

EFFET DE DEUX BIOFERTILISANTS (*AZOLLA FILICULOÏDES*, COMPOST DE BOUSE DE VACHE) ET DE L'ENGRAIS COMPOSÉ NPK 12-22-22 SUR LES PARAMÈTRES DE CROISSANCE DU MORINGA (*MORINGA OLEIFERA*) À DALOA, CÔTE D'IVOIRE

**Kouamé René N'GANZOUA^{1*}, Noel GROGA², Awa TRAORE²,
Amin Gisèle KOFFI¹, Kouadio Justin YATTY²
et Sidiky BAKAYOKO¹**

¹ Université JEAN LOROUGNON GUEDE, UFR Agroforesterie,
Département de Agro-Pédologie, Laboratoire d'Amélioration de la
Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

² Université JEAN LOROUGNON GUEDE, UFR Agroforesterie,
Département de Biologie, Physiologie et de Génétique, Laboratoire
d'Amélioration de la Production agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

(reçu le 03 Novembre 2023; accepté le 10 Décembre 2023)

* Correspondance, e-mail : renenganz@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Les difficultés d'autosuffisance alimentaire liées à la méconnaissance de l'itinéraire technique du moringa (*Moringa oleifera*), aux multiples problèmes de santé mais aussi à la cherté du marché oblige les producteurs à faire usage de plusieurs types de méthodes (fertilisants et pesticides synthétiques) pour augmenter sa production. L'étude a été menée à l'Université Jean Lorougnon Guédé. L'objectif de cette étude était de comparer la qualité fertilisante de l'*Azolla filiculoides*, du compost de bouse de vache et de l'engrais NPK sur la croissance du moringa (*Moringa oleifera*). Les résultats ont montré que comparativement autres traitements, *Azolla* a permis d'obtenir en fin du cycle les meilleures moyennes statistiquement significatives sur les paramètres de croissance déterminés, avec un diamètre au collet de 0,816 cm, une largeur des feuilles de 22,680 cm, une longueur des feuilles de 30,333 cm et un nombre moyen de feuilles de 15,400. Pour la hauteur des plantes, la valeur moyenne a été intermédiaire avec 62,293 cm. Au vu des résultats susmentionnés, *Azolla filiculoides*, se présente comme le meilleur biofertilisant pour une gestion durable d'une agriculture intégrée et respectueuse de l'environnement

Mots-clés : *Biofertilisants, Engrais NPK, paramètres de croissance, Moringa oleifera, Daloa, Côte d'Ivoire.*

ABSTRACT

Effect of two biofertilisers (*Azolla filiculoides*, cow dung compost) and the compound fertiliser NPK 12-22-22 on moringa (*moringa oleifera*) growth parameters in Daloa, Côte d'Ivoire

The difficulties of food self-sufficiency linked to a lack of knowledge of the technical itinerary of moringa (*Moringa oleifera*), multiple health problems and high market prices are forcing growers to use several types of methods (fertilizers and synthetic pesticides) to increase production. The study was conducted at the Université Jean Lorougnon Guédé. The aim of the study was to compare the fertilizing quality of *Azolla filiculoides*, cow dung compost and NPK fertilizer on the growth of moringa (*Moringa oleifera*). The results showed that, compared with other treatments, Azolla achieved the best statistically significant end-of-cycle averages for the growth parameters determined, with a collar diameter of 0.816 cm, a leaf width of 22.680 cm, a leaf length of 30.333 cm and an average number of leaves of 15.400. For plant height, the average value was intermediate at 62.293 cm. In view of the above results, *Azolla filiculoides* is the best biofertilizer for sustainable management of integrated, environmentally-friendly agriculture.

