

CARACTERISATION MORPHO-QUANTITATIVE DES CULTIVARS LOCAUX DE MANIOC (*Manihot esculenta* Crantz) COLLECTES DANS LA PROVINCE DE LA TSHOPO (RD. CONGO)

FAUSTIN BOLAMBA^{1*}, JEAN-PIERRE MUKANDAMA², LOUIS LOOLI³ & DOWIYA BENJAMIN NZAWELE³

¹Laboratoire de production végétale durable, Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi), BP.1232 Kisangani, R.D. Congo

²Faculté de Gestion des ressources naturelles renouvelables, Université de Kisangani, R.D. Congo

³Laboratoire de génétique et amélioration des plantes (LGAP), Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi), BP.1232 Kisangani, R.D. Congo

*Auteur correspondant : bolambafaustin@gmail.com

RESUME

L'objectif était de caractériser morpho-quantitativement les cultivars locaux de manioc, collectés dans l'arrière-pays de Kisangani. Une collecte était faite dans les champs des agriculteurs en prélevant 15 m des boutures par cultivar trouvé. Un champ expérimental était installé au campus de Kisangani suivant un dispositif en bloc complet randomisé qui avait 20 cultivars et 3 répétitions. Un descripteur morphologique quantitatif (10) appuyé par l'Analyse en Composante Principale (ACP), la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) et l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) ont été effectuées pour décrire les cultivars collectés. L'ACP a révélé 2 axes principaux de variabilité des valeurs propres supérieurs à 1. La CHA a dégagé quatre groupes de diversité morphologique. Le groupe 1 était caractérisé par des cultivars intermédiaire en hauteur de plantes ($450,67 \pm 290,28$ cm), une hauteur de première ramification élevée ($351,33 \pm 65,73$ cm) et un grand angle de ramification des branches ($75 \pm 5^\circ$). Le groupe 2 était caractérisé par des cultivars de valeurs intermédiaires pour la plupart des variables. Le groupe 3 était constitué des cultivars de grandes feuilles ($6,37 \pm 0,23$) des plants hauts ($597,67 \pm 152,17$), mais peu de racines tubéreuses commercialisables et de faible poids. Le groupe 4, qui représente la majorité (45 %) était constitué de cultivars ayant un poids de racine tubéreuse élevé ($19,59 \pm 5,58$), le nombre de racine tubéreuse par plant ($33,89 \pm 11,93$) et commerciales.

Mots-clés : Caractérisation, manioc, cultivars locaux, Kisangani

Citation : BOLAMBA Faustin, MUKANDAMA Jean-Pierre, LOOLI Louis & NZAWELE Dowiya Benjamin, 2024, Caractérisation morpho-quantitative des cultivars locaux de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) collectes dans la Province de la Tshopo (RD. Congo). Agronomie Africaine 2024, 36 (1), pp 99 - 111.

ABSTRACT

MORPHO-QUANTITATIVE CHARACTERIZATION OF LOCAL CASSAVA CULTIVAR (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) COLLECTED AT THE TSHOPO PROVINCE (DR. CONGO)

The aim was to characterize morphologically local cassava of Kisangani hinterland based on quantitative variables. Collection from farmers' field established after collecting 15m cutting per cultivar found. Experimental trial was established at Kisangani campus following complete randomized block design with 20 cultivars and three replications. Morphological quantitative descriptors (10) supported by principal component analysis (PCA), hierarchical ascendant clustering (HAC) and factorial discriminant analysis (FDA) were done for describing those collected cultivars. PCA showed 2 principles axes with value beyond one. HAC established 4 groups of morphological diversities. Group 1 was characterized by cultivars of intermediate height average ($450,67 \pm 290,28$ cm), high first branching height ($351,33 \pm 65,73$ cm), and big branching angle (75 ± 5 o). Group 2 characterized by

cultivars with average value for most of variables. Group 3 was composed of big leaves cultivars (6.37±0.23), but few marketable tubers with low weight. Group 4 which represent majority 45% was composed of cultivars with high tuber weight (19.59±5.58), number of root tubers per plant (33.89±11.93) and commercials.

Keys Words: *Characterization, cassava, locals cultivars, Kisangani*

Citation : BOLAMBA Faustin, MUKANDAMA Jean-Pierre, LOOLI Louis & NZAWELE Dowiya Benjamin, 2024, Morpho-quantitative characterization of local cassava cultivar (*Manihot esculenta* Crantz) collected at the Tshopo Province (DR. Congo). *Agronomie Africaine* 2024, 36 (1), pp 99 - 111.

Soumis : 24/01/2024 | Accepté : 15/04/2024 | Online : 30/04/2024

INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) fait partie des principales plantes à racines et tubercules cultivées dans le monde, du point de vue production (FAOSTAT, 2010). Il reste l'une des toutes premières cultures vivrières en Afrique tropicale et un atout incontestable pour une région de moins en moins autosuffisante sur le plan alimentaire (Gnonloufin *et al.*, 2011a,b). Très énergétique (350 kilocalories pour 100 grammes de matière sèche), il est cultivé pour ses racines riches en hydrates de carbone et pour ses feuilles riches en vitamines, en sels minéraux et en protéines (Esuma *et al.*, 2012).

