



Influence de la fertilisation organique et minérale sur la prolifération des plantules à partir d'explants de bananier plantain (*Musa sp.*) par macropropagation en serre

Bangata Bitha nyi Mbunzu^{1*}, Mobambo Kitume Ngongo¹, Shungu Dambo², Vuvu Kubangisa², Vangu Phaka²

⁽¹⁾Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. BP. 117 Kinshasa XI (RDC). E-mail : jeanchristian.bangata@unikin.ac.cd

⁽²⁾Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA), République Démocratique du Congo.

Reçu le 05 octobre 2019, accepté le 07 décembre 2019, publié en ligne le 14 décembre 2019

RESUME

Introduction. Un des principaux obstacles à la production de bananes plantain est l'insuffisance de matériel de plantation sain. Plusieurs techniques permettant la multiplication du matériel de plantation sain existent mais ne sont pas à la disposition des agriculteurs. C'est ainsi qu'une étude sur la production de plantules de bananier par macropropagation a été menée en serre, du 03 janvier au 06 mai 2016, au Jardin Expérimental du Département de Phytotechnie de l'Université de Kinshasa.

Objectifs. L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la production de plantules de bananier. Spécifiquement, l'étude vise à évaluer l'influence de la combinaison de la sciure de bois avec la fiente de poules, du guano de chauves-souris et du lisier de porcs sur la production substantielle de plantules de bananier plantain en serre (bac de macropropagation).

Méthodes. Ce sont les explants de plantain ayant une dimension diamétrale de 11 à 15 cm (1 à 1,5 kg) en moyenne qui ont été utilisés comme matériel végétal. Le dispositif expérimental adopté était le plan complètement randomisé comportant trois répétitions et cinq traitements suivants : T0 : 180 kg de sciure de bois, T1 : 180 kg de sciure de bois + 100 kg de fiente de poules; T2 : 180 kg de sciure de bois + 100 kg de guano; T3 : 180 kg de sciure de bois + 100 kg de lisier de porcs et T4 : 180 kg de sciure de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17. Les observations ont porté sur les paramètres végétatifs et ceux liés à la prolifération des plantules de bananier.

Les données obtenues ont été analysées avec les logiciels Excel (version 2016) et Statistix (version 8.0).

Résultats. Les résultats obtenus ont montré que l'apport de 180 kg de sciure de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17 permet d'influencer significativement la formation de plantules de bananier (9 par explant), comparativement aux autres fertilisants utilisés. L'application de la fiente de poules et du guano n'a pas permis de stimuler de façon significative la production élevée de plantules de bananier par rapport à d'autres traitements

Conclusion. Les études ultérieures sont cependant nécessaires en vue de déterminer la dose optimale de la combinaison de la sciure de bois avec l'engrais minéral NPK 17-17-17 capable d'améliorer durablement la production de plantules de bananier.

Mots-clés : Bananier plantain, macropropagation, fertilisants organiques, prolifération, Serre.

ABSTRACT

Influence of organic and mineral fertilization on the proliferation of plantlets from plantain explants (*Musa sp.*) by macropropagation in the greenhouse

Description of the topic: One of the main obstacles to the production of plantain is the lack of materials of healthy plantation. There are several techniques that allow multiplying the materials of healthy plantation but they are not be at farmers' disposal. Therefore, a study on the production of seedlings of banana tree by macro-propagation was conducted in greenhouse from January 3 to May 6, 2016 at the Experimental Garden of Crop Science of the University of Kinshasa.

Objectives: The main objective of this study is to contribute to the improvement of the production of seedlings of banana tree. Specifically, the study aims at evaluating the influence of sawdust, droppings of chickens, guano of bats, and manure of pigs on the substantial production of seedlings of plantain banana tree in greenhouse (vat of macro-propagation).

Methods: These are the explants of plantain having a diametrical dimension from 11 to 15 cm (1 to 1.5 kg) on average which were used as plant materials. The adopted experimental device was the completely randomized

plan comprising the following three repetitions and five treatments: T0: 180 kg of sawdust, T1: 180 kg of sawdust + 100 kg of droppings of chickens, T2: 180 kg of sawdust + 100 kg of guano, T3: 180 kg of sawdust + 100 kg of manure of pigs and T4: 180 kg of sawdust + 3.5 kg of NPK 17-17-17. The observations were focused on the vegetative parameters and those related to the proliferation of the seedlings of banana tree. The data obtained were analyzed by the software Excel (version 2016) and Statistix (version 8.0).

Results: The findings showed that the contribution of 180 kg of sawdust + 3.5 kg of NPK 17-17-17 allows influencing significantly the formation of seedlings of banana tree (9 per explants) compared to the other fertilizers used. The application of droppings of chickens and guano did not help to significantly stimulate the high production of seedlings of banana tree compared to other treatments.

Conclusion: Further studies are however necessary in order to determine the optimal amount of the combination of sawdust with the mineral fertilizer NPK 17-17-17 capable of sustainably improving the production of seedlings of banana tree.

Keywords: Plantain banana tree, macro-propagation, organic fertilizers, proliferation, greenhouse.