Keywords : *Biofertilizers, fertilizer NPK, growth parameters, Moringa oleifera, Daloa, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité pour leurs valeurs médicinales ainsi que pour influencer la saveur des aliments [1]. En Côte d'Ivoire, par exemple, des plantes médicinales les plus célèbres, mystérieuses et rares, sont en voie d'extinction, et se rencontrent, à présent, qu'exceptionnellement [2]. C'est le cas de *Moringa oleifera* appelé « arbre de la vie » et cultivée dans plusieurs pays pour résoudre les problèmes de santé et de sous-alimentation. *Moringa oleifera* de son nom vernaculaire le « moringa » est une angiosperme originaire du Nord-Ouest de l'Inde qui s'est acclimaté à de nombreuses régions tropicales et subtropicales du globe. Sa résistance à la sécheresse, sa croissance rapide et son intérêt nutritionnel en font une plante de plus en plus cultivée [3]. Cette plante présente un intérêt certain pour ses producteurs au niveau nutritionnelle, industrielle et donc économique c'est la raison pour laquelle, elle fait l'objet de nombreuses recherches. Cette spéculation est cependant sujette à des contraintes parasitaires et à l'attaque de ravageurs qui compromettent leur développement ainsi qu'à une baisse de sa production [4]. Vue ses aspects, il ressort une question fondamentale qui est

celle de savoir comment augmenter la production du moringa via des pratiques respectueuses de l'environnement. Dans le souci de réduire les problèmes environnementaux et sociaux liée à l'utilisation des engrais synthétique, l'agriculteur doit viser les engrais organiques qui pourront s'avérer moins coûteux et bénéfiques. Ils sont une source importante d'éléments nutritifs et peuvent être utilisées pour élever la productivité des sols pauvres en nutriments majeurs [5]. Les recherches sont dès lors orientées vers les biofertilisants tels que les plantes fertilisantes comme *Azolla*. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet de l'*Azolla filiculoides*, du compost de bouse de vache et de l'engrais NPK sur la croissance de moringa (*Moringa oleifera*) afin de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix. Notre étude est fondée sur l'hypothèse selon laquelle la matière organique améliore les performances agronomiques des plantes et assure à long terme la disponibilité des nutriments même après une mise en culture.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Présentation du site d'étude

Le site d'étude est situé dans la ville de Daloa précisément à l'Université Jean Lorougnon Guédé (*Figure 1*) Daloa est le chef-lieu de la région du Haut-Sassandra. Elle est comprise entre 6°30 et 8° de latitude Nord et entre le 5° et 8° de longitude Ouest [6]. Elle est limitée par les départements de Vavoua et de Zuénoula au Nord, ceux de Bangolo et de Duékoué à l'Ouest, ceux de Bouaflé et de Sinfra à l'Est et le département d'Issia au Sud.

II-2. Matériel

II-2-1. Matériel végétal

Le matériel végétal est composé des plantes issues de semences de *Moringa oleifera* de variété PKM1 dont les graines ont été achetées au marché de Lobia dans la ville de Daloa (*Figure 2*). Ces graines ont été choisies pour leurs grandes feuilles, leurs fruits longs et tendres, un port buissonnant et une régénération rapide après la taille.

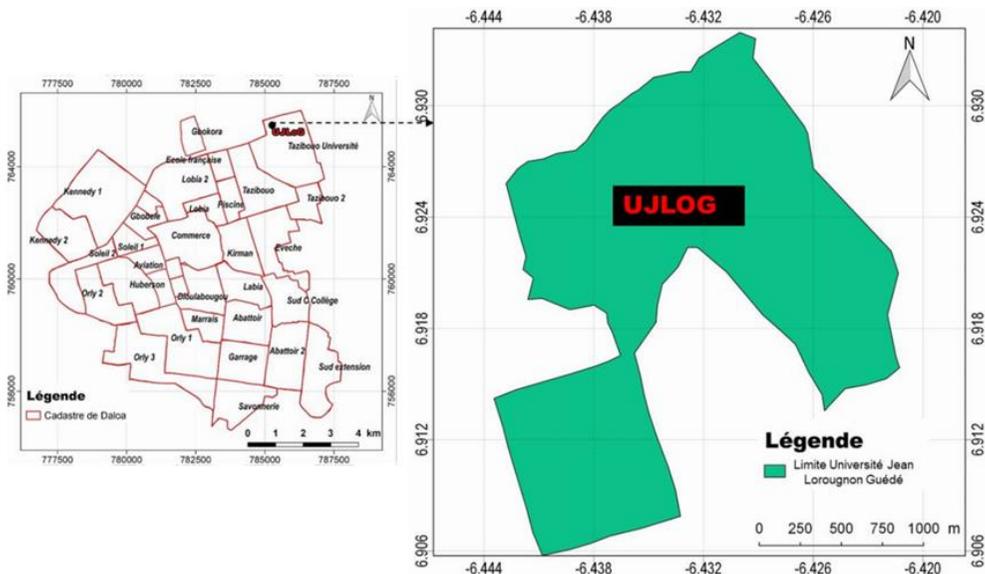


Figure 1 : Localisation du site d'étude



Figure 2 : Les graines du moringa variété PKM1

II-2-2. Matériel fertilisant

Il était constitué d'engrais biologique, organique et minéral (**Figure 3**) :

