

Effet des substrats sur la croissance et le développement de vivoplants de bananiers plantain (*Musa sp.*) en zone marginale de production au Nord de la Côte d'Ivoire (Korhogo)

**Deless Edmond Fulgence THIEMELE*, Daouda KONE, Mohamed Tievolo KONE
et Nafan DIARRASSOUBA**

*Université Peleforo GON COULIBALY, UFR Sciences Biologiques, Département de Biochimie-Génétique, Unité
Pédagogique et de Recherche de Génétique, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire*

(Reçu le 17 Mars 2023 ; Accepté le 10 Mai 2023)

* Correspondance, courriel : delessthiemele@gmail.com

Résumé

La présente étude a été initiée dans l'objectif d'évaluer l'effet de onze substrats locaux sur la croissance et le développement des vivoplants de trois variétés performants de bananier plantain (Corne 1, Big Ebanga et FHIA 21) au nord de la Côte d'Ivoire (Korhogo). Les différents substrats ont été mis dans des sachets en polyéthylène et installés dans les conditions de tunnel et sous ombrière. La croissance et le développement des 3 variétés réparties dans les différents substrats ont été évalués dans un dispositif de blocs complètement randomisés. Les paramètres mesurés chaque semaine ont concerné la hauteur du pseudotrunc (HP), le diamètre au collet (DC), le rythme d'émission des feuilles (NF), la surface foliaire (SF), le nombre de racines (NR), le niveau de ramification des racines (NRA), la vigueur (V) et le taux de mortalité au niveau de chaque substrat. Les résultats ont montré que les substrats S1 (100 % terre noire), S6 (100 % coques d'arachides), S7 (50 % coques d'arachides + 50 % terre noire) et S11 (50 % fientes non minéralisées + 50 % terre noire) ont eu des effets positifs sur la croissance et le développement des vivoplants des variétés au niveau du sevrage et du grossissement. Le substrat S5 (50 % son de riz + 50 % de terre noire) a également favorisé un bon développement des plants au grossissement. L'hybride FHIA 21 a exprimé une croissance et un développement supérieur aux variétés Big Ebanga et Corne 1 sur les meilleurs substrats. Il ressort de cette étude que l'extension de la culture du bananier plantain dans les zones marginales de Côte d'Ivoire est possible avec du matériel végétal de plantation de qualité et en quantité suffisante produit avec des matériaux locaux.

Mots-clés : *bananier plantain, substrat, vivoplants, croissance et développement, zone marginale de production.*

Abstract

Effect of substrates on the growth and development of plantain vivoplants (*Musa sp.*) in marginal production zones in the north of Côte d'Ivoire (Korhogo)

The present study was initiated with the aim of evaluating the effect of eleven local substrates on the growth and development of vivoplants of three high-performance plantain varieties (Corne 1, Big Ebanga and FHIA 21) north of the Côte d'Ivoire (Korhogo). The various substrates were placed in polyethylene bags and installed in tunnel conditions and under shade. The growth and development of the 3 varieties

distributed in the different substrates were evaluated in a device of completely randomized blocks. The parameters measured each week concerned pseudostem height (HP), collar diameter (DC), leaf emission rate (NF), leaf area (SF), number of roots (NR), root branching level (NRA), vigor (V) and mortality rate at each substrate. The results showed that the substrates S1 (100 % black earth), S6 (100 % peanut shells), S7 (50 % peanut shells + 50 % black earth) and S11 (50 % non-mineralized droppings + 50 % black earth) had positive effects on the growth and development of vivoplants of varieties at the level of weaning and fattening. The S5 substrate (50 % rice bran + 50 % black soil) also favored good development of the plants during growth. The FHIA 21 hybrid showed superior growth and development to the Big Ebanga and Corne 1 varieties on the best substrates. It appears from this study that the extension of plantain cultivation in the marginal areas of Côte d'Ivoire is possible with planting material of quality and in sufficient quantity produced with local materials.

Keywords : *plantain, substrate, vivoplants, growth and development, marginal production zone.*

1. Introduction

Originaire des jungles tropicales chaudes et humides du Sud-est Asiatique, la banane plantain, connue dans de nombreux pays joue un rôle important au niveau nutritionnel, et socioéconomique [1, 2]. Les fruits sont une source de nourriture pour plus de 400 millions de personnes dans le monde et particulièrement dans les pays tropicaux [3]. Elle contribue de manière essentielle à la sécurité alimentaire, la création d'emplois, la diversification des revenus dans les zones de production [4]. La production mondiale de banane est estimée à 120 millions de tonnes avec plus de 40 millions pour la banane plantain [5]. En Afrique et particulièrement en Côte d'Ivoire, la culture de la banane plantain revêt également un intérêt socioéconomique et nutritionnel, elle est la 3^{ème} production vivrière du pays avec 1,8 millions de tonnes dont 40 à 50 % de la production de bananes est consommée pour une consommation par habitant de 80 à 120 kg / an [6]. Bien qu'une partie de la production soit exportée vers la sous-région (Mali, Burkina, Ghana, Libéria, etc.) et vers l'Europe. La Côte d'Ivoire est d'ailleurs le premier exportateur de banane plantain de la région Afrique de l'Ouest [7]. Malgré l'importance de la banane plantain en Côte d'Ivoire, sa production reste insuffisante et peine à couvrir les besoins alimentaires de la population en perpétuelle croissance. Cela est dû à la faible productivité du bananier plantain liée à plusieurs contraintes d'ordre biotiques et abiotiques [8]. Parmi lesquels, les exigences agroclimatiques du bananier qui limitent sa culture dans certaines zones dites zones marginales de production. En effet, la culture du bananier se pratique majoritairement dans des zones humides (Est, Sud-est, Sud, Centre, Centre-Ouest, Ouest et Sud-ouest) où une réduction des terres cultivables est observée à cause de l'urbanisation galopante [9]. Pour pallier cette insuffisance de production, la majorité des travaux de recherches réalisées sur le bananier se sont focalisées sur les pathologies, l'amélioration variétale et la description de la plante [10]. Cependant moins d'activités de recherches ont été menées dans l'optique de décentraliser la culture de bananier vers les zones marginales de production moins humides (Nord de la Côte d'Ivoire). La culture de la banane plantain pourrait se pratiquer en zone marginale pour accroître la production nationale. Pour y parvenir, il apparaît nécessaire de disposer du matériel de plantation de qualité et en quantité suffisante. Ainsi, la présente étude avait pour objectif de déterminer les conditions optimales de production de matériel de plantation de qualité et en quantité suffisante pour l'installation des bananeraies plantain en zone marginale de production en évaluant l'effet des substrats locaux sur la croissance et le développement de vivoplants de bananiers plantain.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'expérimentation

L'expérimentation a été conduite à Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire) à la station de recherche du jardin botanique de l'Université Peleforo GON COULIBALY (UPGC). La parcelle expérimentale est localisée à la longitude 5°38 Ouest et Latitude 9°26 au Nord de la Côte d'Ivoire. Le climat est du type soudanien, avec une petite saison humide qui s'étend de juin à septembre et une longue saison sèche entre octobre et mai, caractérisé par de faibles variations de température autour d'une moyenne de 30°C. La pluviosité moyenne varie de 900 à 1500 mm/an [11, 12]. La végétation est de type savane arborée et les sols rencontrés sont les ferrisols [13].