1. INTRODUCTION

Les bananes plantain sont des productions importantes des zones tropicales humides. Très énergétiques (110 à 120 cal/100 g), riches en éléments minéraux et en vitamines, ces aliments répondent aux enjeux de sécurité alimentaire, nutritionnel et socioéconomique (FAO, 2010). Près de 30 millions de tonnes de plantain sont produites chaque année en Afrique, principalement par de petits exploitants et consommées localement (FAO, 2010). En République Démocratique du Congo (RDC), le plantain occupe la troisième place après le manioc et le maïs, puis représente le tiers de la production fruitière totale du pays (Mobambo *et al.*, 2010; Bangata *et al.*, 2019). C'est une culture qui procure des revenus aux exploitants parce que ses produits sont vendus dans les marchés des grands centres villes et sont consommés sous plusieurs formes, surtout sous la forme grillée. Les bananes plantains jouent un rôle important dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle, la diversification des sources de revenus et la réduction de la pauvreté (Singh, 2011).

Le bananier plantain étant parthénocarpique, il se multiplie généralement par rejets. En raison de l'indisponibilité du matériel de plantation de qualité, les agriculteurs d'Afrique subsaharienne plantent traditionnellement des rejets issus de leurs propres plantations dont la plupart sont contaminés par des parasites et des maladies (Beloved Mensah Dzomeku *et al.*, 2014). La qualité du matériel de plantation est l'un des facteurs essentiels du succès d'une production agricole (Tenkouano *et al.*, 2006). L'utilisation du matériel de plantation dérivé des souches mères infectées entraîne la perpétuation de maladies (virus, tels que le bunchy top du bananier, stries de bananier) et ravageurs (par ex. nématodes et charançons) dont la conséquence directe est la diminution des rendements et la production de fruits de qualité médiocre (Beloved Mensah Dzomeku *et al.*, 2014). Les plantations de bananier plantain occupent de faibles superficies à cause de l'indisponibilité du matériel végétal de bonne qualité

(Ganry, 2001; Njeri Njau *et al.*, 2012; Bangata *et al.*, 2019). La pression parasitaire qui s'exerce sur la culture avec l'utilisation de rejets de mauvaise qualité, ramène la durée d'exploitation maximale en deçà de deux ans (Kwa, 1998b; Dhed'adjailo *et al.*, 2011). Ainsi, la faible rentabilité des efforts fournis par les paysans a conduit dans certaines zones de production, au découragement des producteurs (Ngo-Sammick, 2011; Bidima, 2013).

Dans leur étude en Amérique latine, Bioversity International et ses partenaires ont indiqué que le matériel de plantation de bonne qualité (génétique et phytosanitaire) contribue de manière significative à l'amélioration de la productivité dans de petites exploitations (Beloved Mensah Dzomeku *et al.*, 2014).

La production rapide du matériel de plantation est l'une des principales préoccupations de nombreux programmes de recherche sur les bananiers car, la technique traditionnelle (rejetonnage) présente des inconvénients suivants : la lenteur dans la multiplication du fait que le nombre de rejets par plante est limité (dépasse rarement cinq), l'hétérogénéité du matériel de propagation et le volume important de rejets qui entraîne l'augmentation du coût de transport (Swennen, 1990; Bangata *et al.*, 2018). En effet, les rejets obtenus par des méthodes traditionnelles ne sont généralement pas sains et le rendement de certains cultivars connaissent un déclin rapide, quelques années seulement après la plantation. Aussi, la plupart des cultivars sont sensibles aux nématodes et charançons. La durée de production de rejets est généralement longue (six à douze mois) et de nombreux bourgeons formés sur pied-mère n'arrivent pas à se développer en rejets viables (Kwa, 1993; Bonté *et al.*, 1995).

La technique de production rapide et massive de plants sains de bananiers appelée "Technique des PIF" (Plants issus de fragments de tige) a été mise au point par le Centre Africain de Recherches sur Bananiers et Plantains (CARBAP) au Cameroun (Meutchieye, 2009). A partir d'un rejet, l'on est

capable d'obtenir 10 à 100 plants de bananier plantain en fonction de la variété et de l'expérience du manipulateur (Kwa, 2009; Ngo-Samnack, 2011; Lepoint *et al.*, 2011; Bangata *et al.*, 2019). En effet, des études sur les effets de la fertilisation organique et minérale sur la production de plantules de bananier plantain en conditions semi-contrôlées (serre) font souvent défaut. Dans la nature, on trouve plusieurs matières organique et minérale. Elles sont constituées des éléments qui accomplissent plusieurs rôles dans la nutrition des plantes (Bakayoko *et al.*, 2019). La matière organique favorise un bon enracinement des cultures, ce qui contribue à une bonne alimentation des plantes en eau et en éléments minéraux, elle améliore la stabilité des conditions physiques, chimiques et biologiques du sol (Bakayoko *et al.*, 2019). La sciure de bois, la fiente de poules, le guano de chauves-souris et le lisier de porcs sont parmi les matières organiques les plus souvent utilisées dans la région de Kinshasa pour améliorer la croissance et la production de plantes.

