

EFFETS DE L'ENGRAIS ORGANIQUE "BOKASHI" SUR LES PARAMÈTRES DE CROISSANCE DES JEUNES PLANTS DE CACAOYER (*THEOBROMA CACAO* L.) EN PHASE PÉPINIÈRE

Zoumana KONATE^{1*}, Jeanne Armelle Manhounou KONAN¹,
Kouakou Stanislas KOFFI¹, Souleymane SANOGO²
et Sidiky BAKAYOKO¹

¹ Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Département d'Agropédologie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, BP 150, Daloa, Côte d'Ivoire

² Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

(reçu le 19 Avril 2024; accepté le 22 Mai 2024)

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

RÉSUMÉ

Les substrats de culture utilisés en pépinière actuellement par les cacaoculteurs et qui sont constitués essentiellement des sols prélevés sous les vieux vergers sont pour la plupart dotés d'un faible niveau de fertilité chimique. Ce qui ne permet pas d'optimiser la croissance et le développement des plants en pépinière. L'objectif de cette étude était d'améliorer la fertilité des substrats de culture et la croissance des pépinières. L'étude a été menée selon un dispositif en randomisation totale, avec trois répétitions. Deux fertilisants ont été appliqués, à savoir le *Bokashi* sous forme solide en engrais de fond avant le semis des fèves et l'azote foliaire enrichi aux microorganismes un mois après semis des fèves. Ainsi, les traitements T0 (traitement témoin), T1 (100g de Bokashi + 0,18 ml N), T2 (150g de Bokashi + 0,18 ml N), T3 (200g de Bokashi + 0,18 ml N), T4 (250g de Bokashi + 0,18 ml N) et T5 (300g de Bokashi + 0,18 ml N) ont été apportés par plant de cacaoyer. Les données concernant le taux de levée, hauteur des plants, diamètre au collet, surface foliaire, vigueur des plants et longueur des pivots ont été évalués et soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel SAS 9.4. Les résultats obtenus ont révélé que l'apport du *Bokashi* améliore la fertilité des substrats et la croissance des plants en pépinière. L'apport du *Bokashi* n'est pas nécessaire durant les 3 premiers mois de pépinière. Les plants vigoureux sont obtenus par les traitements T2 et T3 avec des valeurs de vigueur respectives de 3,81 et 4,01. La dose de 150g de *Bokashi* + 0,18 ml N par plant de cacaoyer est la dose optimale qui a permis d'améliorer la croissance des jeunes cacaoyers en pépinière.

Mots-clés : *Bokashi*, cacaoyer (*Theobroma cacao* L.), pépinière, plants vigoureux.

ABSTRACT

Effects of organic fertilizer “*Bokashi*” on the growth parameters of young cocoa plants (*Theobroma cacao* L.) in the nursery phase

The growing substrates currently used in nurseries by cocoa farmers and which essentially consist of soils taken from under old orchards are for the most part endowed with a low level of chemical fertility. This does not make it possible to optimize the growth and development of plants in the nursery. The objective of this study was to improve the fertility of growing substrates and the growth of nurseries. The study was conducted using a completely randomized design, with three repetitions. Two fertilizers were applied, namely *Bokashi* in solid form as a background fertilizer before sowing the beans and foliar nitrogen enriched with microorganisms one month after sowing the beans. Thus, treatments T0 (control treatment), T1 (100g of *Bokashi* + 0.18 ml N), T2 (150g of *Bokashi* + 0.18 ml N), T3 (200g of *Bokashi* + 0.18 ml N), T4 (250g of *Bokashi* + 0.18 ml N) and T5 (300g of *Bokashi* + 0.18 ml N) were provided per cocoa plant. Data concerning emergence rate, plant height, crown diameter, leaf area, plant vigor and taproot length were evaluated and subjected to analysis of variance (ANOVA) using SAS 9.4 software. The results obtained revealed that the addition of *Bokashi* improves the fertility of substrates and the growth of plants in the nursery. The addition of *Bokashi* is not necessary during the first 3 months of nursery. Vigorous plants are obtained by treatments T2 and T3 with respective vigor values of 3.81 and 4.01. The dose of 150g of *Bokashi* + 0.18 ml N per cocoa plant is the optimal dose which has improved the growth of young cocoa trees in the nursery.

Keywords : *Bokashi*, cocoa tree (*Theobroma cacao* L.), nursery, vigorous plants.

I - INTRODUCTION

Depuis plus de quatre décennies, la Côte d’Ivoire occupe le rang de premier producteur mondial de fèves de cacao [1] avec plus de 2 100 000 tonnes de cacao marchand en 2020 [2], soit près de 47 % de l’offre mondiale [3]. Le secteur du cacao constitue l’un des principaux moteurs du développement économique et social du pays. En effet, la cacaoculture contribue à hauteur de 15 % au Produit Intérieur Brut (PIB) [4] et représente plus de 50% des recettes d’exportation [5]. Elle procure de nombreux emplois dans les secteurs secondaire et tertiaire [6] et mobilise plus d’un million de planteurs et 2 500 Groupements à Vocation Coopérative [7 ; 8 ; 9]. Outre ces importants acquis socio-économiques, la cacaoculture ivoirienne est soumise à de nombreuses contraintes [10] qui menacent la durabilité de la production