2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de vivoplants sevrés de trois variétés de bananiers plantain : Deux variétés locales performantes Corne 1 (Génome AAB) et Big Ebanga (Génome AAB) et une variété hybride FHIA 21 (Génome AAAB) originaire de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA, Honduras), majoritairement cultivées en zone de production de la Côte d'Ivoire. Les vivoplants sevrés sont issus de la technique de plants issus de fragments de tige (PIF). Les caractéristiques de ces trois variétés sont présentées dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : *Caractéristiques des variétés de bananiers plantain Corne 1, Big Ebanga et FHIA 21*

Nom	Type, groupe génomique	Origine	Cycle	Caractéristiques génomique régime
Corne 1	Plantain traditionnel local, AAB	Côte d'Ivoire	11 - 12 mois, sensible à la Cercosporiose	10 - 20 kg 4 - 5 mains 10 - 20 t/ha
Big Ebanga	Plantain traditionnel, AAB	Cameroun	11 - 12 mois, sensible à la Cercosporiose	20 - 30 kg 5 - 7 mains 20 - 30 t/ha
FHIA 21	Plantain hybride, AAAB	Honduras	10 - 11 mois, résistante à la Cercosporiose	30 - 40 kg 7 - 9 mains 30 - 40 t/ha

2-3. Méthodes

2-3-1. Préparation des substrats

Les différents substrats de base composés de terre noire, sciure de bois, son de riz, coques d'arachides, fiente de bovin minéralisée et non minéralisée ont été utilisés. La terre noire est la terre superficielle prélevée dans la forêt du jardin botanique de l'Université Peleforo GON COULIBALY de Korhogo. La sciure de bois a été prélevée dans une scierie de la région. Le son de riz est le sous-produit provenant du décortiquage du riz paddy. Les coques d'arachides étant les résidus obtenus après avoir décortiqué les arachides. La fiente de bovin non minéralisée est la litière collectée dans un pâturage de bovins dans la région. Enfin, la fiente de bovin minéralisée est la litière bovine soumise à une minéralisation. Pour réaliser la minéralisation de la fiente, une fosse a été creusée et l'intérieur protégé par du polyéthylène perforé. Les fientes y ont été introduites puis, recouvertes de paille. Un arrosage a été réalisé tous les 3 jours sur une période de trois semaines.

2-3-2. Stérilisation des substrats

Après la collecte des substrats de base, ces derniers ont été stérilisés dans le but de détruire d'éventuels germes d'agents pathogènes. Les substrats ont été stérilisés à la chaleur de feu de bois (à 100 °C) pendant 4 heures suivi d'une heure de refroidissement à la température ambiante de 25°C.

2-3-3. Composition des substrats pour les tests de sevrage et d'acclimatation des vivoplants de bananiers plantain

Après le refroidissement des substrats de base, onze substrats composés ont été préparés et testés pour le sevrage et l'acclimatation des vivoplants de bananiers plantain. Il s'agit des substrats S1 (100 % terre noire), S2 (100 % sciure de bois), S3 (50 % sciure de bois + 50 % terre noire), S4 (100 % son de riz), S5 (50 % son de riz + 50 % de terre noire), S6 (100 % coques d'arachides), S7 (50 % coques d'arachides + 50 % terre noire), S8 (100 % fiente de bovin minéralisée), S9 (50 % fiente de bovin minéralisée + 50 % terre noire), S10 (100 % fiente non minéralisée) et S11 (50 % fiente non minéralisée + 50 % terre noire).

2-3-4. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit dans un dispositif en bloc de Fisher complètement randomisé avec trois répétitions. Les traitements au nombre de 33 (3 variétés x 11 substrats) ont été représentés dans chaque bloc. Chaque substrat dans les répétitions était représenté par cinq sachets comportant cinq vivoplants. Au total, 495 vivoplants ont été utilisés, soit 165 plants par bloc au cours du sevrage.

2-3-5. Conduite de l'expérimentation

L'expérimentation a débuté le 10 juillet 2022. Elle a été menée en deux phases successives dans deux environnements différents, d'une part, le sevrage sous tunnel et d'autre part, l'acclimatation ou grossissement sous une ombrière. Des sachets de polyéthylène noir, perforés de dimensions 22,5 cm x 9 cm ont été utilisés au sevrage et les sachets de 20 cm x 24,5 cm pour le grossissement. Les observations et mensurations ont commencé une semaine après le repiquage des vivoplants et se sont poursuivies jusqu'à cinq semaines. Elles ont porté sur les paramètres de croissance et de développement des vivoplants mentionnés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Paramètres de croissance et de développement observés au cours de l'expérimentation

Variables	Codes	Unités	Méthodes de mesure
Diamètre au collet	DC	mm	Déterminer à l'aide d'un pied à coulisse à la base du pseudotrunc
Hauteur	HP	cm	Déterminer à l'aide d'un mètre ruban gradué. Mesurer de la base du pseudotrunc au point *V* formé par les deux dernières feuilles
Rythme d'émission des feuilles	NF		Déterminer par un comptage direct du nombre de feuilles émises divisé par le nombre de semaine qu'a duré l'étude
Surface foliaire	SF	cm ²	Déterminer à partir de la formule suivante : longueur de la feuille x largeur de la feuille x 0,83 x nombre de feuille x 0.662 [14]
Nombre et niveau de ramification	NR/NRA		Déterminer par comptage directe des racines principales (NR) et secondaires (NRA) à la fin du sevrage après dépotage des plants
Vigueur des vivoplants	V		Déterminer par le quotient des valeurs moyennes de la hauteur des vivoplants sur les valeurs moyennes du diamètre au collet des vivoplants par substrats
Taux de mortalité	TM	%	Déterminer par comptage directe des vivoplants morts par substrats à la fin de l'essai

DC : Diamètre au collet ; HP : Hauteur ; NF : Rythme d'émission des feuilles ; SF : Surface foliaire, NR : Nombre de racines ; NRA : Niveau de ramification des racines ; V : Vigueur des vivoplants ; TM : Taux de mortalité.