Les sciures de bois sont produites au cours d'opérations d'usinage effectuées sur la matière première qui est le bois. Elles contribuent à l'enrichissement du sol en azote et en phosphore mais aussi à l'amélioration de sa structure. Les sciures fournissent aussi du carbone et de la matière organique. Les fientes de poules sont les déjections animales qui ont une teneur en azote élevée (Gazeau *et al.*, 2012). En effet, ces produits participent à la constitution de l'humus des sols et contiennent en quantité non négligeable les éléments fertilisants nécessaires (N :0,60 ; P₂O₅ :0,65; K₂O :1; CaO :1; MgO :1) aux cultures (Leprettre *et al.*, 2002).

Le guano (déjections de chauves-souris) est un fertilisant naturel, riche en éléments assimilables par les plantes, constitué d'ammoniac ainsi que d'acides uréiques, de phosphore, d'acides oxaliques et carboniques et, de certains sels et impuretés (Leprettre *et al.*, 2002). Selon Akpakouma (2009), la caractérisation du lisier de porcs montre qu'il possède un bon pouvoir tampon comparativement à la tourbe, une salinité acceptable, une valeur fertilisante intéressante et pour ceux qui ont subi un compostage complet, une bonne stabilité biologique. Le lisier de porcs séché ou composté permet d'obtenir un produit riche en éléments nutritifs (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, etc.) (Akpakouma, 2009).

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la production de plantules de bananier. Spécifiquement, l'étude vise à évaluer les effets de la combinaison de la sciure de bois avec la fiente de poules, le guano de chauves-souris et le lisier de porc sur la production de plantules de bananier plantain en serre.

Cette étude permet de mettre à la disposition des agriculteurs des informations sur les techniques

simples permettant d'augmenter la production de plantules de bananier à partir de la matière organique disponible au niveau local.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site d'étude

L'étude a été réalisée au Jardin Expérimental du Département de Phytotechnie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa, au Plateau du Mont-Amba à Kinshasa. Les coordonnées géographiques du site sont les suivantes : 04°25'06'' de latitude Sud, 018° 18'24,8'' de longitude Est et 433 m d'altitude. L'expérience a été conduite dans deux propagateurs construits en blocs de ciment dont les caractéristiques sont les suivantes : 1^{er} propagateur (longueur 12 m largeur 1,2 m et hauteur 60 cm), 2^{ème} propagateur (longueur 9,6 m, largeur 1,2 m et hauteur 60 m.). Chaque bac était couvert par des papiers en plastique transparent. Le fond des bacs était isolé du sol pour éviter tout contact direct entre le substrat et la terre. Le fond des bacs de multiplication de plantules était bétonné et équipé des tuyauteries d'évacuation d'eau d'arrosage.

Climat

La ville province de Kinshasa est caractérisée par un climat du type Aw₄ selon la classification de Köppen. Il s'agit d'un climat tropical humide avec deux grandes saisons : une saison sèche qui dure quatre mois (allant de la seconde moitié du mois de mai à la première moitié du mois de septembre), et une saison pluvieuse d'une durée de huit mois (allant de la seconde moitié du mois de septembre à la première moitié du mois de mai). La température moyenne annuelle est de 25 °C, l'humidité relative de l'air (80 %) est maximale en avril et mai, tandis qu'elle est minimale en août, septembre et octobre. La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 1500 mm (Minengu, 2014; Bangata, 2018).

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé était constitué d'un cultivar de plantain (Bubi). Le choix porté sur ce cultivar se justifie par les qualités de ses fruits qui sont bien appréciées par les paysans cultivateurs du Kongo central et par les commerçants. Ce matériel a été fourni par l'INERA-Mvuazi dans la province du Kongo central.

2.3. METHODES

L'étude a été menée dans un dispositif complètement randomisé comportant cinq traitements et trois répétitions : T0: 180 kg de sciure de bois T1 : 180 kg de sciure de bois + 100 kg de fiente de poules ; T2 : 180 kg de sciure de bois + 100 kg de guano ; T3 : 180 kg de sciure de bois + 100 kg

de lisier de porcs et T4 : 180 kg de sciure de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17.

Les propagateurs étaient installés sous une ombrière qui permet de réduire l'impact des rayons incidents du soleil sur les plants. Le test d'ELISA a été effectué en vue de cribler les échantillons des plants de bananier en rapport avec la maladie de Bunchy Top (BBTD).

Les étapes de la macropropagation en conditions semi-contrôlées appliquées au cours de l'essai sont celles décrites par Bangata *et al.* (2019).

Observations réalisées

Les observations ont porté sur les paramètres végétatifs et ceux liés à la prolifération des plantules de bananier. Elles ont été réalisées sur toutes les plantes de chaque traitement.

