

Influence de la taille et du niveau de prélèvement des boutures sur l'efficacité de la thermothérapie du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans les conditions de Kisangani en RD Congo

Jean INGBABONA WENDE*, Joseph LITUCHA BAKOKOLA et Richard EPASO NEMEDA

Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, Département de Phytotechnie, Laboratoire de Productions Végétales et Agro biodiversité, BP 1232 Kisangani, RD Congo

(Reçu le 29 Mars 2025 ; Accepté le 07 Mai 2025)

* Correspondance, courriel : ingbabonajeon@gmail.com

Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer l'impact de la taille des boutures et leur niveau de prélèvement sur l'efficacité de la thermothérapie du manioc infecté par la mosaïque africaine du manioc (MAM). Les boutures de différentes tailles à savoir grosse, moyenne et petite sont prélevées sur les tiges des plants gravement malades aux niveaux basal, médian et apical et traitées dans l'eau chauffée à 52°C pendant 20 minutes. Elles sont ensuite mises en place dans une serre en moustiquaires imprégnées suivant un dispositif en parcelles subdivisées comportant 3 répétitions et observées durant la phase de sensibilité élevée du manioc. Les résultats obtenus indiquent que les grosses et moyennes boutures récoltées au niveau médian de la tige conviennent mieux à la thermothérapie du manioc virosé. L'ensemble des résultats obtenus sur l'évolution des symptômes montre une évolution décroissante traduisant une régression de la MAM et une amélioration de l'état sanitaire qui permet un développement végétatif normal des plants pendant la phase de sensibilité élevée du manioc à la MAM. Ce qui paraît intéressant pour sa culture dans le milieu de Kisangani.

Mots-clés : *influence, bouture, taille, niveau de prélèvement, thermothérapie, MAM.*

Abstract

Influence of cuttings size and removal level on the efficacy of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) thermotherapy under Kisangani conditions in DR Congo

This study aimed to determine the impact of the size of the cuttings and the level at which they were taken on the effectiveness of heat treatment of cassava infected with African cassava mosaic disease (ACMD). Cuttings of different sizes, i.e. large, medium, and small, were taken from the stems of severely diseased plants at the basal, medial, and apical levels and treated in water heated to 52°C for 20 minutes. The cuttings were then placed in a greenhouse under impregnated mosquito nets in a subdivided plot design with 3 replicates and observed during the cassava's highly susceptible phase. The results indicate that large and medium-sized cuttings harvested from the middle of the stem are more suitable for heat treatment of virus-infected cassava. All the results obtained on the evolution of the symptoms show a decreasing evolution

translating a regression of the ACMD and an improvement of the sanitary state which allows a normal vegetative development of the plants during the phase of high sensitivity of the cassava to the ACMD. This would appear to be of interest for cultivation in the Kisangani area.

Keywords : *influence, cuttings, size, sampling level, thermotherapy, ACMD.*

1. Introduction

Les plantes à racines et tubercules jouent un rôle majeur pour la sécurité alimentaire des populations les plus pauvres, surtout en Afrique, où elles sont très appréciées [1]. Parmi ces plantes, le manioc est la culture de subsistance la plus importante en Afrique Sub-saharienne du fait de son potentiel productif élevé et de son aptitude à produire sur les sols peu fertiles où d'autres cultures ne peuvent produire [2 - 4]. Il est facilement cultivable, peu exigeant en intrants, il tolère la sécheresse, sa récolte s'étale sur une longue période et constitue un véritable garde-manger sur pied [5]. Considéré auparavant comme une culture des pauvres, le manioc est aujourd'hui devenu une source de matière première industrielle et un contributeur essentiel à la réduction de la pauvreté et delà à la croissance économique [6]. En République Démocratique du Congo (RD Congo), le manioc est planté sur environ 50 % de terres cultivées [7, 8] et constitue la principale culture du pays [9, 10]. Ses feuilles sont le légume le plus populaire [11]. D'après les statistiques de 2019 [12], la production du manioc a été évaluée à 40.050.112 t, ce qui le place en première position devant l'igname, la pomme de terre et la patate douce. Cependant, la production du manioc est gravement handicapée par des maladies virales en particulier la mosaïque africaine du manioc (MAM) qui est devenue une menace persistante et significative à la production du manioc et à la sécurité alimentaire des populations [6]. Cette virose foliaire déprime les feuilles, réduit leurs surfaces et peut occasionner des pertes de rendement en racines tubéreuses allant de 20 à 90 % chez les cultivars sensibles [13 - 16]. Les traitements par la chaleur (thermothérapie) ont été appliqués au manioc et ont permis d'éliminer les virus, d'assainir les clones sensibles à la MAM et de régénérer des plants sains à partir des plantes mères virosées [17 - 19]. Par ailleurs, les dimensions optimales des boutures à assainir et le niveau de prélèvement de ces boutures sur la tige restent à définir pour une grande efficacité de traitement de matériel de plantation dans le milieu de Kisangani. La connaissance de la taille de boutures à traiter et du niveau de prélèvement permet aux producteurs de manioc de bien assainir les boutures virosées avant plantation pour une bonne production. C'est à ce titre que ce travail est réalisé. L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'impact de la taille et le niveau de prélèvement des boutures sur l'efficacité de la thermothérapie dans l'assainissement du manioc menacé par la MAM en vue d'augmenter le rendement du manioc en culture paysanne.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

