

Etude comparative de la production de rejets par la méthode de macropropagation des quatre variétés de bananiers (*Musa* spp.) à Mushweshwe

[Comparative study of discard production by the macropropagation method of four varieties of banana (*Musa* spp.) in Mushweshwe]

LYADUNGA MUPENDA-KAZAMBA Pascal¹, MIHIGO RUSHEMA Pascal¹, KASOLE HABIMANA Georges¹, BARHAKENERA BAHATI Moïse¹, BUGABO BAHIDIKA Zénonde¹, and NTAMWIRA BAGULA Jules¹⁻²

¹Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires, ISEAV/Mushweshwe, B.P. 19, Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Institut National Et de Recherche Agronomiques INERA Mulungu, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In South Kivu, banana occupies the first place in terms of cultivated area. Although the yield of bananas is still low, production varies between 4 and 10 tons per hectare per year. However, heavy threats from diseases and pests are currently affecting the production of bananas and plantains. Among these threats, we find bacterial wilt of banana. The aim of this study is to compare four varieties of banana for the production of rejects by the method of macro propagation in Mushweshwe. Four varieties of banana were used so, two of beer (*Yangambi* and *Nshikazi*) and two others cooking varieties (*Cavendish* and *Gros Michel*) were multiplied by the method of macro propagation. The 4 varieties combined 200 strains (cormes) at the rate of 50 units per variety. The stumps were sterilized with hot water. The results showed mother strains of the *Nshikazi* variety had a significantly lower mean circumference than the others, but the average number of rejects produced was not significantly different between the four varieties even if this variety *Nshikazi* (53 rejects) was high followed by *Yangambi* 35 rejects in second place, followed by *Cavendish* with 34 rejections and finally *Gros Michel* with 32 rejects. The correlation analysis between strain size and the number of weaned rejects showed that at a certain level, strain size negatively affected the production of rejects. Thus all the varieties used are good for the production of rejects. Finally, the estimate of production cost shows that the use of local equipment for the production of rejects costs less than the use of the standard unit.

KEYWORDS: Rejects, macro propagation, banana tree, Great Lakes subregion.

RESUME: Au Sud-Kivu, le bananier occupe la première place en termes de la superficie cultivée. Bien que le rendement des bananiers y soit encore faible, la production varie entre 4 et 10 tonnes à l'hectare par an. Cependant, de lourdes menaces dues aux maladies et ravageurs pèsent actuellement sur la production de la banane et des bananes plantains. Parmi ces menaces, nous trouvons le flétrissement bactérien de bananiers. L'objectif de cette étude était de comparer quatre variétés de bananiers pour la production de rejets par la méthode de macro propagation à Mushweshwe. Quatre variétés de bananiers ont été utilisées dont, deux à bière (*Yangambi* et *Nshikazi*) et deux autres variétés à table ou à cuire (*Cavendish* et *Gros Michel*) étaient multipliés par la méthode de macro propagation. Les 4 variétés réunissaient 200 souches (Cormes) à raison de 50 unités par variété. Les souches étaient stérilisées à l'eau chaude. Les résultats ont montré que les souches mères de la variété *Nshikazi* avaient une circonférence moyenne significativement inférieure à celle des autres mais le nombre moyen de rejets produits n'était pas significativement différents entre les quatre variétés même si ceux de cette variété *Nshikazi* (53 rejets) était élevé suivi de *Yangambi* 35 rejets en deuxième position, suivi de *Cavendish* avec 34 rejets et enfin *Gros Michel* avec 32 rejets. L'analyse de corrélation entre la grosseur de souches et le nombre de rejets sevrés a montré qu'à un certain niveau, la grosseur de souche affecte négativement la production de rejets. Ainsi toutes les variétés utilisées sont bonnes pour la production de rejets. En fin, l'estimation de coût de production montre que l'utilisation de matériels locaux pour la production de rejets coûte moins cher que l'utilisation de l'unité standard.

MOTS-CLEFS: Rejets, macro propagation, bananier, sous-région de grands-lacs.

1 INTRODUCTION

La banane est la quatrième culture cultivée au monde en termes de production. Si en Europe, la consommation sous forme de fruits est bien connue, d'autres usages sont appliqués en Afrique. Cette multiplicité d'utilisation est liée à la diversité des variétés cultivées : cuisson des bananes vertes dites à cuire, délice sucré des bananes desserts et, plus particulièrement en Afrique de l'Est [1].

En République Démocratique du Congo (RDC), le bananier (*Musa* spp.) joue un rôle important dans la sécurité alimentaire [2]. Au point de vue production, le bananier vient en deuxième position après le manioc [3]. Cependant, à l'Est du pays, la banane occupe la première place en termes de production (85% de la production totale de la matière fraîche), suivi du manioc et du haricot [4].

Le bananier cultivé (banane et plantains) constitue une source alimentaire pour des millions des personnes dans le monde. Sa culture s'étend sur plus de 120 pays des régions tropicales et subtropicales à travers cinq continents. [5]. Il constitue un aliment de base pour plus de 400 millions des personnes dans les pays en développement de l'Amérique du Sud, du Sud-est asiatique et de l'Afrique, mais aussi une véritable source de revenus [6].

Dans le Kivu montagneux, la banane est produite dans le système de case et y joue un grand rôle du point de vue social, culturel, environnemental et économique. C'est-à-dire, dans les compostières traditionnelles placées autour de la case recevant des déchets ménagers pour la fertilisation des sols. La bière locale soutirée des bananes génère l'argent au profit des fermiers agricoles, facilite toutes les cérémonies coutumières dans le village, y compris les événements des mariages et des deuils [7].

