



Efficacité de la thermothérapie des boutures infectées sur la mosaïque africaine du manioc à Kisangani, RD Congo

Jean Ingbabona Wende¹, Rodrigue Wenda Kakala²

^{1,2}Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi. Département de Phytotechnie. Laboratoire de Productions végétales et Agro biodiversité, BP 1232 Kisangani
Email:ingbabonajean@gmail.com

Abstract: La présente étude a pour but d'évaluer l'impact de la thermothérapie des boutures infectées sur la mosaïque africaine du manioc (MAM) afin d'améliorer l'état sanitaire de matériel de plantation des variétés locales. Pour ce faire, les tiges infectées de manioc de la variété locale Mbongo étaient découpées en boutures de 10, 15, 20 et 25 cm de long et traitées à la chaleur à 52°C pendant 20 minutes dans un bain-marie et mises en place dans une serre suivant un dispositif en blocs complets randomisés comprenant trois répétitions. Le taux de reprise des boutures, le niveau d'infection à l'apparition des symptômes, l'évolution des symptômes sur les feuilles ont été observés. Les résultats montrent que la thermothérapie permet une reprise précoce des boutures de manioc ; les boutures virosées traitées développent la MAM sur les pousses avec une évolution décroissante sur les feuilles. Les symptômes observés sur toutes les pousses à l'âge de 4 mois (de niveau 1 à 1,8) ne sont pas à même d'affecter la croissance et à la longue le rendement car les pousses ont déjà franchi l'âge de sensibilité élevée.

Keywords: Boutures infectées, efficacité, thermothérapie, MAM

I. Introduction

Le manioc est l'une des principales cultures vivrières de l'Afrique où il est largement cultivé à cause de ses multiples usages tant pour l'alimentation humaine, animale que pour la transformation industrielle (Janssens, 2001 ; Cardoso et al., 2005).

En République Démocratique du Congo (RD Congo), le manioc constitue la principale culture vivrière du pays (Mboka Ingoli, 2020 ; Muku et al. 2020 ; Ebwa et al., 2023). Les racines de manioc procurent plus de 60% de calorie nécessaire pour les deux tiers de la population tandis que les feuilles, qui sont riches en protéines, sont le légume le plus populaire dans le pays (Mahungu et al., 2014 ; Bonkena, 2020 ; Ambayeba et al., 2022). Les racines et feuilles constituent une source très importante de revenus pour les producteurs et les petits détaillants (Tollens, 2003 ; SSADR, 2010 ; FAO, 2014 ; Mahungu et al., 2015 ; Miderho, et al., 2023). Les racines tubéreuses de manioc sont consommées fraîches ou après avoir été transformées (Lukombo et al., 2022).

En dépit de cette importance, la production du manioc est menacée par plusieurs contraintes parmi lesquelles les maladies qui occasionnent une réduction considérable estimée à plus de 50% du rendement (Ambayeba et al., 2022). La propagation du manioc en culture se fait par des boutures. Lorsque ces dernières proviennent des champs n'ayant pas subi la phytosanitation ou l'indexation des virus, elles contribuent à véhiculer des maladies et plus particulièrement les maladies virales dont la mosaïque et la striure brune (Bidiaka et al., 2022). C'est le cas en milieu traditionnel où la multiplication du manioc consiste à prélever les boutures de tiges après la récolte des champs destinés à la production des racines tubéreuses.

La mosaïque africaine du manioc (MAM) attaque tous les cultivars bien que le degré de sensibilité varie d'un cultivar à un autre. Les feuilles atteintes présentent des chloroses ou des rabougrissements qui ralentissent la nutrition nécessaire au développement de la plante, les racines des plants malades diminuent de volume et sont moins nombreuses (Kabemba et al., 2017).

Etant donné que la MAM est disséminée en majorité par l'utilisation des boutures infectées lors de la mise en place de nouvelles plantations (Monde et al., 2013), l'assainissement des boutures avant plantation par thérapie pourrait constituer un moyen efficace de contrôler la MAM par les agriculteurs. La thérapie peut être utilisée pour régénérer des plantules saines à partir de plantes mères virosées (Wasswa et al., 2010 ; Zinga, 2012 ; Ingbabona, 2015 ; Yeo et al., 2020). L'assainissement de boutures des variétés locales par la thérapie pourrait limiter l'ampleur de la MAM pendant la période de sensibilité élevée du manioc à la maladie. Cependant, la connaissance de la longueur de bouture capable d'améliorer beaucoup plus l'état sanitaire des pousses est d'une grande nécessité pour l'efficacité de la technique. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail. L'objectif de cette étude est d'améliorer l'état sanitaire de matériel de plantation (boutures) des variétés locales afin d'obtenir un développement harmonieux des pousses et contribuer ainsi à l'augmentation du rendement de manioc et le revenu des producteurs en milieu paysan.