L'essai était réalisé à Kisangani dans la concession de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, IFA-Yangambi en sigle. Cette concession est située dans la commune de Makiso au Quartier Plateau médical. Les coordonnées géographiques du site sont les suivantes : 00°30'40,9" latitude Nord : 025°09'53,3" longitude Est et 394 m d'altitude. La ville de Kisangani jouit d'un climat du type A_f de la classification de Köppen, avec une lame d'eau annuelle variant entre 1600 et 1800 mm. La température moyenne varie entre 24 et 25°C, l'humidité relative est assez élevée de 85 %. L'ensemble des données éco-climatiques ainsi que la position de la ville de Kisangani à proximité de l'Equateur lui confère un climat équatorial [20]. Les données

climatiques enregistrées au cours de la période d'essai et obtenues dans la station du Département de Phytotechnie de l'IFA-Yangambi ont permis de trouver une température moyenne de 27,8°C et une hauteur moyenne mensuelle de pluie de l'ordre de 346,6 mm. Le terrain sur lequel l'essai a été mené est une jeune jachère herbeuse à prédominance de *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon* et *Commelina diffusa*. La période expérimentale s'est étendue du 30 avril 2015 au 31 août 2015.

2-2. Matériel

Le matériel végétal utilisé a été constitué des boutures infectées de la variété locale Mbongo, très appréciée dans le milieu à cause de la qualité de ses racines tubéreuses et ses feuilles larges et abondantes mais sensible à la MAM. Grâce à ses différents produits utiles, le clone est devenu compétitif sur les différents marchés de la ville de Kisangani face à d'autres. Ces boutures ont été récoltées dans des champs paysans sur des pieds infectés par la MAM avec un niveau d'infection égal à 3. Pour la réalisation technique de l'essai, nous nous sommes servis d'un bain-marie pour chauffer de l'eau ; d'un thermomètre physique pour contrôler la température et d'une pendule pour suivre la durée de traitement.

2-3. Méthodes

2-3-1. Découpage des boutures

Les tiges de manioc virosé de différentes tailles, grosse, moyenne et petite ont été découpées en boutures de 20 cm [21] suivant leurs niveaux de prélèvement sur la tige à savoir basal, médian et apical et mises en bottes. Chaque botte a porté une étiquette indiquant le couple grosseur de bouture - niveau de prélèvement sur la tige.

2-3-2. Trempage des boutures

Les boutures mises en bottes ont été trempées dans l'eau chauffée à 52°C dans un bain-marie pendant 20 minutes [22]. Le contrôle de la durée de traitement a été fait à l'aide d'une pendule. Les boutures traitées à la chaleur ont été refroidies au laboratoire pendant 24 heures avant la plantation.

2-3-3. Dispositif expérimental et mise en place des boutures

Le dispositif expérimental a été celui des parcelles subdivisées (Split plot) renfermant trois répétitions ayant chacune trois parcelles principales subdivisées en 3 parcelles secondaires. Les parcelles principales ont été constituées des différentes tailles des boutures : petite (1,3-1,6 cm), moyenne (1,9-2,2 cm) et grosse (2,6-2,8 cm) ; les parcelles secondaires constituées des niveaux de prélèvement sur la tige : basal (entre 0-50 cm du collet) ; médian (entre 50-100 cm) et apical (entre 100-150 cm du collet). Les parcelles principales étaient séparées de 0,60 m et les parcelles secondaires de 0,50 m. La mise en place a eu lieu dans une serre construite en toiles moustiquaires imprégnées d'insecticides. Les boutures de 20 cm de longueur ont été plantées horizontalement [21] aux écartements de 0,50 m x 0,50 m [23] à raison d'une bouture par emplacement.

2-3-4. Observations

Les observations ont porté sur le taux de reprise des boutures, le niveau d'infection à l'apparition des symptômes, l'évolution des symptômes, le diamètre au collet et le diamètre de la couronne. Le taux de reprise a été évalué une semaine après plantation. L'évaluation du niveau d'infection par la MAM s'est faite par attribution d'une cote en rapport avec la présence des symptômes sur les feuilles suivant l'échelle de cotation de Cours [17] établie de la manière suivante : 0 : pas de symptômes apparents ; 1 : tache jaunâtre couvrant

1/5^{ème} du limbe foliaire ; 2 : tache couvrant la moitié du limbe ; 3 : les feuilles atteintes sont déformées et en partie recroquevillées, l'appareil végétatif est réduit ; 4 : presque tous les limbes sont recroquevillés, l'appareil végétatif est réduit ; 5 : les feuilles sont réduites à environ 1/10^{ème} de leur surface, les rameaux sont courts. L'évolution des symptômes était suivie chaque semaine selon un diagnostic visuel basé sur l'observation des symptômes caractéristiques de la MAM sur les feuilles des plants malades. Le diamètre de la couronne était prélevé au moyen d'un mètre ruban tandis que le diamètre au collet a fait usage d'un pied à coulisse.

2-3-5. Traitement des données

Les données obtenues étaient soumises à une analyse de la variance à deux critères de classification et les moyennes ont été comparées dans les différents cas grâce au test de Tukey au seuil de 5 % en recourant aux logiciels R-studio et Excel version 2016.