La production mondiale en 2012 était de 130 millions des tonnes [8]. Environ 25 millions des tonnes (soit 34% de production annuelle mondiale), principalement les bananes plantains sont produites en Afrique. Sa culture prédomine sur les terres des tropiques humides en République Démocratique du Congo, au Congo Brazzaville, au Gabon, au Cameroun, au Nigéria, au Ghana, en Côte d'Ivoire, en Guinée et au Libéria. Plus de 90% des bananes produites en Afrique sont consommées localement [6].

En 2015, la production de la banane et du plantain en RDC était estimée par la FAO à 1.528.690 tonnes, dont 322.000 tonnes pour les bananes, une production en baisse. La superficie totale cultivée est de 600.000 hectares avec un rendement moyen de l'ordre de 3 tonnes par hectare, cette production reste encore très faible en comparaison avec la production mondiale [9].

Au Sud-Kivu, le bananier occupe la première place en termes de la superficie cultivée [4]. Bien que le rendement des bananiers y soit encore faible, la production varie entre 4 et 10 tonnes à l'hectare par an. Et pourtant, les résultats de recherches indiquent que dans la région de Grands Lacs Africains, et dans de bonnes conditions, 30 à 40 tonnes des bananes à l'hectare par an peuvent être produites [7].

Cependant, de lourdes menaces dues aux maladies et ravageurs pèsent actuellement sur la production de la banane et des bananes plantains. Parmi ces menaces, nous trouvons les maladies bactériennes (flétrissement bactérien), fongiques, virales, les nématodes et ravageurs tels que les charançons (*Cosmopolites sordidus*) sont signalés dans les zones de culture et ont un impact considérable sur la diminution de la production de la banane [6]. La présence de la Cercosporiose noire ou maladie des raies noires cause 30 à 40% de réduction de rendement [9].

Les enquêtes menées en 2010 au Nord Kivu à Kitchanga par la FAO renseignent que le revenu annuel des agriculteurs qui était en moyenne de 1600 dollars américains par hectare a été affecté par le wilt bactérien. Pour ce qui concerne le Sud Kivu, vers les années 2006, dans le groupement d'Irhambi, un régime de banane coûtait 0,5 à 1 dollar américain, mais actuellement suite à cette maladie, le même régime coûte entre 5 et 8 dollars, soit une augmentation de plus de 800% par an [7].

Cette menace de bananier par les bactéries constitue, non seulement un frein pour la sécurité globale du sol, mais aussi pour l'économie et le social des paysans de Kabare en particulier, et de la Province du Sud Kivu en général.

En plus, ce problème est aggravé par le fait que la propagation de bananiers à travers tout le pays se fait exclusivement par les rejets avec un nombre limité de rejets par plant à cause de la dominance apicale qui existe chez le bananier [10]

Le manque des matériels améliorés de propagation de bonne qualité et en quantité suffisante. L'utilisation de matériel de plantation sain et en quantité suffisante constitue un facteur capital qui limite la promotion de la culture des bananiers et plantains en RDC [11]. Cependant, le même auteur que la culture de tissus permet la production de rejets sains en quantité suffisante. Le coût élevé (plus au moins un dollar par plantule) de rejet produit in vitro limite l'accès aux petits paysans.

Par opposition, la macro propagation est une technique simple et moins coûteuse pour la production rapide et en masse de rejets de bananiers. La corne (Cormus) va être découpée en quartiers. Les éclats de souche sont disposés sur un substrat léger et bien drainé dans un conteneur appelé propagateur. L'éclat de souche va donner naissance à un ou plusieurs rejets,

deux à trois mois après leur mise en propagateur. Ces produits de la multiplication végétative ou clones sont génétiquement et vigoureusement semblables au plant dont on a utilisé la souche du départ. Les plants ainsi produits sont extraits de leur substrat. Ils sont individualisés et sevrés de l'éclat de souche dont ils proviennent [12],

Existe-t-il le type et variété de bananiers qui produit un grand nombre de rejets plus que les autres à utiliser pour produire rapidement de rejets ? Les différentes variétés de bananiers répondraient différemment à la technique de macro propagation quant à la production de rejets.

A cette question l'objectif principal est de contribuer à l'amélioration de la production des bananiers par la production rapide de rejets sains au Sud Kivu : tout en sélectionnant les variétés de bananiers à bière et à dessert qui produisent un grand nombre de rejets par la technique de macro propagation et en comparant les deux types de bananiers (à bière et à dessert) quant à leur production de rejets par la technique de macro propagation, mais aussi, tout en déterminant le coût de production de rejets par la méthode simple et applicable par les paysans.

L'intérêt de ce travail est la production rapide des rejets de bananiers de différentes variétés à moindre coût et en masse. Cette technique très importante peut susciter les fermiers paysans à restaurer à volonté les bananeraies qui constituaient autre fois le poumon socio-économique et culturel.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU EXPERIMENTAL

Le terrain expérimental est situé dans le domaine de Mushweshwe en Groupement de Bushumba, dans la partie Nord du Territoire en Chefferie de Kabare (180 km²) à une cinquantaine des kilomètres de la ville de Bukavu [13].

Le domaine de Mushweshwe compte trois institutions scolaires : un institut secondaire (ITAV depuis 1995 issu de l'IPA créé en 1971), Ecole Primaire Kanyenye créée aussi en 1995, un institut supérieur (ISEAV créé en 1993 et fonctionnel depuis 2001) et un petit marché (Chafundanshege),[14].

