

Efficacité d'un biofertilisant à base de microorganismes, de minéraux et d'enzymes sur la croissance et le rendement de riz wita 9 (*Oriza sativa* L.), au sud de la Côte d'Ivoire

N'guessan Martial KANGA^{1*}, Kouadio Jacques Edouard YAO², Konan Didier KOUAME³,
Ousmane CISSE³, Seydou TUO³ et Souleymane SANOGO³

¹ Université de Man, UFR d'Ingénierie Agronomique, Forestière et Environnementale (IAFE),
Laboratoire Central, BP V 20 MAN, Côte d'Ivoire

² Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Faculté d'Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la
Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

³ Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et
Valorisation des Ressources Biologiques 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

(Reçu le 09 Août 2024 ; Accepté le 14 Octobre 2024)

* Correspondance, courriel : nguessmarti@yahoo.fr

Résumé

L'utilisation de biofertilisant pourrait améliorer à la fois la croissance et le rendement du riz. Cette étude a pour objectif de contribuer à la production écologique du riz (*Oriza sativa*) par l'utilisation d'une formulation d'engrais biologique. Ce qui contribuera à la sécurité alimentaire. L'essai a été menée dans un milieu semi-contrôlé, le cultivar de riz Wita 9 a été utilisé. Cinq traitements d'application de fertilisant ont été testés à savoir T0 (plant de riz n'ayant pas reçu de Tokyo8), T1 (plant de riz ayant reçu un engrais NPK,12-22-22), T2 (plant de riz ayant reçu Tokyo8, dilué à 50 fois), T3 (plant de riz ayant reçu Tokyo8, dilué à 75 fois), T4 (plant de riz ayant reçu Tokyo8, dilué à 100 fois). Une analyse de variance (ANOVA) à un facteur à l'aide du logiciel STATISTICA version 12.5 a été effectuée. Les résultats obtenus montrent que l'indice de coloration des feuilles, le Taux de floraison et le Rendement ont été important avec les traitements T2 et T3 de Tokyo8. Ainsi, les traitements T2 et T3 doivent être conseillés pour une production écologique du riz.

Mots-clés : *Oriza sativa*, Biofertilisant, NPK, sécurité alimentaire, Côte d'Ivoire.

Abstract

Evaluation of a biofertiliser based on microorganisms, minerals and enzymes on the growth and yield of wita 9 rice (*Oriza sativa* L.), in southern Côte d'Ivoire

The use of biofertiliser could improve both rice growth and yield. The aim of this study is to contribute to the ecological production of rice (*Oriza sativa*) through the use of a biofertiliser formulation. This will contribute to food security. The trial was conducted in a semi-controlled environment, using the Wita 9 cultivar. Five fertiliser application treatments were tested, namely T0 (rice plant given no Tokyo8), T1 (rice plant given NPK,12-22-22), T2 (rice plant given Tokyo8, diluted 50-fold), T3 (rice plant given Tokyo8, diluted 75-fold), T4

(rice plant given Tokyo8, diluted 100-fold). A one-factor analysis of variance (ANOVA) was performed using STATISTICA version 12.5 software. The results show that the leaf colour index, flowering rate and yield were significant with treatments T2 and T3 of Tokyo8. Thus, treatments T2 and T3 should be recommended for ecological rice production.

Keywords : *Oriza sativa*, biofertiliser, NPK, food security, Côte d'Ivoire.