Le produit est utilisé pour l'autoconsommation dominante ou secondaire (aliment de soudure), la commercialisation en frais ou après plusieurs étapes de transformation (artisanales ou mécanisées) en de nombreux produits pour l'alimentation humaine (gari, attiéké, fofou, tapioca) ou animale (cossettes, farine). Le manioc est aussi utilisé dans l'industrie (amidon, colles, dextrines) (Kouadio *et al.*, 2014).

En République Démocratique du Congo, la majorité de la production nationale du manioc est réalisée par les petits producteurs agricoles. En agriculture traditionnelle, les variétés locales représentent l'essentiel du matériel végétal utilisé (Missihoun *et al.*, 2012), celles-ci sont rustiques et adaptées aux zones agro-écologiques, mais ont pour la plupart, un faible potentiel de production (Deffan *et al.*, 2015). Par ailleurs, la culture de manioc est menacée par l'apparition des maladies virales en forte expansion à travers le continent africain. Ceci constitue une menace majeure pour la sécurité alimentaire, notamment pour les petits paysans pratiquant une agriculture de subsistance (Segnou, 2002).

Ces ressources locales représentent un élément essentiel de la sécurité alimentaire, car elles constituent la matière première clé utilisée par les sélectionneurs pour améliorer la résistance aux bioagresseurs, la productivité et la qualité nutritionnelle du manioc. De même, la mise au point de variétés améliorées à rendement élevé dépend surtout de l'accès aux ressources génétiques locales (Deffan *et al.*, 2015).

Dans les zones de production de la Tshopo, pour distinguer les cultivars de manioc, les agriculteurs les désignent par des noms vernaculaires liés au trait phénotypique, au lieu de provenance (nom du village), d'une personne ou d'une structure qui l'introduit. En absence d'un catalogue propre à ces variétés locales, ce mode de désignation donne souvent lieu à des confusions, puisque la même variété peut porter des noms différents en fonction de la zone de production. Les appellations sont très variées avec quelquefois des synonymies dans d'autres groupes ethniques.

Dans le contexte actuel de changement climatique, une des stratégies susceptibles de lutter contre l'érosion génétique consiste en la collecte, l'analyse et l'organisation de la diversité existante dans les zones de production. Ceci permet non seulement de connaître les cultivars existants, mais aussi d'orienter les méthodes de conservation et de gestion de ces ressources génétiques dans des programmes d'amélioration variétale (Djaha *et al.*, 2017).

Pour résoudre ce problème, plusieurs techniques de caractérisation morphologiques, enzymatiques et moléculaires permettant d'évaluer et d'analyser l'authenticité de chaque accession ont été mises au point. Parmi ces techniques, l'analyse des descripteurs morphologiques basés sur les phénotypes, paraît la moins coûteuse et révèle la diversité

telle qu'elle est perçue et sélectionnée par les agriculteurs locaux qui sont les principaux acteurs du système de caractérisation et d'évaluation de la diversité variétale. Même si les caractères morphologiques sont souvent très variables en fonction de certains paramètres environnementaux, les descripteurs morphologiques sont encore utilisés, en particulier dans les situations où les marqueurs moléculaires ne sont pas aisément disponibles (N'Zué *et al.*, 2014). Les descripteurs morphologiques ont déjà permis de décrire et de classer des centaines d'accessions de manioc (Gmakouba *et al.*, 2018).

En effet, dans la province de la Tshopo, certaines agences en l'occurrence le Fond des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), organismes nationaux et Internationaux (IITA, SECID, CICR) ont contribué à la mise en place des champs et diffusion de manioc à grande échelle depuis 2002 jusqu' à ce jour. Tous ces cultivars se sont retrouvés en mélange dans les champs paysans y compris les cultivars exotiques catalogués, en attente ou non catalogués. Cela n'a fait qu'augmenter la diversité des cultivars in situ, alors que leurs traits phénotypiques, agronomiques ainsi que

leurs performances n'ont pas été étudiés.

L'objectif de notre travail est donc de collecter et caractériser morphologiquement les cultivars locaux de manioc (*Manihot esculenta Crantz*), afin d'analyser la diversité morphologique des différents clones des ancêtres provenant de quelques zones agro écologiques de la Province de la Tshopo.

MATERIEL ET METHODE

COLLECTE ET IDENTIFICATION DES CULTIVARS LOCAUX

Zones de collecte

Les cultivars locaux ont été récoltés dans les 5 principaux axes routiers fournisseurs de produits et sous-produits de manioc de la province de la Tshopo à savoir les axes : Kisangani- route Opala (110 km), Kisangani- route Yangambi (130 km), Axe routier Kisangani-Opala-Yanonge (100 km), Kisangani - route Buta (36 km), Kisangani- rive gauche Lubunga (16 km). Il convient de signaler que les sites de récolte de matériel végétal correspondent tous aux zones forestières.



Figure 1. Les axes routiers où les collectes des cultivars locaux de manioc ont été réalisées (Source : Mbavumoja *et al.*, 2022).