3. Résultats

3-1. Taux de reprise

Les résultats relatifs aux taux de reprise des boutures à une semaine de plantation sont illustrés par la **Figure 1**. Ces résultats indiquent de manière générale que le taux de reprise à une semaine a varié en fonction de la taille des boutures (**Figure 1a**) et du niveau de prélèvement sur la tige (**Figure 1b**). En moyenne, le taux de reprise à une semaine a varié de 85,71 % à 96,83 %. On voit une influence de la chaleur sur le taux de reprise des boutures à une semaine quels que soient la taille et le niveau de prélèvement. Le taux a été plus élevé avec les petites boutures (96,83 %) et moins élevé avec des grosses boutures (85,71 %) montrant une différence significative. Les petites boutures prélevées au niveau apical débourrent plus vite les yeux dormants après thermothérapie que les grosses boutures. Les performances des différentes tailles des boutures en fonction des taux de reprise obtenus peuvent se ranger de manière décroissante suivante : petite (96,83 %) > moyenne (96,82 %) > grosse (85,71 %). De même les niveaux de prélèvement des boutures peuvent être classés de manière suivante : apical (95,36 %) > basal (93,64 %) > médian (90,54 %). Il se dégage que les moyennes et petites boutures prélevées au niveau apical reprennent plus vite après thermothérapie.

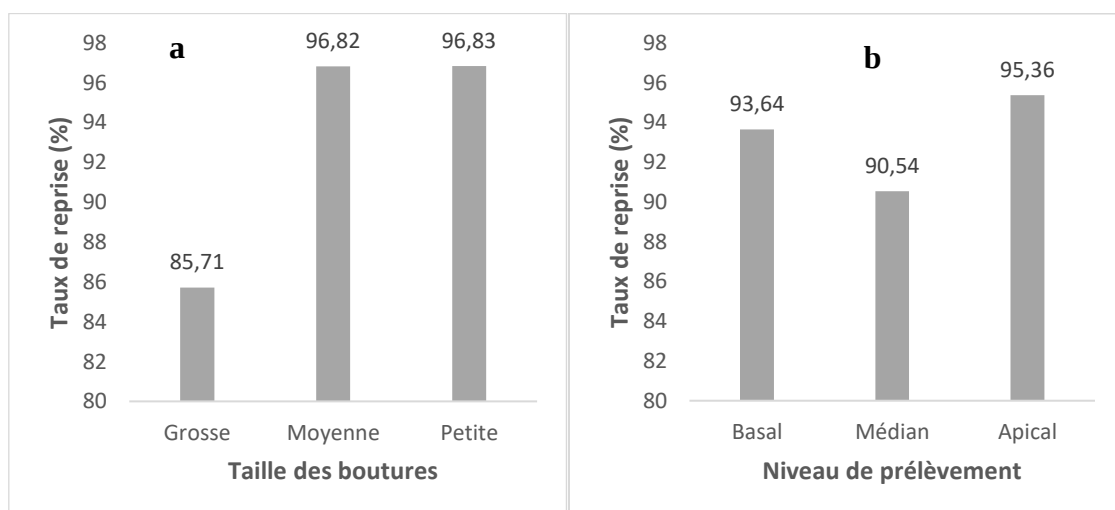


Figure 1 : Taux de reprise des boutures en relation avec la taille (a) et le niveau de prélèvement sur la tige (b)

3-2. Niveau d'infection de la MAM à l'apparition des symptômes

La **Figure 2** illustre les niveaux d'infection à l'apparition des symptômes sur les feuilles en fonction de la taille et le niveau de prélèvement des boutures sur la tige. Ces résultats indiquent que le niveau d'infection de la MAM a varié en fonction de la taille de boutures et du niveau de prélèvement sur la tige à l'apparition des symptômes. En moyenne, le niveau d'infection a été élevé avec les moyennes boutures (2,5) et moins élevé avec les grosses boutures (2,3) (**Figure 2a**). On remarque aussi une intensité quasi élevée de symptômes sur les boutures prélevées au sommet (2,6) par rapport aux boutures basales et médianes (2,4) (**Figure 2b**). Il se dégage que les grosses boutures prélevées au niveau basal ou médian développent moins la mosaïque après thermothérapie. En fonction du niveau d'infection à l'apparition des symptômes, les différentes tailles de boutures peuvent se ranger de manière décroissante suivante : moyenne (2,5) > petite (2,4) > grosse (2,3). De même les niveaux de prélèvement des boutures peuvent être classés de manière suivante : apical (2,6) > médian = basal (2,4).



Figure 2 : Niveau d'infection à l'apparition des symptômes sur les feuilles en relation avec la taille (a) et le niveau de prélèvement (b) des boutures

3-3. Évolution des symptômes de la MAM

L'évolution mensuelle de la MAM sur les feuilles selon l'échelle de cotation de Cours [16] en fonction de la taille et de niveau de prélèvement des boutures est illustrée par les **Figures 3 et 4**. Les résultats de la **Figure 3** indiquent que toutes les boutures quelle que soit la taille ont manifesté différemment la maladie pendant l'essai du premier au dernier mois d'observation montrant encore la présence du virus dans le manioc traité à la chaleur. On voit aussi une amélioration de l'état sanitaire dans l'ensemble au 4^e mois par une diminution du niveau d'infection. Cette amélioration a été plus remarquable avec les grosses et moyennes boutures (2,3). De la **Figure 4**, il s'observe aussi une évolution décroissante de la mosaïque africaine de manioc quel que soit le niveau de prélèvement des boutures sur la tige par une diminution d'intensité de symptômes de la MAM au quatrième mois.