[4], à savoir la sénescence du verger cacaoyer [10] accentuée par la baisse de la fertilité des sols [4], l'évolution défavorable du climat et le phénomène de dégradation précoce des cacaoyers dans les nouvelles zones de production de l'Ouest et du Sud-Ouest du pays. A ces contraintes, s'ajoutent les attaques d'insectes [11] et la maladie du swollen shoot du cacaoyer [12 ; 13], occasionnant des faibles rendements moyens annuels compris entre 260 et 560 kg/ha [4]. Dans ce contexte, la production ivoirienne de cacao pourrait baisser dans les années à venir. Pour maintenir la production ivoirienne de cacao, les producteurs ont commencé à replanter leurs vieux vergers en utilisant des pépinières en vue d'obtenir des plants vigoureux et de bonne qualité en vue de réussir cette replantation. Pour ce faire, les cacaoculteurs utilisent comme substrat en pépinière des sols prélevés sous verger cacaoyer ou sur le lieu de l'installation de la pépinière [14] qui, pour la plupart, ont un faible niveau de fertilité chimique [15], ne permettant pas d'optimiser la croissance et le développement des plants. Face à cette situation, l'utilisation du TSP avait été préconisée par la recherche pour améliorer la fertilité des substrats et la croissance des plants en pépinière. Cependant, leur coût élevé ainsi que leur indisponibilité aujourd'hui sur le marché, limite leur utilisation par les producteurs. Dans un tel contexte, l'utilisation du « *Bokashi* » qui est un fertilisant organique obtenu par la dégradation de matériaux d'origine végétale et/ou animale avec un inoculant microbien ayant un degré d'humification élevé, constituerait un bon substitut aux engrais chimiques, pour améliorer la fertilité des substrats et le bon développement des pépinières. Cependant, très peu de travaux publiés essaient d'établir un lien entre la qualité chimique du substrat utilisé et la croissance des pépinières. La présente étude a pour objectif d'améliorer la fertilité des substrats de culture et la croissance des jeunes cacaoyers en pépinière.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Caractéristiques du site d'étude

L'étude a été réalisée à Daloa, chef-lieu de la région du Haut-Sassandra située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire (6° et 7° de latitude Nord et 7° et 8° de longitude Ouest) [16]. La parcelle expérimentale est située entre 6°54 de latitude Nord et 6°26 de longitude Ouest (**Figure 1**). Le régime climatique est caractérisé par deux saisons, sèches et humides alternant avec des températures variant de 24,65 à 27,75 °C en moyenne [17]. Le paysage forestier de la zone d'étude varie progressivement de la forêt dense humide semi-décidue à une forêt défrichée mésophile. Les études pédologiques réalisées dans la zone par [18] révèlent que les sols y sont en général ferrallitiques moyennement lessivés (ou désaturés). Ils présentent de bonnes

aptitudes agricoles pour tous les types de culture [19]. Le relief, peu contrasté et peu varié, est dominé par des plateaux de 200 à 400 m d'altitude [20]. Le réseau hydrographique de la région est dense et dominé par le fleuve Sassandra et ses affluents [21].

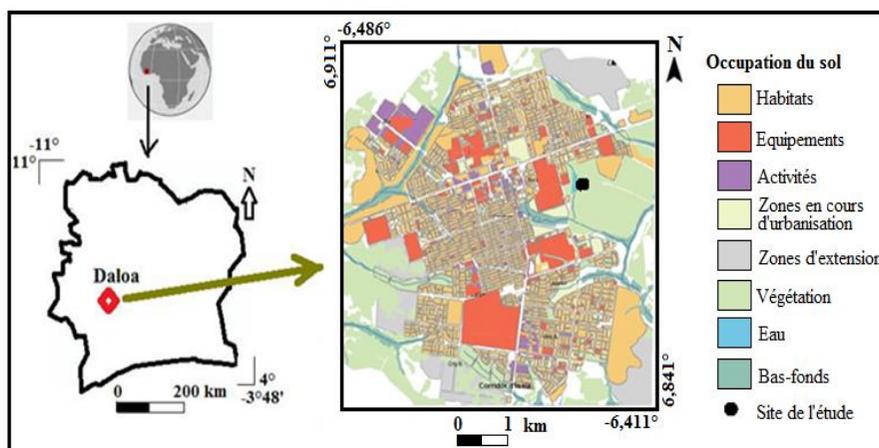


Figure 1 : Carte de localisation de la zone et du site de l'étude [14]

II-2. Matériel

II-2-1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué par les jeunes plants de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en phase pépinière (**Figure 2**) issus du cacao amélioré mis au point par le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), communément appelé « Cacao Mercedes ». Il est caractérisé par sa précocité de production, sa vigueur et sa résistance aux maladies et ravageurs [22].

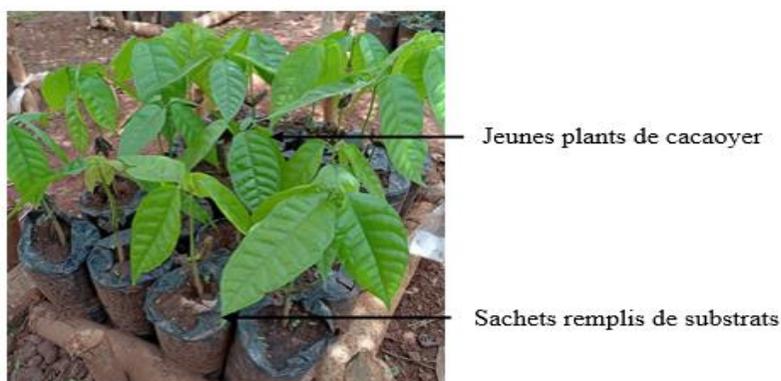


Figure 2 : Jeunes plants de cacaoyers en pépinière

II-2-2. Matériels fertilisants et leurs compositions chimiques

Les fertilisants utilisés sont constitués d'engrais organique solide (*Bokashi*) et d'engrais azoté (N) liquide enrichi aux microorganismes (**Figure 3**), fabriqués par la structure « BIOSAVE-CI » et commercialisé sous le nom « MOAYE ». Le *Bokashi* est un engrais organique obtenu par la dégradation aérobie ou anaérobie de matériaux d'origine végétale et/ou animale avec un inoculant microbien ayant un degré d'humification élevé. La composition physico-chimique du Bokashi est présentée dans le *tableau 1* ci-dessous.



