



Adaptation de Cinq Variétés de Patate Douce (*Ipomoea Batatas* (L.)) sur le Rendement dans les Conditions Agro-Ecologique de Lukanga

Muyisa Muyandula¹

muyisamuyandula@gmail.com

Résumé

Cette étude avait pour objectif d'évaluer cinq variétés de patate douce pour le rendement en racines tubéreuses dans les conditions agro-écologiques de Lukanga une expérimentation a été conduite à Lukanga du 21 janvier au 11 aout 2018 suivant un dispositif à trois blocs randomisés et complets. A l'issue de cette étude, les différences significatives ont été observées entre les différentes variétés de patates douces évaluées pour tous les paramètres (hauteur de plant, nombre et rendement en racines tubéreuses). Les variétés New Dimbuka et Anonyme ont eu une hauteur significative supérieure à celle des autres variétés y compris la variété Locale, longtemps cultivée à Lukanga. Par contre, les variétés NASPOT 7 et NK 38 ont eu une hauteur moyenne inférieure à celle de la variété Locale. S'agissant du rendement en racines tubéreuses, la variété Anonyme a eu un rendement en racines tubéreuse de 15,33 t/ha significativement supérieur à celui des variétés New Dimbuka (13,70 t/ha), Locale (5,71 t/ha) et les variétés NASPOT 7 et NK 38 avec un rendement moyen en racines tubéreuses inférieur à 4,50 t/ha. Cette étude met à la disposition des futurs chercheurs un important matériel qui fera objet des probables évaluations dans le temps et dans l'espace.

Mots clés : Adaptation de patate douce, rendement de patate douce, conditions agro-écologique, variétés de patate douce, region de Lukanga

Abstract

The aim of this study was to evaluate five varieties of sweet potato for the yield of tuberous roots under the agro-ecological conditions of Lukanga. An experiment was conducted in Lukanga from January 21 to August 11, 2018 following the framework of the three randomized and complete blocks. The results show that significant differences were observed between the different varieties of sweet potatoes evaluated for all parameters (plant height, number and yield of tuberous roots). The New Dimbuka and Anonymous varieties had a significantly higher height than other varieties including the Local variety, long grown in Lukanga. On the other hand, the NASPOT 7 and NK 38 varieties had an average height lower than that of the Local variety. Regarding the root yield, the Anonymous variety had a root yield of 15.33 t/ha, significantly higher than that of the New Dimbuka (13.70 t/ha), Locale (5.71 t/ha) varieties. ha) and the NASPOT 7 and NK 38 varieties with an average root yield of less than 4.50 t/ha. This study provides future researchers with important material that will be the subject of probable evaluations in time and space.

Key words: Sweetpotato adaptation, yield of sweetpotato, agro-ecological conditions, sweetpotato varieties, Lukanga region

¹ Assistant à l'Institut Supérieur de Chimie Appliquée à Butembo, *muyisamuyandula@gmail.com*

Introduction

La patate douce (*Ipomoea batatas*) est l'une des cultures en racines et tubercules les plus importantes de l'Afrique Sub-saharienne (Low et al., 2017). Elle est la troisième culture en racines en République Démocratique du Congo après le manioc et la pomme de terre (Ministère de l'Agriculture, Pêche et Élevage, 2010). La patate douce est la septième plante dans le monde de part sa production estimée en plus de 300 millions de tonnes sur une superficie d'environ 19 millions d'hectares (Laurie, et al., 2010). Selon Mandal (2006), la patate douce est principalement cultivée pour ses racines tubéreuses qui servent comme aliments dans les nombreux pays en voie de développement où des milliers de personnes souffrent de la malnutrition et où l'insécurité alimentaire a lieu domicile.

Pour Low et al. (2017), les variétés de patate douce en chaire jaune ou orange sont riches en beta-carotène, élément précurseur de la vitamine A, intervenant dans la lutte contre les maladies infantiles et jouant un rôle important dans la santé des mères allaitantes. Et Black (2013) avait démontré que la consommation de patate douce en chaire orange sauve plus de 500 à 600 mille vies en Afrique. Outre le beta-carotène, la patate douce est source de plusieurs éléments minéraux dont le fer, le zinc intervenant dans la régulation sanguine.