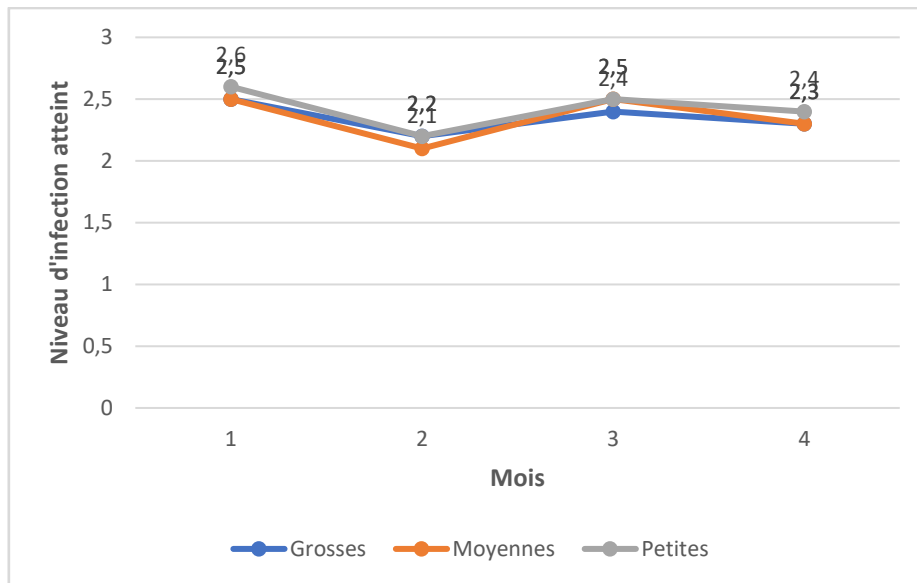


Figure 3 : Évolution mensuelle de la MAM en fonction de la taille des boutures 1, 2, 3 et 4 mois après plantation

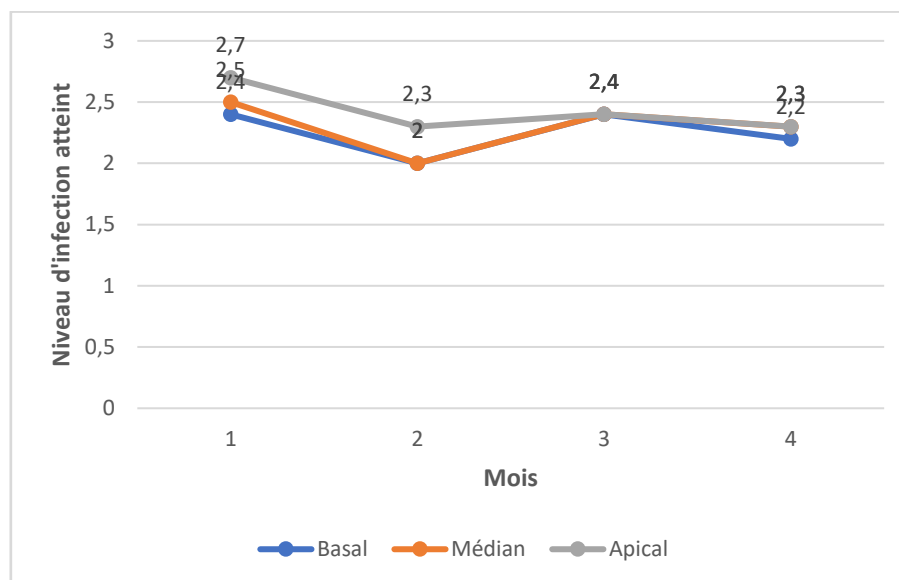


Figure 4 : Évolution de la MAM 1, 2, 3 et 4 mois après plantation en fonction du niveau de prélèvement des boutures

3-4. Diamètre moyen au collet

Les résultats relatifs au diamètre moyen au collet des plants au dernier mois d'observation sont illustrés par la **Figure 5** en fonction de la taille et du niveau de prélèvement des boutures sur la tige. En examinant la **Figure 5**, on remarque que le diamètre des plants a varié avec la taille des boutures et le niveau de prélèvement sur la tige ; on note un accroissement de diamètre de la tige avec les grosses boutures (**Figure 5a**) prélevées aux niveaux médian et apical (**Figure 5b**). En fonction de diamètre de la tige, les différentes tailles de boutures peuvent se classer de manière décroissante suivante : grosse (0,7 cm) > moyenne = petite (0,6 cm). De même, les niveaux de prélèvement des boutures peuvent se classer de la manière suivante : médian = apical (0,7 cm) > basal (0,6 cm).

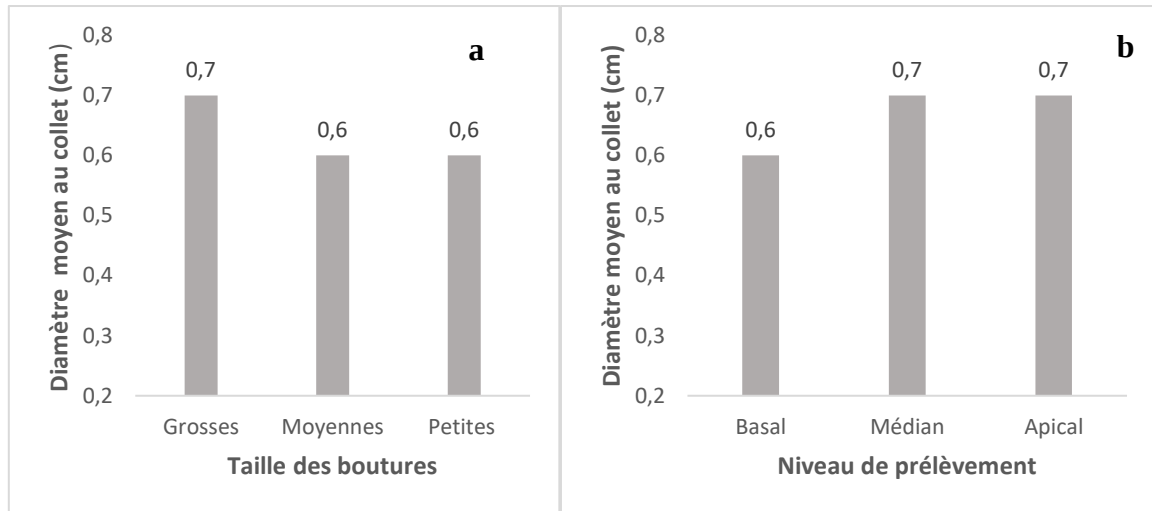


Figure 5 : *Diamètre moyen au collet des plants à 4 mois de plantation des boutures en fonction de la taille (a) et du niveau de prélèvement sur la tige (b)*