Conditions climatiques

Le domaine de Mushweshwe est identifiable parmi les autres entités ou groupements dominées par des collines très élevées en territoire de Kabare dont l'altitude varie entre 1500 et 1700 m. Ce relief est caractérisé par des vallées et des versants convexes et ondulés, descendant graduellement sur plusieurs mètres et pentes douces et courtes. L'année s'étend sur deux saisons ; une saison des pluies de 9 mois (de Septembre à Mai) et une saison sèche de 3 mois (de Juin à Août). Son climat est tempéré et la température moyenne annuelle de l'air est voisine de 19,5°C [15].

Selon [16], les données climatiques qui ont été enregistrées au cours de son essai à Mushweshwe, provenaient de la station météorologique du Centre de Recherche en Sciences naturelles (CRSN-LWIRO), Département de Géophysique.

Tableau 1. Coordonnées météorologiques de Kabare de Novembre 2017 en Avril 2018 [16]

Mois	Pluie (mm)	Température(°C)
Novembre	138,5	19,8
Décembre	132,2	20,4
Janvier	173,0	20,6
Février	156,3	20,9
Mars	143,3	20,5
Avril	145,3	21,4
Moyenne	148,15	20,6

Conditions édaphiques

Le sol de Mushweshwe présente une caractéristique ferralitique composite de la classification américaine au classement Ferrasols sous savane de l'ordre des Histisols [17].

2.2 MATÉRIEL

Matériel végétal de propagation

Le matériel utilisé était la souche du bananier de quatre variétés prélevées dans deux Groupements et dans différents villages ci-après :

Variété *Yangambi*: prélevée dans le village Buhehe à Buhuma.

Variété *Nshikazi*: prélevée dans le village Lwangoma à Cibinda.

Variété *Cavendish*: prélevée dans le village Bukenge à Cikumbo.

Variété *Gros Michel*: prélevée dans le village de Buhehe au site de Bioversity International à l'ISEAV/Mushweshwe.

Matériel de couverture

Le matériel utilisé était le Jong-marais (Cyperaceae) prélevé au marais de l'ITAV/MUSHWESHWE et acheminé frais sur le site de travail pour être utilisé au même moment, après mise enterre des cormus dans chaque bloc.

Outils et appareils utilisés

Les outils de travail utilisés étaient :La houe pour labourer la terre du site, la machette pour la trouaison, le fauchage du site et la coupe des sticks, le couteau pour faire la parage et les incisions sur les explants, la pelle pour faciliter les travaux d'aménagement des plates-bandes, la ficelle pour le piquetage et la délimitation du terrain, le décamètre et/ou mètre ruban pour faire les mesurages, le bassin en plastique pour faciliter le délayage des produits, la brouette pour transporter les effets dans le site, les sacs vides pour plusieurs usages dans le site, la grande casserole ou fût vide pour chauffer l'eau, le pied à coulisse pour mesurer le diamètre des plants, les piquets en bois pour délimiter les blocs et les parcelles, le marteau pour marteler les clous lors de la construction, les sticks d'arbres pour la construction dans le site, les bois de chauffage pour faciliter la stérilisation, le chronomètre pour limiter la durée de stérilisation, les bidons en plastique pour puiser l'eau , la boîte d'allumettes produisant le feu pour chauffer l'eau de stérilisation des outils et du matériel végétal, les sachets en polyéthylène pour le sevrage des rejets, les clous petits et moyens pour la construction du hangar pour acclimatation des rejets, la balance de précision et/ou mesure pour le produit , le carnet de bord pour la prise des données expérimentales, le crayon pour le dessin des images, le stylo pour enregistrer les données, la gomme pour effacer les fautes sur le dessin, l'encre correctrice pour effacer les fausses écritures, le marker pour mentionner les variétés et les différentes dates des opérations, les étiquettes pour indiquer les différentes activités et étapes des opérations dans le site, la cuillerée pour mesurer le produit phytosanitaire, l'arrosoir pour faire l'arrosage dans le site, les gants pour la sécurité pendant la pulvérisation, le Cache-nez pour la sécurité des nez pendant la pulvérisation, etc.

Les autres produits utilisés sont : L'eau pure chauffée à 100°C, le compost (matière organique complexe et bien décomposée) et le savon de lessive.

2.3 MÉTHODOLOGIE

Dispositif expérimental

L'expérimentation en blocs complets a été réalisé au site du clapier de l'ISEAV/Mushweshwe durant le mois de juillet 2017 jusqu'au mois de mars 2018 (dès le début des travaux préparatoires jusqu'à l'évaluation finale de l'essai). Ce travail consistait à l'installation d'un site de macropropagation de quatre variétés de bananiers dessert (*Cavendish*, *Gros Michel*) et à bière (*Yangambi*, *Nshikazi*). Le site d'une superficie de 80 m²soit 10m x 8 m était divisé en quatre blocs contenant chacun les quatre variétés. Dans chaque bloc il y avait 4 parcelles correspondant aux 4 variétés prise au hasard, et portant chacune dix souches, ce qui fait un total de 40 souches par bloc et 160 souches pour les quatre blocs. Les traitements étaient les quatre variétés de bananiers correspondant aux 160 parcelles sur 4 blocs. Les cormes ou souches de différentes circonférences étaient plantées dans les trous creusés suivant la grandeur de la souche à partir des sillons tracés dans la plate-bande d'une longueur de 5 mètres et 1,2 mètre de largeur chacune.

Les 4 variétés réunissaient 160 souches (Cormes) à raison de 40 unités par variété. Les souches étaient stérilisées à l'eau chaude. Directement nous y trempions pendant 30 secondes, les cormus ayant subis le parage et introduits dans un sac perché en l'air par deux personnes tenant de bout à bout les manches du morceau de bois de plus ou moins 1,50 m pour suivre la consigne du chronomètre pendant le trempage.