Actuellement la culture de la patate douce est largement cultivée en République Démocratique du Congo et particulièrement dans la province du Nord-Kivu. La patate douce donne des rendements acceptables à des altitudes allant de 0 à plus de 1800m. Par contre, le rendement diminue au fur et à mesure que l'altitude va au-delà de 2000 m à cause d'un allongement du cycle cultural qui, dans les conditions normales de croissance est de 120 à 150 jours selon les variétés (Mandal, 2006).

Les conditions climatiques de la région des Hautes Terres du territoire de Lubero sont caractérisées par les hautes altitudes souvent supérieures à 2000 m rendant la culture de la patate douce difficile. Lukanga n'est pas épargné pour ces contraintes climatiques. Comme chercheur, nous avons observé pendant les années 2000, que malgré certaines variétés de patate douce soient depuis longtemps dans la zone de Lukanga, certaines de ces variétés qui n'offrent plus de bon rendement suite à une dégénérescence variétale (Le cas le plus écheant de la variété Mbayiteka) et qui, actuellement ne produit presque plus rien dans la région.

C'est ainsi que, cette étude a pour but d'analyser les possibilités d'introduire une variété ou un programme d'amélioration des nouvelles variétés de patate douce adaptées aux conditions climatiques de hautes altitudes chez la patate douce dans les conditions agro-écologiques de Lukanga, localité de la région de Hautes Terres du territoire de Lubero. La question suivante avait guidé nos enquêtes : Lesquelles parmi les variétés de patate douce introduites à Lukanga donneront un rendement supérieur à celui de la variété longtemps cultivée dans les conditions agro-écologiques de Lukanga ?

Devant la problématique et la question posée, une hypothèse avait été émise comme suit : Il existe parmi les variétés de patate douce introduites à Lukanga, celles qui s'adapteront et donneront un rendement acceptable. L'objectif de ce travail est de mettre en évidence parmi les quatre variétés de patate douce introduites à Lukanga, celle(s) qui s'adaptera(ont) aux conditions agro-écologiques de Lukanga.

L'intérêt du travail réside dans le fait qu'en mettant à la disposition des agriculteurs des variétés à haut rendement en tubercules, adaptées aux conditions agro-écologiques de Lukanga, il sera possible de contribuer à leur sécurité alimentaire et améliorer, dans la mesure du possible, leur revenu. Du point de vue scientifique, ce travail met à la disposition des futurs chercheurs un important matériel qui fera objet des probables évaluations dans le temps et dans l'espace.

Matériels et Méthodes

Ce travail avait été conduit à Lukanga, du 21 Janvier au 11 Aout 2018. Au cours de l'expérience, une partie des matériels utilisés était biologique et un autre non biologique. Les matériels biologiques étaient constitués de 5 variétés (Anonyme, NASPOT 7, NK38, Locale, New Dimbuka) de la patate douce dont quatre variétés introduites à Lukanga (Anonyme, NASPOT 7, NK38, New Dimbuka) et une anciennement cultivée à Lukanga (Locale : Ba muzungu). Les non biologiques comportaient l'ensemble d'outils nécessaires pour la préparation du terrain, pour l'entretien des cultures, pour la prise des mesures et pour le traitement des données ; tel que repris dans le tableau ci-après :