*Roads axis where local cassava cultivars were collected (Source : Mbavumoja *et al.*, 2022).*

Collecte et identification des cultivars locaux

Les cultivars locaux, ont été référencés par des noms vernaculaires donnés au lieu de collecte par les paysans. Ces matériels biologiques étaient collectés sous forme des boutures d'environ 15 m linéaire pour chaque cultivar local. Les cultivars ont été collectés auprès des paysans après renseignements sur les caractéristiques de chaque cultivar, son nom local, ses caractéristiques, les pratiques culturelles, source de provenance ou d'obtention.

La collection sur terrain a consisté premièrement par un sondage des différents cultivars locaux cultivés dans les villages tout en écartant les noms connus des cultivars améliorés. Ensuite, nous avons identifié des cultivateurs ayant des champs de manioc et avons visité leurs champs pour l'identification et le prélèvement des

boutures des différents cultivars locaux hérités des ancêtres. Pour chaque axe et chaque village enquêté nous avons exclusivement retenu les noms des cultivars tels que donné par les paysans et cela sans tenir compte de nos prérequis sur les noms de ces cultivars.

EXPERIMENTATION

Caractéristiques du site expérimental

L'essai a été réalisé sur le site expérimental de l'Institut Facultaire des sciences agronomiques (IFA Yangambi) situé à Kisangani, dans la ville de Kisangani, Province de la Tshopo du 21 janvier au 21 Décembre 2020. Les coordonnées géographiques du site sont les suivantes : 00° 30' 41,8" longitude Est et 025° 09' 53,0" de latitude et d'une altitude de 395 m mesurée par GPS (marque Garmin).



Figure 2. Localisation du site expérimental (Source : Mbavumoja *et al.*, 2022).

Expérimental site location (Source : Mbavumoja et al., 2022).

Le climat du site est celui du type Af selon la classification de Koppen. C'est un climat équatorial chaud et humide caractérisé par une température moyenne journalière oscillant autour de 23°C. Les précipitations annuelles sont supérieures à 1800 mm et sont réparties en deux saisons, pluvieuses : la première saison pluvieuse allant du mois de septembre à mi-décembre ; une deuxième s'étend de fin mars à juin et elle est relativement courte. L'humidité relative varie entre 80 - 90 %, l'insolation est faible environ 40 - 50 % (Nyakabwa, 1982). Le site d'expérimentation est caractérisé par un sol

sablo-argileux. La végétation dominante sur le site expérimental est composée de : *Panicum maximum*, *Comelina diffusa* et *Cyperus sp* avec comme précédent cultural : Bananier, Maïs, Patate douce et Amarante.

MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal disponible collecté était constitué des cultivars locaux de *Manihot esculenta* (Crantz) collectés auprès des paysans des zones agro écologiques contrastées de la Tshopo.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Comme méthode, après le choix du terrain, celui-ci a été préparé puis labouré à 20 cm de profondeur à l'aide d'une houe. L'essai a été conduit sur un terrain de 42 m x 23 m soit une superficie de 966 m². L'essai avait utilisé un dispositif en blocs complets randomisés comprenant 20 traitements (cultivars) répétés trois fois; les blocs étaient séparés par un intervalle de 2,0 m, chaque cultivar a occupé deux (2) lignes par bloc soit 40 lignes simples.

CONDUITE DE L'ESSAI

Un cultivar local nommé par le cultivateur était collecté par prélèvement de 15 boutures de 1 m de long. Après la collecte et l'identification des cultivars locaux auprès des paysans, les boutures ont été acheminées sur le site expérimental et conditionnées à l'air libre mais sous ombrage. Au total 20 cultivars locaux ont été collectés. Les boutures ont été découpées en morceau d'au moins 5 nœuds, ensuite, nous avons procédé à la stérilisation par la thermothérapie dans un bain marie à 50°C pendant 5 minutes dans le but de réduire la charge virale. Par ailleurs, les boutures ont été plantées à plat ou en horizontale; chaque bloc comportait deux (2) lignes jumelées de 5 m de long, distantes entre elles de 1m et 1m dans la ligne soit 1m x 1m pour chaque cultivar, répétées trois fois. Il s'en est suivi directement l'étiquetage et les travaux d'entretien.

COLLECTE DES DONNEES ET PARAMÈTRES OBSERVÉS.

Les observations agromorphologiques ont débuté à un (1) mois après plantation et ont été poursuivies à 3 mois puis à l'intervalle régulier de 3, 6, 9 et 12 mois après plantation. Les données quantitatives ont été récoltées et analysées. Dix descripteurs quantitatifs parmi ceux de Fukuda *et al.* (2010) ont été utilisés.

ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

La matrice des données morphologiques composées des moyennes des variables quantitatives (10) saisies dans un tableau Excel sous forme de matrice rectangulaire (cultivar x caractères morphologiques) nous a permis de réaliser une Analyse en Composante Principales (ACP). Les variables contribuant le plus à la formation des axes ont été définies comme variables actives et le reste comme variables supplémentaires. Une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) nous a par la suite permis de classer les cultivars en groupes homogènes selon la méthode Ward en utilisant un indice de similarité de la distance Euclidienne. Ces analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du logiciel R. L'évaluation de la structuration de la diversité morphologique a été faite par une analyse de correspondances multiples (ACM), une classification hiérarchique ascendante (CHA) et une analyse factorielle discriminante (AFD) à l'aide du programme Numerical taxonomy system (version 2.2).