1. Paramètres végétatifs

Les observations végétatives effectuées sont : (i) la hauteur des plantules lors du sevrage (cm) (elle a été mesurée à l'aide d'une latte graduée); (ii) Le diamètre au collet des plantules (cm) lors du sevrage (il a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse); (iii) Le nombre de feuilles formées lors du sevrage (il a été obtenu par comptage direct de feuilles formées); (iv) Le nombre de racines observées lors du sevrage (il a été obtenu par comptage manuel direct); (v) La longueur des racines lors du sevrage (cm) (mesurée à l'aide d'une latte graduée au moment du sevrage).

2. Paramètres de prolifération

Les observations sur la prolifération ont porté sur : (i) la durée de reprise (temps de latence) en jours (il correspond au nombre de jours qui s'écoule de la mise en bac des explants à la sortie de la tigelle lorsque 50 % des explants du compartiment donnent des plantules formées); (ii) Le taux de reprise (taux de débourrement) (déterminé 60 jours après la mise en bac); (iii) Le nombre de plantules sevrées après un mois d'incubation des explants (NPS) (il a été

obtenu par comptage manuel direct); (iv) Le nombre total de plantules obtenues par explant (NTPOE) (c'est le nombre moyen de plantules sevrées sur chaque explant jusqu'à l'épuisement) ; (v) Nombre total de plantules obtenues par unité expérimentale (NTPOT) (il a été obtenu en comptant les plants par parcelle de 1,2 m²).

Analyse des données

Les données collectées ont été analysées selon la méthode de l'analyse de variance (ANOVA) au seuil de probabilité de 5 %. Le test de la plus petite différence significative (PPDS) a été utilisé pour comparer les moyennes des traitements. Ce sont les logiciels Excel (version 2010) et Statistix (version 8.0) qui ont servi à l'analyse statistique des données.

3. RESULTATS

3.1. Paramètres végétatifs

Les résultats sur la hauteur des plantules lors du sevrage (cm), le diamètre au collet des plantules (cm), le nombre de feuilles formées, le nombre de racines formées par plantule et la longueur des racines formées par plantule lors du sevrage sont présentés au tableau 1. L'analyse de la variance a montré de façon générale, des différences significatives ($P < 0,05$) entre les explants ensemencés (traitements).

Tableau 1. Effets de la combinaison de la sciure de bois avec la fiente de poules, le guano de chauves-souris, le lisier de porcs et le NPK 17-17-17 sur la hauteur, le diamètre au collet, le nombre de feuilles et racines formées lors du sevrage et la longueur des racines par plantule

Traitements	HPS (cm)	DCPS (cm)	NFFS	NRFS	LRFS (cm)
T0: 180 kg Sciures de bois	23,1±1,1a	2,7±0,2ab	2,5±0,3b	1,7±0,1ab	4,3±0,3a
T1: 180 kg Sciures de bois + 100 kg de fiente de poules	24,1±0,5a	3,1±0,5a	3,6±0,3a	1,7±0,6ab	5,4±0,3a
T2: 180 kg Sciures de bois + 100 kg de guano	23,4±0,8a	2,9±0,2ab	3,3±0,4a	2,3±0,5a	4,8±1,3a
T3: 180 kg Sciures de bois + 100 kg de lisier de porc	23,0±1,6a	3,1±0,2a	3,4±0,4a	2,2±0,2a	5,5±0,7a
T4: 180 kg Sciures de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17	19,7±1,0b	2,3±0,5b	2,3±0,2b	1,4±0,2b	2,9±0,5b

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écarts types des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Légende : HPS = Hauteur des plantules lors du sevrage; DCPS = Diamètre au collet des plantules lors du sevrage; NFFS = Nombre de feuilles formées lors du sevrage; NRFS = Nombre de racines formées lors du sevrage; LRFS = Longueur de racines formées lors du sevrage.

La hauteur moyenne des plantules au sevrage a varié de 19,7±1,0 (T4) à 24,1±0,5 (T1) cm. Le tableau 1 montre un comportement similaire dans tous les traitements utilisés sauf pour l'application de la fumure minérale qui s'est démarqué des autres.

Concernant le diamètre au collet, les résultats indiquent qu'il y a une différence significative entre les plantules des différents traitements au seuil de probabilité de 5 %. Les plantules issues des fertilisants organiques ont présenté un diamètre au collet supérieur à celles issues des explants fertilisés avec le NPK 17-17-17. Par rapport au nombre de feuilles, il ressort du tableau 1 qu'il existe des différences significatives au seuil de probabilité de 5 % entre les cinq traitements. Ces résultats indiquent deux classes concernant le nombre de feuilles au sevrage : (i) Les traitements T1, T2 et T3 ont présenté des plantules ayant plus de feuilles, (ii) Le témoin (T0) et le traitement T4 ont présenté des plantules ayant moins de feuilles que les autres traitements.

Quant au nombre de racines formées, l'analyse statistique au seuil de probabilité de 5 % a montré aussi des différences significatives entre les cinq traitements. Le nombre de racines/plantule le plus élevé a été observé chez le témoin et dans les parcelles soumises aux traitements avec la fiente de poules, le guano et le lisier de porcs. La combinaison de la sciure de bois avec le NPK 17-17-17 n'a pas influencé significativement la formation des racines.