II. Research Methods

2.1 Milieu d'étude

L'étude a été menée à Kisangani dans la concession de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, IFA-Yangambi en sigle. Cette concession est située dans la Commune Makiso, au Quartier Plateau médical. Les coordonnées géographiques du site expérimental sont les suivantes : latitude Nord : 00°30' 4'' ; longitude Est : 025°09' 9'' ; altitude : 392 m. La période expérimentale s'est étendue du 05/05/2015 au 30/08/2015.

Le climat du site est du type Af selon la classification de Köppen. Il s'agit d'un climat équatorial chaud et humide, avec une amplitude thermique inférieure à 5°C. Les pluies sont généralement abondantes bien qu'on observe une baisse de décembre à février et de juin à août faisant apparaître deux petites saisons sèches (Baelo et al., 2016).

Les données climatiques de la période expérimentale 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 355 mm. Le terrain sur lequel l'essai était réalisé était colonisé principalement par les espèces végétales suivantes : *Panicum maximum* (Poaceae) et *Sida acuta* (Malvaceae).

2.2 Matériel

Le matériel végétal était constitué des boutures de manioc gravement infectées par la MAM (niveau 3) appartenant à la variété locale Mbongo et récoltées dans des champs paysans. Pour le traitement à la chaleur des boutures, nous avons fait usage d'un bain-marie pour le chauffage de l'eau, d'un thermomètre physique et d'une pendule pour le contrôle de la température et la durée de traitement.

2.3 Méthodes

a. Découpage des boutures

Les tiges de manioc étaient découpées au moyen d'un couteau tranchant en boutures de 10, 15, 20 et 25 cm de long (FAO, 2011). Ces boutures étaient mises en petites bottes de 36 boutures et chaque botte a porté une étiquette indiquant la longueur des boutures.

b. Chauffage de l'eau et trempage des boutures

Les boutures étiquetées en différentes longueurs étaient trempées dans l'eau chauffée à 52°C pendant 20 minutes (Ingbabona et al., 2017). Le contrôle de la durée de traitement était fait à l'aide d'une pendule et la température suivie au moyen d'un thermomètre. Les boutures traitées à la chaleur étaient refroidies au laboratoire pendant 24 heures avant la plantation (Ingbabona, 2015).

c. Dispositif expérimental et mise en place

Le dispositif expérimental était celui des blocs complets randomisés renfermant chacun quatre traitements (parcelles) qui sont les longueurs des boutures à savoir : boutures de 10 cm ; 15 cm ; 20 cm et 25 cm de long. Les blocs et les parcelles étaient séparés de 0,50 m. Les boutures traitées refroidies étaient mises en place dans une serre en position horizontale en raison d'une bouture par emplacement (FAO, 2011) aux écartements de 50 cm x 50 cm (Frangoie, 2011). Les soins culturaux ont consisté en sarclages réguliers.

d. Observations

Les observations ont concerné le taux de reprise des boutures plantées, le niveau d'infection à l'apparition des symptômes après reprise, l'évolution de la MAM 1, 2, 3 et 4 mois de végétation, le diamètre de la couronne et le diamètre au collet et la hauteur des plants.

Le taux de reprise était évalué une semaine après la mise en place des boutures. L'évaluation du niveau d'infection par la MAM était faite par attribution d'une cote en rapport avec la présence des symptômes sur les feuilles suivant l'échelle de cotisation de Cours (Zinga, 2012) définie de la manière suivante : 0 : pas de symptômes apparents ; 1 : taches jaunâtres couvrant 1/5^e du limbe foliaire ; 2 : taches 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 : feuilles réduites à environ 1/10^e 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 et la hauteur des plants étaient mesurés au moyen d'un mètre ruban tandis que le diamètre au collet était prélevé au moyen d'un pied à coulisse.

e. Traitement des données

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

III. Results and Discussion

3.1 Taux de reprise

La Figure 1 illustre les taux de reprise à une semaine de plantation des boutures traitées. En examinant la Figure 1, il se dégage de manière générale que les taux de reprise ont varié en fonction des différentes longueurs de boutures. En moyenne, les taux de reprises étaient de 88,88% pour les boutures de 10 cm ; 91,66% pour les boutures de 15 cm ; 94,44% pour les boutures de 20 cm et 97,22 pour les boutures de 25 cm. Ces taux ne diffèrent pas significativement ($p\text{-value} = 0.3562$). Les boutures les plus longues donnent des taux supérieurs à ceux des plus courtes. Cette situation serait due à une influence de la dimension des boutures sur ce paramètre en ce qui concerne la richesse en substance de réserve. Ces résultats renseignent en outre qu'on obtient des taux de reprise élevés une semaine après plantation lorsqu'on traite les boutures à la chaleur par un débourrement rapide des yeux.