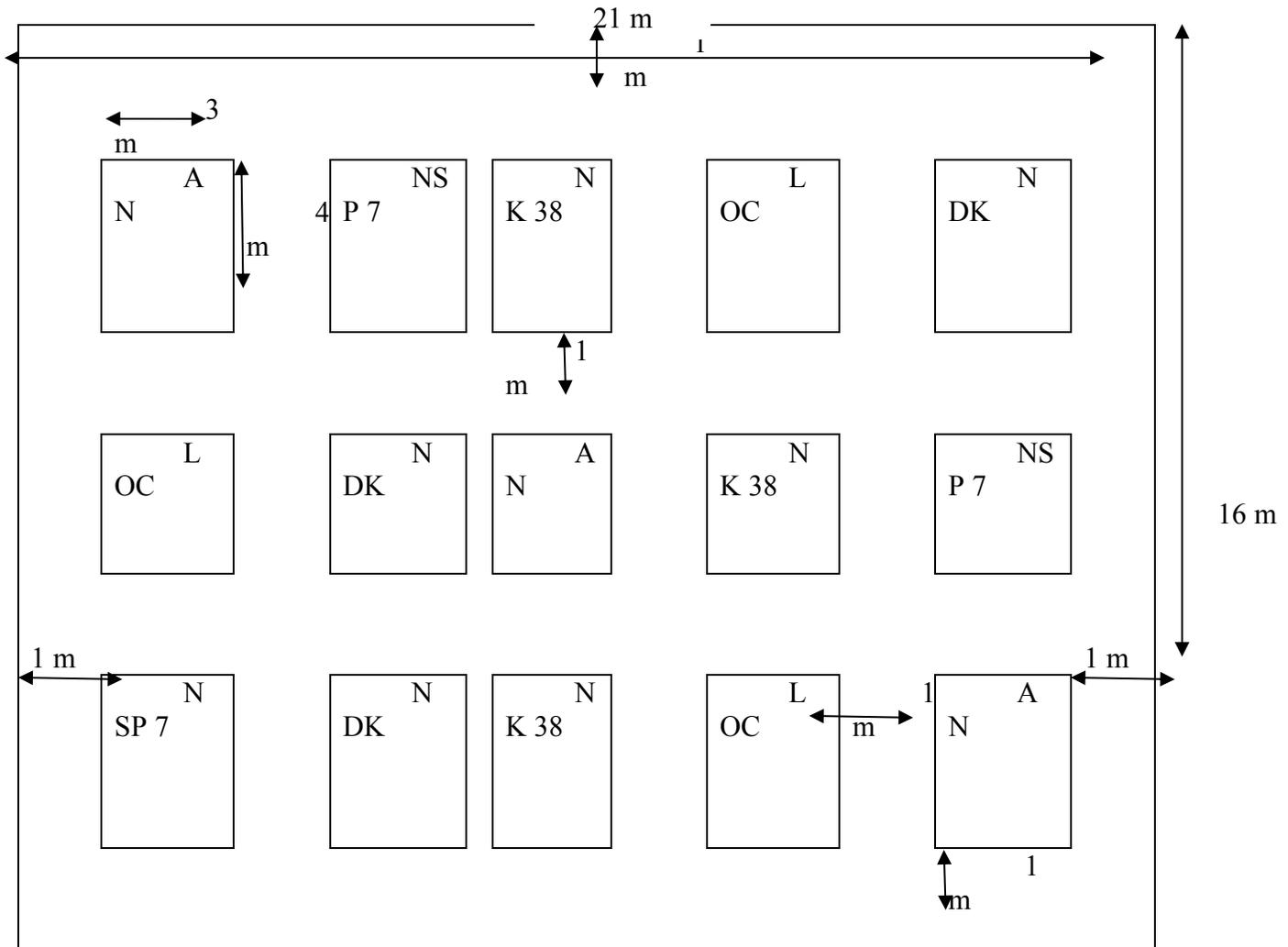
Tableau 1 *Matériels et leurs rôles*

| Matériel | Rôle |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• La houe, machette et la pelle• Une ficelle, des piquets à bois• Un mètre ruban de 7 m• Un arrosoir | <ul style="list-style-type: none">• Dégagement des parcelles, les opérations de préparation du terrain et d'entretien de la culture.• Délimiter les parcelles expérimentales.• Pour mesurer la hauteur de nos plantes• Arroser nos plantes en vue de renforcer le taux d'humidité du sol |

Cette étude s'est penchée sur la méthode expérimentale qui reposait sur un principe : modifier un ensemble de paramètres à l'aide d'un dispositif expérimental conçu pour permettre le contrôle de ces paramètres, dans le but de mesurer leurs effets et si possible de les modéliser. L'étude était réalisée sur les blocs sélectionnés dans la région. Les blocs sont des ensembles de parcelles voisines qui servent à comparer différents traitements. Les blocs peuvent être complets, c'est quand tous les éléments qui interviennent dans l'expérience y sont présents. Ils sont dits incomplets quand seulement certains de ces éléments y sont présents. Les blocs sont souvent qualifiés d'aléatoires ou randomisés (Dagnelie, 2012).

L'essai avait été planifié suivant un dispositif expérimental à trois blocs randomisés et complets, comportant 5 parcelles qui correspondent aux 5 variétés de patate douce testées. Chaque parcelle comportait 5 billons allongés constitués de 9 poquets. Les cinq variétés testées ont été réparties dans les parcelles expérimentales dans chaque bloc de façon aléatoire par tirage au sort sans remise. Les boutures ou cordes de patate douce ont été plantées aux écartements de 100 cm entre les billons et de 30 cm entre les plants. La figure 1 reprend schématiquement la configuration du dispositif expérimental adopté.