3-5. Diamètre moyen de la couronne

Les résultats obtenus en rapport avec le diamètre moyen de la couronne à la fin des observations sont illustrés par la **Figure 6**. Ces résultats indiquent de manière générale que le diamètre moyen de la couronne des plants a varié en fonction de la taille des boutures et du niveau de prélèvement de celles-ci. En moyenne, le diamètre moyen a varié de 38,6 à 50,3 cm ; la couronne a été plus étendue avec les grosses et moyennes boutures (50,3 cm) et moins étendue avec les petites boutures (38,6 cm) au quatrième mois d'observation (**Figure 6a**). On note également une couronne plus étendue avec les boutures prélevées au niveau médian (51 cm) et moins étendue avec les boutures prélevées au niveau apical (43,6 cm) (**Figure 6b**). Globalement, le diamètre moyen de la couronne a été large après 4 mois de plantation. Cette situation peut s'expliquer en partie par la faible évolution de la MAM sur les feuilles à cet âge. Il se dégage que les grosses ou moyennes boutures prélevées au milieu de la tige du manioc étendent plus leurs couronnes après thermothérapie. L'analyse de la variance n'a pas révélé l'existence de différence significative entre les tailles des boutures, les niveaux de prélèvement sur la tige et l'interaction taille - niveau de prélèvement en ce qui concerne le diamètre de la couronne.

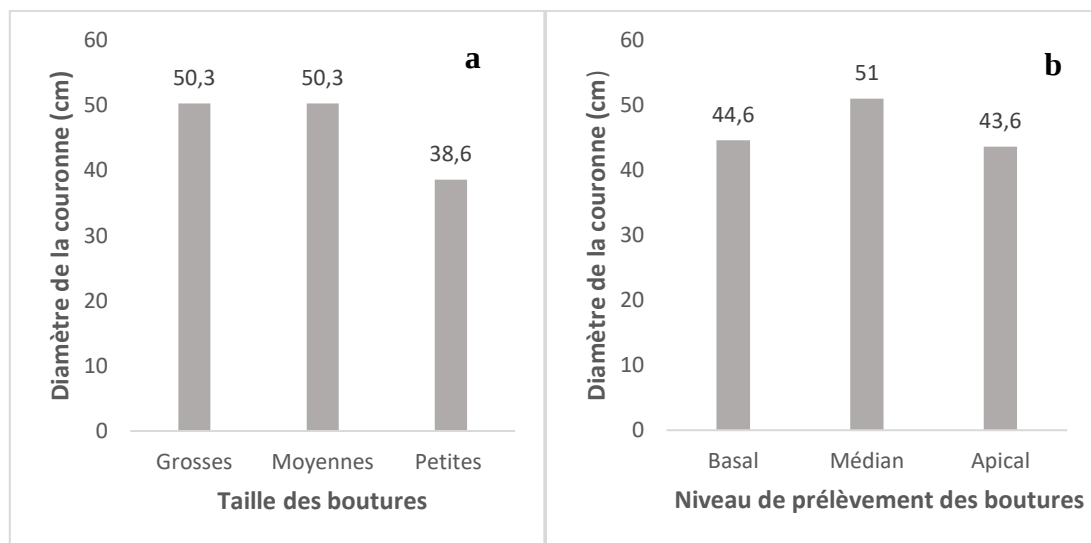


Figure 6 : *Diamètre moyen de la couronne des plants 4 mois après plantation des boutures en relation avec la taille (a) et le niveau de prélèvement (b)*

4. Discussion

4-1. Taux de reprise des boutures à une semaine

Les taux de reprise obtenus une semaine après plantation ont été supérieurs à 80 %, qu'il s'agisse de la taille des boutures ou du niveau de prélèvement de ces dernières. Contrairement aux boutures non traitées qui commencent la reprise à 2 semaines de plantation [24], les taux obtenus dans cette étude montrent que la thermothérapie raccourcit la durée de reprise et permet une reprise précoce des boutures du manioc. Ces résultats sont appuyés par ceux de nos recherches antérieures [18, 25] et confirment l'affirmation selon laquelle le traitement des boutures à la chaleur pendant quelques minutes favorise la germination des yeux dormants [26]. En outre, ils démontrent que l'état sanitaire des boutures n'influence pas la reprise après leur traitement à la chaleur. Toutefois, le taux de reprise a été plus élevé avec les petites boutures prélevées au niveau apical et moins élevé avec des grosses boutures. La dimension des boutures semble influencer ce paramètre, les boutures trop épaisses ont tendance à reprendre mal [17].