RESULTATS

PROVENANCE DES CULTIVARS LOCAUX ETUDIÉS

Les cultivars locaux collectés provenaient de cinq (5) axes routiers environnant la ville de Kisangani (Tableau 1). Au total 20 cultivars locaux ont été collectés dans la zone d'étude. Cinq cultivars (Akokolia, Adjakula, Adjela, Ngola, Koba) soit 25 % ont été collectés le long de l'axe routier Kisangani -PK 36 route Buta, quatre cultivars (Baondo, Kelenga, Mbongo, Yangonde) soit 20 % le long de l'axe Kisangani- PK 130 route Yangambi, quatre cultivars (Mafu na makemba, Malia suede, Ciment, Liyele) le long de l'axe Kisangani - PK 100 route Opala-Yanonge, quatre cultivars (Lubunga pays, Ngbaingbai, Ponzomafuta, Agasa) le long de l'axe Kisangani - PK 16 rive gauche Lubunga et enfin trois cultivars (Mboloko, Mambele, Ngonga na butu) le long de l'axe Kisangani - PK 110 route Opala.

Tableau 1 : Répartition des écotypes (cultivars locaux) en fonction des provenances.*Ecotypes distribution according to collecting location/origin.*

Province	Axes routiers	Cultivars locaux cultivés*	Effectif (N=20)	Pourcentage
Tshopo	Kisangani- PK 130 route Yangambi	Baondo, Kelenga, Mbongo, Yangonde	4	20
	Kisangani – PK 110 route Opala	Mboloko, Mambele, Ngonga na butu	3	15
	Kisangani – PK 100 route Opala-Yanonge	Mafu na makemba, Malia suede, Ciment, Liyele	4	20
	Kisangani – PK 36 route Buta	Akokolia, Adjakula, Andjela, Ngola, Koba	5	25
	Kisangani – PK 16 rive gauche Lubunga	Lubunga pays, Ngbaingbai, Ponzomafuta, Agasa	4	20

*Les noms des cultivars locaux sont ceux donnés par les agriculteurs eux-mêmes au cours de nos enquêtes et collectes.

CONTRIBUTION DES VARIABLES À LA VARIABILITE

Les résultats en rapport avec la variabilité des cultivars de manioc sont présentés dans le tableau 2. L'Analyse en Composante Principale (ACP) des 10 caractères quantitatifs sélectionnés a permis de dégager deux (2) axes principaux de variabilité ayant des valeurs propres supérieures à 1. Il ressort de cette analyse que ces deux axes cumulent 55,45 % de la variabilité totale en ce qui concerne la caractérisation de la biodiversité des cultivars. Le premier axe représente 31,47 % de cette inertie, tandis que le deuxième axe représente 23,98 %.

Ainsi, l'axe 1 qui exprime 31,47 % de variabilité est principalement défini par 6 variables

quantitatives : Longueur du lobe foliaire, Largeur du lobe foliaire, Rapport longueur sur largeur de folioles, Longueur du pétiole, Hauteur de la plante, Hauteur de première ramification. Par contre, l'axe 2 qui exprime 23,98 % est fortement corrélé à deux variables : Nombre de tubercule par plant et Nombre de racines tubéreuses commercialisables par Plant.

Il se dégage encore que près de 55,45 % de cette variabilité est significativement expliquée par la fonction I (Y1/CPI), tandis que 23,98 % de la variabilité est significativement expliquée par la fonction II (Y2/CP II). L'analyse de corrélation cophenétique à l'aide de mesure de distance ultra métrique (UltrametricDIS) a donné 99 % ($r=0,99$, very good fit), ce qui montre une très bonne classification.

Tableau 2 : Contribution des composantes principales à la variabilité totale et corrélation avec les variables analysées.*Principal component contribution into total variability and correlation with analyzed variables.*

Composantes principales	CP I	CP II
Valeurs propres	3,147	2,398
Variance relative (%)	31,47	23,98
Variance cumulée (%)	31,47	55,45
Variables		
Longueur du lobe foliaire (LLF)	0,57*	0,26
Largeur du lobe foliaire (llf)	0,93*	0,13
Rapport longueur sur largeur de foliole (RLI)	-0,52*	0,07
Longueur du pétiole (LP)	0,80*	0,22
Hauteur de la plante (HP)	0,68*	-0,31
Hauteur de première ramification (HPR)	-0,52*	0,23
Angle de ramification des branches (AB)	-0,47	0,49
Nombre de racines tubéreuses par plant (NTP)	-0,01	0,94*
Nombre de racines tubéreuses commercialisables par Plant (NTCP)	0,16	0,89*
Poids de racines tubéreuses (3 pieds) (PDT)	0,06	-0,39

* Les corrélations supérieures ou égales à 0,5 ont contribué plus à la formation des axes indiqués.

CLASSIFICATION DES CULTIVARS SUR BASE DES PARAMETRES AGRO MORPHOLOGIQUES

Les résultats en rapport à la classification Ascendante Hiérarchique des cultivars de

manioc en fonction des caractéristiques morphologiques selon la distance euclidienne sont présentés dans le tableau 3 et la figure 3 tandis que les valeurs moyennes et les écarts-types sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 3 : Proportion des cultivars de manioc par groupe.

Ecotypes distribution according to collecting location/origin.