Avant de creuser un sillon où loger le cormus, nous nous mettions d'abord à mesurer sa circonférence pour nous assurer que celui-ci sera complètement couvert superficiellement du sol arable d'au moins 5 cm d'épaisseur, et cela, de manière à

totaliser les 10 unités du matériel végétal prévues par parcelle. L'écartement entre les cormus étaient de : 20 cm sur les lignes et 40 cm entre les lignes.

Après avoir enfoui les cormus, venait alors le tour de la couverture du sol sur l'ensemble du bloc par le Jong-marais (*Cyperaceae*) dans l'objectif d'amortir les rayons solaires sur les blocs non couverts d'ombrière, de conserver l'humidité dans le sol et prévenir l'effet de splash lors de l'arrosage. Voici comment se présentaient les cormus plantés dans chaque parcelle sur le bloc à ciel ouvert dans un environnement plus ou moins sain. La figure1 présente le dispositif expérimental de l'essai.

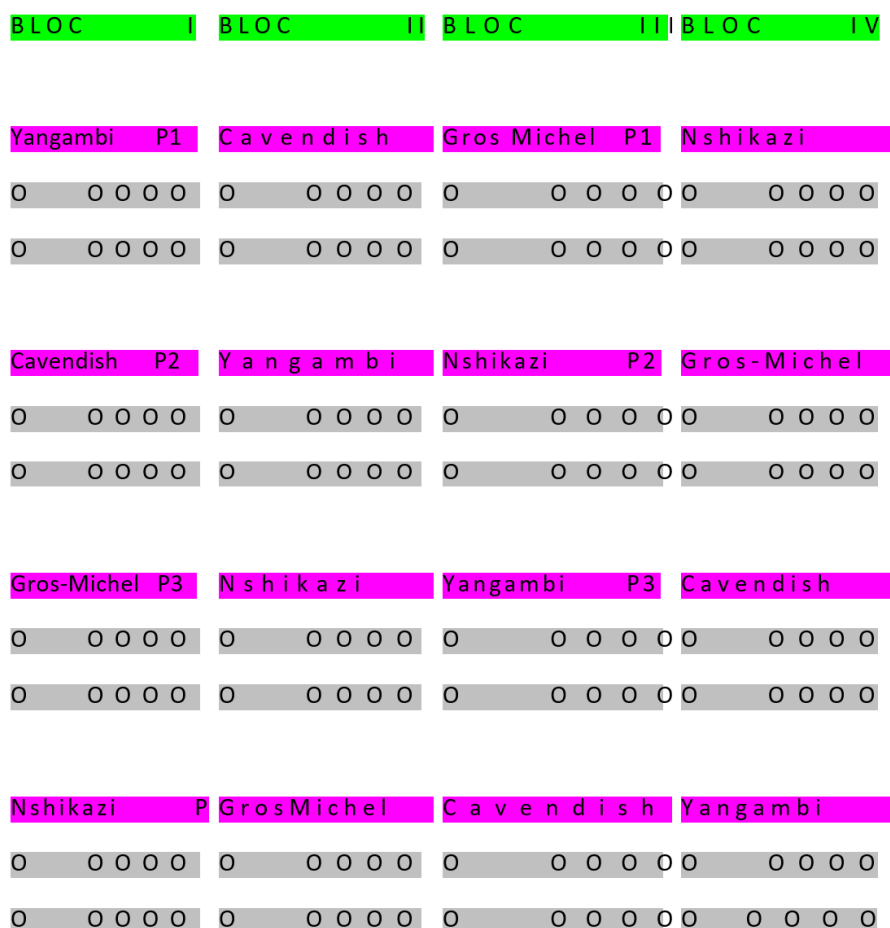


Fig. 1. Dispositif expérimental à 4 blocs et à 40 parcelles

Préparation de souches pour la multiplication

Après dessouchage de souches, leur méristème apical étaient détruits par incision à 2-3 cm de profondeur au signe de la croix et stérilisation pour tuer les nématodes du bananier (*Radopholus similis*) dans leurs caches racinaires ainsi que d'autres insectes et champignons [18]. Aussitôt stérilisées, les cormes ont immédiatement été mises en terre selon le bloc, la parcelle et la variété.

Conduite de l'essai

Comme notre essai était installé en saison sèche, il nous était obligé de faire l'arrosage régulier, c'est-à dire chaque matin, en nous rassurant que les blocs étaient convenablement imbibés d'eau de manière à conserver l'humidité jusqu'au lendemain, grâce au bon dispositif de paillage d'une couche de 10 cm au moyen du *Cyperaceae*. Toutes les opérations faites concernent l'essai depuis la stérilisation, la mise en terre des cormus, jusqu'à la date du premier levé des rejets. De la mise en macro propogateur des cormus jusqu'au levé des rejets, nous avons compté 31 jours, et cela avant la première scarification. A ce stade-là, nous avons constaté après observation que 50% de rejets de toutes les variétés étaient sortis du sol.

Observations agronomiques

Les paramètres observés étaient : circonférence de souches, date de levée et/ou de reprise, dates de scarifications (première, deuxième, troisième,), dates des sevrages (premier, deuxième, troisième), nombre de rejets sevrés, hauteur de plants, diamètre au collet et nombre des feuilles.

Circonférence de souches

Nous avons mesuré la circonférence de chaque souche avant plantation à l'aide du mètre ruban et dont la petite souche avait 32 cm alors que la plus grande mesurait 90 cm.