En fonction de leurs taux de reprise à une semaine, les différents traitements peuvent se classer de manière décroissante suivante : 25 cm (97,22%) > 20 cm (94,44%) > 15 cm (91,66%) > 10 cm (88,88%).

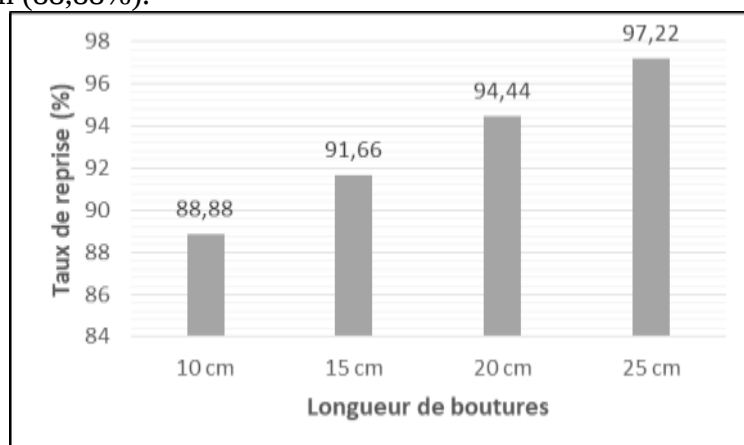


Figure 1: Taux de reprise à une semaine de plantation des boutures traitées

3.2 Niveau d'infection à l'apparition des symptômes

La Figure 2 représente les niveaux d'infection de la MAM à l'apparition des symptômes. L'examen de la Figure 2 indique de manière générale que toutes les boutures ont manifesté différemment la maladie quelle que soit la longueur après reprise. Les niveaux d'infection à l'apparition des symptômes ont varié d'un traitement à l'autre et les boutures les plus longues (25 cm) ont développé beaucoup plus la MAM (niveau moyen 0,83) que les plus courtes boutures (10 cm) qui développent la maladie avec une plus faible intensité (0,66). Cette situation serait due à l'action de la chaleur sur les différentes longueurs des boutures.

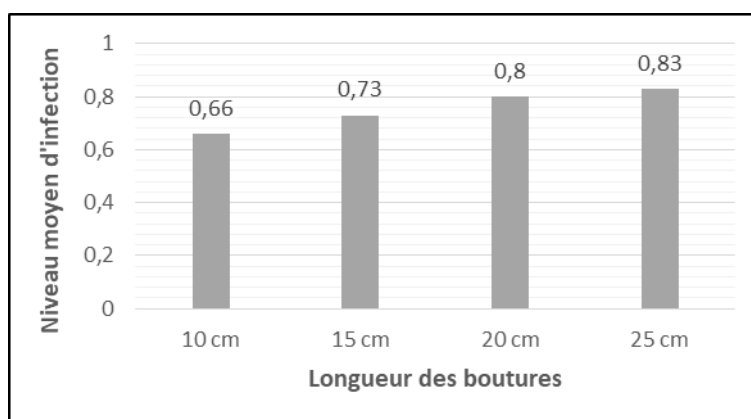


Figure 2: Niveau moyen d'infection de la MAM à l'apparition des symptômes

3.3 Diamètre moyen au collet

La Figure 3 illustre le diamètre moyen au collet des pousses à quatre mois de plantation. Les résultats de la Figure 3 font remarquer de manière générale que le diamètre moyen au collet a varié selon les longueurs de boutures. Ce diamètre a varié en moyenne de 0,8 à 1,2 cm à quatre mois de végétation. Le plus gros diamètre au collet (1,2 cm) a été obtenu chez les boutures les plus longues (25 cm) montrant ainsi une nette amélioration du développement végétatif des plants à cet âge d'observation. Cette situation serait due à la richesse en substance de réserve des boutures.

En fonction de diamètre moyen au collet enregistré, les différentes longueurs peuvent être classées de manière décroissante suivante : 25 cm (1,16 cm) > 20 cm (1,06 cm) > 15 cm (0,99 cm) > 10 cm (0,88 cm).