1. Introduction

Le riz (*Oriza sativa* L.) est la principale denrée alimentaire de près de la moitié de la population mondiale et contribue à plus de 20 % à la fourniture mondiale en calorie consommée [1]. Il est prévu que la production mondiale de riz atteigne 526,2 millions de tonnes en 2023 - 2024, soit une progression de 0,4 % par rapport au niveau révisé de 2022 - 2023 [2]. En Afrique de l'ouest, la consommation de riz par habitant a connu la plus forte progression ces vingt dernières années, passant d'environ 30 kg/hab/an au début des années 1990 à près de 45 kg en 2010, soit une augmentation de plus de 50 % [3]. Le riz est l'une des cultures vivrières les plus importantes en Côte d'Ivoire. Il occupe environ 600.000 personnes et vient en troisième position derrière la culture du cacao et les cultures maraîchères [4]. Par ailleurs, l'on note que les rendements oscillent entre 0,8 t/ha et 1,5 t/ha [5]. La quête d'amélioration des rendements agricoles due à l'épuisement des éléments nutritifs du sol, causé par le travail continu du sol et l'utilisation d'engrais chimiques ou synthétiques dans le but de maintenir une production agricole constante, est l'un des facteurs contribuant à l'insécurité alimentaire. Cette dégradation de la fertilité du sol entraîne la présence de résidus chimiques dans la plupart des produits agricoles et leur consommation impacte sur la santé humaine [6]. Il est essentiel de prendre en compte les répercussions à la fois sur les générations actuelles et futures des produits chimiques. Par conséquent, il existe un grand besoin de solutions permettant une production alimentaire respectueuse de l'environnement, sans l'utilisation excessive de produits agrochimiques [7]. Pour faire face à ces difficultés auxquelles sont confrontés les paysans, plusieurs initiatives ont vu le jour, parmi lesquelles la fertilisation biologique. Les biofertilisants jouant un rôle crucial dans l'agriculture durable et apparaissent comme une alternative appropriée contre les impacts environnementaux néfastes exercés par les produits chimiques de synthèse [8]. Ces biofertilisants peuvent faciliter et améliorer la croissance et le rendement des cultures d'une manière respectueuse de l'environnement [7]. C'est dans ce cadre qu'une formulation d'engrais biologique (Tokyo 8) visant la restauration durable des sols a été formulée. Une étude de démonstration de l'intrant a été initiée. L'objectif de cette étude est de contribuer à la production écologique du riz par la démonstration de l'efficacité d'une formulation d'engrais biologique (Tokyo 8) au sud de la Côte-d'Ivoire.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

L'étude a été menée au sein de l'Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire) sous un milieu semi-contrôlé. La zone d'étude est située dans le district autonome d'Abidjan, au sud de la Côte d'Ivoire dont les coordonnées géographiques sont contenues entre les latitudes 5°00 et 5°30 N et les longitudes 3°50 et 4°10 W.

2-2. Matériel végétal

La variété de riz WITA 9 appartenant à l'espèce (*Oriza sativa* L.) dont le cycle de production est de 3 mois et de rendement 0,7 t/ha a été utilisée pour mener l'étude.

2-3. Intrants

L'engrais minéral NPK de composition (12-22-22) et l'engrais biologique Tokyo 8 (composé de microorganismes, de minéraux et d'enzymes) ont été utilisés comme intrants dans cette étude pour la fertilisation du riz.

2-4. Pratiques culturales

Le substrat (sol) utilisé a été prélevé sur une parcelle en jachère pour le remplissage des pots. Le sol prélevé a été stérilisé à l'autoclave à 121 °C sous une pression de 1 bar pendant 30 min et laissé refroidir pendant 24 h. Ensuite, un second autoclavage a été effectué dans les mêmes conditions. 48 h, après le second autoclavage, les pots ont été remplis avec le sol stérilisé. Les pots remplis ont été placés sous les abris semi-contrôlés (*Figure 1*), trois jours avant le semis. Sans aucun apport de fumure de fond, le semis a été réalisé le 01 juin 2023 dans un milieu semi-contrôlé en raison de 2 graines par poquet à une profondeur maximale de 2 à 3 cm. Quatorze jours après le semis, un démariage à 1 plant par poquet a été effectué et à cette même date, un repiquage a été réalisé pour combler les poquets où aucune germination n'a eu lieu. Une irrigation de deux arrosoirs par traitement a été effectuée à chaque 1 à 2 jour en fonction des stades de développement des plants.



Figure 1 : Cases en bois recouvert de moustiquaire

2-5. Dispositif expérimental

L'expérimentation en milieu semi-contrôlé a été menée dans des pots de 4,5 L. Le dispositif était constitué de 5 cases d'une longueur de 3 m et de largeur 2 m qui étaient séparés les uns des autres de 0,5 m représentant les traitements. Au total, chaque case comportait 20 pots répartis de part et d'autre en quatre colonnes de 5 pots disposés dans l'écartement 0,40 x 0,40 m (*Figure 2*). La superficie totale du dispositif a été de 24 m². Les traitements appliqués sont : T0 (Témoins sans fertilisants), T1 (témoin avec le fertilisant minéral NPK 12-22-22), T2 (Fertilisant biologique Toky8, dilué à 50 fois), T3 (Fertilisant biologique Toky8, dilué à 75 fois), T4 (Fertilisant biologique Toky8, dilué à 100 fois).