- l'engrais biologique était essentiellement composé de Azolla (*Azolla filiculoides*) qui est une fougère aquatique qui colonise très souvent nos étangs. Il a été choisi pour sa disponibilité dans les étangs locaux et pour son action d'améliorer le potentiel nutritif du sol en mettant à la disposition de la plante, des nutriments physiologiquement

assimilables pour sa croissance, son développement et sa production. Ils ont été échantillonnés frais, puis séchés, à l'air libre et rendus en poudre à l'aide d'un broyeur Restch ZM 300 avant son application.

- L'engrais organique utilisé était la bouse de vache provenant des bovins de race N'Dama d'un pâturage à Daloa. Cette fumure organique a été utilisée à cause de l'intérêt que la plupart des exploitants des agrosystèmes maraîchers dans la commune de Daloa lui accorde comme fertilisant organique des sols. La bouse échantillonnée a été mise en tas et composté pendant trois mois en vue de réduire le volume des déchets par décomposition et accélérer la minéralisation pour rendre disponible les nutriments pour la plante. A la fin du compostage, le compost obtenu a été séché et tamisé afin de débarrasser des impuretés puis conditionné avant leur utilisation.
- Le fertilisant minéral utilisé est l'engrais composé NPK 12-22-22. Il est souvent utilisé pour son action bénéfique immédiate sur la productivité des cultures vivrières.



Figure 3 : Fertilisants utilisés

A : Azolla filiculoides ; B : Bouse de vache ; c : Engrais NPK 12-22-22)

II-3. Méthodes

II-3-1. Dispositif expérimental, mise en place de la culture et entretien

Dans le but de faciliter l'enracinement et favoriser la croissance et le développement de la plante cultivée, une parcelle en jachère de 200 m² (20 m x 10 m) et âgée de plus de 10 ans a été nettoyée à la machette et débarrassée de ses débris végétaux, labourée et sarclée à l'aide d'une daba, avant de faire un piquetage pour la délimitation des micro-parcelles disposées en blocs de Fisher complètement randomisé de 3 répétitions séparées entre elles d'une allée de 1,5 m et comportant chacune 4 traitements (*Azolla filiculoides*, compost de bouse de vache, l'engrais NPK 12-12-12 et le

témoin sans engrais). Dans chaque répétition, sont distribuées quatre (04) micro parcelles de 9 m x 2,5 m correspondant à chaque traitement et distant d'une allée de 1,5 m, les unes des autres. Dans chaque micro parcelle, 15 poquets distants de 0,5 cm ont été réalisés, dans lesquels les plantules de moringa ont été repiquées. Au repiquage, les engrais ont été appliqués comme engrais de fond à raison de 20g d'*Azolla filiculoides* par poquet, 80g de compost de bouse de vache par poquet et enfin 100 g de NPK dans un rayon de 8 cm autour du pied du moringa. Toutes ces applications sont comparées à un témoin sans engrais selon le dispositif expérimental ci-après (**Figure 4**). Un sarclage et un désherbage manuel ont été faits au besoin, pour éliminer les mauvaises herbes et empêcher leur prolifération. Toute la parcelle a été clôturée de barbelés pour protéger les jeunes plantules contre les animaux herbivores à cause de leur jus sucré.