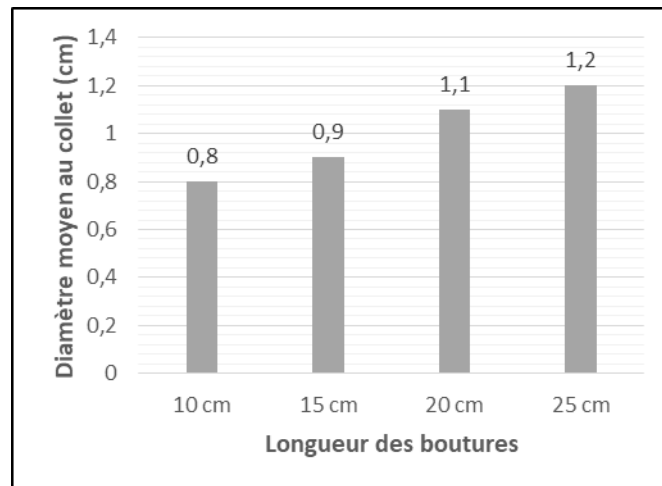


Figure 3: Diamètre moyen au collet des plants à 4 mois de végétation après plantation

3.4 Hauteur moyenne des plants

Les résultats de la Figure 4 indiquent que la hauteur moyenne des plants a varié selon les traitements de 0,59 à 0,86 m. La hauteur des plants augmente suivant la longueur des boutures. Les boutures plus longues produisent des plants de taille plus haute que les courtes boutures indiquant le départ d'un bon développement végétatif chez ces boutures. Cette situation serait également liée à leur richesse en substances de réserve permettant une stimulation de la croissance des plants. Suivant leurs performances, les différents traitements peuvent être classés de la manière décroissante suivante : 25 cm (0,86 m) > 20 cm (0,84 m) > 15 cm (0,79 m) > 10 cm (0,59).

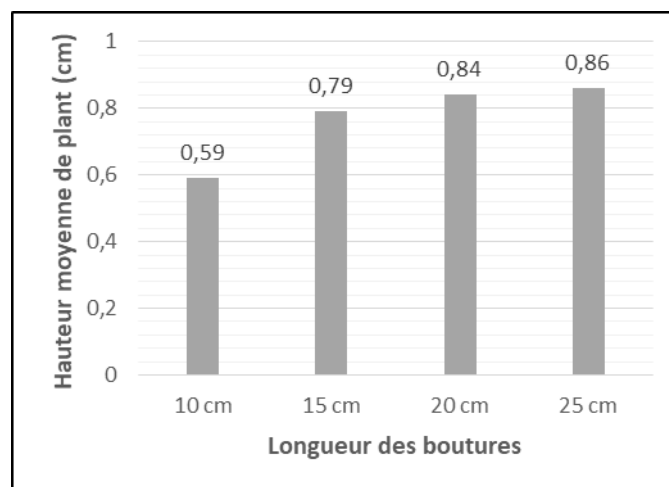


Figure 4: Hauteur moyenne des plants issus de boutures traitées à quatre mois de végétation

3.5 Diamètre de la couronne

Les résultats de la Figure 5 renseignent que le diamètre moyen de la couronne a varié selon les longueurs testées de 0,39 à 0,52 m. De manière générale, les longues boutures donnent des plants avec un plus grand diamètre de la couronne par rapport aux plus courtes (10 cm). Cette situation peut s'expliquer par l'abondance en substances de réserve. Il se dégage que les boutures mosaïquées ayant de grandes dimensions développent plus leurs diamètres de la couronne lorsqu'elles sont traitées à la chaleur. Suivant leurs performances, les traitements peuvent se classer de manière décroissante suivante : 20 cm (0,52 m) > 15 cm (0,50 m) > 25 cm (0,49 m) > 10 cm (0,39 m).