Figure 1 Dispositif expérimental à trois blocs randomisés complets



Légende: AN = Anonyme, NSP = NASPOT 7, LOC = Locale (Ba muzungu)
 NDK = New Dimbuka

La conduite à consister à la préparation du champ qui a englobé le déchaumage et le labour, la plantation des boutures, l'entretien de la culture et la récolte. La préparation du champ avait consisté au déchaumage suivi d'un labour de plus au moins 30 cm de profondeur ainsi que l'aménagement des billons. La plantation était intervenue en date du 21 janvier 2018 et avait consisté à la plantation des boutures de plus au moins 30 cm de long avec 3 à 4 nœuds. La lutte contre les mauvaises herbes était effectuée dès que celles-ci se présentaient au niveau du champ. A chaque passage dans le champ, les billons étaient réhabilités. La récolte était intervenue le 11 Aout 2018 soit 200 jours après la plantation. Toutes racines tubéreuses des plantes se trouvant sur le billon étaient récoltées et pesées.

- Un certain nombre de paramètres ont été mesurés et/ou observés, notamment :
- Hauteur de plant a été mesurée du diamètre au collet au sommet de la tige principale ;

- Nombre de racines tubéreuses a été obtenu par le comptage de toutes les racines tubéreuses initiées par plant ;
- Rendement en racines tubéreuses ($t.ha^{-1}$) a été estimé en pesant toutes les racines tubéreuses en kg sur 7 billons se trouvant dans la partie médiane de la parcelle puis extrapolé à l'hectare. La parcelle utile avait une superficie de $6,3 m^2$.

L'analyse statistique des données a été réalisée conformément au modèle correspondant au dispositif expérimental adopté. Il s'agissait de l'analyse de la variance (ANOVA) à deux facteurs dont un fixe, constitué par les variétés de patate douce évaluées et un autre aléatoire, formé par les blocs. Pour la comparaison des moyennes, nous avons fait recours à la méthode de Student consistant à la comparaison multiple par la plus petite différence significative (PPDS). Les calculs statistiques ont été réalisés par le logiciel GENSTAT (General Statistic) 15^{ième} édition. Par ailleurs, les figures ont été confectionnées par le logiciel Excel.

Résultats et Discussion

Les principaux résultats des paramètres mesurés et observés sont ; la hauteur du plant, le nombre de racines tubéreuses et le rendement en racines tubéreuses.

Analyse de la variance des données relatives à la hauteur de plant

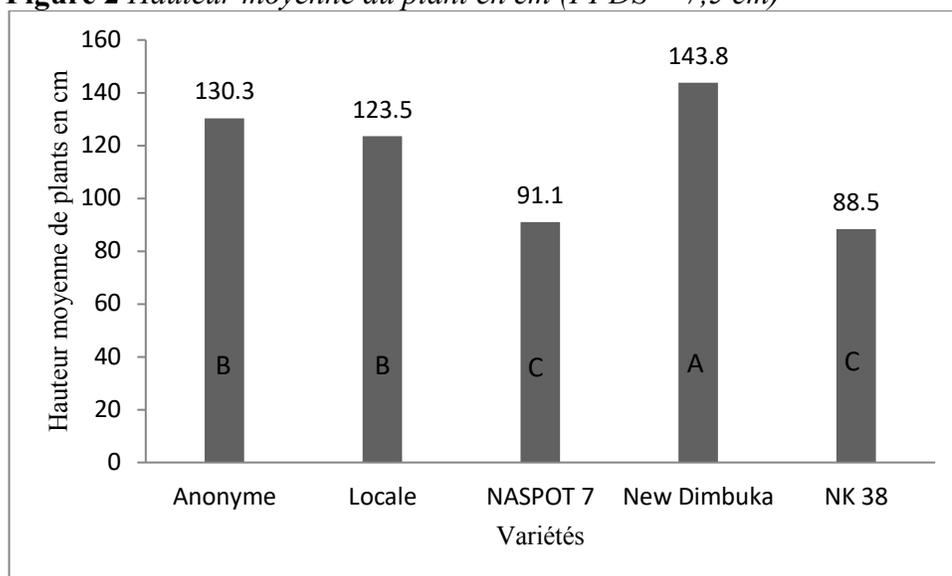
Les résultats dans le tableau 1 indiquent l'analyse de la variance des données relatives à la hauteur du plant.