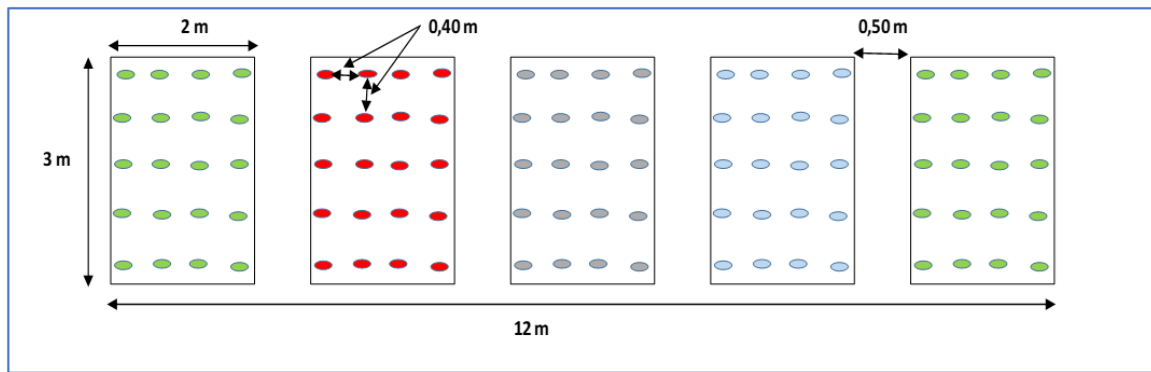


Figure 2 : Schéma du dispositif expérimental

2-6. Entretien de la culture

Le biofertilisant Tokyo 8 a été utilisé pour la fertilisation des plants. Il a été appliqué sur les feuilles à l'aide d'un pulvérisateur manuel de volume 0,50 litre. À cet effet, trois (3) doses ont été évaluées, il s'agit des doses T2, T3 et T4 suivant respectivement les principes de dilution de 50, 75 et 100 fois. Pour chaque case (6 m^2) 6 ml (soit 1 litre de Tokyo 8 pour 1000 m^2 , selon les recommandations du fabricant) de Tokyo 8 ont été utilisés en suivant la méthode de dilution. En plus de cette formulation, l'engrais minéral NPK (12-22-22) a été testé en formulation T1, 120 g pour 6 m^2 , soit 200 kg/ha. Les engrais Tokyo 8 et NPK (12-22-22) ont été appliqués aux 14^e et 45^e jours après semis. Un désherbage manuel a été régulièrement réalisé en cas de besoin.

2-7. Collecte des données

2-7-1. Paramètres végétatifs du riz

Les paramètres de croissance évalués ont été le nombre de talles (NT) et la hauteur des plants (H) exprimée en centimètre (cm). Ils ont été évalués une fois par semaine à partir du 30^e jusqu'au 72^e jour après semis (JAS). L'indice de coloration des feuilles (CF) a été évaluée au 35^e et 65^e jour après semis. Ainsi, la hauteur a été évaluée à l'aide d'un mètre ruban, cette mesure a été effectuée du collet de la tige à l'extrémité de la dernière feuille. Quant au nombre de talles, ils ont été dénombrés. L'évaluation de la coloration des feuilles a été effectuée en attribuant des scores allant de 0 à 3 (**Figure 3**).

2-7-2. Paramètres productifs du riz

Le taux de floraison (TF), il a été évalué au 95^{ème} jour après semis (JAS).



Figure 3 : *Scores de la coloration des feuilles*

A : score 3, feuille verdâtre à 100 % ; B : score 2, feuille verdâtre à 75 % ; C : score 1, feuille jaunâtre à 50 % ; D : score 0, feuille jaunâtre à 100 %.

2-7-3. Paramètre de rendement du riz

La masse des grains (MG) et la masse de la paille (MP) ont été pesées à l'état sec (après 3 jours de séchage). La masse de milles grains (PMG) a été compté et pesé après séchage. Ces pesées ont été faites à l'aide d'une balance électronique de marque KERN et de 0.01g de précision. Le rendement en grains a été évalué selon la **Formule** suivante :

$$r = m \times d \tag{1}$$

r : rendement, m : masse des grains, d : densité de culture.