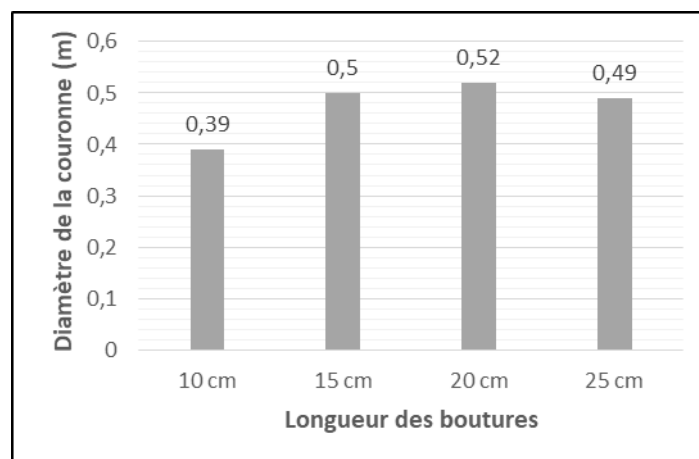


Figure 5: Diamètre moyen de la couronne des plants à 4 mois de végétation

3.6 Evolution des symptômes de la MAM sur les pousses

La Figure 6 présente l'évolution de la MAM sur les feuilles de manioc 1, 2, 3 et 4 mois de végétation après plantation (MAP). Il appert sur la Figure 6 que tous les traitements ont manifesté différemment la MAM du premier au quatrième mois d'observation montrant encore la présence du virus sur les pousses développées. Ces résultats indiquent en outre une évolution décroissante de la MAM avec une diminution des niveaux d'infection au 4e mois d'observation chez tous les traitements expérimentés traduisant une régression de la maladie. Ils renseignent enfin que l'état sanitaire est plus amélioré avec les courtes boutures à faible dimension qu'avec des longues boutures.

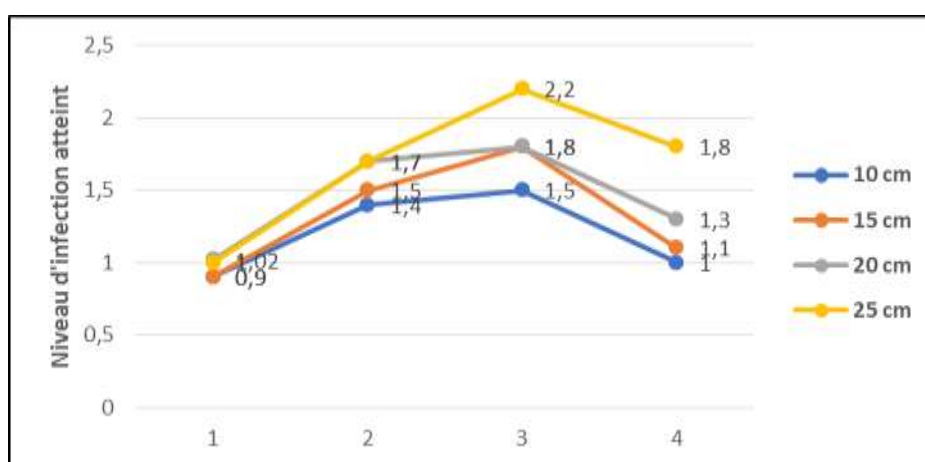


Figure 6: Evolution de la MAM sur les feuilles en fonction des longueurs de boutures 1, 2, 3 et 4 MAP

3.7 Discussion

a. Taux de reprise des boutures

Les taux de reprise des boutures obtenus à 1 semaine de plantation démontrent que la thermothérapie raccourcit la durée de reprise des boutures quelle que soit la longueur contrairement à la reprise habituelle du manioc qui a lieu après 2 semaines de plantation (Janssens, 2001). Ces résultats corroborent ceux de nos recherches antérieures (Ingbabona, 2015 ; Ingbabona et al., 2017 ; Ingbabona et al., 2025) et confirment l'affirmation selon laquelle le traitement des boutures à la chaleur pendant quelques minutes favorise la germination des yeux dormants (Filière Technique Agricole, 2012) et stimule la croissance de plants de manioc (Massala, 1988). Ces observations traduisent le caractère intéressant de la

technique d'assainissement du manioc par la thermothérapie. Ces résultats montrent aussi l'influence de la longueur des boutures sur ce paramètre. En effet, les courtes boutures donnent des taux de reprise moins élevés par rapport aux longues boutures plus riches en substance de réserve (Silvestre, 1987). Toutefois, les taux de reprise obtenus à 1 semaine dans cette étude ont été supérieurs à 96,83% avec les grosses boutures de la même variété locale (Ingbabona et al., 2025). Les conditions culturales (pluviométrie) et la dimension des boutures peuvent expliquer la situation.

b. Apparition des symptômes et évolution de la MAM sur les pousses

Les symptômes de la MAM apparaissent avec différents niveaux d'infection à la reprise des boutures traitées. Les boutures les plus longues (25 cm) développent beaucoup plus la maladie (niveau moyen 0,83) à l'apparition des symptômes que les plus courtes boutures (10 cm) qui développent la MAM avec une plus faible intensité (0,66). Cette apparition des symptômes est précoce (Mwengula et al., 2009 ; Ikaa Lifeta et Musanga, 2024) et confirme l'infection initiale des boutures de plantation utilisées (Colvin et al., 2004), l'élimination partielle du virus par la technique appliquée, la sensibilité de la variété locale Mbongo vis-à-vis de la mosaïque et le développement des pousses qui constitue un moment favorable à la manifestation de la maladie (Litucha, 2011). L'incidence de la MAM sur l'ensemble des longueurs testées de boutures dénote l'inefficacité de la thermothérapie appliquée seule et le caractère épidémique de la MAM dans cette zone de production de manioc (IITA, 2000).