Tableau 1 Analyse de la variance des données relatives à la hauteur de plant

| Source de variation | DDL | SCE | CM | F _{OBS} | PV |
|---------------------|-----|----------|---------|------------------|--------|
| Variétés | 4 | 151699,6 | 37924,9 | 50,25 | < 0,05 |
| Blocs | 2 | 4693,0 | 2346,5 | 3,11 | |
| Variétés x Blocs | 8 | 20588,9 | 2573,6 | 3,41 | |
| Erreur résiduelle | 300 | 226402,0 | 754,7 | | |
| Total | 314 | 403383,4 | | | |

Il ressort du tableau 1 qu'il y a eu de différence significative entre les différentes variétés de patate douce testées. La comparaison multiple des moyennes par le test de Student montre que la variété New Dimbuka présente une hauteur moyenne de 143,8 cm significativement supérieure à celle des autres variétés. Les variétés Anonyme et Locale ont une hauteur moyenne de 130,3 et 123,5 cm respectivement qui sont significativement supérieures à celle des variétés NASPOT 7 et NK 38 avec une hauteur de 91,1 et 88,5 cm respectives. La valeur de la plus petite différence significative est de 7,5 cm (Figure 2).

Figure 2 Hauteur moyenne du plant en cm (PPDS = 7,5 cm)



Nombre de racines tubéreuses

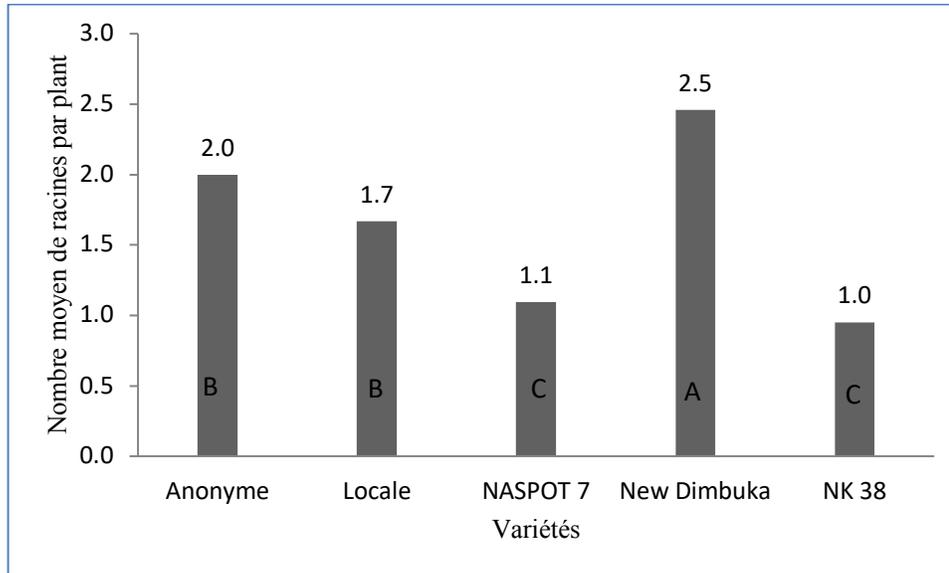
Les résultats consignés dans le tableau 2 ci-dessous révèlent de différence significative entre les différentes variétés testées ($F_{OBS} > F_{0,95}$).

Tableau 2 Analyse de la variance des données relatives au nombre de racines tubéreuses par plant

| Source de variation | DDL | SCE | CM | F_{OBS} | PV |
|---------------------|-----|---------|--------|-----------|--------|
| Variétés | 4 | 99,079 | 24,770 | 14,10 | < 0,05 |
| Blocs | 2 | 4,463 | 2,232 | 1,27 | |
| Variétés x Blocs | 8 | 58,425 | 7,303 | 4,16 | |
| Erreur résiduelle | 300 | 527,048 | 1,757 | | |
| Total | 314 | 689,016 | | | |

Les résultats du test de Student tels que mentionné sur la figure 3 ci-dessous ont montré que les différentes variétés de patate douce testées se sont groupées en trois classes (PPDS = 0,4) à savoir la classe supérieure avec la variété New Dimbuka (2,5 racines tubéreuses par plant) ; la classe moyenne avec les variétés Anonyme (2,0 racines tubéreuses par plant) et la variété Locale (1,7 racines tubéreuses par plant) et enfin la classe inférieure avec les variétés NASPOT 7 et NK 38 avec un nombre moyen de racines tubéreuses de 1,1 et 1,0 respectifs.