Groupes	Effectif	Proportion (%)
G1	3	15
G2	5	25
G3	3	15
G4	9	45
Total	20	100

Légende : G1 : Liyele, ciment et Yangonde ; G2 : Andjela, Mbongo, Baondo, Maliya suede, Ngonganabutu ; G3 : Kelenga, Mambele et Akokolya et G4 : Koba, Agasa, Ngbaingbai, Mafunamakemba, Mboloko, Ponzomafuta, Lubungapays, Mboloko, Adjakula.

Tableau 4 : Formation des Groupes et valeurs moyennes des variables quantitatives.

Formed Groups and average quantitative variables value.

Caractéristiques	G2	G1	G3	G4
Longueur du Lobe Foliaire (cm)	15,36 ± 1,43	13,73 ± 2,40	21,15 ± 0,61	20,59 ± 4,49
Largeur du lobe foliaire (lf) (cm)	5,24 ± 0,73	3,2 ± 1,13	6,37 ± 0,23	5,80 ± 0,51
Rapport longueur sur largeur de foliole (RLI)	2,9 ± 0,34	4,43 ± 0,72	3,27 ± 0,15	3,51 ± 0,80
Longueur du pétiole (LP) (cm)	23,86 ± 7,67	19,83 ± 6,76	37,93 ± 3,20	34,55 ± 2,25
Hauteur de la plante (HP) (cm)	394,40 ± 82,76	450,67 ± 290,28	597,67 ± 152,17	418,55 ± 89,9
Hauteur de première ramification (HPR) (cm)	177,80 ± 22,02	351,33 ± 65,73	127,67 ± 6,80	196,89 ± 57,0
Angle de ramification des branches (AB) (en degré)	67,5 ± 9,51	75 ± 5	50,83 ± 8,77	73,05 ± 6,22
Nombre de racines tubéreuses par plant (NTP)	20 ± 6,96	24 ± 8,66	13 ± 5,29	33,89 ± 11,93
Nombre de racines tubéreuses commercialisables par plant (NTCP)	10 ± 4,64	10 ± 4,58	7 ± 3,60	20,33 ± 7,95
Poids de racines tubéreuses (3 pieds) (PDT) (kg)	7,61 ± 4,81	9,03 ± 5,99	5,7 ± 4,49	19,59 ± 5,58

La classification Ascendante Hiérarchique réalisée à partir des moyennes des variables quantitatives avait conduit au dendrogramme et avait établi quatre groupes des cultivars suivant les caractéristiques agro morphologiques.

Le groupe 1 avait rassemblé trois (3) cultivars (lyele, ciment et Yangonde) et était constitué des cultivars de longueur du lobe foliaire, largeur du lobe foliaire, longueur du pétiole des petites tailles, de hauteur de première ramification et rapport longueur sur largeur de foliole plus élevé.

Tandis que le groupe 2 avait renfermé cinq (5) cultivars (Andjela, Mbongo, Baondo, Maliyasuede, Ngonga na butu) qui avaient la longueur de pétiole de taille intermédiaire. Par ailleurs, le groupe 3 avait regroupé trois (3) cultivars (Kelenga, Mambele et Akokolya) qui avaient la hauteur de la plante de grande taille, la longueur de lobe foliaire, la largeur de lobe foliaire ainsi que la longueur de pétiole élevées. Cependant, le nombre de tubercules par plant était très réduit et l'angle de ramification des

branches était très faible. Le groupe 4 avait rassemblé neuf (9) cultivars (Koba, Agasa, Ngbaingbai, Mafuna makemba, Ngola, Ponzomafuta, Lubunga pays, Mboloko, Adjakula) qui avaient le poids de racines

tubéreuses, le nombre de racines tubéreuses commercialisables et le nombre de racines tubéreuses par plant plus élevés. Mais, il avait des valeurs intermédiaires de longueur de lobe foliaire et longueur du pétiole (Figure 3).

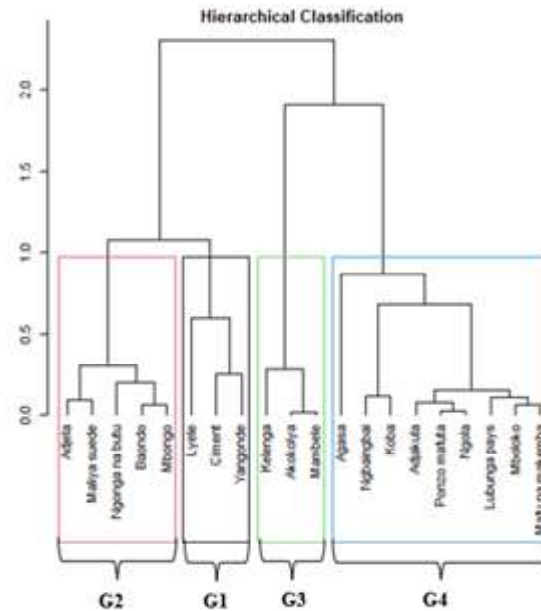


Figure 3 : Dendrogramme montrant la variabilité entre les cultivars par la méthode de Ward.
Dendrogram showing variability between ecotypes using ward method.

ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE (AFD)

Les résultats de l'analyse factorielle discriminante (AFD) pour les variables

quantitatives de 20 cultivars locaux ainsi que la corrélation entre les fonctions discriminantes et les variables originelles sont présentés respectivement dans les tableaux 5 et 6 ci-dessous.

Tableau 5 : Résultat de l'Analyse Factorielle Discriminante pour les variables quantitatives de 20 cultivars.

Factorials discriminant analyses for quantitatives variables of 20 cultivars.

Fonctions discriminantes	Valeur propre	Pourcentage relatif	Lambda de Wilks	χ^2	Signification (p)
1	19,4575	70,93	0,00203706	74,3550	0,0000
2	4,91753	17,93	0,0416732	38,1348	0,0037
3	3,05511	11,14	0,246603	16,7997	0,0323

La pertinence de groupe découlant de la classification hiérarchique ascendante (CHA) et les variables ayant permis leur différenciation ont été appréciées à l'aide d'une Analyse Factorielle

Discriminante (AFD) réalisée sur les variables quantitatives. Les axes I et II de cette AFD représentent 70,93 et 17,93 % respectivement.

Tableau 6 : Corrélation entre les fonctions discriminantes et les variables originelles.*Correlation between discriminant function and original variables.*

Variables originelles	Fonctions discriminantes	
	CP1	CP2
Longueur du Lobe Foliaire (LLF)	0,353473	-0,0459787
Largeur du lobe foliaire (llf)	0,480506	-0,214721
Rapport Longueur sur largeur de foliole (RLI)	-0,215973	0,190705

Les résultats d'analyse factorielle discriminante (AFD, Tableau 6) proviennent des valeurs quantitatives non standardisées et influent sur les caractères avec faibles valeurs. Tandis que les résultats d'analyse en composantes principales (ACP, Tableau 2) proviennent des valeurs quantitatives standardisées (transformées) qui éliminent les effets de dimension et de forme dans le poids (inertie) de la variabilité totale de l'axe. La comparaison entre les deux tableaux (Tableau 2 et 6) illustre ce phénomène en montrant que la contribution de trois caractères LLF, llf et RL était réduite à cause des valeurs de poids de racines tubéreuses, nombre de racines tubéreuses commercialisables et nombre de racines tubéreuses par plant y compris les hauteurs des plants qui ont augmenté le pourcentage de l'inertie de l'axe 1 (70,93 %). Alors qu'après standardisation, l'effet forme/taille étant minimisé, ces caractères précités avaient retrouvé leur place dans l'inertie du deuxième axe, en démontrant leurs valeurs dans la sélection des agriculteurs qui ont besoin des cultivars ayant des grosses feuilles comme légume.

PARAMETRES DE PRODUCTION

Les paramètres de production des différents cultivars locaux expérimentés à Kisangani pour la caractérisation sont présentés dans le tableau 7 ci-après. Trois caractères ont été retenus dont

l'épaisseur du cortex, le diamètre au collet et le diamètre de racines tubéreuses. Les résultats du tableau 7 indiquent que les cultivars mafu na makemba (3 mm) suivi de Liyele et de Yangonde (2,67 mm) avaient un cortex épais. Ensuite, les cultivars Adjakula, Akokoliya, Andjela et Mbongo avaient tous un cortex épais de 2,5 mm, viennent enfin, les cultivars Mboloko (2,33 mm), Agasa (2,2 mm) et Mambele (2 mm). Le reste des cultivars avaient présenté des cortex de moins de 2 mm d'épaisseur.

Pour ce qui concerne le diamètre au collet des plants, le cultivar Baondo s'est écarté très significativement des autres cultivars et a occupé la tête avec un diamètre au collet de 65,33 mm. Il était suivi par les cultivars Liyele (47 mm), Lubunga pays et Ngola (41,67 mm). Par contre le cultivar Ciment avait le plus petit diamètre au collet (20,67 mm) comparativement à tous les cultivars. Le reste des cultivars avaient des dimensions de diamètre au collet intermédiaires.

Le diamètre des racines tubéreuses a significativement varié selon les cultivars. Les plus grosses racines tubéreuses ont été obtenues chez les cultivars Lubunga pays (84,33 mm), Mboloko (80,17 mm), Adjakula et Agasa (73,67mm). Tandis que les cultivars dont les racines tubéreuses avaient des faibles diamètres étaient Kelenga (39,33 mm) et Ngonga na butu (21,83 mm). Le reste des cultivars avaient des dimensions de diamètre des racines tubéreuses intermédiaires.

Tableau 7 : Paramètres de production de 20 cultivars locaux de manioc collectionnés à Kisangani.*Yield parameters of 20 cassava ecotypes collected around Kisangani.*