Tableau 2. Tableau présentant les dates de levée

N°	Variétés	Date de levée
1	<i>Yangambi</i>	Le 04/09/2017
2	<i>Cavendish</i>	Le 06/09/2017
3	<i>Nshikazi</i>	Le 07/09/2017
4	<i>Gros Michel</i>	Le 03/09/2017

Pour ce qui concerne cette observation, nous avons noté la date lorsque nous avons observé la levée d'un bourgeon par souche. Les bourgeons apparaissent un à un.

Scarifications

La première scarification s'est passée en date du 10 octobre 2017 (après un mois de mise en terre) dans une seule journée sur tous les 4 blocs et sur tout l'ensemble de 40 parcelles. A ce stade-là, il n'y avait pas encore de rejets à sevrer mais une activité préparatoire du sevrage. Deux semaines avaient suffi pour commencer à observer la reprise de rejets. Les deux dernières autres scarifications s'étaient réalisées le 29 novembre 2017 et le 04 janvier 2018.

Sevrage et transplantation dans les poquets

Le premier sevrage s'est déroulé en date du 29 novembre 2017, le deuxième en date du 01 janvier 2018 et le troisième en date du 16 mars 2018. Partant de ces deux activités qui se réalisaient concomitamment, les parcelles sur lesquelles elles se déroulaient restaient quasi désertes et l'on ne pouvait apercevoir que le terrain couvert de sa paille comme presque le jour de la mise en terre des cormes de bananiers. C'est seulement au bout d'une semaine que les premières repousses commencent à sortir du sol et à la troisième semaine (excepté la variété Nshikazi qui a fait une semaine de surplus), on remarque encore une végétation des rejets gagnant toute la surface qui était emblavée au départ. A la quatrième semaine, après avoir réuni tous les nécessaires pour faire le sevrage (hangar ou site d'acclimatation ou site de grossissement, compost complexe et bien décomposé, sachets en polyéthylène, les outils aratoires et autres) que cette activité se réalise normalement. Le sol fin est mélangé à 50% avec la matière organique apprêtée pour former un terreau avec lequel on remplira les sachets en polyéthylène qui vont recevoir les rejets sevrés. Cela étant fait, il a fallu attendre encore deux semaines pour assister à la reprise de rejets. Après reprise de rejets (50%), il suffit d'attendre encore une ou deux autres semaines pour procéder à la scarification et au sevrage le même jour. Dans l'entre-temps les autres activités telles que le remplissage des sachets, l'entretien du site et l'arrosage continuent à se faire.

Hauteur de plants

La hauteur de plants a été mesurée par un mètre ruban le jour de sevrage pour tous les rejets sevrés.

Diamètre au collet

Le diamètre au collet de plantules a été aussi mesuré au moment de différents sevrages.

Nombre des feuilles

Le nombre des feuilles a été aussi compté à chaque opération de sevrage et par variété.

Nombre de rejets sevrés

Le nombre de rejets était compté le jour de sevrage.

Estimation du coût de production

Le coût de production à ce niveau prend en compte les dépenses effectuées dans toutes les opérations de cette expérimentation et par la suite les comparer aux résultats liés à la production des rejets soumis à la vente pour tirer conclusion après un petit calcul des recettes moins les dépenses.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RÉSULTATS

Circonférence de souches et date de reprise

Les résultats relatifs à la circonférence et date de reprise (levé) sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 3. Circonférence de souches et date de reprise

Variétés	Circonférence en (cm)	Nombre de jours à la reprise
Cavendish	76.8b	29
Gros Michel	85.0a	27
Nshikazi	75.4b	30
Yangambi	68.7c	26
LSD	3.2	
Fpr	0.001	

Les chiffres suivis par une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents selon le test de LSD (la plus petite différence significative) $p < 0,05$.

Tableau 4. Anova pour la circonférence au collet

Change	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Répétitions	4	291.37	72.84	1.4	0.238
Variétés	3	5310.49	1770.16	33.96	<.001
Residual	151	7871.76	52.13		
Total	158	13473.62	85.28		

Nous constatons de ce tableau une différence hautement significative entre les variétés ($p=0.001$).

Plants sevrés, circonférence, hauteur, nombre de feuilles et nombre de jours lors de sevrage.

Les résultats relatifs aux plants sevrés, circonférence, hauteur, nombre de feuilles et nombre de jours lors de sevrage sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 5. Plants sevrés, circonférence, hauteur, nombre de feuilles et nombre de jours lors de sevrage

Variétés	Nombre de plants sevrés	Hauteur	Circonférence	Nbre de feuilles	Nombre de jours au sevrage
Cavendish	34a	40c	15a	5a	36
Gros Michel	32a	60a	16a	4a	36
Nshikazi	53a	47b	13a	4a	36
Yangambi	35a	56a	15a	5a	36
LSD	22	5	3	1	
Fpr	0.986	0.001	0.556	0.115	

Les chiffres suivis par une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents selon le test de LSD (la plus petite différence significative) $p < 0,05$.

Nous constatons de ce tableau qu'en général, le nombre moyen de rejets sevrés n'a pas varié significativement entre les quatre variétés. Les variétés peuvent être classées *Nshikazi* > *Yangambi* > *Cavendish* > *Gros Michel*.

Pour ce qui concerne la hauteur de plantules, la variété *Gros Michelet Yangambi* ont de plantules significativement plus hautes que *Cavendish* et enfin, de *Nshikazi*. La circonférence moyenne de rejets de *Nshikazi* n'était pas significativement inférieure à celles des autres.

Cependant, la circonférence, le nombre de feuilles et nombre de jours lors de sevrage n'ont pas variés significatives entre les variétés. L'analyse de la variance de nombre rejets sevrés et leur hauteur moyenne et donnée par les tableaux 6 et 7.