Figure 3 Nombre moyen de racines tubéreuse par plant (PPDS = 0.4)



Rendement en racines tubéreuses

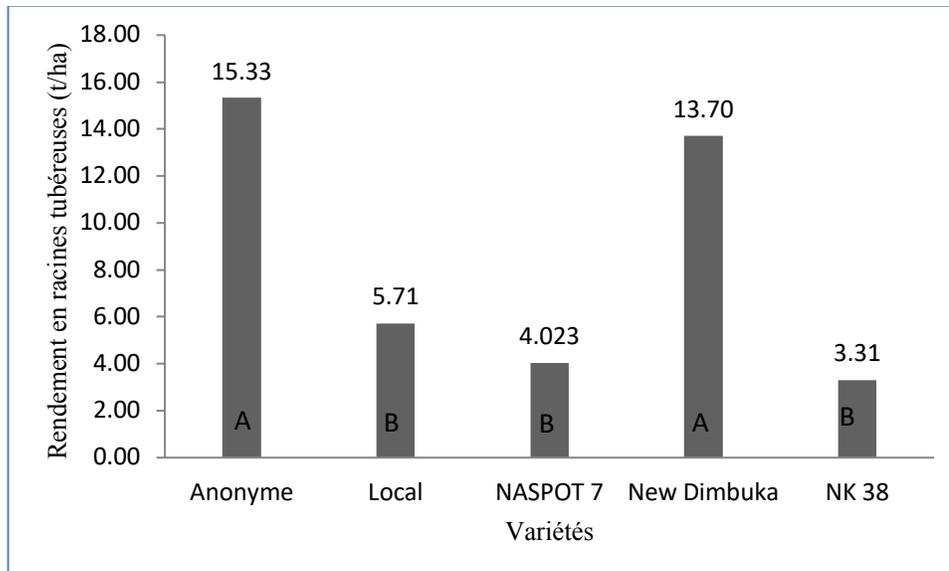
Les résultats de l'analyse de la variance des données relatives au rendement en racines tubéreuses sont présentés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 Analyse de la variance des données relatives au rendement en racines tubéreuses

| Source de variation | DDL | SCE | CM | F | PV |
|---------------------|-----|---------|---------|------|--------|
| Variétés | 4 | 385,047 | 96,2618 | 5,37 | < 0,05 |
| Blocs | 2 | 6,140 | 3,0702 | 0,17 | |
| Variétés x Blocs | 8 | 143,342 | 17,9178 | | |
| Total | 14 | 534,530 | | | |

Les résultats de l'analyse de la variance consignés dans le tableau ci-haut révèlent de différence significative entre les différentes variétés de patates douces évaluées ($F_{OBS} > F_{0,95}$). Les résultats mentionnés sur la figure 4 ci-dessous relatifs à la comparaison multiple des moyenne par le test de Student ont montré que les variétés Anonyme (15,33 t/ha) et New Dimbuka (13,70 t/ha) ont eu un rendement moyen en racines tubéreuses significativement supérieur à celui de variétés Locale, NASPOT 7 et NK 38 avec un rendement moyen en racines tubéreuses de 5,71 ; 4,02 et 3,31 t/ha, respectivement. La valeur de la plus petite différence significative (PPDS) est de 7,97 t/ha.

Figure 4 Rendement moyen en racines tubéreuses (PPDS = 7,97 t/ha)



Les résultats de l'analyse de la variance ont montré de différence significative pour la hauteur de plant, le nombre de racines tubéreuses par plant et le rendement en racines tubéreuses ($F_{OBS} > F_{0,95}$). Cette variation serait à la fois due aux facteurs intrinsèques de chaque variété et aux facteurs extrinsèques, principalement environnementaux. Il a été révélé par plusieurs chercheurs dont Woolfe (1992), Stathers, et al. (2013), Mbusa, et al. (2018a) que le rendement en racines tubéreuses ainsi que les paramètres liés au rendement sont tributaires de valeurs propres à chaque variété, à savoir la capacité de produire un grand nombre de racines tubéreuses, leur grosseur ainsi que la concentration en matière sèche.