Figure 3 : Différents fertilisants utilisés ; (A) "*Bokashi*" et (B) Engrais azoté liquide

Tableau 1 : Composition physico-chimique du Bokashi

pHeau	Paramètres physico-chimiques					
	Carbone (%)	Azote total (%)	azote organique (%)	Phosphore (%)	Potassium (%)	Matière organique (%)
7,5	2,7	1,875	1,721	3,4	4,715	28,78

II-2-3. Matériel édaphique

Le matériel édaphique est constitué par la terre humifère de surface prélevée sur le site de l'essai dans les 20 premiers centimètres du sol pour servir de substrat de culture aux jeunes cacaoyers.

II-2-4. Matériel technique

Pour la réalisation de cette étude, un certain nombre de matériel technique a été utilisé. Une pelle bêche et une houe ont servi au cours de cette étude à creuser la terre humifère de surface. Les sachets en polyéthylène noir ont été utilisés pour contenir les substrats de culture. Le pied-à-coulisse a été utilisé pour mesurer le diamètre au collet des jeunes plants de cacaoyer. Les mesures des dimensions des jeunes plants de cacaoyers ont été faites avec une règle

graduée de 40 cm. Le sable a été utilisé pour réduire le mucilage autour des fèves de cacao. L'apport d'eau aux jeunes plants de cacaoyers a été fait à l'aide d'un arrosoir. La balance électronique utilisée a servi à évaluer la masse des doses de fertilisants utilisés.

II-3. Méthodes

II-3-1. Mise en place de l'ombrière

Une ombrière d'une superficie de 40 m² (8 m de long et 5 m de large) et une hauteur de 2 m a été construite pour accueillir les plants comme recommandé par [23] et couverte avec des feuilles de palmier reflétant environ 30 % de l'ensoleillement. Un filet de maille 30 cm a été mis autour de l'ombrière pour protéger les jeunes plants contre les animaux et les insectes. Dans les premiers instants, l'intensité de la lumière a été maintenue autour de 50 %.

II-3-2. Préparation du substrat et remplissage des sachets

Le substrat de culture composé de la terre humifère a été prélevé dans les 10 premiers centimètres de sol en plusieurs endroits. Pour ce faire, la terre humifère de surface a été raclée avec une houe pour le remplissage des sachets. Pour faciliter sa mise en sachet et améliorer la structure du substrat, les débris (cailloux, feuilles et tiges mortes, racines, etc.) ont été enlevés. Les sachets utilisés étaient constitués par des sachets noir en polyéthylène d'une hauteur moyenne de 25 cm, d'un diamètre moyen de 15 cm lorsqu'ils sont remplis et d'un volume moyen d'environ 4,4 dm³. Ils sont perforés vers le bas afin de permettre une bonne aération et un bon drainage des substrats. Les doses de fertilisants ont été mélangées au substrat avant le remplissage des sachets.

II-3-3. Lavage et pré-germination des fèves de cacao

Une pré-germination des fèves durant 72 heures a été effectuée avant le semis des fèves dans les sachets. Pour cela, les fèves extraites des cabosses ont été lavées dans du sable (**Figure 4**) pour réduire le mucilage autour d'elles puis rincées à l'eau avant de les tremper dans une solution de fongicide pendant cinq minutes pour éviter leur pourriture lors de la phase de pré-germination. Les fèves lavées ont été disposées individuellement sur des sacs en jute mouillés puis recouvertes et conservées dans un endroit humide durant 72 heures pour maintenir l'humidité au niveau des sacs (**Figure 5**).



Figure 4 : *Ecabossage (A) et lavage (B) des fèves de cacao avec du sable*



Figure 5 : *Etalage (A) et couverture (B) des fèves avec des sacs en jute*

II-3-4. Modes d'apports des fertilisants

Le "Bokashi" solide a été apporté en engrais de fond dans les sachets selon différentes doses en le mélangeant avec la terre humifère de surface avant le semis des fèves de cacao dans les sachets. Quant à l'engrais azoté, il a été apporté sous forme foliaire pendant la phase végétative des jeunes pépinières.

II-3-5. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit selon un dispositif expérimental en randomisation totale (Figure 6). Les traitements ont été repartis de manière aléatoire. L'essai comportait 18 parcelles élémentaires de superficie 2250 cm² (50 cm x 45 cm) chacune et constituée de 20 plants de cacaoyers. La parcelle utile était constituée de 6 plants de cacaoyers.