2-3-6. Analyses statistiques

Les données collectées pour l'évaluation de l'effet des substrats sur la croissance et le développement de vivoplants de bananiers plantain ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1. La comparaison des moyennes, en cas de résultats significatifs, a été faite par le test de Newmann et Keuls au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Effet du substrat sur la croissance et le développement des vivoplants dans les conditions de tunnel

3-1-1. Diamètre au collet

Les résultats de l'effet des substrats sur le diamètre au collet des vivoplants des trois variétés, Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 ont montré un effet hautement significatif des substrats ($F = 8,34$; $ddl = 10$ et $P < 0,001$). Le **Tableau 3** montre les effets des substrats sur la croissance et le développement des vivoplants dans les conditions du tunnel au sevrage. En effet, les plants produits dans les substrats S11 (50 % fiente non minéralisée et 50 % terre noire) et S6 (100 % coques d'arachides) ont enregistré les diamètres les plus élevés respectivement de 8,15 mm et 8,18 mm. En outre, le substrats S2 (100 % sciure de bois) a enregistré

les diamètres les plus faibles à savoir 5,59 mm. La **Figure 1** montre que les plants de l'hybride FHIA 21 repiqués sur les substrats S6 et S11 ont donné les plus grands diamètres du pseudotrunc, respectivement 8,04 mm et 9,12 mm. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les variétés Big Ebanga et Corne 1 sur lesdits substrats.

Tableau 3 : Effet des substrats sur la croissance et le développement des vivoplants dans les conditions du tunnel (Sevrage)

Substrats	HP (cm)	DC (mm)	NF	SF (cm ²)	NR	NRA	V
S1	9,29 ^{ab}	7,91 ^{cd}	2,96 ^a	137,04 ^a	8,50 ^a	2,83 ^a	11b ^c
S2	5,43 ^c	5,59 ^a	2,11 ^b	37,56 ^b	4,61 ^b	0,44 ^b	9 ^c
S3	6,23 ^{cd}	5,64 ^{ab}	2,00 ^b	33,68 ^b	6,27 ^b	0,55 ^b	11b ^c
S4	8,65 ^{ab}	7,16 ^{abcd}	2,40 ^{bcd}	56,99 ^{bc}	7,77 ^{ab}	2,83 ^a	12 ^b
S5	8,21 ^{abc}	6,85 ^{abc}	2,69 ^{acd}	103,17 ^{acd}	7,94 ^{ab}	1,22 ^{ab}	11b ^c
S6	9,55 ^a	8,18 ^c	3,13 ^a	127,69 ^a	7,44 ^{ab}	0,72 ^b	13 ^a
S7	9,24 ^{ab}	7,78 ^{cd}	2,98 ^a	123,58 ^{ad}	5,33 ^b	0,83 ^b	11b ^c
S8	6,24 ^{bcd}	5,91 ^{ab}	1,83 ^b	31,22 ^b	4,33 ^b	0,50 ^b	6 ^d
S9	8,78 ^{ab}	7,25 ^{bcd}	2,85 ^{ad}	108,96 ^{ad}	6,00 ^b	1,00 ^{ab}	12 ^b
S10	7,94 ^{ab}	5,98 ^{ab}	2,28 ^{bc}	62,98 ^{bcd}	5,83 ^b	0,66 ^b	12 ^b
S11	9,51 ^a	8,15 ^c	2,76 ^{acd}	130,89 ^a	8,03 ^a	2,03 ^a	13 ^a

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. HP : Hauteur de la plante, DC : Diamètre au collet, NF : Rythme d'émission des feuilles, SF : Surface foliaire, NR : Nombre de racines, NRA : Niveau de ramification, V : Vigueur des plantes.

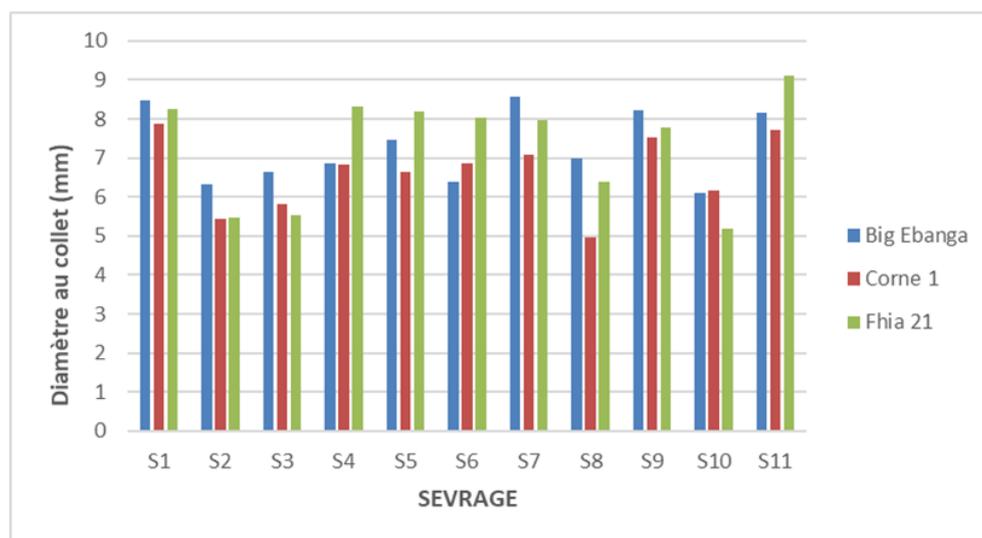


Figure 1 : Diamètre au collet des variétés de bananiers plantain en fonction des substrats

3-1-2. Hauteur du pseudotrunc des plants

L'effet des substrats sur la hauteur des vivoplants des trois variétés a été hautement significatif ($F = 10.02$; $ddl = 10$; $p < 0,001$) (**Tableau 3**). En effet, les plants produits sur les substrats S11 (50 % fiente non minéralisée et 50 % terre noire) et S6 (100 % coques d'arachide) ont enregistré les hauteurs les plus élevées respectivement 9,51 cm et 9,55 cm. En outre, le substrat S2 (100 % sciure de bois) a enregistré les hauteurs les plus faibles à savoir 5,43 cm. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les variétés sur lesdits substrats.