Les variétés Anonyme et New Dimbuka ont eu une hauteur comprise entre 130,3 et 143,8 cm, un nombre moyen de racines tubéreuses compris entre 2,0 et 2,5 ainsi que un rendement moyen en racines tubéreuses compris entre 13,70 et 15,33 t/ha significativement supérieurs aux performances de la variété Locale. Par contre, les variétés NASPOT 7 et NK 38 ont été moins performantes que la variété Locale. Les meilleures performances des variétés Anonyme et New Dimbuka comparativement à la variété Locale seraient expliquées par une adaptation facile de ces variétés aux conditions agro-écologiques de Lukanga. Il tient de signaler que dans le programme d'amélioration de ces variétés, outre le rendement en racines tubéreuses et la concentration en beta-carotène, ces variétés ont été créées dans l'objectif aussi de s'adapter à des hautes altitudes de l'Afrique de l'Est (Kenya, Ouganda et Tanzanie) ; contrairement aux variétés NASPOT 7 et NK 38 qui offrent des bons rendements en basses et moyennes altitudes (< 1200 m du niveau de la mer) (Mwanga, et al., 2003).

Lors de l'expérimentation, il a été constaté que les variétés avec un rendement en racines tubéreuses élevé, ont eu à la fois une hauteur du plant et un nombre moyen de racines tubéreuses significativement supérieur à celui avec un rendement inférieur. Plusieurs recherches menées sur la patate douce ont prouvé qu'il y a une corrélation positive entre le rendement en racines tubéreuses et les paramètres liés au rendement (nombre de racines tubéreuses, grosseur de racines

tubéreuses ainsi que leur teneur en matière sèche) (Cervantes-Flores et al., 2010 ; Djinet et al., 2015 ; Mbusa, 2017 ; Mbusa, et al., 2018b).

À l'issu de ce travail, notre hypothèse de départ postulant qu'il existe parmi les variétés de patate douce introduites à Lukanga, celles qui s'adapteront et donneront un rendement acceptable a été confirmée.

Conclusion

Dans l'objectif d'évaluer cinq variétés de patate douce pour le rendement en racines tubéreuses dans les conditions agro-écologiques de Lukanga une expérimentation a été conduite à Lukanga du 21 janvier au 11 aout 2018 suivant un dispositif à trois blocs randomisés et complets. A l'issu de cette étude, les différences significatives ont été observées entre les différentes variétés de patates douces évaluées pour tous les paramètres (hauteur de plant, nombre et rendement en racines tubéreuses). Les variétés New Dimbuka et Anonyme ont eu une hauteur significative supérieure à celle des autres variétés y compris la variété Locale, longtemps cultivée à Lukanga. Par contre, les variétés NASPOT 7 et NK 38 ont eu une hauteur moyenne inférieure à celle de la variété Locale.

S'agissant du rendement en racines tubéreuses, la variété Anonyme a eu un rendement en racines tubéreuse de 15,33 t/ha significativement supérieur à celui des variétés New Dimbuka (13,70 t/ha), Locale (5,71 t/ha) et les variétés NASPOT 7 et NK 38 avec un rendement moyen en racines tubéreuses inférieur à 4,50 t/ha.

Cette étude met à la disposition des futurs chercheurs un important matériel qui fera objet des probables évaluations dans le temps et dans l'espace.