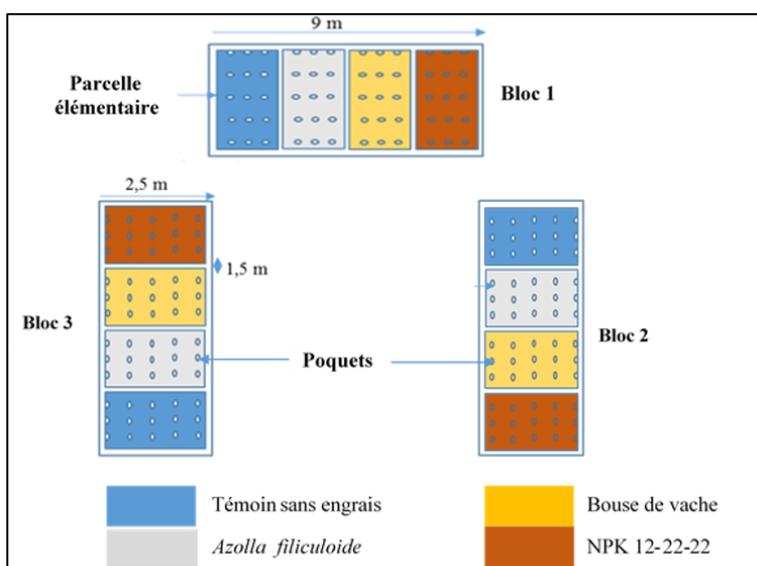


Figure 4 : *Dispositif expérimental*

II-3-2. Collecte des données

Une semaine après le semis, les paramètres de croissance ont été respectivement déterminés toutes les semaines durant cinq semaines correspondant aux différents temps de mesure (T1 = première semaine d'observation ; T2 = deuxième semaine d'observation ; T3 = troisième semaine d'observation ; T4 = quatrième semaine d'observation ; T5 = cinquième semaine d'observation). Les paramètres déterminés ont concerné :

- le diamètre au collet, à l'aide d'un pied à coulisse,
- la hauteur de la plante du moringa, à l'aide d'un ruban mètre sur la tige à partir de la surface du sol jusqu'à l'apex de la plante,

- la longueur des feuilles, mesurées, en partant du bout de la foliole terminale au point de fixation du pétiole sur la tige,
- la largeur des feuilles, du bout de la foliole droite jusqu'à l'extrémité de la foliole gauche de la feuille,
- le nombre de feuilles, obtenu par simple comptage) ont été déterminés pour connaître l'évolution des plants de moringa.

II-3-3. Analyse statistique des données

Les données ont été encodées grâce au tableur Excel. Les différentes analyses ont été faites à l'aide du logiciel Statistica 7.1. Le traitement des données a été basé sur le test d'analyse de variance et de comparaison multiple des moyennes. Des tests de normalités ont été appliqués sur toutes les variances avant d'effectuer toutes analyses. Le test d'analyse de variance à un facteur (ANOVA) a permis de voir la différence significative des traitements sur la croissance des plantes de moringa. Dans cette condition, le test LSD de Fisher a été utilisé pour la classification des moyennes deux à deux lorsqu'elles affichent une différence ($P \leq 5\%$) entre les traitements. Les différences ont été significatives pour une valeur de la probabilité inférieure à 5 %.

III - RÉSULTATS

III-1. Variation du diamètre au collet en fonction des traitements

Le diamètre au collet des plantes de moringa (*Moringa oleifera*) a été significativement ($p < 0,05$) et variablement affecté par les traitements quel que soit la période de mesure (**Tableau 1**). Explicitement, il n'y a pas eu de variations notables du diamètre au collet de la plante du moringa aux temps de mesure T1 et T2 pour tous les traitements. Toutefois le traitement à l'*Azolla filiculoides* s'est significativement ($p < 0,05$) affiché comme le meilleur traitement, suivi du compost de bouse, l'engrais NPK et le témoin dans un ordre décroissant. Aux temps de mesure T3 et T4, les diamètres au collet les plus élevés ont été enregistrés avec le NPK, la bouse, l'*Azolla* et le témoin dans un ordre décroissant. Par contre, au temps de mesure T5, le diamètre au collet le plus élevé a été obtenu avec les traitements à l'*Azolla* (0,816 cm), au NPK (0,771 cm), à la bouse (0,643 cm) et le témoin (0,566 cm) avec la plus faible moyenne dans un ordre décroissant