3-1-3. Rythme d'émission des feuilles

Les résultats de l'effet des substrats sur le rythme d'émission des feuilles par les vivoplants ont montré un effet hautement significatif des substrats ($F = 12.85$; $ddl = 10$ et $P < 0,001$) (**Tableau 3**). En effet, les plants produits sur les substrats S1 (100 % terre noire), S6 (100 % coques d'arachides) et S7 (50 % coques d'arachides + 50 % terre noire) ont enregistré le rythme d'émission de feuilles le plus élevé respectivement avec une moyenne de 2,96, 3,13 et 2,98 (**Tableau 3**). La **Figure 2** montre que les plants de l'hybride FHIA 21 repiqués sur les substrats S1, S6 et S7 ont eu un rythme d'émission foliaire plus élevé, respectivement 3,6, 3,3 et 3,1 suivis des variétés Corne 1 (S1 : 2,4, S6 : 3,2 et S7 : 3) et Big Ebanga (S1 : 2,8, S6 : 3.4 et S7 : 2,8).

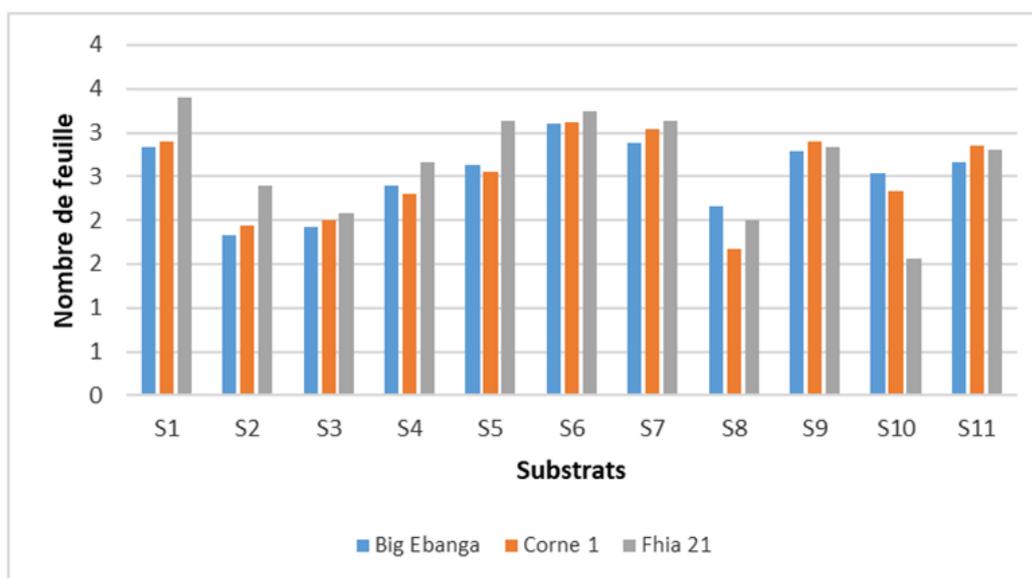


Figure 2 : Rythme d'émission des feuilles des variétés de bananiers plantain en fonction des substrats

3-1-4. Surface foliaire

L'analyse statistique montre un effet hautement significatif des substrats sur la surface foliaire des plants des trois variétés ($ddl = 10$; $F = 10.34$; $p < 0,001$). L'effet positif des substrats sur la surface foliaire des plants est observé sur les substrats S1, S6 et S11 avec une moyenne respective de 137,04 cm², 127,69 cm² et 130,89 cm² (**Tableau 3**). La **Figure 3** montre que les plants de l'hybride FHIA 21 repiqués sur les lesdits substrats ont eu les surfaces foliaires les plus élevées, avec respectivement 190,44 cm², 138,71 cm² et 142,97 cm² suivis des variétés Big Ebanga (S1 : 116,5 cm², S6 : 140,52 cm² et S11 : 142,07 cm²) et Corne 1 (S1 : 137,03 cm², S6 : 108,53 cm² et S11 : 111,53 cm²).

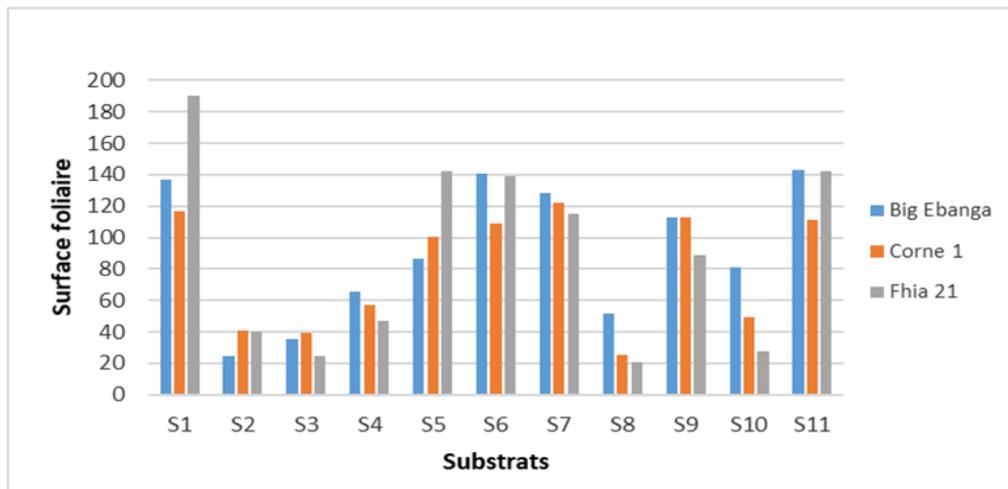


Figure 3 : Surface foliaire des variétés de bananiers plantain en fonction des substrats

3-1-5. Nombre de racines

Les substrats exercent un effet significatif sur l'émission des racines des vivoplants des trois variétés ($F = 10,21$; $ddl = 10$ et $P < 0,001$). En effet, les plants produits sur les substrats S1 (100 % terre noire), S11 (50 % fiente non minéralisée et 50 % terre noire) et S5 (50 % son de riz et 50 % terre noire) ont enregistré plus de racines avec une moyenne respectivement de 8,50, 8,03 et 7,94. Les plants de la variété Big Ebanga repiqués sur les substrats S6, S11 et S5 ont produit un nombre élevé de racines respectivement de 9, 9 et 10. Cependant, le substrat S8 (100 % fiente de bovin minéralisée) a enregistré les nombres de racines les plus faibles à savoir 4,33 (**Tableau 3**).

3-1-6. Niveau de ramification des racines

Une différence hautement significative ($F = 10,27$; $ddl = 10$ et $P < 0,001$) a été mise évidence concernant le niveau de ramification des racines des vivoplants des trois variétés. En effet, les plants produits sur les substrats S1 (100 % terre noire), S4 (100 % son de riz) et S11 (50 % fiente de bovin minéralisée et 50 % terre noire) ont enregistré les plus grandes ramifications avec 2,83 pour S4, 2,83 pour S1 et 2,03 pour S11 (**Tableau 3**). En outre, les plus faibles ramifications (0,44) ont été enregistrées au niveau du substrat S2 (100 % sciure de bois). Les plants de la variété locale Big Ebanga repiqués sur les substrats S1 et S4 ont enregistré les ramifications de racines les plus élevées, respectivement de 4,5 et 3,5 suivis des variétés FHIA 21 et Corne 1.