2-8. Analyse statistique

Les données collectées ont été traitées à partir du tableur Microsoft Excel version 2013. Ensuite ces données ont été soumises à l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur à l'aide du logiciel STATISTICA version 12.5 qui a été utilisé pour le traitement statistique des données. Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 % a été utilisé pour la comparaison des moyennes en cas de rejet de l'hypothèse H_0 . Le test de Shapiro-Wilk a été utilisé pour vérifier la normalité des données.

3. Résultats

3-1. Indice de coloration des feuilles des plants de riz en fonction des fertilisants

Les différents traitements ont révélé une différence significative ($p < 0,0001$) sur l'indice de coloration des feuilles des plants de riz. En effet, le traitement T3 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 75 %) a eu de feuilles verdâtres à 100 % (score 3), suivit des traitements T2 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 50 %), T4 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 100 %) et le T1 (témoin avec fertilisant minéral NPK 12-22-22) qui ont obtenu de feuilles verdâtres à 75 % (score 2). En revanche, le traitement T0 (témoin sans fertilisation) a eu de feuilles jaunâtres à 50 % (score 1) (**Figure 4**).

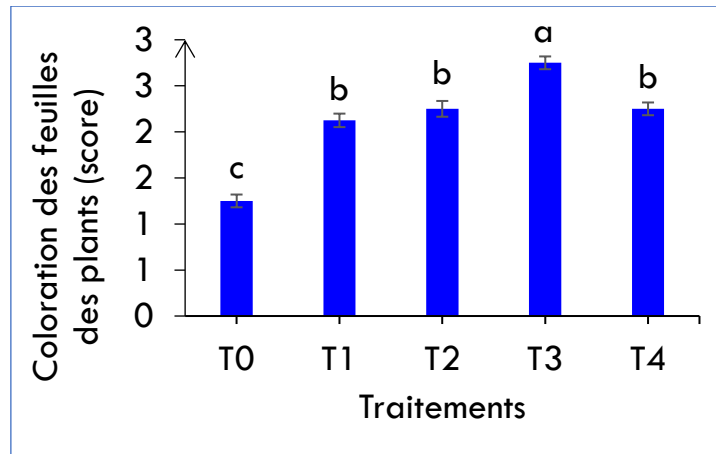


Figure 4 : *Indice de coloration des feuilles des plants de riz en fonction des fertilisants*

3-2. Hauteur des plants de riz en fonction des fertilisants

L'analyse de variance des différents traitements a révélé une différence significative ($p < 0,0001$) sur la hauteur des plants de riz durant toute la période de l'essai. Ainsi, le traitement T2 (biofertilisant Tokyo 8 dilué à 50 %) a donné la meilleure croissance des plants en hauteur avec une moyenne de 77,16 cm, suivi des traitements T3 (biofertilisant Tokyo 8 dilué à 75 %), T1 (avec fertilisant minéral NPK 12-22-22) et T4 (biofertilisant Tokyo 8 dilué à 100 %) avec une moyenne respective de 71,15 ; 68,57 et 68,38 cm. Par contre, le traitement T0 (témoin sans fertilisants) a donné une hauteur minimale avec une moyenne de 56,64 cm (**Figure 5**).