L'évolution de la MAM sur les pousses montre que toutes les boutures malades traitées à la chaleur donnent des pousses qui manifestent différemment la maladie mais l'évolution des symptômes n'affecte pas le développement normal des plants. Ces résultats montrent un effet efficace de la chaleur sur l'inhibition de la répllication virale et la synthèse des protéines (Mink et al., 1998) dans les boutures traitées et confirment l'amélioration de l'état sanitaire des plants par la thermothérapie. Ils démontrent par le fait même l'efficacité de la thermothérapie dans l'assainissement du manioc menacé par la MAM. Ces observations ont été aussi faites par certains chercheurs (Zinga, 2012 ; Kouassi et al., 2019) et les résultats de nos recherches antérieures (Ingbabona, 2015 ; Ingbabona et al., 2021a, b ; Ingbabona et al., 2025). Les courtes boutures améliorent beaucoup plus l'état sanitaire des pousses. On pense à l'action de la chaleur sur les dimensions des boutures. La vitesse de diffusion de la chaleur dans les tissus végétaux serait plus grande dans les boutures de faible dimension que de grande dimension.

L'ensemble des résultats obtenus dans cette étude montre que l'assainissement du manioc virosé par thermothérapie fonctionne. Il permet un développement harmonieux des plants par diminution de l'infection virale. La diminution de l'intensité de l'infection virale a eu pour effet la stimulation de la croissance et un bon développement végétatif des plants en largeur et en hauteur. La technique a ramené l'infection sévère à une infection très modérée à l'âge de sensibilité élevée du manioc. Ces observations confirment l'amélioration de l'état sanitaire des plants par la thermothérapie. Les symptômes observés sur toutes les pousses à l'âge de 4 mois (de niveau 1 à 1,8) ne sont pas à même d'affecter la croissance et à la longue le rendement car les pousses ont déjà franchi l'âge de sensibilité élevée (Fauquet et al., 1986) et qu'une attaque mineure n'a qu'un impact mineur sur le rendement, par conséquent, une infection très modérée est parfaitement tolérable. De plus, 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 quatre premiers mois de culture (Ikaa Lifeta & Musanga, 2024). Le niveau d'infection obtenu à 4 mois sur les pousses dans cette étude (1-1,8) est inférieur à 3 trouvé chez les variétés améliorées Zizila, RAV, Sadisa et Lueki à 4 mois de plantation au Kongo central (RDC) (Ikaa Lifeta & Musanga, 2024).

D'autre part, ces résultats démontrent la difficulté de disposer du matériel végétal sain dans le milieu. Ils confirment en outre l'insuffisance de la technique d'assainissement par la chaleur considérée de façon isolée. Les résultats obtenus dans cette étude ne s'accordent pas avec ceux trouvés par d'autres chercheurs sur l'obtention de matériel sain par la thermothérapie appliquée seule (Manganaris et al., 2003 ; Kouassi et al., 2019) mais s'accordent avec ceux des auteurs qui ont déclaré que la thermothérapie bien qu'utilisée pour éliminer les virus dans la plante, quand elle est appliquée seule, provoque plutôt une élimination partielle de virus chez certaines espèces de plante ; pour cela, la combinaison avec d'autres thérapies antivirales permet de produire des plantes sans virus (Baudoin et al., 2002 ; Li et al., 2002 ; Wasswa et al., 2010 ; Foma, 2011 ; Yeo et al., 2020).

IV. Conclusion

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'impact de la longueur des boutures sur la thermothérapie du manioc infecté par la MAM. Pour ce faire, les tiges de la variété locale Mbongo étaient découpées en boutures de 10, 15, 20 et 25 cm de long et traitées à la chaleur à 52°C pendant 20 minutes dans un bain-marie et mises en place dans une serre suivant un dispositif en blocs complets randomisés comprenant trois répétitions. Les observations ont porté sur le taux de reprise des boutures à une semaine, le niveau d'infection à l'apparition des symptômes, l'évolution des symptômes sur les feuilles, le diamètre au collet, le diamètre de la couronne et la hauteur des plants. Les résultats obtenus montrent de manière générale que la thermothérapie permet une reprise précoce des boutures de manioc ; elle améliore l'état sanitaire du matériel de plantation ; les boutures de courte longueur (10 cm) améliorent beaucoup plus l'état sanitaire des pousses par diminution de l'infection virale que les longues boutures pendant la période de sensibilité élevée du manioc.