Le développement racinaire (longueur) le plus important a été enregistré chez T0, T1, T2 et T3 et aucune différence significative n'a été observée entre ces traitements. Les parcelles fertilisées avec l'engrais chimique (NPK 17-17-17) ont formé des racines plus courtes (2,90 cm). L'analyse statistique au seuil de probabilité 5 % sur ce paramètre (longueur des racines) révèle des différences significatives entre T4 et les autres traitements.

3.2. Paramètres de prolifération des plantules

La durée de reprise, le taux de reprise (taux de débourrement), le nombre de plantules sevrées, le nombre total de plantules obtenues par explant, le nombre total de plantules obtenues par unité expérimentale (1,2 m²) après un mois d'incubation sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Effets de la combinaison de la sciure de bois avec la fiente de poules, le guano de chauves-souris et le lisier de porcs sur la durée de reprise, le taux de reprise (taux de débourrement), le nombre de plantules sevrées, le nombre total de plantules obtenues par explant, le nombre total de plantules obtenues par unité expérimentale (1,2 m²) après un mois d'incubation des explants.

Traitements	TR (%)	DR (Jours)	NPS-1mois	NTPOE	NTPOP/m ²
T0: 180 kg Sciures de bois	89,3±2,5a	18,0±1,0b	7,5±0,9b	38,5±2,1b	770,0±12,8b
T1: 180 kg Sciures de bois + 100 kg de fiente de poules	15,3±3,2b	26,3±1,5a	1,3±0,4c	7,1±1,9c	142,0±18,6c
T2: 180 kg Sciures de bois + 100 kg de guano	17,3±3,2b	27,3±1,5a	0,8±0,3c	4,2±0,7c	83,3±14,0c
T3: 180 kg Sciures de bois + 100 kg de lisier de porc	15,7±2,1b	28,7±3,5a	0,8±0,3c	8,8±1,7c	176,7±14,4c
T4: 180 kg Sciures de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17	92,7±1,5a	17,7±0,6b	8,9±0,6a	54,0±2,9a	1080,7±18,0a

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écarts types des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Légende : DR = Durée de reprise ; TR = Taux de reprise ; NPS-1mois = Nombre de Plantules Sevrées après 1 mois d'incubation ; NTPOE = Nombre total des plantules obtenues par explant et NTPOP/m² = Nombre total de plantules obtenues par parcelle.

Les résultats relatifs au taux de reprise et à la durée de reprise de cinq traitements indiquent que les explants ensemencés dans la sciure de bois uniquement (T0) et ceux traités avec T4 ont présenté des taux de reprise les plus élevés (respectivement 89,3±2,5 et 92,7±1,5 %) et la durée de reprise la plus courte (inférieure à 3 semaines). Cependant, l'analyse statistique au seuil de probabilité de 5 % révèle des différences significatives entre les traitements. Par contre, les explants ensemencés avec la fiente de poules, le guano de chauves-souris et le lisier de porcs ont donné des taux de reprise très faibles (inférieur à 50 %) et des durées de reprise très longues (supérieures à 3 semaines).

S'agissant du nombre de plantules sevrées après un mois d'incubation, le traitement T4, étant caractérisé par le taux de reprise ou de débourrement le plus élevé et la durée de reprise la plus courte, a donné le nombre de plantules au sevrage le plus élevé (9 plantules), suivi de T0 (8 plantules). Les trois autres traitements T1, T2, T3 ont donné sur le plan statistique, le même nombre de plantules par explant. De façon générale, des différences significatives ont été trouvées entre les traitements au seuil de probabilité de 5 %.

Par rapport au nombre total de plantules obtenues par explant, les résultats indiquent que la sciure de bois mélangé avec l'engrais minéral NPK 17-17-17 a présenté le nombre de plantules le plus élevé que les autres traitements (54 plantules), suivi du traitement T0 (39 plantules). Par contre, les trois autres traitements T1, T2 et T3 ont présenté des valeurs faibles et aucune différence significative n'a été observée entre ces traitements au seuil de probabilité de 5 %. En ce qui concerne le nombre total de plantules obtenues par traitement, l'analyse de variance au seuil de probabilité de 5 % indique de façon globale une différence significative entre les cinq traitements. Le nombre le plus élevé a été observé chez T4 avec 1081 plantules/1,2 m², tandis que le nombre le plus faible a été signalé chez les trois autres traitements (T1, T2 et T3) avec respectivement 142, 83 et 177 plantules.

4. DISCUSSION

L'étude sur l'activation des bourgeons latents ensemencés a montré qu'il est possible de récupérer une fraction importante du potentiel de bourgeons présents sur une tige de bananier en les prélevant et en les cultivant dans des conditions particulières (Kwa, 2003; Ongagna *et al.*, 2016). Toutefois, les inhibitions par le pied mère limitent très souvent l'évolution de ces bourgeons qui restent soit en état de développement très ralenti, soit alors complètement bloqués dans leur croissance (Lepoint *et al.*, 2011; Kone *et al.*, 2016).