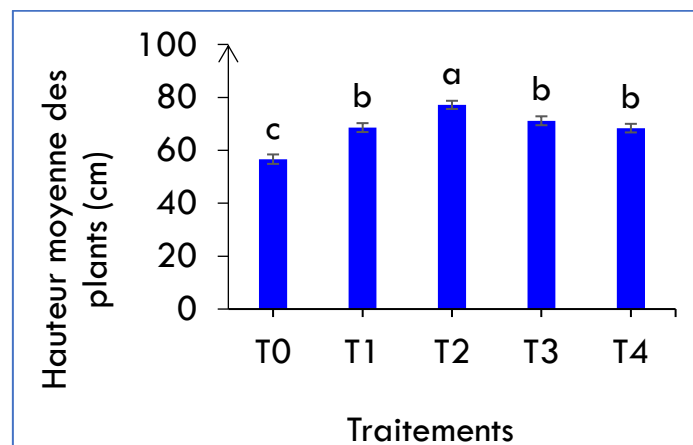


Figure 5 : *Hauteur des plants de riz en fonction des fertilisants*

3-3. Nombre de talles des plants de riz en fonction des fertilisants

L'analyse statistique a montré que pour les traitements il y'a eu une différence hautement significative ($p < 0,0001$) sur le nombre de talles. Ainsi, le traitement T2 (biofertilisant Tokyo 8 dilué à 50 %) a obtenu le plus grand nombre de talle avec une moyenne de 3,23 ; suivi des traitements T1 (avec le fertilisant minéral NPK 12-22-22) et T4 (biofertilisant Tokyo 8 dilué à 100 %) avec une moyenne respective de 2,74 et 2,69 talles. En revanche, les traitements T0 (témoin sans fertilisants) et T3 (biofertilisant Tokyo 8 dilué à 75 %) ont eu les plus petits nombres de talles avec comme moyennes respectives de 2,11 et 2,32 talles (**Figure 6**).

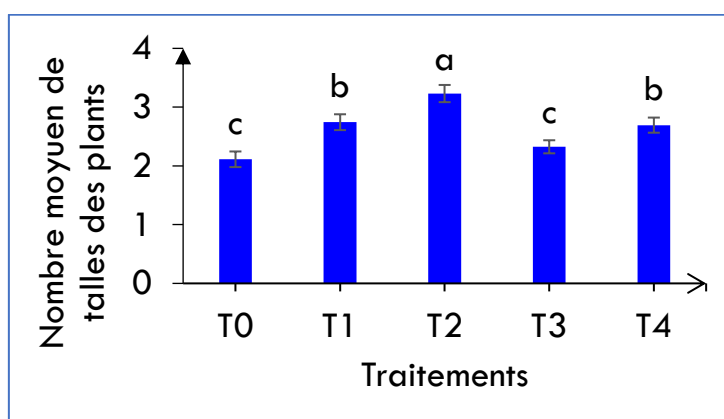


Figure 6 : Nombre de talles des plants de riz en fonction des fertilisants

3-4. Taux de floraison des plants de riz en fonction des fertilisants

L'analyse des données n'a montré aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les traitements pour le taux de floraison à 95 JAS (**Figure 7**). Cependant, les traitements T0, T1, T2, T3 et T4 ont obtenu des taux de floraison statistiquement identiques avec respectivement 63, 81, 71, 87 et 77 %.

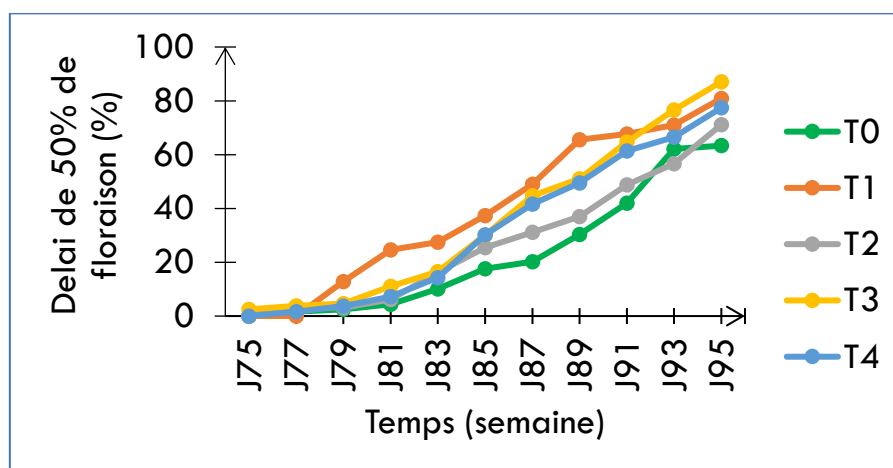


Figure 7 : Taux de floraison des plants de riz en fonction des fertilisants

3-5. Masse des grains en fonction des fertilisants

L'analyse de variance des différents traitements a révélé une différence significative ($p < 0,0001$) sur la masse des grains de riz. Ainsi, les traitements T1 (témoin avec le fertilisant minéral NPK 12-22-22), T2 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 50 %) ont été caractérisés par la plus grande masse de grains avec une

moyenne respective de 18,81 et 18,01 g, suivi des traitements T3 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 75 %) et T4 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 100 %) avec une moyenne respective de 16,50 et 16,49 g qui ont été statistiquement identiques. Par contre, le traitement T0 (témoin sans fertilisants) a eu la plus petite masse de grains avec une moyenne de 15,01 g (**Figure 8**).