4-2. Apparition, évolution des symptômes et développement végétatif des pousses

À la reprise, les symptômes apparaissent avec différents niveaux de sévérité sur les feuilles des pousses, ce qui montre encore la présence du virus dans le manioc traité à la chaleur. Cette apparition précoce des symptômes [27] confirme d'une part l'infection initiale du matériel de plantation que nous avons utilisé [28] et l'élimination partielle du virus par la technique d'assainissement appliquée. D'autre part, la sortie des pousses, la sensibilité de la variété testée vis-à-vis de la MAM et les fortes populations des mouches blanches dans le milieu qui donnent des occasions à une contamination favoriseraient le développement du virus [29]. Les résultats obtenus sur l'évolution de la MAM montrent que les boutures malades traitées par thermothérapie donnent des pousses qui manifestent vite la maladie à des niveaux différents, certaines feuilles peuvent présenter des niveaux très avancés de la maladie dans les premiers mois mais l'évolution de symptômes n'affecte pas le développement normal des plants. Ces résultats montrent par le fait même l'efficacité de la thermothérapie dans l'assainissement du manioc menacé par la MAM. Cette observation est aussi confirmée par certains chercheurs [16, 17] et les résultats de nos recherches antérieures [18, 25, 30]. En moyenne, les grosses et moyennes boutures prélevées à la base améliorent plus leur état sanitaire que celles prélevées au milieu et au sommet. La vigueur acquise au départ par les pousses issues de ces boutures et leur position éloignée des points de croissance des bourgeons apicaux beaucoup plus appréciés par le virus peuvent expliquer cette situation. On note un bon développement végétatif des pousses issues des boutures de grande taille. Les grosses et moyennes boutures prélevées au milieu de la tige du manioc donnent des pousses qui étendent plus leurs diamètres de la tige et de la couronne après thermothérapie. En effet, les grosses boutures disposeraient de grandes quantités de substances de réserve qui permettraient plus leur croissance et développement par rapport aux petites boutures car pendant les phases d'installation et de développement aérien, la plante vit surtout des réserves contenues dans la bouture [31]. En plus, les boutures de grandes dimensions ont tendance à donner des plants qui sont souvent plus vigoureux au départ. Enfin, les boutures apicales reprennent et se développent aussi assez difficilement [32]. L'ensemble des résultats obtenus dans cette étude montre que la thermothérapie est intéressante pour le développement végétatif du manioc menacé par la mosaïque africaine. Elle a permis un développement végétatif normal des plants pendant la phase de sensibilité élevée du manioc à la MAM. La diminution de l'intensité de l'infection virale a eu pour effet une stimulation de la croissance et un bon développement en largeur de tige avec une couronne bien large. Cette technique a ramené l'infection sévère à une infection très modérée tolérable à l'âge de sensibilité élevée du manioc. En effet, les symptômes observés à l'âge de 4 mois (intensité < 2,5) ne sont pas en mesure d'affecter la croissance et à la longue le rendement du manioc étant donné qu'une attaque

mineure n'a qu'un impact mineur sur le rendement et les pertes de rendement n'interviennent qu'à partir des intensités 3 et 4 et dépendent de l'intensité d'attaque des feuilles dans les 4 premiers mois de culture [33, 34]. Le fait qu'on soit parti de niveau élevé (3) au niveau moins élevé ($< 2,5$) à 4 mois permet aux pousses de continuer leur croissance et leur développement et de bien tubériser car elles ont franchi l'âge de sensibilité élevée [35]. Le niveau d'infection obtenu à la fin de cette étude est inférieur à 3 obtenu au Kongo central (RDC) chez les variétés améliorées Zizila, RAV, Sadisa et Lueki à 4 mois de plantation [34], ce qui montre le caractère intéressant de la technique d'assainissement. Ce résultat est important car le traitement par thermothérapie de la variété locale Bandoinde très sensible à la MAM a permis de réduire le niveau d'infection virale de 4 à 1,5 [30] et d'obtenir un rendement moyen en tubercules supérieur à 15 t/ha rapporté dans les systèmes traditionnels [5] et situé dans la fourchette de 25-55 t/ha obtenue par les variétés améliorées à M'Vuazi [21]. Les résultats obtenus dans cette investigation ne s'accordent pas avec ceux trouvés par les autres chercheurs sur l'obtention de matériel sain par la thermothérapie appliquée seule [16, 36] mais s'accordent plutôt avec ceux des auteurs qui ont montré que la thermothérapie bien qu'utilisée pour éliminer les virus dans la plante, quand elle est appliquée seule, il y a évidence qu'elle ne détruit pas complètement le virus chez certaines espèces des plantes. Pour cela, la combinaison avec d'autres thérapies antivirales permet de produire des plantes sans virus [19, 37 - 39].

5. Conclusion

Cette étude a pour objectif de déterminer l'impact de la taille et du niveau de prélèvement des boutures sur l'efficacité de la thermothérapie du manioc menacé par la MAM. Pour ce faire, les boutures de la variété locale Mbongo ont été traitées dans l'eau chauffée à 52°C pendant 20 minutes et mises en place dans une serre en moustiquaires imprégnées selon un dispositif en parcelles subdivisées comportant 3 répétitions. Les observations ont porté sur le taux de reprise à une semaine, le niveau d'infection à l'apparition des symptômes, l'évolution des symptômes, le diamètre au collet et le diamètre de la couronne. Les résultats obtenus montrent que la thermothérapie permet une reprise précoce des boutures ; l'évolution de la MAM sur les pousses montre une évolution décroissante qui traduit une amélioration de l'état sanitaire des plants ; les grosses et les moyennes boutures récoltées au niveau médian de la tige répondent mieux au traitement thermothérapique du manioc virosé par un développement végétatif normal des pousses, ce qui paraît intéressant pour sa culture dans le milieu de Kisangani.