3-1-7. Vigueur des plants

Un effet des substrats sur la vigueur des plants a été observé. Les plus grandes vigueurs ont été observées chez les plantes développés sur les substrats S11 (50 % fiente de bovin minéralisée et 50% terre noire) et S6 (100 % coques d'arachides). En outre, la plus faible valeur a été observé chez les plantes en culture sur le substrat S8 (100 % fiente de bovin minéralisée).

3-1-8. Taux de mortalité des vivoplants

Le taux de mortalité le plus élevé a été obtenu au niveau du substrat S8 (100 % fiente de bovin minéralisée) pour les trois variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 avec un taux de 80 %. Les substrats S10 (50 % fiente de bovin minéralisée et 50 % terre noire) et S3 (50 % sciure de bois et 50 % terre noire) ont également enregistré un taux important de mortalité chez les variétés Corne 1 et FHIA 21 pour S10 et chez FHIA 21 pour S3 comme le montre la **Figure 4**. Le substrat S1 n'a enregistré aucune mortalité de plants.

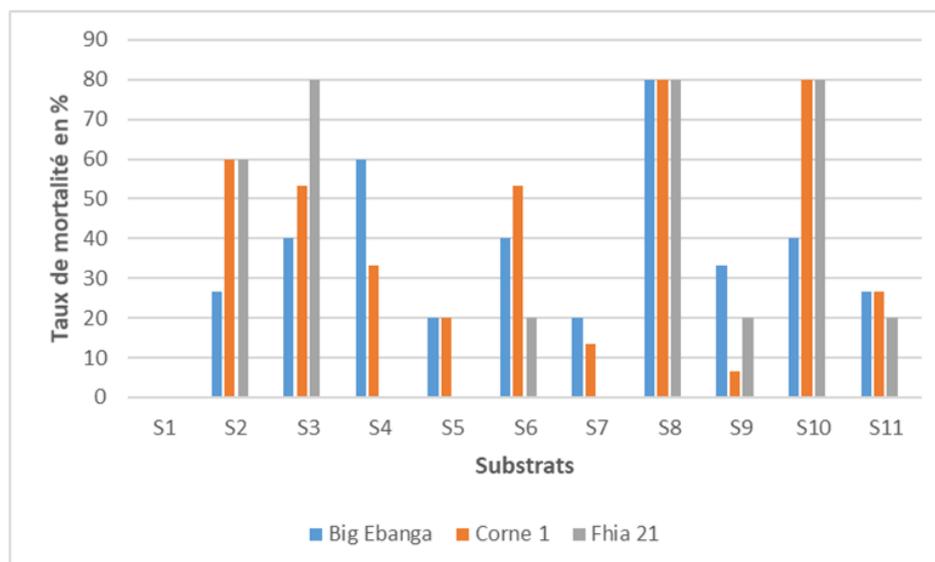


Figure 4 : Taux de mortalité des vivoplants des variétés de bananiers plantain en fonction des substrats

3-2. Effet des substrats sur la croissance et le développement des vivoplants sous ombrière

Dans les conditions sous ombrière, des différences significatives ($P < 0,001$) ont été mises en évidence entre les substrats en ce qui concerne le diamètre au collet (DC), la hauteur des plantules (HP), le rythme d'émission des feuilles (NF), la surface foliaire (SF) et la vigueur des plantes (V). Le **Tableau 4** présente les effets des substrats sur la croissance et le développement des vivoplants dans les conditions sous ombrière.

Tableau 4 : Effet des substrats sur la croissance et le développement des vivoplants dans les conditions sous ombrière (Grossissement)

Substrats	DC (mm)	HP (cm)	NF	SF (cm ²)	V
S1	17,35 ^{ab}	22,28 ^b	6,59 ^{ab}	1361,20 ^a	12 ^{ab}
S2	11,26 ^c	9,82 ^d	3,66 ^d	625,30 ^d	8 ^c
S3	10,25 ^c	9,35 ^d	3,33 ^d	702,30 ^d	9 ^c
S4	13,84 ^{b^c}	18,71 ^c	5,73 ^c	912,70 ^c	13 ^a
S5	18,32 ^a	22,39 ^a	7,33 ^a	1715,40 ^a	12 ^{ab}
S6	17,70 ^{ab}	23,44 ^a	6,82 ^b	1714,50 ^a	13 ^a
S7	17,30 ^{ab}	22,07 ^a	6,77 ^{ab}	1567,90 ^{ab}	12 ^{ab}
S8	9,26 ^d	9,25 ^d	2,66 ^d	400,30 ^d	9 ^c
S9	16,99 ^b	20,52 ^{ab}	6,72 ^{ab}	1303,00 ^{bc}	12 ^{ab}
S10	16,83 ^b	21,20 ^{ab}	6,53 ^{b^c}	1017,90 ^{bc}	12 ^{ab}
S11	18,79 ^a	21,87 ^{ab}	6,60 ^b	1620,10 ^{ab}	11 ^b

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. HP : Hauteur de la plante, DC : Diamètre au collet, NF : Rythme d'émission des feuilles, SF : Surface foliaire, V : vigueur des plantes.

3-2-1. Diamètre au collet

Sous ombrière, le substrat S11 (50 % fiente de bœuf non minéralisée + 50 % terre noire) a produit de bons résultats en favorisant un développement important du diamètre au collet des plantules, suivi du substrat S5 (50 % son de riz + 50 % terre noire). En outre les plantules ont eu un faible diamètre sur le

substrat S8 (100 % fiente de bovin minéralisée) qui ont présenté une moyenne de 9,26 mm de diamètre (**Tableau 4**). Sur le meilleur substrat S11, la variété Big Ebanga a obtenu le diamètre au collet le plus important suivi des variétés Corne 1 et FHIA 21 avec des valeurs respectives de 20,00, 18,88 et 17,50 mm.

3-2-2. Hauteur du pseudotrunc des plants

L'effet des substrats sur la hauteur des vivoplants des trois variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 a montré une grande taille chez les plants cultivés sur le substrat S6 (100 % coques d'arachides), suivi du substrat S5 (50 % son de riz et 50 % terre noire). Les dimensions atteintes par les variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 ont été respectivement de 24,75, 20,96 et 23,77 cm sur le substrat S6 et de 20,89, 23,28 et 23,51 cm sur le substrat S5.