Caractéristiques	G2	G1	G3	G4
Longueur du Lobe Foliaire (LLf)	15,36 ± 1,43	13,73 ± 2,40	21,15 ± 0,61	20,59 ± 4,49
Largeur du lobe foliaire (llf)	5,24 ± 0,73	3,2 ± 1,13	6,37 ± 0,23	5,80 ± 0,51
Rapport Longueur sur largeur de foliole (RLI)	2,9 ± 0,34	4,43 ± 0,72	3,27 ± 0,15	3,51 ± 0,80
Longueur du Pétiole (LP)	23,86 ± 7,67	19,83 ± 6,76	37,93 ± 3,20	34,55 ± 2,25
Hauteur de la Plante (HP)	394,40 ± 82,76	450,67 ± 290,28	597,67 ± 152,17	118,55 ± 89,94
Hauteur de Première Ramification (HPR)	177,80 ± 22,02	351,33 ± 65,73	127,67 ± 6,80	196,89 ± 57,02
Angle de ramification des Branches (AB)	67,5 ± 9,51	75 ± 5	50,83 ± 8,77	73,05 ± 6,22
Nombre des racines tubéreuses par Plant (NTP)	20 ± 6,96	24 ± 8,66	13 ± 5,29	33,89 ± 11,93
Nombre des racines tubéreuses Commercialisables par Plant (NTCP)	10 ± 4,64	10 ± 4,58	7 ± 3,60	20,33 ± 7,95
Poids des racines tubéreuses (3 pieds) (PDT)	7,61 ± 4,81	9,03 ± 5,99	5,7 ± 4,49	19,59 ± 5,58

DISCUSSION

La sauvegarde des cultivars locaux constitue un enjeu important pour le développement agricole durable en Afrique subsaharienne. La vulgarisation des variétés exotiques dans la région de Kisangani avec des fortes sensibilisations et appui en intrants qui en suit, pousse les agriculteurs à cultiver en premier ces variétés améliorées au détriment des cultivars locaux. Ainsi, il s'observe un délaissement progressif des cultivars locaux en faveurs des variétés améliorées entraînant l'érosion des ressources génétiques locales de manioc (Djaha *et al.* 2017). Dans la présente étude, nous avons collecté et analysé la diversité morphologique des cultivars locaux de manioc provenant de 5 principaux axes routiers fournisseurs de manioc et ses sous-produits, entourant la ville de Kisangani.

Les enquêtes menées ont abouti à la collection de 20 cultivars locaux. On n'a pas trouvé le cas de doublons c.à.d. d'un cultivar local présent dans deux ou plusieurs axes différents. Ceci pourrait s'expliquer par la diversité culturelle de la zone d'étude et au grand intérêt accordé à certains cultivars locaux suivant le régime

alimentaire attaché à chaque tribu. La tribu Turumbu qui habite le long de l'axe routier Kisangani- Yangambi, est plus attachée au cultivar Mbongo (variété douce) qui après la cuisson donne une meilleure pâte mélangée à la banane plantain, spécialité culinaire traditionnelle. Il en est de même pour les Mbole sur l'axe Kisangani-Opala avec le cultivar Mboloko très productif. Par ailleurs, sur l'axe routier Kisangani-Opala-Yanonge où dominant les tribus Bambole-lokele, le cultivar Mafu na makemba (dont la traduction littérale signifie "pas besoin de banane") est le plus apprécié à cause de sa couleur qui donne une pâte jaune similaire à la pâte de banane plantain mûre, l'une de spécialités culinaires de ces tribus.

Les quelques cas de présumés doublons obtenus suivant la morphologie externe entre certains cultivars qui se ressemblaient sur terrain, n'ont pas été confirmés par le descripteur qui a réussi à dégager les différences morphologiques entre eux.

L'étude de la variabilité morphologique des cultivars collectés par l'Analyse en Composante Principale (ACP) des 10 caractères quantitatifs sélectionnés a révélé 2 axes principaux de variabilité des valeurs propres supérieures à 1.

L'axe 1 défini par 6 variables quantitatives (LLF, llf, RLI, LP, HP et HPR) a exprimé 31,47 % de variabilité tandis que l'axe 2 fortement corrélé à deux variables (NTP et NTCP) a exprimé 23,98 % de variabilité soit une variance cumulée de 55,45 %. En effet, en Côte d'Ivoire, Djaha *et al.* (2017) ont utilisé 44 accessions sur la base des 24 variables morphologiques avec deux axes et ont trouvé une variabilité de 63,84 %. Alors qu'en Centrafrique, Ephrem *et al.* (2014) ont trouvé six axes parmi 15 variables qui avaient permis d'obtenir une variabilité de 55 %. Ceci pourrait s'expliquer par le nombre de cultivars étudiés, le nombre d'axes retenus et le nombre de variables ayant contribué au poids de chaque axe. Dans notre étude, nous avons utilisé 20 cultivars et 10 variables quantitatives au total parmi lesquelles, 6 variables de premier axe ont montré une inertie supérieure à 50 % et de même pour 2 variables dans le second axe avec une variabilité cumulative de 55,45 %.

La Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a dégagé quatre groupes de diversité morphologique. Des résultats similaires ont été obtenus par Ampong-Mensah *et al.* (2000) qui ont structuré 179 accessions du Ghana en 4 groupes homogènes. Djaha *et al.* (2017) en caractérisant 44 accessions de manioc en Côte d'Ivoire ont obtenus trois groupes phénotypiques. Il en est de même pour N'zué *et al.* (2014) qui ont caractérisé 159 accessions de manioc provenant du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.

