycorhization de l'anacardier l'influence des sujets adultes sur le sol. Les expériences ont été réalisées sur trois mois. Nos résultats montrent que l'anacardier adulte n'a pas un effet négatif sur la fertilité du sol même si elle semble acidifier le sol. Toutefois, le seul inconvénient au développement des cultures serait l'ombrage qui n'est pas favorable au développement des espèces héliophytes. Cette étude montre que le substrat 5 composé en grande partie de sable a permis d'avoir la meilleure croissance en hauteur. Quant au diamètre et à la biomasse aérienne et racinaire, l'analyse n'a montré aucune différence significative quel que soit le type de substrat. Cependant, les substrats 1 et 4 donnent la meilleure biomasse totale. L'étude de la mycorhization a montré que les substrats 1, 3 et 5 ont donné la meilleure mycorhization. Le degré de l'infection mycorhizienne semble dépendre des caractéristiques physico-chimiques du sol. Elle dépend également de la teneur du sol en élément comme le phosphore et l'azote. Une étude sur l'effet de la litière de *anacardium occidentale* L. sur le rendement des céréales locales serait intéressant.

Références

- [1] - M. ADOU, D. A. KOUASSI, FA TETCHI, NG AMANI, "Phenolic profile of Cashew (*anacardium Occidentale* L.) of Yamoussoukro and Korhogo, Cote d'Ivoire", *Journal of Applied Biosciences*, 49 (2012) 3331 - 3338
- [2] - S. NDIAYE, M. M. CHARAHABIL, M. DIATTA, "Caractérisation des Plantations à Base d'anacardier dans les communes de Kaour, Goudomp et Djibanar", *European Scientific Journal April*, édition, Vol. 13, N° 12 (2017) ISSN : 1857 - 7881, (Print) e - ISSN 1857-7431. doi:10.19044/esj.2017.v13n12p242
- [3] - J. O. LAWAL and C. O. JAIYEOLE, "Economic analysis of cocoa wine produced from cocoa powder", *J. Agri. Food and Environ*, 5 (2) (2007) 76 - 77

- [4] - B. DENDENA et S. CORSI, "Cashew, from seed to market": a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 34 (2014) 753 - 772
- [5] - N. C. SOUZA, J. M. OLIVEIRA, M. S. MORRONE, R. O. ALBANUS, M. S. M. AMARANTE, C. S. CAMILLO, S. M. Z. LANGASSNER, D. P. GELAIN, J. C. F. MOREIRA, R. J. S. DALMOLIN and M. A. B. PASQUALI, "Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Anacardium occidentale* leaf extract. *Hindawi*", Vol. (2017), Article ID 2787308, 8 p.
- [6] - O. M. ALIYU, "Application of tissue culture to cashew (*Anacardium occidentale* L.) breeding : An appraisal ». *African Journal of Biotechnology*", Vol. 4, (13) (2005) 1485 - 1489 p., ISSN 1684 - 5315
- [7] - P. C. CHIKEZIE, "Sodium metabisulphite induced polymerization of sickle cell haemoglobin incubated in extracts of three medicinal plants (*Anacardium occidentale*, *Psidium guajava* and *Terminalia catappa*)", *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10, (32) (2011) 6154 - 6161 p., doi: 10.5897/AJB10.1816. SSN 1684-5315 © 2011 Academic Journals
- [8] - C. S. R. R. AMADO, C. R. N. P. SOUTO, M. S. MAGALHÃES, C. J. C. E. ARRANZ, C. J. C. T. CARVALHO, "Chemical composition and larvicidal activity of cashew nutshell ethanolic extract against mosquito larvae", *Rev. Cubana Quím.* Vol. 29, N°3, sept-dic (2017) 330 - 340 p., e-ISSN : 2224 - 5421
- [9] - G. O. GONZÁLEZ, M. SENIOR, R. BLANCA DE GASCUÉ, H. D. ORIHUELA, "hermal evaluation and fatty acid profile of cashew tree, *Anacardium occidentale* L. seed oil", *Ciencias básicas y tecnología*, Vol. 29, (2017) 517 - 522, ISSN : 2343-6468 Digital / Depósito Legal ppi 198702SU4231 ISSN: 1315-0162 Impreso / Depósito Legal pp 198702SU187
- [10] - P. RICAU, "Connaître et comprendre le marché international de l'anacarde". *RONGEAD*, (2013) 49 p.
- [11] - PASA, "La production et la commercialisation des produits de l'anacarde", (1994) 2 p.
- [12] - R. KROOL, "Les petits fruits, Paris : Maisonneuve et Larose", (1996) 35 p.
- [13] - PADEC, "Enquête sur le sous-secteur de l'anacarde au Sénégal", (2016) 32 p.
- [14] - D. O. BELLO, L. E. AHOTON, A. SAIDOU, I. P. B. AKPONIKPE, V. A. EZIN, I. BALOGOUN et N. AHO. "Climate change and cashew (*Anacardium occidentale* L.) productivity in Benin (West Africa) : perceptions and endogenous measures of adaptation". *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (3) (2017) 924 - 946, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)
- [15] - A. J. B. DJAHA, H. A. N'DA, K. E. KOFFI, A. N. ADOPO et S. AKE, "Diversité morphologique des accessions d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) introduits en Côte d'Ivoire" *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23 (2014) 244 - 258, ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>
- [16] - S. NORTCLIFF et P. J. GREGORY, "The historical development of studies on soil—plant interactions". *Soil Conditions and Plant Growth*", (2013) 21 p.
- [17] - A. N. KOFFI, Y. BAMBA, " Plan de compétitivité de la filière anacarde du Mali" PCDA, composante II, Bamako, Mali", (2008) 63 p.
- [18] - O. M. ALIYU, Æ J. A. AWOPETU, "Assessment of genetic diversity in three populations of cashew (*Anacardium occidentale* L.)" using proteinisoenzyme-electrophoretic analysis. *Genet Resour Crop Evol.*, 54 (2007) 1489 - 1497, doi 10.1007/s10722-006-9138-9
- [19] - M. PANSU, J. GAUTHEYROU, A. AVENTURIER, C. FELLER, P. BOTTNER, " *L'Analyse du Sol : Minéralogique, Organique et Minérale*" (ed). *Springer* : Paris, (2003) 1012, <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010030120>
- [20] - R. ZOUGMORE, K. OUATTARA, A. MANDO, O. BADIORI, "Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. Science et changements planétaires". *Sécheresse*, 15 (1) (2004) 41 - 48, <http://www.jle.com/fr/revues/sec/e-docs>