La production substantielle des plantules varie en fonction de la composition de substrats utilisés dans le bac de macropagation (Sadom *et al.*, 2010). La nature des substrats en fonction de leurs composantes principales peut expliquer la différence observée dans la prolifération des plantules (Kone *et al.*, 2016). En effet, Ngo Samnick (2011) rapporte que la sciure de bois est potentiellement toxique pour les plantules et l'utilisation de la sciure de bois noir et jaune doit être évitée (Kwa, 1998a). Celle de couleur blanche a été utilisée dans le cadre de cette étude.

La reprise a été observée environ deux semaines après la plantation dans la sciure de bois et dans la combinaison sciure de bois + le NPK. Les résultats ont révélé un effet significatif sur la production de matériel de plantation. Ce traitement a produit le plus grand nombre de plantules (54 plantules) suivi de T0 (39 plantules) par explant. La variation observée sur le développement végétatif des plantules serait due non seulement, à l'hétérogénéité des fertilisants et des éléments nutritifs contenus dans ces produits organiques utilisés, mais aussi, à la dose des fertilisants appliqués. Cette variation pourrait également s'expliquer par la mise à disposition des éléments nutritifs aux explants de bananier plantain.

Les plantules produites dans le traitement témoin et T4 ont montré une faible croissance végétative. Cette situation serait due au nombre élevé de repousses qui pourrait entraîner une concurrence entre les plantules. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Lekadou *et al.*, (2008) et Bakayoko *et al.*, (2019) qui affirment que les engrais chimiques (NPK par exemple) influencent positivement la prolifération des plantules par rapport aux fertilisants organiques quatre semaines après l'application des traitements. Le NPK est un engrais contenant des éléments qui contribuent au développement végétatif des plantes (Bakayoko *et al.*, (2019). Aussi, pour la nutrition des plantes, le NPK contient une forme d'azote rapidement disponible comme l'ont montré les travaux de Bomisso *et al.*, (2018), qui dans leur essai à Abidjan, ont prouvé l'assimilation rapide de l'azote par les plantules. Le faible taux de prolifération en plantules observé dans les bacs contenant des matières organiques pourrait s'expliquer une faible décomposition et minéralisation des résidus organiques.

Ces résultats corroborent à ceux de Weber *et al.* (2007) et Kitabala *et al.* (2016) qui affirment que l'utilisation des matières organiques augmente la fertilité des sols en améliorant leur structure, leur capacité de rétention en eau et en nutriments ainsi que la stimulation de l'activité microbienne du sol. L'utilisation de guano de chauves-souris, de la fiente de poules et du lisier de porcs a ralenti considérablement la prolifération des plantules mais elle a activé la croissance et le développement des plantules de bananiers dans les bacs de multiplication (Huber et Schaub, 2011).

Concernant le nombre moyen de feuilles, les traitements à base de guano de chauves-souris, de la fiente de poules et du lisier de porcs ont permis d'obtenir la valeur moyenne la plus élevée. Par contre, au niveau du T4 (180 kg sciures de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17), les valeurs moyennes ont été inférieures à 3 feuilles. Cette différence pourrait s'expliquer non seulement par la vitesse de libération des éléments nutritifs contenus dans ces matières organiques, mais aussi, par leur nature. Chez la fiente de poules, sa richesse en éléments nutritifs surtout en azote et sa vitesse de libération des nutriments peuvent justifier cette différence.

Ces résultats confirment ceux de Demir *et al.* (2010), Delago *et al.* (2012) et Bakayoko *et al.* (2019) qui ont montré que le fumier de volailles constitue un produit très concentré en éléments fertilisants (azote, potasse, phosphore et oligo-éléments). Le nombre de feuilles, de racines formées, le diamètre au collet et la hauteur des plantules traitées avec la combinaison de la sciure de bois avec la fiente de poules, le guano de chauves-souris et le lisier de porcs est plus élevé par rapport au traitement témoin et à la combinaison sciure de bois avec le NPK. Le jaunissement de

feuille, le dépérissement de la tige et la mort des plantules ainsi que la présence des champignons ont été observés dans les bacs contenant de la matière organique. Ces anomalies pourraient être associées à la présence d'une quantité importante d'azote.

En effet, la combinaison de la matière organique avec la sciure de bois peut inhiber le taux de prolifération des plantules tel qu'il a été démontré par Mayeki *et al.* (2010). L'application de l'engrais chimique (NPK 17-17-17) a permis d'améliorer quelques paramètres végétatifs et de production de plantules de bananier.

5. CONCLUSION

L'objectif poursuivi par cette étude était d'améliorer la production substantielle du matériel végétal de bananier à partir de la technique de macropropagation. Les résultats obtenus ont montré que l'apport de 180 kg de sciure de bois + 3,5 kg de NPK 17-17-17 a influencé de façon générale tous les paramètres observés (végétatifs et de prolifération). Le nombre le plus faible en termes de plantules produites a été observé chez les explants installés dans la sciure de bois associée avec la fiente de poules (T1), le guano (T2) et le lisier de porcs (T3).