References

- Ambayeba M-K, Bakelana T.Z., Kalonji A., Lutete L. et Tata-Hangy W. 2022. Les Principales Maladies du Manioc en République Démocratique du Congo et leurs méthodes de lutte. In : Mahungu NM, Ndonga A, Kendenga T. et Bidiaka S. (Ed), Le Manioc en RD Congo, IITA, 123-193
- Baelo P., Kahandi C., Akuboyi J., Juakaly J.L. & Koto N. 2016. Contribution à l'étude de la biodiversité et de l'écologie des araignées du sol dans un champ cultivé de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae) à Kisangani, RD Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research*. 23 : 412-418
- Baudoin J.-P., Demol J. & Louant B.-P 2002. Amélioration des plantes. Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Les presses agronomiques de Gembloux, 306-329
- Bidiaka S.M., Frangoie A., Tata H.W., Bakelana T., Ndonga A., M. Binzunga M., Sumbu D. et Mahungu N.M. 2022. Système semencier du manioc. In : Mahungu N.M., Ndonga A., Kendenga T., et Bidiaka S. (Ed). Le Manioc en RD Congo. IITA, 67-85
- Bonkena B.P. 2020. Evolution des modes de consommation alimentaire à Kinshasa : enjeux pour la filière manioc en zone périurbaine. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique, 261p
- Cardoso Ap, Mirione E., Ernesto M. & Massaza F. 2005. Processing of cassava roots to remove cyanogens. *J. Food Composition Analysis*, 18 : 451-460
- Colvin J., Omongo C.A., Maruthi M.N., Otim-Nape G.W., & Thresh J.M. 2004. Dual begomovirus infections and high *Bemisia tabaci* populations: two factors driving the spread of a cassava mosaic disease pandemic. *Plant Pathol.*, 53, 577-584

- Ebwa J., Ugencan P., Empata L., Azenge J.P., Saile J., Bondombe W. et Monde G. 2023. Effet du virus de la mosaïque africaine du manioc sur la teneur en protéines brutes des feuilles de cinq cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) à Kisangani en RD Congo. *Agronomie Africaine* 35 (3) : 465 - 472
- FAO 2011. Technique culturale du manioc, Congo (RDC). Fiche descriptive de la technique. Technologies and Practices for Small Agricultural Producer, 3 p.
- FAO 2014. Champs-Ecoles Paysans sur le manioc. Ressources à l'intention des Facilitateurs d'Afrique Sub saharienne. Publications de la FAO, Rome
- Fauquet C., Fargette D. & Thouvenel J.-C. 1986. 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, 59-64
- Filiere Technique Agricole 2012. Le manioc. Disponible sur : <http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc> . (26 mars 2014)
- Foma M. 2011. 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 : 155-168
- Françoise A.N. 2011. Le processus du contrôle et de la certification des cultures et plants de manioc en République Démocratique du Congo : Analyse et suggestions. In: Monde G. (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 : 169-176
- IITA 2000. The assessment of cassava pests and diseases in Kinshasa and Bas-Congo. Report. Ibadan, 56p
- Ikaa Lifeta F.-J. & Musanga M.J. 2024. 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*, 1-8, www.joasjournal.org
- Ingbabona J.W., Litucha J.B. et Epaso R.N. 2025. Influence de la taille et du niveau de prélèvement des boutures sur l'efficacité de la thérapie du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans les conditions de Kisangani en RD Congo. *Afrique SCIENCE*, 26 (5) 1-12
- Ingbabona W. 2015. Etude de l'aptitude au greffage et de la thérapie 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, 230p.
- Ingbabona W., Monde G. et Dhed'a D. 2017. 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) 93 - 101
- Ingbabona W., Monde K.G., Litucha B.J. et Dhed'a D. 2021. Assainissement des boutures de quelques variétés de manioc par thérapie. *Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi*, Vol.4(1) : 90-108
- Janssens M. 2001. Plantes racines et plantes à tubercules. In : R.H. Raemakers (Ed). *Agriculture en Afrique tropicale*. DGCI, Bruxelles, Belgique, 194-218
- Kabemba N.K., Gikug J.M., Otono F.B. & Hity S.N.D. M. 2017. Incidence et sévérité de la mosaïque africaine du manioc dans les champs et les jardins de case à Kinshasa (République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, 35, 3, 173-179