Références

- [1] - CIRAD, "Vers une culture durable des racines et tubercules [20203-2033] ", Synthèse de la feuille de route racines et tubercules, (2023) 8 p.
- [2] - FAO, "Champs-écoles paysans sur le manioc. Ressources à l'intention des facilitateurs d'Afrique subsaharienne", Production végétale et protection des plantes, FAO, Rome, (2014) 333 p.
- [3] - S. GAKURU et F. MUKESHEMBALA, "Etat de la culture du manioc et de la mosaïque africaine du manioc au Nord-Kivu", In : G. Monde (Ed), Proceedings of the international conference on cassava cultivation and utilization in central Africa, Kisangani, DRC, 16-19th November 2009, *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Spécial volume, (2011) 67 - 82
- [4] - N. TEMEGNE, F. NGOME et A. FOTSO, "Influence de la composition chimique du sol sur la teneur en éléments nutritifs et le rendement du manioc (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) dans deux zones agro-écologiques du Cameroun", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (6) (2015) 2776 - 2788. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.21>

- [5] - P. VERNIER, B. N'ZUE & N. ZAKHIA-ROZIS, "Le manioc entre culture alimentaire et filière agro-industrielle", Agriculture tropicale en poche, Edition Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, (2018) 208 p.
- [6] - P. NTAWURUHUNGA, O. OKUJA, J. LEGG, A. BEMBE and M. OBAMBI, "Situation de la maladie pandémique virale de la mosaïque du manioc en République du Congo", Rapport diagnostique d'enquête sur les maladies et les pestes de la culture du manioc en République du Congo, IITA, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, Brazzaville, (2002) 37 p.
- [7] - HARVEST-PLUS, "Provitamin A cassava in the Democratic Republic of Congo", Harvest-Plus, Washington, USA, (2010) 45 p., <http://www.harvestplus.org> (31 janvier 2025)
- [8] - N. M. MAHUNGU, M. A. NDONDA, N. A. FRANGOIE et M. A. MOANGO, "Effet du labour et du mode de bouturage sur les rendements en racines et en feuilles de manioc dans les zones de savanes et des jachères de la République Démocratique du Congo", *Tropicultura*, 33, 3 (2015) 176 - 185
- [9] - JC. MBOKA INGOLI, "Culture du manioc au Congo Kinshasa. Enchevêtrements des formes de vie", *Anthropologie et sociétés*, Vol. 44, N° 3 (2020) 91 - 108
- [10] - TM. MUKU, P. M. MBUNGU et E. B. NKULUKUTA, "Effets des différents modes de labour sur le rendement et la rentabilité de la culture de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) à M'vuazi, RD Congo". *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 14 (6) (2020) 2112 - 2119
- [11] - N. M. MAHUNGU, K. W. TATA HANGY, S. M. BIDIKA & A. FRANGOIE, "Multiplication de matériel de plantation de manioc et gestion des maladies et ravageurs", Manuel de formation destiné aux agents de terrain, IITA, (2014) 43 p.
- [12] - INS, "Annuaire statistique RDC 2020", Institut National des Statistiques, Ministère du Plan, RDC, (2021) 398 p.
- [13] - K. TATA-HANGY, J. P. LEGG, K. M. LEMA, N. M. MAHUNGU et N. LUYINDULA, "Incidence de la mosaïque du manioc en relation avec la source des matériels de plantation et son impact sur la production", In : G. Monde (Ed), Proceedings of the international conference on cassava cultivation and utilization in central Africa, Kisangani, DRC, 16-19th November 2009, *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Spécial volume, (2011) 35 - 48
- [14] - E. BISIMWA, J. WALANGULULU & C. BRAGARD, "Cassava Mosaic Disease Yield Loss Assessment under various altitude Agroecosystems in the Sud-Kivu Region, Democratic Republic of Congo", *Tropicultura*, 33 (2015) 101 - 110
- [15] - A. HAUGUI, M. I. MOSSI, A. BASSO, R. N. DAOUDA et D. PATRICK, "La mosaïque africaine du manioc, une maladie ignorée des producteurs au Niger", INRAN, RECA, Niger, (2017) 3 p.
- [16] - K. M. KOUASSI, J. PITA, F. E. YEO, M. F. SAKI et K. IIN. KOUASSI, "Caractéristiques d'un dispositif de thermothérapie construit localement pour l'assainissement de plants de manioc", AISA Développement, N°16 (2019) 9 - 11, <https://www.researchgate.net/publication/377326517> (05/03/2025)
- [17] - I. ZINGA, "Épidémiologie de la maladie de la mosaïque du manioc en République Centrafricaine, résistance variétale et assainissement par thermothérapie", Thèse en cotutelle, Université de Bangui, RCA, (2012) 142 p.
- [18] - W. INGBABONA, "Etude de l'aptitude au greffage et de la thermothérapie des boutures infectées par la mosaïque africaine sur la productivité de quelques variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) à Kisangani", Thèse de doctorat, Université de Kisangani, RDC, (2015) 230 p.
- [19] - F. E. YEO, K. M. KOUASSI, J. S. PITA, M. F. SAKI, K. IIN. KOUASSI, D. KONE & S-P. A. N'GUETTA, "Comment assainir les plants de manioc infectés de virus et assurer une production en masse de plants sains destinés à de hauts rendements", AISA Développement, N°17 (2020) 15 - 19, <https://www.researchgate.net/publication/37732648> (05/03/2025)