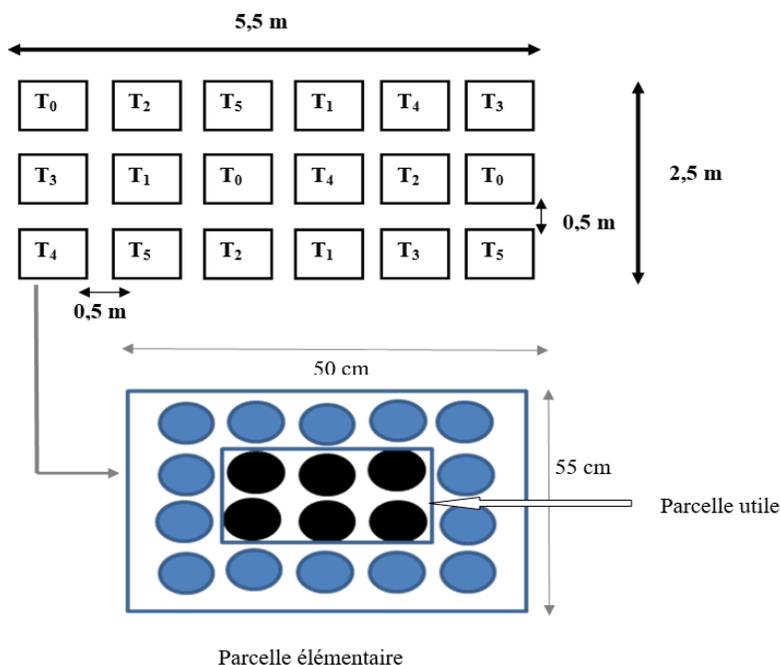


Figure 6 : Schéma du dispositif expérimental de l'étude

II-3-6. Traitements

Les différents traitements ont été appliqués par plant de cacaoyer selon les modalités suivantes :

- T0 : traitement témoin (sans apport de fertilisants) ;
- T1 : 100g de "Bokashi" + 0,18 ml N ;
- T2 : 150g de "Bokashi" + 0,18 ml N ;
- T3 : 200g de "Bokashi" + 0,18 ml N ;
- T4 : 250g de "Bokashi" + 0,18 ml N ;
- T5 : 300g de "Bokashi" + 0,18 ml N.

II-3-7. Semis des fèves prégermées dans les sachets et entretien des jeunes plants

Sur chacune des parcelles élémentaires, 4 lignes de 5 fèves de cacao pré-germées de 72 heures ont été semés dans des sachets en mettant le gros bout où émerge la première racine vers le bas en la recouvrant légèrement avec le substrat. Au bout de 72 heures, les premiers plants commencent à émerger des sachets. Les parcelles élémentaires étaient espacées les unes des autres de 0,5 m (**Figure 7**). Durant la durée de la pépinière, les plants ont été arrosés régulièrement chaque jour, matin et soir en l'absence de toute pluie. Les traitements phytosanitaires ont été effectués contre les ravageurs (pucerons, chenilles, mouches) dès l'apparition de dégâts et cela, jusqu'à la fin de l'essai.



Parcelles élémentaires
espacées de 0,5 m

Figure 7 : *Vue d'ensemble et disposition des parcelles élémentaires sous l'ombrière*

II-3-8. Évaluation des paramètres de croissance des jeunes cacaoyers

Sur l'ensemble des 18 parcelles élémentaires, les mesures ont été effectuées sur 6 plants de cacaoyers pris au centre de la parcelle élémentaire en laissant les plants de bordure en vue d'éviter les effets de bordure. Ces mesures ont concerné :

- *Le taux de levée, déterminé par la sortie de terre des plantules, a été évalué dès l'apparition des premiers plants levés (cinquième jour après semis) jusqu'à la levée totale de tous les plants (13ième jour après semis). Il a été donné par le rapport entre le nombre de plants levés et le nombre total de plants par parcelle élémentaire ;*
- *La hauteur moyenne des plants a été mesurée du collet jusqu'aux bourgeons apicaux du plant à l'aide d'une règle graduée de 40 cm par semaine, à partir de la 2ième semaine jusqu'en fin d'essai ;*
- *Le diamètre au collet des plants, permettant d'apprécier la croissance en diamètre des plants en fonction des différents traitements a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse chaque mois du 1er au 6ième mois après semis ;*
- *La surface foliaire (SF), a été déterminée chaque mois du 1er au 6ième mois après semis, à partir de l'équation : $SF (cm^2) = (L \times l) \times 0,75$ [24].*
Où, SF : surface foliaire exprimé en cm^2 ; L (cm) : longueur des feuilles ; l (cm) : largeur des feuilles ;
- *La vigueur des plants, a été obtenue en faisant le rapport de la hauteur des plants sur le diamètre au collet par la formule : $V = H/D$*
Où V : Vigueur du plant ; H : Hauteur du plant ; D : Diamètre au collet ;
- *La longueur du pivot a été déterminée à la fin de l'essai (6ième mois après le semis) sur quatre plants de bordure prélevés par parcelle élémentaire et mesurée avec une règle graduée du collet jusqu'au bout de la racine principale après l'extraction des plants des différents sachets suivie du lavage à l'eau afin de débarrasser les racines de toute la masse de terre.*

II-3-9. Traitement des données

L'analyse des données a été faite à l'aide de méthodes de statistique descriptive et d'analyses de variances. Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel SAS version 9.4. Les moyennes ont été séparées au moyen du test de Newman et Keuls au seuil de probabilité de 5 %.

III - RÉSULTATS

III-1. Taux de levée

L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas eu de différence significative entre tous les traitements au niveau de l'évolution des taux de levée du 6^{ième} au 12^{ième} jour après semis (**Figure 8**). En effet, les valeurs des taux de levée ont varié de 90 % à 98 % pour les traitements à base de "Bokashi", contre 86 % pour le traitement T0. Au 13^{ième} jour après semis, tous les traitements ont atteint des taux de levée de 100 %.