Les résultats obtenus indiquent d'une manière claire que la combinaison de la sciure de bois avec l'engrais minéral NPK 17-17-17 permet d'améliorer la production de plantules à partir d'explants de bananier. Cette étude met à la disposition des agriculteurs des informations techniques permettant d'augmenter la production de rejets de bananier en conditions semi-contrôlées.

Les études ultérieures sont cependant nécessaires en vue de déterminer la dose optimale de la combinaison de la sciure de bois avec l'engrais minéral NPK 17-17-17 capable d'améliorer durablement la production de plantules de bananier.

Remerciements

Les auteurs adressent leur gratitude à la Coopération Technique Belge (CTB, actuellement ENABEL), à l'Académie de Recherche et d'Enseignement supérieur (ARES, Belgique/PAH-2015 ARES/UNIKIN) et au Bioversity International pour l'appui financier apporté à la réalisation de cette recherche.

Références

Akpakouma A., 2009. *Qualités chimiques et biochimiques des solides de lisier de porcs une formulation d'engrais organo-minéraux*, 10 p.

Bakayoko S., Konate Z., Lekadou Tacra T., Diomandé Siaka & Soro D., 2019. Evaluation du pouvoir fertilisant de fumures organiques (fiente de poulet et tourteaux de coprah) sur les de croissance du bananier plantain cultivé

sur sables quaternaires du littoral ivoirien. *Journal of Applied Biosciences*, 134: 13730 – 13741.

Bangata B.M., Mobambo K.N., Kasongo M., Shungu D., Vuvu K., Vangu P., Omondi A. & Staver C., 2018. Evaluation du potentiel prolifératif de six cultivars de bananier (cv. AAB, ABB, et AAA) par macropropagation en République Démocratique du Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 127, 12785 - 12793.

Bangata Bitha nyi Mbunzu, Ngenelo Ngbengbu & Mobambo Kitume Ngongo, 2019. Evaluation du potentiel de prolifération d'explants de différentes dimensions de bananier plantain (*Musa* sp. cv. AAB) par la macropropagation en conditions semi-contrôlées. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 2(2), 25-31.

Beloved Mensah Dzomeku, Solomon Kodjo Darkey, Jens-Norbert Wünsche & Raphael Kwame Bam, 2014. Response of selected local plantain cultivars to PIBS (plants issus de bourgeons secondaires) technique. *J. Plant Develop.* 21, 117–123.

Bidima M., 2013. *Bananier plantain : production des semences saines par technique PIF*, 8 p.

Bomisso Edson Lezin, Ouattara Généfou, Tuo Seydou, Zeli Tizié Fabrice & Aké Séverin, 2018. Effet du mélange de pelure de banane plantain et de compost de fiente de poules sur la croissance en pépinière de rejets écailles de bananier plantain, variété Big Ebanga. *Journal of Applied Biosciences*, 130, 13126 – 13137.

Bonte E., Verdonck R. & Gregoire L. 1995. La multiplication rapide du bananier et du plantain au Cameroun. *Tropicicultura*, 13(3), 109-116.

Delago M., Rodriguez C., Martin JV., De Imperial RM. & Alonso F., 2012. Environmental assay on the effect of poultry manure application on soil organisms in agroecosystems. *Science of the total environment*, 416, 532-535.

Demir K., Sahin O., Kadioglu YK., Pilbeam DJ. & Gunes A., 2010. Essential and non-essential element composition of tomato plants fertilized with poultry manure. *Scientia horticulturae*, 127 (1), 16-22.

Dhed'adjailo B., Moango Manga A. & Swennen R., 2011. *La culture des bananiers et bananiers plantains en RD. Congo*. Support didactique, Edition Saint Paul Afrique, Kinshasa. 82 p.

FAO, 2010. *Les répercussions du changement climatique sur la sécurité alimentaire et la gestion des ressources naturelles en Afrique*. Document de référence rédigé pour la vingt-sixième Conférence régionale pour l'Afrique. Luanda, Angola, 3-7.

Ganry J., 2001. Maîtrise de la culture du bananier pour une production raisonnée face aux nouveaux défis. In *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 87(6), 119-127.

Gazeau S., Bouvard F., Leclerc B., Synalav B.L. & Nicolas B. 2012. *Fientes de volailles. Les sols vivants bios. Matières organiques*. Fiche N° 19, 2 p.

Huber G. & Schaub C., 2011. *La fertilité des sols : l'importance de la matière organique*. Agriculture et terroir, chambre d'agriculture Bas Rhin, 46 p.