- [20] - K. SONGBO, "Relations entre le bananier plantain et le charançon de bulbe *Cosmopolites sordidus* Germar (*Coleoptera curculionidae*) à Kisangani dans une perspective de lutte intégrée", Thèse de doctorat, Université de Kisangani, RDC, (2020) 124 p.
- [21] - FAO, "Technique culturale du manioc, Congo (RDC)", Fiche descriptive de la technique, *Technologies and Practices for Small Agricultural Producer*, (2011) 3 p.
- [22] - W. INGBABONA, G. MONDE et D. DHED'A, "Recherche de température et de durée optimales de traitement à la chaleur des boutures de manioc", *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Vol. 1, (2) (2017) 93 - 101
- [23] - A. N. FRANGOIE, "Le processus du contrôle et de la certification des cultures et plants de manioc en République Démocratique du Congo : Analyse et suggestions", In : G. Monde (Ed), *Proceedings of the international conference on cassava cultivation and utilization in central Africa*, Kisangani, DRC, 16-19th November 2009, *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Spécial volume, (2011) 169 - 176
- [24] - M. JANSSENS, "Plantes racines et plantes à tubercules", In : R.H. RAEMARKERS (Ed), *Agriculture en Afrique tropicale*, DGCI, Bruxelles, Belgique, (2001) 194 - 218
- [25] - W. INGBABONA, K. G. MONDE, B. J. LITUCHA et D. DHED'A, "Assainissement des boutures de quelques variétés de manioc par thermothérapie", *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Vol. 4, (1) (2021a) 90 - 108
- [26] - FILIERE TECHNIQUE AGRICOLE, "Le manioc", Disponible sur : <http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc>. (26 mars 2014), (2012)
- [27] - M. MWENGULA, P. TSHILENGE, A. KALONJI & C. NKONGOLO, "Comportement des variétés de manioc vis-à-vis de la mosaïque africaine dans les conditions d'infestation naturelle à Gandajika", *Conference Abstracts, International conference on cassava cultivation and utilization in central Africa*. Kisangani, DRC, 16 19th November 2009, (2011)
- [28] - J. COLVIN, C. A. OMONGO, M. N. MARUTHI, G. W. OTIM-NAPE & J. M. THRESH, "Dual begomovirus infections and high *Bemisia tabaci* populations: two factors driving the spread of a cassava mosaic disease pandemic", *Plant Pathol.*, 53 (2004) 577 - 584
- [29] - B. LITUCHA, "Effet de la cueillette des feuilles et du niveau d'infection secondaire de la culture par la mosaïque africaine du manioc sur la production du manioc (Cultivar Mbongo) dans les conditions agro-écologiques de Kisangani (RD Congo)", Thèse de Doctorat, IFA-Yangambi, (2011) 325 p.
- [30] - W. INGBABONA, K. WENDA et D. DHED'A, "Effet de la thermothérapie sur le contrôle de la mosaïque africaine du manioc et la production en racines tubéreuses en relation avec la longueur des boutures (Cas de *Manihot esculenta* var Bandoinde)", *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Vol. 4, (1) (2021b) 109 - 124
- [31] - P. SILVESTRE et M. ARRAUDEAU, "Le manioc. Techniques agricoles et productions tropicales", Agence de coopération culturelle et technique, Edition Maisonneuve & Larose. Paris, (1983) 262 p.
- [32] - J. GUTHRIE, "Contrôler la mosaïque africaine du manioc", Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA), Ashley House Printing Company, Royaume-Uni, (1990) 20 p.
- [33] - N. M. MAHUNGU, "La mosaïque africaine du manioc et son contrôle, au Zaïre", In : C. Fauquet et D. Fargette, *La mosaïque africaine et son contrôle. Actes du séminaire*, Yamoussoukro, du 4 au 8 mai 1987, Editions de l'ORSTOM, Collection colloques et séminaires, Paris, (1988) 185 - 188
- [34] - F-J. IKAA LIFETA & M. J. MUSANGA, "The African Cassava Mosaic in Gimbi/Central Kongo (DR Congo): influence of age and behavior of some improved varieties", *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development*, (2024) 1 - 8, www.joasdjournals.org

- [35] - C. FAUQUET, D. FARGETTE et J. C. THOUVEL, "Possibilités de lutte contre la mosaïque africaine du manioc par l'adoption de nouvelles techniques culturales", IVe congrès sur la protection de la santé humaine et des cultures en milieu tropical, Marseille 2 – 3 – 4 juillet 1986, (1986) 59 - 64
- [36] - G. A. MANGANARIS, A. S. ECONOMOU, I. N. BOUBOURAKAS & N. I. KATIS, "Elimination of PPV and PNRSV through thermotherapy and meristem-tip culture in nectarine", *Plant cell Report*, 22 (2003) 195 - 200
- [37] - Y. LI, C. XU & J. CHEN, "Establishment of Virus-Free Taro (*C. esculenta* cv Fenghuayunaitou) by Meristem-Tip Culture Combined with Thermotherapy", Pakistan, *Journal of Plant Pathology*, 1 (2-4) (2002) 40 - 43
- [38] - P. WASSWA, T. ALICAI et S. B. MUKASA, "Optimization of in vitro techniques for Cassava brown streak virus elimination from infected cassava clones", *African Crop Science Journal*, 18 (2010) 235 - 241
- [39] - M. FOMA, "Quelques résultats sur l'adaptation des techniques de culture des tissus aux plantes à racines et tubercules à l'IRAZ", In : G. Monde (Ed), Proceedings of the international conference on cassava cultivation and utilization in central Africa, Kisangani, DRC, 16-19th November 2009, *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Spécial volume, (2011) 155 - 168