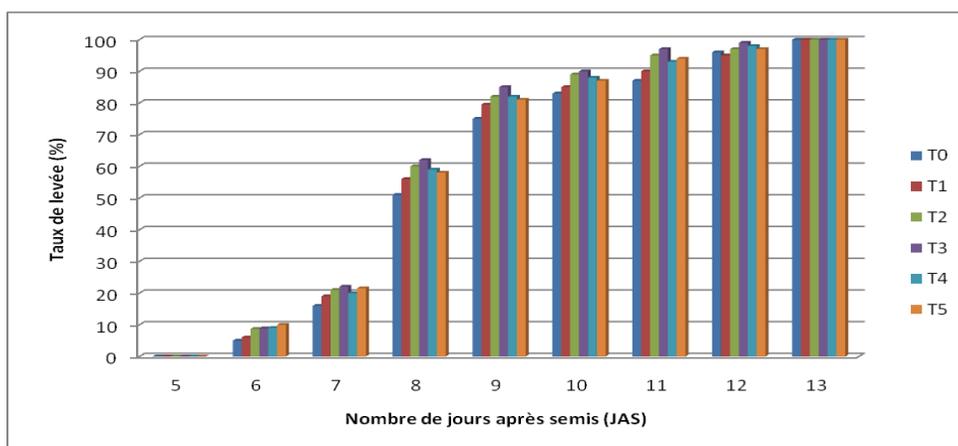


Figure 8 : Évolution du taux de levée des plants en fonction des traitements

III-2. Diamètre au collet

Du 2^{ième} au 3^{ième} mois après le semis, l'on a observé une croissance identique au niveau de l'évolution du diamètre au collet des plants (0,4 à environ 0,6 mm) en fonction des traitements (**Figure 9**). Cependant, à partir du 4^{ième} jusqu'au 6^{ième} mois après semis, l'apport de fertilisants a entraîné une différence significative entre les traitements avec les valeurs les plus élevées pour les traitements T1 (0,85 mm), T2 (0,95 mm) et T3 (0,82). Les faibles valeurs ont été obtenues par les traitements témoin T0, T4 et T5.

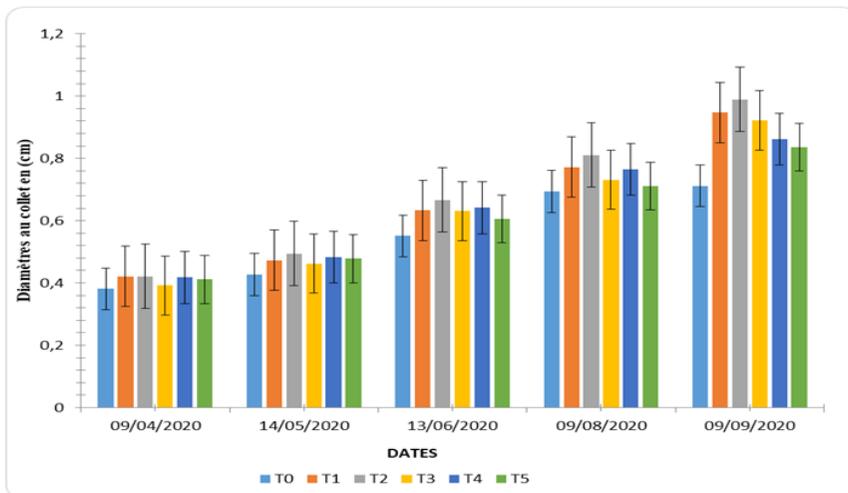


Figure 9 : Évolution du diamètre des cacaoyers en fonction des traitements

III-3. Évolution de la hauteur des plants

Du 1^{er} au 3^{ème} mois après le semis, la croissance en hauteur des plants a été identique (10 cm à environ 18 cm) pour tous les traitements ayant reçu des doses de Bokashi (Figure 10). A partir du 4^{ème} jusqu'au 5^{ème} mois, les traitements T1, T2, T3, T4 et T5 ont favorisé une croissance quasi-identique (40 cm au 5^{ème} mois), mais plus élevée que le traitement T0 (30 cm au 5^{ème} mois).

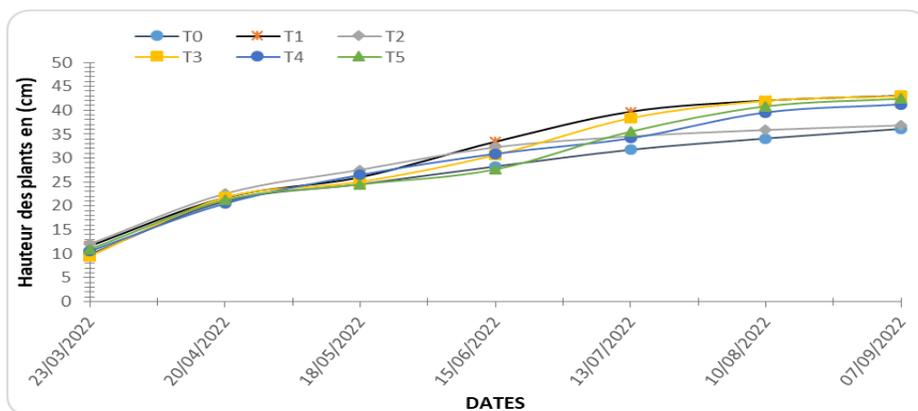


Figure 10 : Évolution de la hauteur des plants de cacaoyers au cours de l'expérimentation