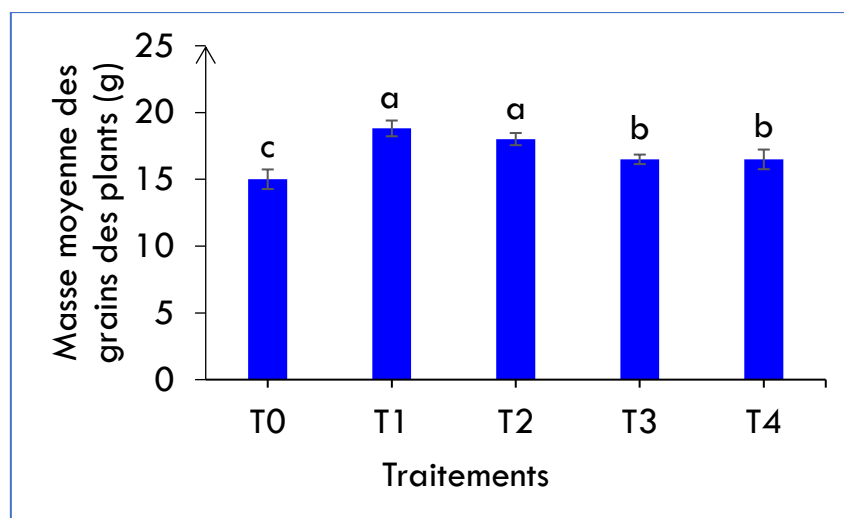


Figure 8 : Masse des grains en fonction des fertilisants

3-6. Masse de la paille en fonction des fertilisants

La **Figure 9** a montré la masse moyenne de la paille. Les traitements T2 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 50 %), T4 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 100 %), T1 (témoin avec le fertilisant minéral NPK 12-22-22) et T3 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 75 %) ont permis d'avoir des masses de pailles statistiquement identiques avec respectivement 28,13 ; 26,76 ; 26,68 et 25,42 g. Par ailleurs, le traitement T0 (témoin sans fertilisants) a obtenu la plus petite masse de la paille avec une moyenne de 20,45 g. cette différence a été significative ($p < 0,0001$).

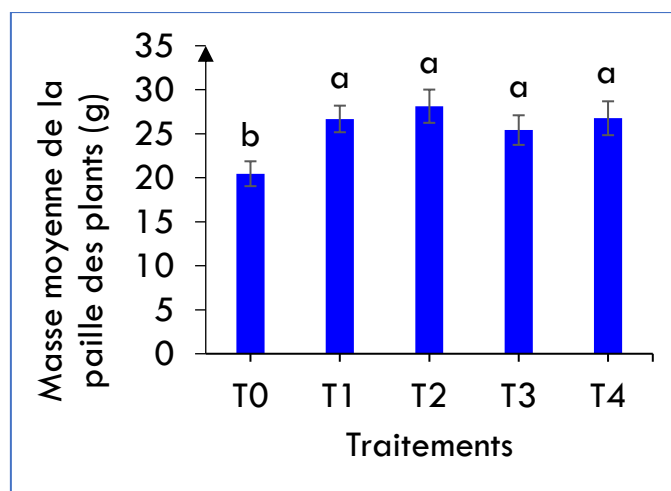


Figure 9 : Masse de la paille en fonction des fertilisants

3-7. Masse de mille grains en fonction des fertilisants

Le résultat de l'analyse (**Tableau 1**) de variance des données relative au poids de milles grains a montré qu'aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre les traitements. Cependant, les traitements T0, T1, T2, T3 et T4 ont obtenu les poids de mille grains statistiquement identiques avec respectivement 30 ; 30 ; 31 ; 30 et 31 g.