Tableau 1 : Valeurs moyennes du diamètre au collet en fonction des traitements

Temps de mesures	Valeurs moyennes du diamètre au collet (cm)				P value
	Azolla	Bouse	NPK	Témoin	
T1	0,312 ± 0,085a	0,216 ± 0,078b	0,181 ± 0,141bc	0,128 ± 0,035c	0,000
T2	0,326 ± 0,212a	0,262 ± 0,082b	0,242 ± 0,104bc	0,156 ± 0,047c	0,000
T3	0,406 ± 0,464bc	0,504 ± 0,071b	0,660 ± 0,148a	0,313 ± 0,093c	0,000
T4	0,612 ± 0,085ab	0,580 ± 0,049b	0,674 ± 0,271a	0,460 ± 0,198c	0,016
T5	0,816 ± 0,174a	0,643 ± 0,117bc	0,771 ± 0,236b	0,566 ± 0,250c	0,043

Les moyennes suivies de la même lettre sur une même ligne sont significativement égales au seuil de 5 % ; T : semaine d'observation.

III-2. Variation de la hauteur des plantes en fonction des traitements

Le **Tableau 2** montre la croissance en hauteur des plantes de Moringa selon les traitements. On note que tous les traitements ont significativement ($p < 0,05$) affectés la croissance en hauteur de l'ensemble des plants de Moringa à tous les temps de mesure par rapport au témoin sans amendement. Les hauteurs les plus élevées ont été obtenues avec l'engrais composé NPK et les plus faibles ont été observées avec le témoin quel que soit le temps de mesure du paramètre. Les traitements aux fertilisants à l'Azolla et à la bouse de vache ont permis d'augmenter la hauteur des plantes de Moringa avec des valeurs intermédiaires par rapport au témoin.

Tableau 2 : Valeurs moyennes de la hauteur des feuilles en fonction des traitements

Temps de mesures	Valeurs moyennes de la hauteur de la plante				P value
	Azolla	Bouse	NPK	Témoin	
T1	17,473 ± 7,439b	19,593 ± 4,115b	23,786 ± 10,125a	14,620 ± 3,220c	0,007
T2	25,793 ± 18,219b	23,340 ± 4,071b	28,660 ± 6,948a	20,433 ± 6,694c	0,003
T3	49,633 ± 38,501ab	43,966 ± 10,156b	50,720 ± 13,867a	33,233 ± 10,063c	0,003
T4	60,346 ± 49,258b	53,933 ± 9,706c	63,433 ± 15,897a	53,600 ± 16,011c	0,003
T5	62,293 ± 11,412ab	61,766 ± 10,559ab	67,933 ± 20,463a	59,733 ± 15,776bc	0,001

Les moyennes suivies de la même lettre sur une même ligne sont significativement égales au seuil de 5 % ; T : semaine d'observation.

III-3. Variation de la longueur des feuilles en fonction des traitements

L'effet des traitements sur la longueur de feuilles des plantes de Moringa est présenté dans le **Tableau 3**. Les plantes de parcelles ayant été enrichies avec les fertilisants ont eu une croissance significative sur la longueur de leurs feuilles par rapport au témoin. Dans l'ensemble, la longueur des feuilles oscille entre 5,81 cm avec le témoin à T1 et 30,94 cm avec la bouse de vache à T5. L'analyse statistique des données a montré que chaque fertilisant a permis d'élever significativement ($p < 0,05$) la croissance des feuilles des plantes de Moringa aux différents temps d'observation.

Tableau 3 : Valeurs moyennes de la longueur des feuilles en fonction des traitements

Temps de mesures	Valeurs moyennes de la longueur des feuilles (cm)				P value
	Azolla	Bouse	NPK	Témoin	
T1	8,860 ± 1,456a	8,633 ± 1,458a	8,28 ± 3,469a	5,806 ± 3,369ab	0,012
T2	13,306 ± 6,518a	11,033 ± 1,388ab	11,726 ± 3,03ab	8,546 ± 1,424bc	0,009
T3	26,006 ± 11,966a	26,686 ± 3,156a	27,82 ± 7,464a	16,166 ± 4,988b	0,000
T4	28,506 ± 14,973a	28,980 ± 3,649a	28,466 ± 8,120a	23,933 ± 5,351b	0,024
T5	30,333 ± 6,305a	30,943 ± 3,419a	29,580 ± 7,360ab	27,753 ± 6,243b	0,035

Les moyennes suivies de la même lettre sur une même ligne sont significativement égales au seuil de 5 % ; T : semaine d'observation.