3-2-3. Rythme d'émission des feuilles

Le rythme d'émission des feuilles a été plus important sur le substrat S5 (50 % son de riz + 50 % terre noire) avec une moyenne de 7.33 (**Tableau 4**). La **Figure 5** présente le rythme d'émission des feuilles des variétés de bananiers plantain en fonction des substrats sous ombrière. Sur cette figure, les variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 ont eu des rythmes d'émission foliaire respectivement de 8, 7 et 6 sur le substrat S5.

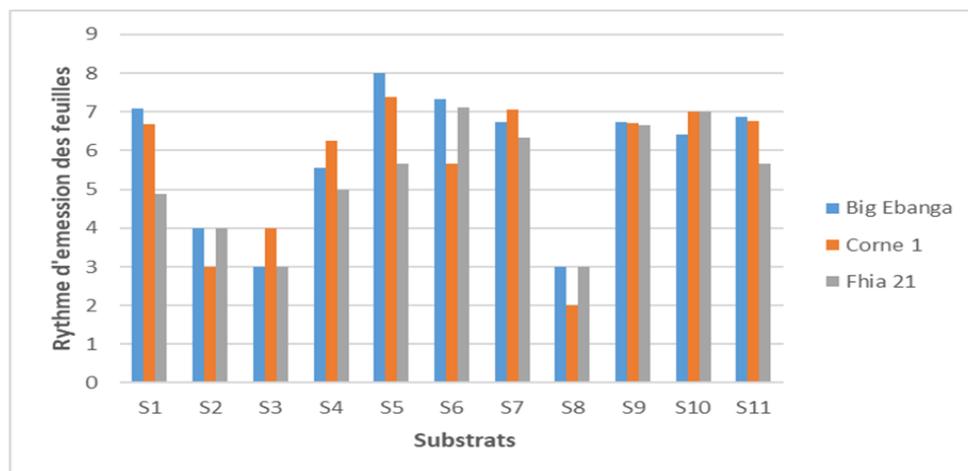


Figure 5 : Rythme d'émission des feuilles des variétés de bananiers plantain en fonction des substrats sous ombrière

3-2-4. Surface foliaire

Les plantules en culture sur les substrats S5 (50 % son de riz et 50 % terre noire) et S6 (100 % coques d'arachides) ont enregistré des surfaces foliaires importantes respectivement de 1715,40 cm² et 1714,50 cm² (**Tableau 4**). Sur ce substrat S5, les variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 ont eu des surfaces foliaires respectivement de 1774,80 cm², 1947,01 cm² et 1113,51 cm². Sur le substrat S6, les variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 ont eu des surfaces foliaires respectivement de 2129,63 cm², 1085 cm² et 1652,01 cm².

3-2-5. Vigueur des plants

La plus grande vigueur a été observée chez les plantes sur les substrats S4 (100 % son de riz) et S6 (100 % coques d'arachides) (**Figure 6**). En outre, la plus faible valeur a été observée chez les plantules en culture sur le substrat S2 (100 % fiente de bovin minéralisée).



Figure 6 : *Vivoplants de bananiers plantain sous ombrière issus du S6 (100 % coques d'arachides)*

4. Discussion

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'effet des différents substrats locaux sur la croissance et le développement des vivoplants de bananiers plantain issus de la technique PIF des variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21 au sevrage sous tunnel et au grossissement sous ombrière. Sous tunnel, les substrats S1 (100 % terre noire), S6 (100 % coques d'arachides), S7 (50 % coques d'arachides + 50 % terre noire) et S11 (50 % fiente non minéralisée + 50 % terre noire) ont eu des effets positifs sur la croissance et le développement des vivoplants des variétés de bananiers plantain. En effet, la croissance en hauteur et en diamètre des bananiers a été plus importante sur les substrats S6 et S11. Les plants cultivés sur ces substrats ont obtenu en moyenne 9,55 mm de diamètre au collet et 8,18 cm de hauteur pour S6 et 9,51 mm de diamètre au collet et 8,15 cm de hauteur pour S11. En ce qui concerne le rythme d'émission des feuilles et la surface foliaire, les substrats S1, S6, S7 et S11 ont produit les meilleurs résultats. Les plants cultivés sur les substrats S1, S6 et S7 ont eu respectivement un rythme d'émission des feuilles de 2,96, 3,13 et 2,98. Aussi, les plants cultivés sur les substrats S1, S6 et S11 ont eu respectivement des surfaces foliaires moyennes de 137,04, 127,69 et 130,89 cm². Ce résultat suggère que ces substrats possèdent les qualités physiques et chimiques favorables à la croissance et au développement des vivoplants. La matière organique présente dans ces substrats aurait donc amélioré leur caractéristique physicochimique. En effet, le pH, la Capacité d'Echange Cationique du sol (CEC), la granulométrie et la porosité (caractéristiques physiques) sont des facteurs qui influent sur la disponibilité des éléments nutritifs et leur absorption [15, 16]. Ces facteurs influencent également la mobilité de l'eau dans le milieu permettant ainsi aux plants de se développer en hauteur et en épaisseur [14]. Nos résultats sont similaires à ceux de [17, 18]. Ces auteurs ont obtenu après culture sur des substrats composés de tourbe et de terre noire, des plants de hêtre et de bananiers plantain de grande taille et de diamètre au collet important. L'effet positif de la coques d'arachides sur la croissance et le développement des vivoplants mis en évidence dans cette étude est similaire à ceux des travaux de [19]. En effet, ces auteurs ont montré que le substrat composé de coques d'arachides favorisait une bonne production des plantules de bananiers obtenues par la méthode des plants issus des fragments de tige (PIF) à cause de leur macroporosité, d'une capacité de rétention d'eau et de la richesse en matière organique. Les résultats obtenus avec les coques d'arachides sont d'autant plus intéressants car la région du nord est la plus grande zone de production d'arachides en Côte d'Ivoire [20]. Ainsi, les coques d'arachides seront toujours disponibles pour le sevrage et le grossissement des plantules. Le substrat S11 constitué de mélange de fiente de bovin non minéralisée et de terre noire, a également