III-4. Surface foliaire

L'analyse de variance a montré des différences significatives au niveau de l'évolution des surfaces foliaires moyennes en fonction de l'âge des plants et des traitements (Figure 11). Les traitements ayant reçu les doses de Bokashi

ont obtenus les valeurs les plus élevées de surface foliaire par rapport au traitement témoin (sans apport de fertilisants) au niveau de tous les traitements. Le traitement T3 suivi du traitement T2 ont permis d'obtenir les valeurs de surface foliaire les plus élevées pour les plants âgés de 5 et 6 mois. En effet, ces valeurs ont été de 177,11 et 175,23 cm² respectivement pour les traitements T3 et T2 pendant le 5^{ème} mois et de 197,8 cm² et 184,49 cm² pour ces mêmes traitements pendant le 6^{ème} mois.

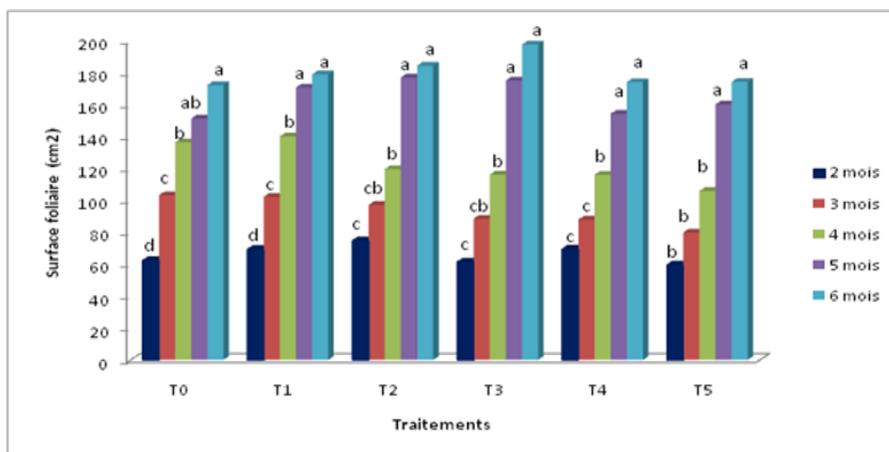


Figure 11 : *Évolution de la surface foliaire en fonction des traitements*

III-5. Longueur du pivot et vigueur des plants en fonction des traitements

L'analyse de variance a montré des effets significatifs des traitements sur la longueur du pivot et la vigueur des plants (**Tableau 2**). En effet, les longueurs du pivot les plus élevées ont été obtenues au niveau des traitements T2, T3, T4 et T5. Ces longueurs de pivot sont comprises entre 24,25 cm et 24,96 cm. Les faibles longueurs de pivot ont été observées au niveau des traitements T0 (20,16 cm) et T1 (21,03 cm). Les plants les plus vigoureux avec des valeurs de vigueur inférieures à 6 ont été obtenus par les traitements T2 (3,81) et T3 (4,01) et les plants les moins vigoureux par les traitements T0 (8,53), T1 (6,88), T4 (6,26) et T5 (6,33).

Tableau 2 : Évolution du pivot et vigueur des plants en fonction des traitements

Traitements	Paramètres de croissance	
	Longueur du pivot (cm)	Vigueur du plant
T0	20,16 b ± 1,14	8,53
T1	21,03 ab ± 4,01	6,88
T2	24,25 a ± 2,63	3,81
T3	24,96 a ± 2,78	4,01
T4	24,73 a ± 1,01	6,26
T5	24,78 a ± 1,69	6,33
p-value	0,0044	

Les moyennes suivies des mêmes lettres dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

IV - DISCUSSION

IV-1. Effet du *Bokashi* sur les taux de levée des jeunes plants de cacaoyers en pépinière

Les résultats ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre tous les traitements au niveau de l'évolution des taux de levée du 6^{ème} au 13^{ème} jour après semis. Cette différence non significative pourrait s'expliquer par la présence des cotylédons au niveau des fèves qui constituent des poches de réserves nutritionnelles, permettant d'assurer les premiers besoins d'éléments nutritifs pour la croissance et le développement des jeunes plants.

IV-2. Effet du *Bokashi* sur l'évolution des paramètres de croissance des jeunes plants de cacaoyers en pépinière

Du 1^{er} au 3^{ème} mois de pépinière, aucune différence significative n'a été observée entre tous les traitements au niveau de l'évolution des diamètres au collet, la hauteur et la surface foliaire des jeunes plants de cacaoyers. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les éléments minéraux initialement présents dans le sol ont été suffisants pour assurer tous les besoins nutritionnels essentiels des plants durant les 3 mois de croissance. Ce qui laisse affirmer que l'apport de *Bokashi* n'est donc pas nécessaire pour la croissance et le développement des plants pendant les 3 premiers mois de pépinière. Les résultats observés avec le *Bokashi* lors de cette étude ont été similaires aux résultats obtenus avec différents fertilisants organiques utilisés comme substrats de pépinière de cacaoyer [14]. Au-delà des 3 premiers mois de pépinière, les faibles valeurs observées au niveau du traitement témoin T0 pour ces mêmes paramètres par rapport aux traitements à base de "*Bokashi*",