Tableau 6. Tableau d'ANOVA pour le nombre total de plants sevrés par variétés

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Variété	3	18	6	0.05	0.986
Residual	8	1052	131.5		
Total	11	1070			

Nous constatons de ce tableau une différence non significative entre les variétés ($p=0.986$). Le tableau 7 présente l'ANOVA de la hauteur de plants

Tableau 7. ANOVA de la hauteur de plants

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Variétés	3	745.491	248.497	36.04	<.001
Residual	8	55.153	6.894		
Total	11	800.644			

Nous constatons de ce tableau une différence hautement significative entre les variétés ($p=0.001$)

Relation entre circonférence de souches et nombre de rejets produits

La figure 1 présente la relation entre la circonférence de souches mères et les rejets qui étaient produits par souche. Elle montre que les plus grosses souches ont données un petit nombre de rejets. Donc la relation est négative lorsque la grosseur de souche augmente le nombre de rejets produits diminue fortement. $R^2=0.83452$.

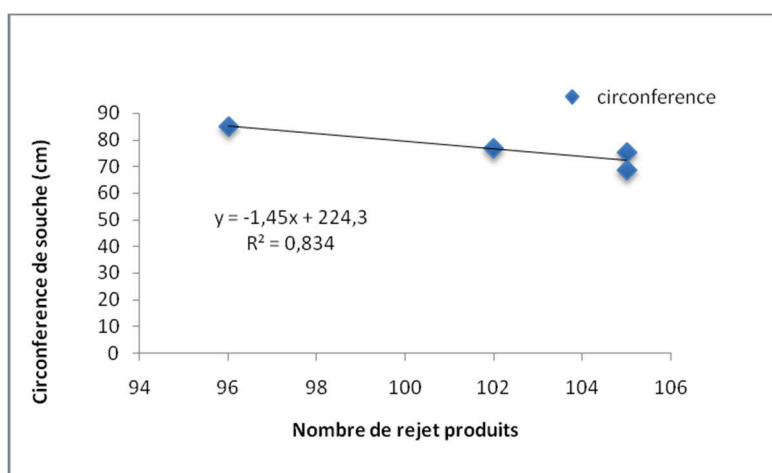


Fig. 2. Relation entre circonférence de souches, nombre de rejets produits par toutes les souches.

Estimation du coût de production

Le coût de production est présenté dans le tableau 8

Tableau 8. Coût de production de notre essai sur la macropropagation de bananiers

	Désignation	Traditionnelle/Moins nantie		Traditionnelle/Nantie	
		Coût Unitaire en \$	Total en \$	Coût Unitaire en \$	Total en \$
1	Achat de 160 souches de bananiers	Forfait	5\$	0,5\$	80\$
2	Dessouchage des souches (40souches comme unité)	-	0.5\$	Forfait	3\$
3	Transport des souches (.)	-	1\$	Forfait	5\$
4	Parage des souches /Cormes (.)	-	1\$	Forfait	5\$
5	Achat de 0,5kg de fongicide	-		Forfait	3\$
6	Location du fût vide pour la stérilisation des cormus	-	0,5\$	Forfait	0,5\$
7	Achat bois de chauffage	-	0.5\$	Forfait	2\$
8	Achat 2 pièces de couteau	-	0.5\$	0,5\$	1\$
9	Achat des sacs vides (4 pièces)	0,4	1,2\$	0,4\$	1,2\$
10	Achat des outils aratoires :				
	A) Houe (1 pièce)	-	-\$	2,5\$	2,5\$
		-	-\$	2,5\$	2,5\$
	B) Machette (1 pièce)	-	-\$	5\$	5\$
		7\$	7\$	7\$	7\$
	C) Pelle (1 pièce)				
	D) Trident (1pièce)				
11	Achat d'un décamètre de 30 m	-	-\$	10\$	10\$
12	Location d'une brouette	-	-\$	10\$	10\$
13	Achat d'une ficelle	-	-\$	5\$	2\$
14	Achat de 2bassins en plastic	1,5\$	3\$	1,5\$	3\$
15	Achat de 500 kg de compost	-	1\$	Forfait	5\$
16	Achat de 10kg de sachets en polyéthylène	-	-\$	1,5\$	15\$
17	Achat de 2 bidons vides en plastic	-	-\$	2\$	4\$
18	Achat de 1 ou 2 arrosoir(s)	6\$	6\$	6\$	6\$
19	Construction d'une clôture autour du site	-	1.5\$	Forfait	5\$
20	Construction d'un hangar pour acclimatation de rejets	-	-\$	-	2\$
21	Communication	-	-\$	-	2\$
22	Restauration	-	1.5\$	-	5\$
23	Arrosages	-	5\$	-	5\$
24	Entretiens	-	1\$	-	5\$
	TOTAL		35\$		196,7\$

Nous référant à la réalité des résultats à notre possession, et si nous pouvons partir d'une moyenne de 10 rejets par corme pour les 4 variétés de bananiers expérimentées, nous remarquons que pour les 160 souches achetées à 0,5\$ par unité, nous avons facilement réalisé : 160 souches x 10 rejets = 1600 rejets en l'espace de 4 à 6 mois. Connaissant la valeur d'un demi dollar par rejet nous prenons : 1600 rejets x 1\$ = 1600\$. Si nous faisons une différence, simplement nous obtenons : 1600\$ - 196,7\$ = 1403,3\$ d'intérêt dans six mois seulement. La conclusion nous amène à considérer que le coût de production pourrait s'évaluer en faisant ce petit calcul :

Premier cas du Paysan nanti : Coût de Production = Dépenses : Recettes «CP=D : R ». Ce qui nous donne : 196,7\$: 1600\$ = 0,122\$/ rejet. Ce résultat réalisé sur une superficie de 80 m² est évaluable à l'hectare en prenant (10.000 m²: 80 m²= 125 m² x 1403,3\$ = 175412,5\$).