Tableau 1 : Masse de mille grains en fonction des fertilisants

Fertilisants	Nombre de grains	Masse des grains (g)
T0	1000	30 a
T1	1000	30 a
T2	1000	31 a
T3	1000	30 a
T4	1000	31 a

3-8. Rendement des plants de riz en fonction des fertilisants

L'analyse des données a révélé que les fertilisants ont eu un effet significatif sur le rendement (kg/ha). Ainsi, les traitements T1 (témoin avec le fertilisant minéral NPK 12-22-22) et T2 (biofertilisant Tokyo 8, dilué à 50 %) ont présenté les meilleurs résultats. Les traitements T1 et T2 ont donné respectivement 1187 et 1125 kg/ha en ce qui concerne le rendement, suivi des traitements T3 et T4 qui ont produit respectivement 1063 et 1000 kg/ha comme rendement, contrairement à T0 (témoin sans fertilisants) ayant donné le plus faible rendement (938 kg/ha) (*Tableau 2*).

Tableau 2 : Rendement à l'hectare en fonction des fertilisants

Fertilisants	Rendement kg/ha
T0	938 c
T1	1187 a
T2	1125 a
T3	1063 b
T4	1000 b

4. Discussion

À l'instar d'autres cultures céréalières, le riz est une plante qui est exigeante en matière de fertilisation. Par ailleurs, l'on note que les riziculteurs ivoiriens sont dans une alternative de recherche d'intrants (engrais) pour accroître les rendements [5]. L'évaluation de l'effet des biofertilisants sur les plants de riz est utile car les biofertilisants peuvent faciliter et améliorer la croissance et le rendement des cultures d'une manière respectueuse de l'environnement [7]. Les résultats de cette étude révèlent que la hauteur des plants et le nombre de talles des plants de riz sont nettement significatifs en condition de fertilisation. Cependant, l'effet des fertilisants sur les paramètres de croissance des plants de riz varie en fonction des doses de fertilisant et aussi d'un fertilisant à un autre. Ainsi, l'effet positif des fertilisants sur les paramètres de croissance (la hauteur, et le nombre de talles) des plants de riz pourrait s'expliquer par la correction des propriétés chimiques du sol (azote, phosphore et potassium). Ces différents éléments minéraux sont indispensables à une bonne croissance des plantes cultivées. L'apport des fertilisants a donc permis de corriger l'insuffisance de ces éléments nutritifs, traduisant la bonne croissance des plants. En effet, cela montre que les fertilisants étaient facilement disponibles et sous la meilleure forme pour une absorption facile par les racines des plants d'où une augmentation des paramètres de croissance. Des résultats comparables ont été observés par certains auteurs qui ont mentionné dans leurs études que les engrais organiques, en particulier le fumier de volaille pouvaient augmenter les paramètres de croissance des cultures à la différence d'autre source de fumier [5, 9, 10]. Les résultats ont également montré que plusieurs paramètres de rendement ont été impactés par l'apport des fertilisants. Ainsi, tous les traitements ont donné des résultats supérieurs au témoin sans fertilisants. Cela pourrait être dû au manque ou une insuffisance d'éléments nutritifs comme l'Azote (N),

le Phosphore (P), le Potassium (K), le Calcium (Ca), le Sodium (Na) et le Soufre (S) chez les plants du traitement témoin. L'indisponibilité de ces éléments pour combler les besoins nutritifs des plantes entraîne par le fait même un mauvais exploit. Par conséquent, le développement normal des plants est freiné, entraînant un faible rendement [11]. En général, le témoin avec fertilisant minéral NPK (12-22-22) et les biofertilisants Tokyo8, dilués à 50, 75 et 100 % ont présenté les meilleures performances. Cela s'expliquerait par le fait que les engrais ont une productivité agronomique plus grande car leurs éléments sont disponibles et facilement assimilables par les cultures [12]. Effectivement, les éléments minéraux comme l'azote pourraient influencer l'initiation de la floraison en augmentant le taux de photosynthèse et l'exportation de solutés vers son site de puits. Il stimule l'assimilation des glucides et des protéines qui à leur tour favorisent la division cellulaire et la formation de plus de tissus. Cela pourrait augmenter la zone photosynthétique et les activités physiologiques favorables sous des niveaux d'azote plus élevés, entraînant une production et une translocation accrue de la photosynthèse chez les plants. Cette augmentation de la quantité d'azote pourrait ensuite accélérer la formation d'un plus grand nombre de grains de grande taille. Le phosphore est aussi l'un des éléments nutritifs importants dont les plantes ont besoin pour une croissance et un développement approprié pour donner un rendement plus élevé. Il intervient dans le développement des tissus méristématiques, la transformation énergétique des cellules végétales et la précocité des racines. Cependant, l'augmentation de l'azote et du phosphore pourraient faciliter la synthèse des hormones améliorant la croissance et le développement des plantes. Ces résultats ont été confirmés par certains chercheurs. En effet, ceux-ci ont montré l'impact de la variation des nutriments comme l'azote, le phosphore et le potassium sur les paramètres de croissance et de rendement du riz [13, 14].