III-4. Variation de la largeur des feuilles en fonction des traitements

La variation de la largeur des feuilles des plantes de Moringa en fonction des traitements a été présentée dans le **Tableau 4**. La largeur moyenne des feuilles varie de 3,65 cm avec la parcelle témoin à la période T1 à 22,68 cm sur les parcelles enrichies avec Azolla à T5. Les fertilisants apportés ont permis d'accroître significativement ($p < 0,05$) la largeur des feuilles de Moringa aux différentes périodes d'observation.

III-5. Variation du nombre de feuilles en fonction des traitements

Les valeurs du nombre de feuilles des plantes de Moringa sont consignées dans le **Tableau 5**. Le nombre de feuilles des plantes de Moringa a été influencé par les traitements à toutes les périodes d'observations. Deux groupes homogènes ont été obtenus à T1 et T2. Aux périodes T1 et T2, les grandes valeurs ont été obtenues avec les parcelles enrichies respectivement avec l'Azolla (15,40), la bouse de vache (15,13) et le NPK

Tableau 4 : Valeurs moyennes de la largeur des feuilles en fonction des traitements

Temps de mesures	Valeurs moyennes de la largeur des feuilles (cm)				P value
	Azolla	Bouse	NPK	Témoin	
T1	6,040 ± 1,447a	5,733 ± 1,388a	5,473 ± 2,522a	3,653 ± 0,899b	0,001
T2	9,913 ± 4,138a	7,793 ± 1,261a	7,933 ± 2,020a	5,746 ± 0,992b	0,000
T3	17,646 ± 10,023a	19,320 ± 3,015a	18,586 ± 5,642a	11,146 ± 3,976b	0,002
T4	21,440 ± 12,295a	22,600 ± 3,641a	22,666 ± 5,293a	15,133 ± 5,911b	0,001
T5	22,680 ± 5,512a	22,086 ± 3,820a	22,493 ± 4,828a	20,900 ± 7,380b	0,049

Les moyennes suivies de la même lettre sur une même ligne sont significativement égales au seuil de 5 % ; T : semaine d'observation.

(15,26) et la plus faible valeur a été obtenue avec le témoin (4,53). Pour les troisièmes (T3), quatrièmes (T4) et cinquièmes (T5) périodes, il y a une faible croissance et/ou une constance des valeurs observées. Les valeurs ont oscillées entre 15,40 pour l'Azolla, 15,13 pour la bouse de vache et 15,27 pour le NPK.

Tableau 5 : Valeurs moyennes du nombre de feuilles en fonction des traitements

Temps de mesures	Valeurs moyennes du nombre de feuilles				p value
	Azolla	Bouse	NPK	Témoin	
T1	7,933 ± 1,222a	7,266 ± 1,032a	8,000 ± 2,070a	4,533 ± 0,915b	0,000
T2	10,600 ± 2,772a	9,400 ± 0,632a	9,400 ± 1,298a	8,266 ± 0,798b	0,002
T3	15,400 ± 5,207a	14,133 ± 0,915a	13,266 ± 2,016ab	11,733 ± 1,334c	0,009
T4	15,400 ± 6,080a	15,133 ± 1,355a	15,266 ± 2,016a	12,266 ± 2,120b	0,012
T5	15,400 ± 2,531a	15,133 ± 1,579a	15,266 ± 2,695a	13,733 ± 2,463b	0,061

Les moyennes suivies de la même lettre sur une même ligne sont significativement égales au seuil de 5 % ; T : semaine d'observation.