- Kouassi K.M., Pita J., Yeo F.E., Saki M.F. et Kouassi K.I. 2019. Caractéristiques d'un dispositif de thérapie thermique construit localement pour l'assainissement de plants de manioc. AISA Développement n°16 : 9-11, <https://www.researchgate.net/publication/377326517> (05/03/2025)
- Li Y., Xu C., & Chen J. 2002. Establishment of Virus-Free Taro (*C. esculenta* cv Fenghuayunaitou) by Meristem-Tip Culture Combined with Thermotherapy. Pakistan, Journal of Plant Pathology, 1(2-4): 40-43
- Litucha B. 2011. 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, 325p
- Lukombo S., Nluta S., Bongenda M., Enene J., Kimfuema V.J., Nsuanda A. et Mahungu N.M. 2022. Transformation du manioc en RD Congo. In : Mahungu N.M., Ndonda A., Kendenga T., et Bidiaka S. (Ed). Le Manioc en RD Congo. IITA, 241-282
- Mahungu N.M., Ndonda M.A., Frangoie N.A. et Moango M.A. 2015. 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, 176-185
- Mahungu N.M., Tata Hangy K.W., Bidiaka S.M. & Frangoie A. 2014. Multiplication de matériel de plantation de manioc et gestion des maladies et ravageurs. Manuel de formation destiné aux agents de terrain, IITA, 43p
- Manganaris G.A., Economou A.S., Boubourakas I.N. & Katis N.I. 2003. Elimination of PPV and PNRSV through thermotherapy and meristem-tip culture in nectarine. Plant cell Report, 22: 195-200
- Massala R. 1988. La mosaïque africaine au Congo. Importance, distribution, méthode de lutte. In : Fauquet C. & Fargette D. La mosaïque africaine et son contrôle. Actes du séminaire, Yamoussoukro, du 04 au 08 mai 1987, édition de l'OSTROM, collections colloques et séminaires, Paris, 13-17
- Mboka Ingoli J.C. 2020. Culture du manioc au Congo Kinshasa. Enchevêtrements des formes de vie. Anthropologie et sociétés, Vol 44, n° 3 : 91-108
- Miderho C.C., Njue L.G. et Abong G.O. 2023. Assessment of cyanid intake through consumption of cassava-based diets in the Democratic Republic of Congo. JSFA Report 3: 310-319
- Mink G.I., Wample R. & Howell W.E. 1998. Heat treatment of perennial plants to eliminate phytoplasmas, viruses and viroids while maintaining plant survival. In: Hadidi A., Ketharpal R.K. & Kogenezawa H. (Eds), Plant virus disease control, 294-310
- Monde G., Bolonge P., Bolamba F., Walangululu J., Winter S. & Bragard C. 2013. Impact of African Cassava Mosaic Disease on the Production of Fourteen Cassava Cultivars in Yangambi, Democratic Republic of Congo. Tropicultura, 31, 2, 91-97
- Muku Tm., Mbungu P.M. et Nkulukuta E.B. 2020. 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) 2112-2119
- Mwengula M., Tshilenge P., Kalonji A., & Nkongolo C. 2009. 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
- SSADR, 2010. Stratégie sectorielle de l'agriculture et du développement rural. Ministère de l'agriculture et ministère du développement rural, RD Congo, 67 p.

- Sylvestre P. 1987. Le manioc. Le technicien d'agriculture tropicale. Centre Technique de Coopération Agricole et rurale (CTA), édition Maisonneuve et Larose. Paris, 119 p
- Tollens E. 2003. Current situation of food security in the DR Congo: Diagnostic and perspectives. Working paper 2003/80, Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium
- Wasswa P., Alicai T. & Mukasa Sb 2010. Optimization of in vitro techniques for Cassava brown streak virus elimination from infected cassava clones. *African Crop Science Journal*, 18: 235-241
- Yeo F.E., Kouassi K.M., Pita J.S., Saki M.F., Kouassi K.lin., Kone D. & N'guetta S-P.A. 2020. 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* 17 : 15-19, <https://www.researchgate.net/publication/37732648> (05/03/2025)
- Zinga I. 2012. Epidémiologie de la maladie de la mosaïque du manioc en République Centrafricaine, résistance variétale et assainissement par thermothérapie. Thèse en cotutelle, Université de Bangui, RCA, 142p