seraient liées à la faible fertilité du sol sous cacaoyer en éléments indispensables au développement tel le phosphore. En effet, une faible teneur du phosphore par rapport à l'azote dans le sol a un effet dépressif sur le développement des jeunes cacaoyers [25]. Au vu de ces résultats, l'ajout de Bokashi n'est donc nécessaire qu'après les 3 mois premiers de pépinière pour améliorer la fertilité du substrat en vue de combler les besoins des plants. Par contre, les valeurs élevées des taux au niveau des traitements à base de Bokashi par rapport au traitement T0, serait liée aux effets conjugués des nutriments initialement contenus dans le sol et des nutriments libérés après minéralisation du Bokashi par les micro-organismes du sol. Ces valeurs élevées pourraient également s'expliquer par le mélange du Bokashi et du sol qui va créer une bonne porosité permettant une meilleure aération du substrat, favorisant ainsi, un bon développement de la racine qui est une condition préalable pour une bonne croissance des plants [14]. Cependant, les valeurs les plus élevées observées au niveau des traitements à faibles doses de "Bokashi" (T1, T2 et T3) par rapport à ceux à fortes doses (T4, T5), seraient liées au fait que les nutriments apportés aux plants avec les doses de 100g, 150g et 200g de "Bokashi"+ 0,18 ml N par plant ont été suffisants pour constituer des doses optimales capables de fournir les nutriments nécessaires aux jeunes plants pour leur croissance.

Ces doses ont permis non seulement d'enrichir le substrat en éléments minéraux, mais aussi, de créer dans le substrat, des équilibres entre la plupart des éléments nutritifs du sol. Ces doses, en améliorant la nutrition des jeunes cacaoyers, ont permis d'obtenir des plants vigoureux avec des valeurs de vigueur inférieures à 6, surtout pour les traitements T2 (3,81) et T3 (4,01). En effet, les plants les plus vigoureux sont obtenus pour des valeurs de vigueur inférieures à 6 [26]. Par contre, les faibles valeurs obtenues avec les traitements à fortes doses de "Bokashi" (T4, T5), seraient liées à un effet dépressif de ces doses qui constitueraient un facteur limitant pour la croissance et le développement des jeunes plants de cacaoyers. C'est ce qui justifie l'obtention des plants moins vigoureux avec des valeurs de vigueur supérieures à 6 pour ces traitements T4 (6,26) et T5 (6,33). C'est la raison pour laquelle la fertilisation doit être mesurée et limitée pour éviter l'excès d'éléments nutritifs, qui pourrait finalement être inutilisables et devenir toxiques pour les plants de cacaoyers [27]. La différence non significative observée à partir du 6^{ème} mois de pépinière au niveau de l'évolution des longueurs de pivot des plants entre les traitements T2, T3, T4 et T5, pourrait s'expliquer par le fait que les pivots ont atteints la limite inférieure du sachet et ne peuvent plus progresser au-delà. La présence du sachet, qui constitue une contrainte créerait des troubles physiologiques au niveau de l'évolution du pivot, limitant ainsi, leur croissance. C'est la raison pour laquelle les dimensions des sachets doivent respecter le temps de séjour des jeunes plants en pépinière [28, 29].

V - CONCLUSION

L'étude menée a permis de déterminer les doses optimales de "Bokashi" et d'azote liquide enrichi aux microorganismes susceptibles d'améliorer la croissance des jeunes cacaoyers en phase pépinière. Les résultats obtenus ont révélé que l'apport de fertilisants aux jeunes cacaoyers n'est pas nécessaire durant les 3 premiers mois de pépinière. L'apport de fertilisants n'a été nécessaire qu'après 3 mois de pépinière. La dose de 150g de "Bokashi" + 0,18 ml N par plant de cacaoyer constitue la dose optimale de "Bokashi" qui permet d'améliorer la croissance des jeunes plants de cacaoyers et d'obtention des plants vigoureux. Des essais doivent être mis en place en plantation de cacaoyers adultes afin d'évaluer l'effet du "Bokashi" en milieu réel.

RÉFÉRENCES

- [1] - M. A. TANO, Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de la sous-préfecture de Méadji au Sud-ouest ivoirien. Thèse de Doctorat, Université Toulouse le Mirail Toulouse II, France, (2012) 263 p.
- [2] - F. RUF, M. SALVAN, J. KOUAME et T. DUPLAN, Qui sont les planteurs de cacao de Côte d'Ivoire ? Avril 2020, N°130 (2020) 111 p.
- [3] - ICCO, Rapport annuel 2019/2020. International Cocoa Organization (ICCO), Londres WC1A (Royaume Uni), (2020) 5 p.
- [4] - A ASSIRI, Identification des pratiques paysannes dans la conduite des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA, option agro-pédologie, Université de Cocody-Abidjan, (2007) 56 p.
- [5] - BAD, Le rapport dénommé Diagnostic-pays sur le financement à long terme (LTF) pour la Côte d'Ivoire, (2020) 56 p.
- [6] - A. A. ASSIRI, A. KONAN, K. F. N'GUESSAN, B. I. KEBE, K. E. KASSIN, J. Y. COULLOUD, A. R. YAPO, G. R. YORO et A. YAO-KOUAME, Comparaison de deux techniques de replantation cacaoyère sur antécédents culturels non-forestiers en Côte D'Ivoire. *African Crop Science Journal*, 23 (4) (2015) 365 - 378
- [7] - P. JOUVE et H. MILLY, Compétitivité du cacao africain. Rapport d'étude du Ministère de la coopération et du développement, Paris (France), (1990) 279 p.
- [8] - A. A. ASSIRI, E. A. KACOU, F. A. ASSI, K. S. EKRA, K. F. DJI, J. Y. COULLOUD et A. R. YAPO, Rentabilité économique des techniques de réhabilitation et de replantation des vieux vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 14 (2) (2012) 1939 – 1951