- [21] - P. SAGNA, «Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique Occidentale». Thèse de Doctorat d'Etat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2005) Tome I, 270 p.; Tome II, 516 p.
- [22] - H. MARCEL, S. BRICE, et L. JEAN, «Impact des feux de brousse sur la dynamique des communautés végétales dans la forêt de Bassila (Bénin)», *Acta Botanica Gallica*, 148 (2001) 3, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12538078.2001.10515891>
- [23] - S. NDIAYE, M. M. CHARAHABIL, O. NDIAYE et M. DIATTA, "Déterminisme de la flore ligneuse associée dans la production des parcs à *Anacardium occidentale* L. dans la communauté rurale de Djibanar (Casamance/Sénégal)", *Int.J Biol. Chem. Sci.*, Vol. 11, N°2 (2017)
- [24] - J. M. PHILLIPS and D. S. HAYMAN, "Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular fungi for rapid assessment of infection", *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55 (1970) 158 - 161
- [25] - D. H. MARX, W. C. BRYAN et C. E. CORDELL, "Survival and growth of pine seedlings with *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae after two years on reforestation sites in North Carolina and Florida", *Forest Sci.* 23 (1977) 363 - 373
- [26] - Q. S. WU, X. XIAR et Y. N. ZON, "Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress" *European j of soil biology*, 44 (2008) 122 - 128
- [27] - B. A. DANIELS and H. D. SKIPPER, "Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In: Schneck NC. (eds.) *Methods and principles of mycorrhizal Research*", *American Phytopathological Society*, St Paul, Minnesota, (1982) 244 p.
- [28] - P. DAVET, «Vie microbienne du sol et production végétale, ed Quae », (1996) 283 p.
- [29] - E. MÜNCH et J. KIEFER, "Le Pourghère (*Jatropha curcas* L., Botanique, écologie, culture, produits de récolte, filières de valorisations, réflexions économique", Université Hohenheim, (1986) 276 p.
- [30] - A. SAIDOU, I. BALOGOUN, B. KONE, C. P. GNANGLE et N. AHO, "Effet d'un système agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa* c.f Gaertn) sur le sol et le potentiel de production maïs (*Zea maize*) en zone Soudanienne du Benin", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (5) (2012) 2066 - 2082
- [31] - G. NAGAHASHI, D. D. DOUDS JR, G. D. ABNEY, "Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of the VAM fungus *Gigaspora margarita* directly and indirectly through its effect on root exudation", *Mycorrhiza*, 6 (1996) 403 - 408
- [32] - S. EGLI et I. BRUNNER, "Les mycorhizes Une fascinante biocénose en forêt (Institut fédéral de recherches WSL CH-8903 Birmensdorf)", (2002) 8 p.
- [33] - A. BA, R. DUPONNOIS, P. DANTHU, I. DIALLO, T. GUISSOU, K. SANON, O. SACKO, CH. PLENCHETTE, "Utilisation des phosphates naturels par des jujubiers mycorhizés utilization of rock phosphates by mycorrhizal jujubes" (Enregistrement scientifique n° : 943, Symposium n° : 10), (2001) 7 p.
- [34] - A. TANDJIEKPON, "Caracterisation du système agroforestier a base d'anacardier (*Anacardium occidentale* Linnaeus) en zone de savane au benin", Mémoire de DEA (LERF-FA/UNIPAR-Bénin), (2005) 122 p.
- [35] - P. TREKPO, "La Culture de l'Anacardier dans la Région de Bassila au Nord Bénin", (2003) 53 p.
- [36] - O. MENDEZ, "Agroclimatologie de la production de l'anacardier en guinée-bissau", Mémoire de Master, (2007) 48 p.
- [37] - C. L. M. VAN EIJNATTEN, "*Anacardium occidentale* L. In: Verheij EWM, Coronel RE, eds. *Plant Resources of South-East Asia*", No. 2: *Edible Fruits and Nuts*. Wageningen, the Netherlands: Pudoc/Prosea, (1991) 60 - 64
- [38] - MAPA, "Rapprocher le secteur des citoyens et des consommateurs", (2008) ISBN 978-2-550-56108-8. 8p.