5. Conclusion

Le travail présenté dans ce manuscrit a pour objectif de contribuer à la production écologique du riz par la démonstration de l'efficacité d'une formulation d'engrais biologique (Tokyo 8) au sud de la Côte d'Ivoire. Les résultats obtenus dans cette étude ont montré préalablement que tous les différents niveaux de dilution du biofertilisant (Tokyo 8) améliorent les paramètres de croissance des plants de riz (*Oriza sativa* L.). Le témoin avec le fertilisant minéral NPK (12-22-22) et le biofertilisant Tokyo 8, dilué à 50 % ont permis d'avoir un bon rendement. Ainsi, le biofertilisant Tokyo 8, dilué à 50 et 75 fois peut être conseillé pour une fertilisation intégrée.

Références

- [1] - I. AICHATOU, D. L. NOMAO, S. Y. AMIR and J. A. BIOSCI, "Fertilisation du riz sur les périmètres irrigués de la région de Tillabéry", *Journal of Applied Biosciences*, (2023) 10 p.
- [2] - FAO, "Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales". <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr>, (Juin 2024)
- [3] - D. V. P. MENDEZ and J. M. BAUER, "Le riz en Afrique de l'Ouest" : dynamiques, politiques et perspectives", *Cahier Agricole*, 22 (5) (2013) 336 - 344
- [4] - J. C. TANO and A. KONE, "Analyse des effets de distorsions sur la production du riz paddy en Côte d'Ivoire", *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9 (2) (2021) 307 - 316 p.
- [5] - E. OUEDRAOGO, A. MANDO and N. P. ZOMBRE, "Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agriculture system in West Africa", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84 (2001) 259 - 256

- [6] - A. I. DANIEL, A. O. FADAKA, GOKUL A, O. O. BAKARE, O. AINA, S. FISHER, A. F. BURT, V. MAVUMENGWANA, M. KEYSTER and A. KLEIN, "Biofertilizer : The Future of Food Security and Food Safety". *Microorganisms*, 10 (1220) (2022) 1 - 16
- [7] - A. BENKHALIFA and M. BOUCHAIR, "Les PGPR et leurs impacts sur la biofertilisation". University center of abdalhafid boussouf-MILA, 69 (2) (2022) 1659 - 1677
- [8] - A. KUMAR and J. P. VERMA, "Does plant-microbe interaction confer stress tolerance in plants": a review *Microbiological Research*, 207 (2018) 41 - 52
- [9] - P. AKANZA and S. SANOGO, "Effets des fumures sur la fertilité, les composantes de rendement et diagnostic des carences du sol sous culture de riz sur les ferralsols en Côte d'Ivoire". *Journal de la Société Ouest-Afraine de Chimie*, 043 (2017) 1 - 10
- [10] - C. S. M. WOPEREIS, T. DEFOER, P. IDINOBA, S. DIACK and M. DUGUE, "Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne" : Manuel technique, Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), Cotonou, (2008) Vol. 6, 128 p.
- [11] - S. PALE, A. BARRO, M. KOUMBEM, A. SERE and H. TRAORE, "Effets du travail du sol et de la fertilisation organo-minérale sur les rendements du mil en zone soudanosahélienne du Burkina Faso". *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15 (2) (2021) 497 - 510
- [12] - M. L. BHARDWAJ, R. HARENDER and B. L. KOUL, "Yield response and economics of organic sources of nutrients as substitute to inorganic sources in tomato (*Lycopersicon esculentum*), okra (*Hibiscus esculentus*), cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) and cauliflower (*B. oleracea* var *botrytis*)". *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 70 (10) (2000) 653 - 656
- [13] - M. LACHARME, "La fertilisation minérale du riz". In Mémento Technique de Riziculture. Fascicule, N°6 (2001) 17 p.
- [14] - D. H. GRIST, "Rice". Fifth edition, *Tropical Agriculture Series*, (1983) 601 p.