- [9] - ICCO, What are the effects of intensive commercial production of cocoa on the environment? Westgate House W5 1YY, United Kingdom. Rapport Annuel ICCO, (2015) 25 p.
- [10] - Z. KONATE, Etude comparative des pratiques paysannes de plantation ou de replantation cacaoyère en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA. UFR STRM, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), (2008) 91 p.
- [11] - F. K. N'GUESSAN et N. COULIBALY, Dynamique des populations de mirides et de quelques autres déprédateurs du cacaoyer dans la région Ouest de la Côte d'Ivoire. In Actes de la 13^{ème} conférence internationale sur la recherche cacaoyère (Kota Kinabalu, Sabah, Malaisie, 9-14 octobre 2000), (2000) 425 - 436
- [12] - L. K. KOKO, K. E. KASSIN, G. YORO, K. N'GORAN et A. YAO-KOUAME, Corrélation entre le vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morphopédologiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 24 (2009) 1508 - 1519
- [13] - K. KOFFIE, B. I. KEBE, N. KOUASSI, A. P. ANNO, S. AKE et E. MULLER, Impact de la maladie virale du swollen shoot du cacaoyer sur la production de cacao en milieu paysan à Bazré (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 43 (2012) 2947 - 2957
- [14] - K. G. KOUASSI, Evaluation de différents fertilisants sur la croissance et le développement de pépinières de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) élevées sur différents substrats. Mémoire de fin d'études du Diplôme d'Agronomie Approfondie (DAA), option Agronomie et Productions Végétales, Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA) de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny, Yamoussoukro, (2012) 62 p.
- [15] - K. J-C. N'GUESSAN, O. F. AKOTTO, D. SNOECK, M. CAMARA et A. YAO-KOUAME, Potentiel de fertilité chimique des vergers de cacaoyer *Theobroma cacao* L. (*Malvacea*) en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 18 (3) (2016) 868 - 879
- [16] - C. Y. KOFFIE-BIKPO et K. S. KRA, La région du Haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, (2013) 9 p.
- [17] - A. H. N'GUESSAN, K. F. N'GUESSAN, K. P. KOUASSI, N. N. KOUAME et P.W. N'GUESSAN, Dynamique des populations du foreur de tiges du cacaoyer, *Eulophonotus myrmeleon*. Felder (Lépidoptère : Cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Bioscience*, 83 (2014) 7606 - 7614
- [18] - B. DABIN, N. LENEUF et G. RIOU, Carte pédologique de la Côte d'Ivoire au 1/ 2.000.000. Notice explicative. ORSTOM, (1960) 39 p.
- [19] - B. G. F. ZRO, A. M. GUEI, K. Y. NANGAH, D. SORO and S. BAKAYOKO, Statistical approach to the analysis of the variability and fertility of vegetable soils of Daloa (Côte d'Ivoire). *African Journal of Soil Science*, 4 (4) (2016) 328 - 338

- [20] - J. M. AVENARD, Aspect de la géomorphologie. *In* : Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, Paris, France, 50 (1971) 7 - 72
- [21] - A. SANGARE, E. KOFFI, F. AKAMOU et C. FALL, État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Second rapport national, Ministère de l'agriculture, République de Côte d'Ivoire, (2009) 16 p.
- [22] - G. M. TAHI, B. I. KEBE, J. A. K. N'GORAN, A. SANGARE, F. MONDEIL, C. CILAS and A. B. ESKES, Expected efficiency for resistance to cocoa pot rot (*Phytophthora Palmivora*). Comparing leaf discs inoculations with field observations. *Euphytica*, 149 (2006) 35 - 44
- [23] - B. I. KEBE, K. F. N'GUESSAN, G. M. TAHI, A. A. ASSIRI, L. K. KOKO, N. J. KOHI, Z. IRIE BI et N. KOFFI, Bien cultiver le cacaoyer en Côte d'Ivoire. CTA, Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement - Direction des Innovations et systèmes d'information, CNRA, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2009) 4 p.
- [24] - R. BONHOMME, F. RUGET, M. DERIEUX et P. VINCOURT, Relations entre production de matière sèche et énergie interceptée chez différents géotypes de maïs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, série III, 294 (1982) 393 - 398
- [25] - A. KONAN et P. JADIN, Fertilisation des jeunes cacaoyers en pépinière. *Café Cacao Thé*, Vol. XXXIII (4) (1989) 229 - 234
- [26] - B. TAKOUTSING, Z. TCHOUNDJEU, A. DEGRANDE, E. ASAAH, A. GYAU, F. NKEUMOE and A. TSOBENG, Assessing the quality of seedlings in small-scale nurseries in the highlands of Cameroun: The use of growth characteristics and quality thresholds as indicators. *Research Paper, Small-scale Forestry*, (2014) 16 p.
- [27] - F. BRESSOUD, L. PARES et F. LECOMPTE, Tomate d'abri froid. Fertilisation et restriction en azote : le standard actuel inadapté au sol. *Réussir Fruits et Légumes*, 220 (2003) 30 - 31
- [28] - N. RICHARDS, Plant production and nursery operations for cocoa nurseries in the Philippines. *Cocoa Nursery Manual Philippines* June 2011. Edition n°1. ACDI/VOCA, (2011) 76 p.
- [29] - S. HANSEN-CATANIA et M. MIQUEL, Cernage aérien des systèmes racinaires en culture en pots biodégradables à parois pénétrables par les racines, (2012) 4 p.