fourni de meilleurs résultats, et ceci pourrait être dû à sa richesse en azote. En effet, [21] ont montré que la matière sèche des fientes est composée de 20 à 45 % d'azote et [22] ont montré que l'azote contenu dans les déchets favorise une bonne croissance des plants de maïs. Nos résultats corroborent ceux de [23] qui rapportent l'effet positif des fientes sur la croissance et le développement des plants de bananiers. Dans nos travaux, la fiente de bovin minéralisée du substrat S8 n'a pas assurée un bon développement des vivoplants des variétés de bananiers plantain. En outre, les travaux de [18] ont enregistré de meilleurs résultats sur la croissance et le développement des vivoplants de bananiers plantain des variétés PITA 3, FHIA 21 et Corne 1 avec la fiente de volaille minéralisée. Nos faibles résultats avec la fiente de bovin minéralisée pourraient s'expliquer par un fort lessivage des minéraux durant la minéralisation. Cependant, la combinaison de la fiente de bovin non minéralisée avec la terre noire a produit des résultats satisfaisants. Les substrats ont eu un effet significatif sur le nombre de racines et de ramification des racines des vivoplants. Les substrats S1, S11 et S4 (100 % son de riz) ont induit le plus grand nombre de racines et favorisé plus de ramification. En effet, les plants cultivés sur ces substrats ont obtenu en moyenne 8,5 et 8,03 racines respectivement pour les substrats S1 et S11. En ce qui concerne le niveau de ramification, les substrats S1 et S4 ont obtenu respectivement 2,83 et 2,83. Le son de riz ainsi que la quantité matière organique contenue dans ses différents substrats ont amélioré la structure et la texture du mélange. Ces propriétés physiques influencent la disponibilité de l'eau, de l'oxygène et des éléments minéraux pour les plants [24]. [25] a également montré que le nombre de racines dépendait de l'humidité et la porosité du milieu de culture, plus le milieu est humide et aéré, plus les racines sont nombreuses. Les conditions du tunnel (Température et humidité relative élevées) ont eu un impact sur le processus de maturation du son de riz. Ces deux derniers paramètres activent la vitesse de dégradation du son de riz en humus, puis en minéraux [26]. Le taux de mortalité le plus élevé a été observé au niveau du substrat S8 (100 % fiente minéralisée) pour toutes les variétés.

Le taux de mortalité élevé n'est pas causé par des maladies fongiques ou virales car en plus d'être stérilisé à la chaleur, les substrats avec les plantules étaient protégés par un plastique en polyéthylène transparent qui couvrait le tunnel. Ce taux élevé de mortalité peut donc s'expliquer par une forte matière organique et une humidité élevée au niveau de la fiente de bœuf minéralisée qui pourraient asphyxier les plantules ou par la présence de composés toxiques pour les vivoplants mis en évidence lors de la minéralisation. Les fientes de bovin sont des excréments formés du mélange de déjections solides et liquides (urines). La présence de l'urine abaisserait le pH au niveau du substrat S8. Le taux élevé de l'humidité, la forte concentration de la matière organique ainsi que le faible pH pourraient donc être à la base de forte mortalité des plantules cultivées sur ce substrat S8. Sous ombrière, les substrats S1, S6, S7 et S11 ayant eu des effets positifs sur la croissance et le développement des vivoplants des variétés Corne 1, Big Ebanga et FHIA 21 dans les conditions sous tunnel expriment également des meilleurs résultats sur les plantules au cours du grossissement sous ombrière. En plus de ces substrats, le substrat S5 (50 % son de riz + 50 % de terre noire) a présenté des effets intéressants au grossissement. La croissance en hauteur et en diamètre des bananiers a été plus importante sur les substrats S5, S6 et S11. En effet, les plants cultivés sur ces substrats ont obtenu en moyenne 18,32 mm de diamètre au collet et 22,39 cm de hauteur pour S5, 17,70 mm de diamètre au collet et 23,44 cm de hauteur pour S6 et 18,79 mm de diamètre au collet et 21,87 cm de hauteur pour le substrat S11. En ce qui concerne le rythme d'émission des feuilles et la surface foliaire, les substrats S5 et S6 ont produit les meilleurs résultats. Les plants cultivés sur les substrats S5 et S6 ont eu respectivement un rythme d'émission des feuilles de 7,33 et 6,82. Aussi, les plants cultivés sur les substrats S5 et S6 ont eu respectivement des surfaces foliaires moyennes de 1715,40 cm² et 1714,50 cm². Le substrat S5, composé de mélange de terre et de son de riz a induit une bonne évolution des paramètres de croissance et de développement des vivoplants car en plus de sa porosité, il posséderait plus de réserves nutritives. Des résultats similaires ont été obtenu par [19, 26] qui ont trouvé que les substrats à base de

son de riz avaient un effet positif sur la production de plantules de bananiers plantain. Dans nos travaux, le son de riz a eu des effets plus positifs sur la croissance et le développement des plantules de bananiers plantain au cours du grossissement sous ombrière qu'au sevrage sous tunnel. Ce résultat au grossissement pourrait être dû par une bonne maturation du son de riz rendant ainsi, les minéraux plus disponibles aux plantules. En effet, selon les travaux de [27], le processus de maturation du compost est un élément important pour sa minéralisation afin de mettre à la disposition de la plante les éléments minéraux directement utilisables. La comparaison des paramètres de croissance et de développement entre les variétés étudiées sous tunnel et sous ombrière révèle que les variétés se comportent dans l'ensemble de la même manière. Cependant, l'hybride FHIA 21 exprime légèrement des valeurs supérieures sur les meilleurs substrats suivi des variétés Big Ebanga et Corne 1. Nos résultats sont similaires avec ceux de [14] qui ont obtenu un meilleur comportement de l'hybride FHIA 21 sur les composts vis-à-vis des variétés PITA 3 et Corne 1.

5. Conclusion

L'objectif général de cette étude était de déterminer l'effet de différents substrats de culture sur les paramètres de croissance et de développement des vivoplants de bananiers plantain en phase de sevrage et d'acclimatation en zone marginale de production. L'étude a confirmé l'effet des substrats sur les paramètres de croissance et de développement des vivoplants de bananiers plantain des variétés Big Ebanga, Corne 1 et FHIA 21. Ainsi, les substrats S1 (100 % terre noire), S6 (100 % coques d'arachides), S7 (50 % coques d'arachides + 50 % terre noire) et S11 (50 % fiente non minéralisée + 50 % terre noire) ont eu des effets positifs sur la croissance et le développement des vivoplants des variétés au niveau du sevrage et du grossissement. Le substrat S5 (50 % son de riz + 50 % de terre noire) a également présenté des effets intéressants au grossissement. Dans l'ensemble, les variétés FHIA 21, Big Ebanga et Corne 1 ont eu des développements presque similaires sur ses meilleurs substrats. Cette étude a montré que l'extension de la culture du bananier dans les zones marginales de Côte d'Ivoire est possible avec du matériel végétal de plantation de qualité et en quantité suffisante produit avec des matériaux locaux. Au regard de ces résultats, les Substrats S1, S5, S6, S7 et S11 peuvent être proposé aux producteurs pour une production de matériel végétal de plantation de qualité.