IV - DISCUSSION

L'effet des fertilisants, l'*Azolla filiculoides*, le compost de la bouse de vache, l'engrais NPK et le témoin sur la croissance des plantes de Moringa en champ a été testé et déterminé. Les résultats montrent que le diamètre au collet, la largeur et le nombre de feuilles ont été influencés par les traitements quel que soit le temps d'observation. *Azolla filiculoides* a donné les meilleurs diamètres au collet par rapport au compost de la bouse de vache, au NPK et au témoin. Par ailleurs, les plus fortes valeurs de la longueur des feuilles ont été obtenues avec la parcelle fertilisée au compost de la bouse de vache. En revanche, pour

la hauteur des plantes, les valeurs élevées ont été enregistrées sur toutes les parcelles présentant des fertilisants. Ainsi, celle enrichie au NPK se démarque des autres par une valeur plus élevée. Malgré l'apport de dose unique des biofertilisants, nous avons pu constater que l'utilisation d'*Azolla* en milieu de culture a influencé positivement la croissance des plantes de Moringa. Cela pourrait s'expliquer par le fait que *Azolla* libère progressivement des minéraux disponibles pour la plante à long terme. Nos résultats sont conformes à ceux de [7] qui a montré dans son étude sur « Evaluation de l'influence d'*Azolla filiculoides* sur la production du riz (*Oryza sativa* variété Wita 9) et du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en rizipisciculture dans la zone de Bonoufla (Haut-Sassandra, centre Ouest de la Côte d'Ivoire) », une augmentation au niveau du nombre de floraison et la largeur des feuilles du riz. L'effet significatif du compost de la bouse de vache sur la croissance en longueur des feuilles de moringa pourrait être dû au fait que la bouse de vache une fois dans le sol a été dégradé par les microorganismes présents dans la bouse et dans le sol. Cette dégradation aurait amélioré la qualité, la fertilité et le pH du sol. Nos résultats confirment ceux de [8, 9] qui ont montré dans leurs études que la bouse de vache grâce à son pH alcalin a pu améliorer celui du sol. Concernant les résultats de la parcelle fertilisée avec le NPK, cela pourrait aisément être attribué au fait que l'engrais minéral (NPK), libère rapidement les éléments fertilisants que sont l'azote, le phosphore et le potassium dans le sol.

L'engrais minéral est utilisé pour corriger les carences. Cependant, la minéralisation rapide de ce traitement peut entraîner l'infiltration de ces minéraux dans les horizons inférieurs du sol qui deviennent donc inaccessibles aux racines des plantes [5] et ne peuvent donc pas maintenir à long terme la fertilité des sols selon les travaux de [10, 11]. Par ailleurs, de la période T3 à la période T5 en passant par la période T4, il y a une faible croissance du diamètre au collet, de la longueur des feuilles, de la largeur et du nombre de feuilles des plantes de moringa. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les plantes de moringa ont épuisé tous les nutriments présents dans le sol par l'apport des fertilisants avant le semis. L'effet des fertilisants sur la croissance et le développement des plantes de moringa serait donc fonction de la dose et de la fréquence à laquelle ces derniers ont été appliqués. Nos résultats corroborent ceux de [12] qui ont démontré que la productivité des plantes de moringa est fortement influencée par la fertilisation de la culture. En somme, il faut noter que *Azolla filiculoides* présente les meilleurs résultats sur tous les paramètres de croissance observée chez les plants de moringa. Cela est lié au fait que l'azote est l'un des principaux facteurs de la plante [13]. Les éléments nutritifs suffisamment disponibles sont efficacement utilisés par les plantes cultivées au fil du temps [14]. *Azolla filiculoides* serait le meilleur biofertilisant. Ce qui concorde avec les résultats de [15] qui a montré la

capacité d'*Azolla cristata* à restaurer la fertilité des sols par sa richesse en nutriments. [16] ont également prouvé dans leurs travaux que l'azote *filiculoides* favorise l'utilisation des hydrates de carbone, stimule le développement et l'activité racinaire en favorisant l'exportation des autres minéraux et la croissance de la plante.

V - CONCLUSION

L'action des différents fertilisants organiques, particulièrement, celle de *Azolla filiculoides* sur la restauration de la fertilité du sol, sur la capacité de ce fertilisant à enrichir le sol en nutriments nécessaire à l'amélioration de la croissance de la culture du moringa a été démontré. *Azolla filiculoides* apporte au sol une certaine quantité d'éléments nutritifs à la plante et améliore les propriétés physiques du sol. Cette matière organique permet de conserver l'humidité du sol, mais stimule également le développement des racines, pour une bonne absorption des éléments nutritifs présents dans le sol. *Azolla filiculoides* a démontré ainsi sa capacité à restaurer la fertilité du sol par sa richesse en nutriments capables d'augmenter la croissance du *Moringa oleifera*.