Références

- Balcha, F. G. (2015). *Breeding of sweet potato for improvement of root dry matter and β -carotene contents in Ethiopia*. PhD Thesis. University of KwaZulu-Natal. Republic of South Africa.
- Bell, A. Muck, O., & Schuler, B. (2000). Les richesses du sol- Les plantes à racines et tubercules en Afrique : une contribution au développement des technologies de récolte et d'après-récolte.
- Black, R. (2003). Micronutrient deficiency: An underlying cause of morbidity and mortality. *Bull. World Health Organ.* 81:79.
- Caburet, A., Lebot, V., Rfaillac, J. P., & Vernier, P. (2006). *Les autres amylicées*. In *Memento de l'Agronome*. GRET, CIRAD, Ministère des Affaires étrangères, Paris.
- Cervantes-Flores, J. C., Sosinski, B., Pecota, K. V., Mwanga, R. O. M., Catignani, G. L., Truong, V. D., Watkins, R. H., Ulmer, M. R., & Yecho, G. C. (2010). Identification of quantitative trait loci for dry-matter, starch, and β -carotene content in sweetpotato. *Molecular Breeding*, 28(2), 201–216. <https://doi.org/10.1007/s11032-010-9474-5>
- Dibi, K. E. B., Essis, B.S., & Nzue, B. (2015). Manuel de formation des agents de développement et des producteurs, Appui à la promotion de la Patate Douce à Chair Orange / Projet Change (CNRA / HKI).
- Djinet, A., Nana, R., Tamini, Z., & Badiel, B. (2015). Etude comparée des paramètres agromorphologiques de dix (10) variétés de patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam cultivées au champ dans deux (2) conditions climatiques au Tchad et au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1243. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.9>
- Laurie, S. M. (2010). Agronomic performance, consumer acceptability and nutrient content of new sweet potato varieties in South Africa. PhD Thesis, University of the Free State, South Africa,

- Low, J. W., Mwanga, R. O. M., Andrade, M., Carey, E., & Ball, A.-M. (2017). Tackling vitamin, A deficiency with biofortified sweetpotato in sub-Saharan Africa. *Global Food Security, 14*, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.004>
- Mandal, R. C. (2006). *Tropical Root and Tuber Crops*, Agrobios
- Mbusa, H. (2017). *Genetique analysis of sweet potato (Ipomoea batatas L (Lam)) genotypes for beta carotene content and root yield in Kenya*. MSc Thesis, University of Nairobi, Nairobi, Kenya
- Mbusa, H. K., Ngugi, K., Olubayo, F. M., Kivuva, B. M., Muthomi, J. W., & Nzuve, F. M. (2018). The Inheritance of Yield Components and Beta Carotene Content in Sweet Potato. *Journal of Agricultural Science, 10*(2), 71. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n2p71>
- Mbusa, H., NGUGI K., OLUBAYO F., KIVUVA B., MUTHOMI J. & NZUVE F. (2018b). Agronomic Performance of Kenyan Orange Fleshed Sweet Potato Varieties. *Journal of Plant Studies, 7*(2), p11. Doi: <http://dx.doi.org/10.5539/jps.v7n2p11>
- Ministere de l'Agriculture, Peche et Elevage. (2010). *Rapport Annuel, MINAGRIPEL*, Kinshasa, République Démocratique du Congo.
- Mwanga, R., Yenchu, G.C., & Moyer, J.W. (2003). Diallel analysis of sweet potatoes for resistance to sweet potato virus disease. *Euphytica, 128*, 237-248
- Rachel, M. (2016). *Difference entre la production de l'ail face aux écartements de la culture de l'ail*. Tfc inerdit, Université de Lukanga, FSA.
- Samba, J. A. (2013). Flowering induction and cross compatibility studies for sweetpotato (*Ipomoea batatas*, L.) breeding. MSc Thesis submitted to the school of graduate studies Kwame Khurumah University of Science and Technology, Ghana.
- Stathers, T., Benjamin, M., Katcher, H., Blakenship, J., & Low, J. (2013). Everything You Ever Wanted to Know about Sweetpotato: Reaching Agents of Change ToT Manual 2: Orangefleshed sweetpotato and nutrition. International Potato Center, Nairobi, Kenya. vol.2.
- Stathers, T. Mkumbira, J., Low, J., Tagwireyi, J., Munyua, H., Mbabu, A., & Mulongo, G. (2015). Orange fleshed Sweetpotato Investment Guide. *International Potato Center, Nairobi, Kenya*.
- Varin, D., Blanc, S., & Brevart, J. (2009). La culture de la patate douce en Nouvelle Calédonie. *Centre des Tubercules Tropicaux*.
- Woolfe, J.A. (1992). *Sweetpotato: An Untapped Food Resource*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Yadeta, B., Belew, D., Gebrselassie, W., & Marame, F. (2011). Variability, heritability and genetic advance in hot pepper (*Capsicum annum*L.) genotypes in West Shoa, Ethiopia. *American - Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 10*(4), 587-592.