Références

- [1] - A. V. VALMAYOR, Plantains and bananas in Philippine agriculture, *Fruits*, 31 (11) (1976) 661 - 663
- [2] - A. P. ANNO, Étude des caractéristiques de croissance, en relation avec la floraison, de *Musa corniculata* L. Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles. Université de Côte d'Ivoire, (1981) 207 p.
- [3] - D. R. JONCS, Diseases of Banana, Abaca and Enset, CABI Publishing, CAB International, Rayume-Uni, (2000) 544 p.
- [4] - D. E. F. THIEMELE, E. Z. KOFFI, A. E. ISSALI., T. S. KOUAME et P. GNONHOURI, Évaluation de la Variabilité Génétique d'Une Collection de Bananiers Plantain (*Musa* sp.) Cultivés en Côte d'Ivoire à Partir d'Une Caractérisation Agro-morphologique). *European Scientific Journal*, ESJ, 18 (40) (2022) 366 - 368
- [5] - FAOSTAT, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et Agriculture (2020), Division de la statistique. Disponible auprès de : <http://www.faostat3.fao.org/>.
- [6] - D. E. F. THIEMELE, S. TRAORE, N. ABY, P. GNONHOURI, N. YAO, K. KOBENAN, E. KONAN, A. ADIKO et N. ZAKRA, Diversité et sélection participative de variétés locales productives de banane plantain de Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 114 (2017) 11324 - 1133
- [7] - S. TRAORE, K. KOBENAN, S. K. KOUASSI et G. P. GNONHOURI, Systèmes de culture du bananier plantain et méthode de lutte contre les parasites et ravageurs en milieu paysan en Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 19 (2009) 1094 - 1101

- [8] - J. G. ADHEKA, D. B. DHED'A, D. KARAMURA, G. BLOMME, R. SWENNEN, E. DE LANGHE, The morphological diversity of plantain in the Democratic Republic of Congo. *Scientia Horticulturae*, Vol. 234, (2018) 126 - 133
- [9] - Y. KOUAKOU, K. BRAMA, B. BONFOH, K. M. SONWOUIGNANDÉ, Y. N'GO, I. SAVANE et G. CISSE, L'étalement urbain au péril des activités agro-pastorales à Abidjan. *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 10 (2) (2010)
- [10] - A. LASSOURDIERE, Le bananier et sa culture en Côte d'Ivoire. Première partie : Connaissance de la plante, interaction avec le milieu écologique. Document technique IRFA, (1978) 104 p.
- [11] - J. ALBERGEL, Le Nord de la côte d'Ivoire, un milieu approprié aux aménagements de petites et moyenne hydraulique, (2007) 2 p.
- [12] - N. DIARRASSOUBA, K. E. KOFFI, K. A. N'GUESSAN, V. PATRICK et A. SANGARÉ, Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. *Afrika Focus*, 21 (1) (2008) 77 - 96
- [13] - B. DABIN, N. LENEUF, G. RIOU, Carte pédologique de la Côte d'Ivoire 1/2 000 000, Notice explicative, ORSTOM, Abidjan, (1960) 39 p.
- [14] - O. G. J. AT SIN, A. N'GUETTA, V. C. F. N'DA, S. TRAORE, N. N'GORAN et K. KOBENAN, Effet du compost à base de résidus de bananiers et cacao sur la croissance et le développement des vivo plants de trois variétés de bananiers plantain. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 33 (2019) 276 - 286
- [15] - J. M. GOBAT, M. ARAGNO et W. MATTHEY, Le sol vivant. 3^{ème} Edition, Lausanne, Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, (2010)
- [16] - Y. M'SADAK et L. TAYACHI L., Valorisation agronomique hors sol de la biométhanisation industrielle avicole en Tunisie. *Revue des énergies renouvelables*, Vol. 17, 3 (2014) 447 - 464
- [17] - F. LE TACON, Recherches de meilleures conditions de production de plants de Hêtre. *Revue Forestière française*, N° 4 (1974) 299 - 305
- [18] - F. K. BÉDIÉ, L. TURQUIN and D. E. F. THIEMELE, Effects of Peat and Chicken Litter on Three Cultivars of Plantain in Plants Vivo: FHIA 21, PITA 3 and Horn 1. *International Journal of Plant & Soil Science*, 26 (1) (2018) 1 - 9
- [19] - J. BONANE, I. NDONGALA, A. NSUANDA, B. TUNAKIESE, G. NSUMBU. A. BINZUNGA, E. TAMBU, I. UMONDI, M. TUWIZANA, C. BETEZI, A. NKANZA et G. KITOKO, Effets de différents substrats sur la production des plantules de bananiers par la méthode des plants issus des fragments (P.I.F.), *Afrique Science*, 14 (4) (2018) 1 - 15
- [20] - H. COCHET, M. BROCHET, Z. OUATTARA, V. BOUSSOU, Démarche d'étude des systèmes de production de la région de Korhogo-Kouloukakaha-Gbonzoro en Côte d'Ivoire, (2002). fihal-02530099
- [21] - A. N. BHATTACHARYA et J. C. TAYLOR, Recycling animal waste as a feedstuff, A review. *Journal of Animal Science*, Vol. 41, (1975) 1438 - 1457
- [22] - S. Y. USENI, L. BABOY, K. YEMBO et M. M. MPUNDU, Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois cultivars de maïs I. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 54, (2012) 935 - 943
- [23] - E. N'GUETTA, Gestion de la fertilisation en bananeraie biologique état des lieux et propositions d'amélioration. Mémoire de fin d'études, (2019) 68 p.
- [24] - S. E. ALLAIRE-LEUNG, J. CARON and L. E. PARENT, Changes in physical properties of peat substrates during plant growth. *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 79, (1999) 137 - 139
- [25] - N. VARTANIAN, Diversité morphologique du système racinaire en relation avec l'humidité édaphique. C. R. des Séminaires du Groupe d'Etude des Racines. Grenoble, T 2 (1975) 166 - 179
- [26] - R. PITEKELABOU, E. K. KPEMOUA, C. E. BOUKA, A. V. AÏDAM et K. KOKOU, Influence du substrat et de la masse des bulbes sur la multiplication de bananier plantain par la technique PIF. *Afrique science*, 14 (6) (2018) 93 - 102
- [27] - X. KONG, G. LUO, B. YAN, N. SU, P. ZENG, J. KANG, Y. ZHANG and G. XIE, Dissolved organic matter evolution can reflect the maturity of compost: Insight into common composting technology and material composition, *Journal of Environmental Management*, Vol. 326, Part B (2023) 116 - 147