Deuxième cas du Paysan moins nanti ; Celui-ci en minimisant le coût car il ne recourt qu'à ses maigres moyens de bords en utilisant toutes les voies sociales, il n'a qu'une dépense de 35\$, mais rien ne l'empêche de produire au même rythme que le nanti et rien aussi ne peut l'empêcher de vendre ses rejets si la demande est là. En exploitant le même espace avec son

courage, il produit 1600 rejets qu'il vend à 1\$ ou à 0,5\$ la pièce et il obtient : $1600 \text{ rejets} \times 0,5\$ = 800\$$. Son coût de production est de $35 : 800 = 0,043\$$ qui est inférieur à celui du nanti qui a tout presque acheté au marché.

3.2 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Circonférence de souches et date de reprise

Selon les résultats dans ce tableau, il ressort que la circonférence moyenne des souches utilisées pour les 4 variétés de bananiers était significativement différente (Cavendish : 76.8 cm, Gros Michel : 85.0 cm, *Nshikazi* : 75.4 cm et *Yangambi*: 68.7 cm). Cependant, la circonférence moyenne de souches de Gros Michel (85,0 cm) était significativement supérieure à celle d'autres et celle de souches de *Yangambi* (68.7 cm) était significativement inférieure à celle d'autres. Les dates de reprise ont variées aussi entre les variétés mais indépendamment de circonférence de souches, elles varient entre 26 et 30 jours pour les 4 variétés. Ce caractère peut être variétal.

Plants sevrés, circonférence, hauteur, nombre de feuilles et nombre de jours lors de sevrage

La variété à bière *Nshikazi* a prouvé par excellence quelle était la meilleure en produisant 53 rejets contre 35 rejets de *Yangambi* en deuxième position, suivi de Cavendish à 34 rejets et enfin Gros Michel à 32 rejets. Cette production massive de rejets ne peut être possible que si les conditions pour le faire sont entièrement réunies. Les résultats obtenus nous ont prouvé que la grandeur d'une souche de bananier n'influence pas le nombre croissant de rejets dans le macropropagateur. Pour le faire, il serait souhaitable de maîtriser les conditions environnementales, écologiques, biologiques, sanitaires et sociales.

Pour notre essai, nous avons jeté un coup d'œil sur les résultats scientifiques [11] du travail sur la macro propagation dans trois différentes zones écologiques du Sud Kivu et Nord Kivu ayant atteint 14 rejets par souche au Sud Kivu.

La technique de propagation en masse in situ [de l'extraction du méristème apical de l'incision en croix en passant par l'addition de BAP] permet d'obtenir une moyenne de quatre bourgeons aux stades des B1G et des B2G mais, quand on la poursuit jusqu'au stade des B3G, on arrive à une moyenne de 13 plantules, ce qui est tout à fait comparable aux résultats obtenus in vitro. Si l'on totalise les propagules issues d'un bourgeon, de la première jusqu'à la troisième génération, on obtient 156 plantules $[(4+4+4) \times 13]$. Si l'on prévoit de sélectionner pour cette propagation en masse in situ, cinq B1G de chaque plant FHIA-20, on obtiendrait 780 plantules (156×5) par emplacement en huit mois [19].

Dans sa discussion ; potentiellement, un rhizome d'hybride FHIA-20 possède de 14 à 16 bourgeons quand le régime apparaît. Chacun deux produits de 6 à 8 bourgeons axillaires. Quand on incise ces bourgeons et qu'on en élimine le méristème apical pour y incorporer la BAP, ils développent de 4 à 5 propagules dans le cas des B1G et des B2G et jusqu'à 13 pour les B3G.

Pour les jours de sevrage, il est de 36 jours pour les quatre variétés, ce qui nous pousse à dire qu'il n'y a pas eu de différence significative. Beaucoup plus, nous avons constaté que, plus le rejet est court lors du sevrage, plus le nombre des feuilles diminue. La seule exception était sur la variété *Nshikazi* où nous avons observé un nombre de feuilles n'ayant pas de rapport avec la hauteur de rejets.

Relation entre la grandeur de la souche et nombre rejets produits

Il ressort de ce graphique que la grandeur de souches n'influence pas le nombre de rejet et l'augmentation de rejets car, une souche de 90 cm de circonférence a produit 96 rejets, alors que celle de 60 cm a donné 106 rejets. En conclusion, au fur et à mesure que la souche devient grande, le nombre de rejets diminue. Donc le choix de la souche pour la macro propagation peut être fonction des caractéristiques variétales liées à la productivité en rejets. Dans la conduite de l'essai, nous avons beaucoup plus focalisé notre attention sur la grandeur de la souche tout en pensant que c'est celle-là qui nous donnera assez de rejets, mais l'expérimentation nous donne un résultat très contraire à l'imagination.

Coût de production

Le calcul de coût de production par cette méthode est plus bas, ce qui est similaire aux observations en 2011 [11]. Sur le plan business, et si le marché des rejets est propice, nous pensons que cette voie de macro propagation la plus simple serait l'idéal ; non seulement sur le plan économique mais aussi sur le plan social et environnemental, si les paysans et les fermiers agricoles peuvent y adhérer et s'approprier ce projet pour contribuer au retour des bananeraies dans le Bushi montagneux et à la lutte contre le chômage et la pauvreté.