RÉFÉRENCES

- [1] - B. C. MORIN, La phytothérapie à l'origine de la médecine. La phytothérapie pour les animaux. Tomaison, Editions Le Manuscrit, (2018) 11 p.
- [2] - L. AKE-ASSI, La préservation des espèces végétales pour la santé humaine en Afrique au Sud du Sahara. 3ème Symposium Interafricain OUAICSTR sur la pharmacopée traditionnelle et les plantes médicinales africaines, 25-29 Septembre 1979, Abidjan, Côte d'Ivoire, (1979) 26 - 31
- [3] - N. BOUKELLAL et H. BOUKOULLA, Étude de l'activité antioxydante de *Moringa oleifera*. Master en Science Alimentaire, département de Sciences Alimentaire, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie, (2021) 55 p.
- [4] - S. YUSUF et I. YUSIF, Severe damage of *Moringa oleifera* Lam. leaves by *Ulopeza Phaeothoracipa* Hampson (Lepidoptera, Crambidae). In Ungogo Local Government Area, Kano State, Nigeria : A Short Communication. Bayero *Journal of pure and Applied Sciences*, 7 (1) (2014) 127 - 130
- [5] - N. GROGA, M. DIOMANDE, G. A. M. BEUGRE, Y OUATTARA et D. S. AKAFFOU, Étude comparative de la qualité de symbiose (*Anabaena azollena azolla caraliniana*) du compost et du NPK sur la croissance végétative et le rendement de la tomate (*Lycopersicon*

- esculentum mill.* Solanacée) à Daloa (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Bioscience*, 129 (2018) 13004 - 13014
- [6] - W. G. KOUKOUNGON, Résilience des établissements hôteliers de DALOA à l'inconstance de la desserte en eau potable (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, 33 (2020) 289 - 309
- [7] - D. SORO. Evaluation de l'influence d'*Azolla filiculoides* sur la production du riz (*Oryza sativa* variété Wita 9) et du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en rizipisciculture dans la zone de Bonoufla (Haut-Sassandra, centre Ouest de la Côte d'Ivoire). Mémoire de master en bioressources et agronomie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa (Côte d'Ivoire), (2018) 51 p.
- [8] - K. C. MULAJI, Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat en Agro-Biotechnologie, Université de Liège-Gembloux (Belgique), (2010) 220 p.
- [9] - A. ANDRIAMANANJARA, Système de culture à rotation Voandzou Riz pluvial (*Oryza sativa*) sur les hautes terres de Madagascar. Rôle du Voandzou (*Vigna subterranea*) sur la biodisponibilité du phosphore dans les ferralsols. Thèse Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Madagascar, (2002) 185 p.
- [10] - R. ALVAREZ. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage. *Soil Use and Management*, 21 (2005) 38 - 52
- [11] - K. E. GILLER, G. CADISCH et C PALM, The North-South divide : organic wastes or resources of nutrient management. *Agronomy*, 22 (2002) 703 - 709
- [12] - N. FOIDL, H. P. S. MAKKAR et K. BECKER, Potentiel de *Moringa Oleifera* en agriculture et dans l'industrie, (2001) 39 p. Disponible sur <http://Www.Moringanews.Org>. (Site consulté Le 12/10/2022)
- [13] - FAO, Les engrais et leur application. FAO, Rome, Italie, (1980) 51 p.
- [14] - A. E. OJETAYO, J.O. OLANIYI, L. MOUGEOT et F ABDOU, Effect of fertilizers types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage. *Journal of Applied Biosciences*, 48 (2011) 3322 - 3330
- [15] - N. A. BIKELA, Essai comparatif de la qualité fertilisante d'*Azolla cristata* et d'autres fumures (fiente, lisier et urée). Licence en science, Institut supérieur pédagogique, Gombe, Kinshasa, (2007) 30 p.
- [16] - B. G. STEVENSON et D. L. DINDAL, Functional ecology of coprophagous insects : a review. *Pedobiologia*, 30 (1987) 285 - 298