- Kitabala MA., Tshala UJ., Kalenda MA., Tshijika IM. & Mufind KM., 2016. Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba (RD Congo). *J. Appl. Biosci.*, 102, 9669-9679.
- Kone T., Soumahoro B.A., Coulibaly K.Z., Traore S., Kone D. & Kone M., 2016. Effects of substrates, weight and physiological stage of suckers on massive propagation of plantain (*Musa paradisiaca* L.). *International Journal of Research – Granthaalayah*, 4(1), 1-13.
- Kwa M., 1993. *Architecture, morphogénèse et anatomie de quelques cultivars de bananiers*. Thèse de doctorat, USTL, Montpellier, France, 287 p.
- Kwa M., 1998a. Etude des techniques de multiplication du matériel végétal *in vivo*, in : *Rapport Technique 1996-1997*. Doc. CRBP Njombé, 96-100.
- Kwa M., 1998b. Le matériel de plantation : base d'une dynamique des productions bananières durables, in: *Picq, C., Fouré, E., Frison, E.A. (Eds.), Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire*, INIBAP, *Symp. Int.*, Douala, Cameroun., 1998.
- Kwa M., 2003. Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige du bananier pour la propagation en masse de plants en conditions horticoles *in vivo*. *Fruits*, 58(6), 315–328.
- Kwa M., 2009. *La culture et la multiplication des plants de bananier (Musa sp.)*, *Connaissances et techniques de base*. CARBAP, RD Congo, 13 p.
- Lekadou T., Alice N., Jean-Louis K., Kouassi A., Zakra N. & ASSA A., 2008. Décomposition des tourteaux de coprah et de palmiste et effets sur la croissance des cocotiers (*Cocos nucifera* L.) en pépinière et la nutrition minérale des cocotiers adultes en Côte d'Ivoire. *Sciences et Nature*, 5(2), 155 - 166.
- Lepoint P., Iradukunda F. & Blomme G., 2011. Macropropagation of *Musa* spp. In Burundi: A Preliminary Study. In : *Guy Blomme, Bernard Vanlauwe and Piet van Asten (Ed.), Banana Systems in the Humid Highlands of Sub-Saharan Africa, Enhancing Resilience and Productivity*, *International conference organized by the Consortium for Improving Agriculture-based Livelihoods in Central Africa (CIALCA)*, Kigali, Rwanda, from 24 to 27 October 2011. pp. 58-65.
- Lepretre S., Dobbels M., Mouquot P.A., Garez F.I., SAYSSET C.H., Bernet J.M. & Mahieu P., 2002. Valeurs fertilisantes indicatives des engrais de ferme, p. 1–6.
- Mayeki JP., Ndong Biyo'o, M., Ngnigone Ella C., Molouba F., Demikoyo D., Mibemu S. & Effa B., 2010. Influence de la composition des substrats sur le sevrage des vivoplants de plantains (*Musa* sp), Laboratoire de Biotechnologies Végétales, IRAF-CENAREST. *Sciences Sud*, 3, 1-16.
- Meutchieye F., 2009. *Fiche technique de multiplication des bananiers par méthode de PIF, plants issus de fragments de tiges*. Manuel de formation pour la communauté rurale, 6 p.
- Minengu JDD., 2014. *Etude des possibilités de culture de Jatropha curcas L. dans la région de Kinshasa en République Démocratique du Congo (RDC)*. Thèse de Doctorat. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 178 p.
- Mobambo K.N., Staver C., Hauser S., Dheda B. & Vangu G., 2010. An innovation capacity analysis to identify strategies for improving plantain and banana productivity and value addition in the Democratic Republic of Congo. *Acta Horticulture (ISHS)*, 879, 821-827.
- Ngo-Samnack E.L., 2011. *Production Améliorée du Bananier Plantain*. Pro-Agro (Engineers Without Borders, Cameroon (ISF Cameroun)/Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA), Wageningen, The Netherlands.
- Njeri Njau, Mwangi M., Kahuthia-Gathu R., Muasya R. & Mbaka J., 2012. Effectiveness of macropropagation technology in production of disease free banana seedlings in central and eastern Kenya, Research Application Summary. *Third Ruforum Biennial Meeting 24 - 28 September 2012, Entebbe, Uganda*. pp. 1327-1330.
- Ongagna A., Mialoundama F. & Bakouetila MGF., 2016. Etude de la production des plants de bananiers et plantains (*Musa* spp.) par la technique des PIF au Congo : Effets des substrats sur la croissance et le développement des plants en pépinière, *International Journal of Neglected and Underutilized Species (IJNUS)*, 2, 42-56.
- Sadom L., Tomekpé K., Folliot M. & Côte F.X., 2010. Comparaison de l'efficacité de deux méthodes de multiplication rapide de plants de bananier à partir de l'étude des caractéristiques agronomiques d'un hybride de bananier plantain (*Musa* sp.). *Fruits*, 65(1), 3–9.
- Singh H.P., 2011. Harnessing the Potential of Banana and Plantain in Asia and the Pacific for Inclusive Growth. *Acta Hort.*, 897, 495-506.
- Swennen R., 1990. *Plantain cultivation under West African conditions*. A reference manual. International institute of tropical agriculture, Ibadan Nigeria, 24 p.
- Tenkouano A., Hauser S., Coyne D. & Coulibaly O., 2006. Clean planting materials and management practices for sustained production of banana and plantain in Africa. *Chronica Horticulturae*, 46, 14-18.
- Weber J., Karczewska A., Drozd J., Lieznar M., Lieznar S., Jamroz E. & Kocowicz A., 2007. Agricultural and ecological aspects of sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biol. Biochem.*, 39, 1294-1302.