4 CONCLUSION

Le présent travail avait comme objectif de comparer quatre variétés de bananiers pour la production de rejets par la méthode de macro propagation à Mushweshwe, Pour ce faire, les souches de 4 variétés de bananiers : deux à bière (*Yangambi* et *Nshikazi*) et deux autres variétés à table ou à cuire (Cavendish et Gros Michel) étaient multipliés par la méthode de macro propagation. Les données récoltées étaient la circonférence de souches mère, la date et le taux de reprise, le nombre de rejets sevrés et leur hauteurs, circonférence, nombre feuilles et enfin le Coût de production de rejets. Les résultats ont montré que les souches mères de la variété *Nshikazi* avaient une circonférence moyenne significativement inférieure à celle des autres mais le nombre moyen de rejets produits n'était pas significativement différents entre les quatre variétés même si pour cette variété *Nshikazi* (53 rejets) il était élevé suivi de *Yangambi* 35, puis de Cavendish avec 34 rejets et enfin Gros Michel avec 32 rejets. L'analyse de corrélation entre la grosseur de souches et le nombre de rejets sevrés a montré qu'à un certain niveau, la grosseur de souche affecte négativement la production de rejets. Ainsi toutes les variétés utilisées sont bonne pour la production de rejets. Enfin, l'estimation de coût de production montre que l'utilisation de matériels locaux pour la production de rejets coûte moins cher que l'utilisation de l'unité standard.

REFERENCES

- [1] Julie VAN DAMME, 2008 : Analyse des contraintes en culture bananière du Rwanda : pp. 1-5
- [2] LASSOUDIÈRE A. (2007). Le bananier et sa culture. Quae, Versailles, pp. 383.
- [3] BALEKANAK, 2004: Multiplication rapide et distribution de matériels de plantation de variétés améliorées et productives de bananiers chez les planteurs de la Province de Bas-Congo. Un rapport de la sixième réunion du Comité de Pilotage, Réseau de chercheurs sur le *Musa* en Afrique Centrale et de l'Ouest (MUSACO), pp. 33-34
- [4] BOUWEMEESTER, H. VAN ASTEN, P. AND OUMA, E (2009): Mapping key variables of banana based cropping systems in the Great Lake Region, partial outcomes of the base-line and diagnostic surveys, International institute of Tropical Agriculture; Ibadan; Nigeria, 50 PP
- [5] JENNY C. CORREELF, TOMEKPE K. PERRIER X., and TEXENAS DU MONT H., 2002. Banana in: Hannon *et al.*: benefic diversity of tropical plants; sciences publishers Inc.
- [6] NGAMA, 2009: contribution à la connaissance de l'incidence de la maladie Bunchy top du bananier pp. 19-21
- [7] Jules Ntamwira, Muller Kamira, Walter Ocimati, Mariam Bumba and Guy Blomme, 2016. An alternative to complete banana mat uprooting: Assessing the effectiveness of continuous cutting at soil level of all shoots in a mat on speed for corm decay. African Journal of Agricultural. Vol. 11(27), pp. 2356-2368, 7 July 2016.
- [8] Site : <https://planet-vie-ensfr/content/culturebanane>, 2012. Production mondiale en 2012, banane.
- [9] VANGU G. H, 2007. Développer une stratégie du secteur Bananes et Banane plantain pour améliorer la sécurité alimentaire et les revenus agricoles. Atelier organisé par Bioversity et INERA, Kinshasa, le 12 juin 2007.
- [10] VANGU PAKA Germaine et Jules NTAMWIRA BAGULA, 2016. Les productions bananières : enjeux de la Sécurité Alimentaire en République Démocratique du Congo. Bulletin R&D Banane et Plantain en AOC N°10 Spécial RDC, Septembre 2016, pp : 23
- [11] J.Ntamwira, C. Sivirihauma, W. Ocimati, M. Bumba, L. Vutseme, M. Kamira and G. Blomme, 2017. Macropropagation of banana/plantain using selected local materials: a cost-effective way of mass propagation of planting materials for resource-poor households. . Eur. J. Hortic. Sci. 82(1), 38–53.
- [12] DHEDAJOLO, HAICOUR, R. TRANG, V.B, D. ASSANI, A et CÔTE, F.X. 2011. La sécurité alimentaire : perspective d'amélioration des bananiers par voie biotechnologique, Cahiers Agricultures 7 : 466-75
- [13] KAZAMBA, 2011 : Effet d'effeuillage des bananiers sur les rendements de 3 types de légumineuses, (Haricot volubile, haricot nain et soja) en cultures associées dans le Groupement de Luhahi, 2011 p.48.
- [14] BORAUZIMA Bafurume, 2012 : Contribution à l'étude de la conduite de l'apiculture dans le Groupement de Bushumba et ses environs, 2012. p, 10-12
- [15] ANONYME, 2011, Service de climatologie INERA Mulungu
- [16] COKOLA Kuliye ; Contribution à l'étude comparative de rendement de quatre variétés de la patate douce (Elengii, Japan, Vander Wall et Mugande) dans les conditions édapho-climatiques de Mushweshwe, 2011. pge 13-14.
- [17] MZEE SOMORA, 2016. Pédologie spéciale en première année d'ingénieur en agronomie générale/Phytotechnie, Notes didactiques, pg 3-36
- [18] DEPIGNY SYLVAIN, BONNEVIOT PAULINE, DUPORTAL MARTINE, 2016 : la culture du bananier plantain : fiche de formation, pg 1-3
- [19] MANZUR MACIAS : 2001. Info-Musa, la revue internationale sur les bananiers et les bananiers plantains, vol 10, pp. 4.