En effet, la description des groupes obtenus par la CHA indique que le groupe 1 est caractéristique des cultivars de hauteur moyenne des plantes ($450,67 \pm 290,28$ cm), une Hauteur de première ramification (HPR) élevée ($351,33 \pm 65,73$ cm) et un grand Angle de ramification des Branches (AB) ($75 \pm 5^\circ$). Ce sont des cultivars qui peuvent s'adapter facilement à l'association des cultures dans les champs paysans contrairement aux cultivars qui se ramifient à faible distance par rapport au sol.

Le groupe 2 est constitué des cultivars de valeurs intermédiaires pour la plupart des variables. Il se distingue un peu plus des autres groupes au niveau du rapport longueur/largeur des folioles qui est le plus faibles. Ceci indique que ces cultivars ont à la fois des feuilles longues et larges qui ont exprimé ainsi les caractéristiques du cultivar local appelé Mbongo. Par contre, le groupe 3 est constitué des cultivars de grandes feuilles, de haute taille mais de peu de racines tubéreuses

commercialisables et de racines tubéreuses de faible poids. Ce sont des cultivars recommandés plus pour la production des feuilles et des boutures. Enfin, le groupe 4, qui représente la majorité (45 %) des cultivars locaux collectés est constitué de cultivars qui produisent plus de racines tubéreuses par plant de même que plus de racines tubéreuses commercialisables par plant et une production élevée en terme de poids de racines tubéreuses. Il comprend les cultivars tels que Koba, Agasa, Ngbaingbai, Mafu na makemba, Mboloko, Ponzon mafuta, Lubunga pays, Ngola et Adjakula, qui méritent une attention très particulière par rapport au poids de racines tubéreuses encourageant.

En effet, la croissance du poids des racines tubéreuses par pied résulte de l'accroissement du poids des racines tubéreuses individuels (Silvestre et Arraudeau, 1983). Le rendement du manioc est plus corrélé au poids des racines tubéreuses qu'à leur nombre, consécutivement, tout facteur qui pourrait augmenter ou réduire le diamètre et la longueur des racines tubéreuses pourrait soit augmenter, soit réduire leur poids frais unitaire (Kouadio *et al.* 2014).

La comparaison entre ACP et AFD montre qu'en appliquant l'AFD, la contribution de trois caractères dont LLF, llf et RL était réduite à cause des valeurs de poids de tubercules, le nombre de racines tubéreuses commercialisables et le nombre de racines tubéreuses par plant qui ont augmenté le pourcentage de l'inertie de l'axe 1 (70,93 %). Tandis qu'après standardisation avec l'ACP, l'effet forme/taille était minimisé et les caractères précités (LLF, llf et RL) avaient retrouvé leur place dans l'inertie du deuxième axe, en démontrant leurs valeurs dans la sélection des agriculteurs qui ont besoin des cultivars ayant des grosses feuilles. Les feuilles de manioc étant l'un des légumes-feuilles les plus consommés et les plus rentables dans la région, les agriculteurs plantent plus les cultivars avec grosses et abondantes feuilles.

L'évaluation de racines tubéreuses des différents cultivars locaux montre que le diamètre des racines tubéreuses a significativement varié selon les cultivars. Les plus grosses racines tubéreuses ont été obtenues chez les cultivars du groupe 4 dont Lubunga pays (84,33 mm), Mboloko (80,17 mm), Adjakula et Agasa (73,67 mm). Tandis que les cultivars dont les racines tubéreuses avaient des faibles diamètres étaient Kelenga (39,33 mm) du groupe 3 et Ngonga na butu (21,83 mm) du groupe 2. Le reste des

cultivars avaient des dimensions de diamètre des racines tubéreuses intermédiaires. Le poids des racines tubéreuses dépend entre autre des facteurs génétiques liés à chaque cultivar, mais aussi des facteurs environnementaux.

CONCLUSION

La présente étude révèle une grande diversité des cultivars locaux de manioc le long des principaux axes fournisseurs de manioc et ses sous-produits dans l'hinterland de la ville de Kisangani. Le descripteur morphologique couplé aux analyses ACP, AFD et CHA ont dégagé deux axes principaux avec une inertie de 55,45 % et 4 groupes variétaux comprenant d'une part les cultivars avec une grande surface foliaire très appréciée pour la consommation des feuilles et d'autre part les cultivars avec des grosses racines tubéreuses. Les orientations culturelles et alimentaires des paysans cultivateurs de manioc suivant les axes ont été identifiées à travers les expressions quantitatives de matériels collectés dans leurs champs. Les caractères avec plus de 50% dans les deux principaux axes ont déterminé ces préférences. Ils sont suggérés pour prise en compte dans les sélections des travaux futurs, afin de faciliter leur adoption dans ces milieux.

REFERENCES

- Ampong-Mensah G. 2000. Preliminary Characterization of cassava Germplasm from South-Western Ecozone (Central and Western Region) of Ghana (Unpublished MPhil Thesis) Dept. Crop Sci. Univ. Cape Coast, 269-390.
- Deffan K.P., Akanvou L., Akanvou R., Nemlin G.J. et Kouamé P.L. 2015. Évaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*zea mays* L.) produites en Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 11(3) (2015) 181 - 196. <http://www.afriquescience.info>
- Djaha k. E., Abo K., Bonny B.S., Kone T., Amouakon W. J. L., Kone D. et Kone M. 2017. Caractérisation agromorphologique de 44 accessions de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) cultivés en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(1): 174-184
- Ephrem KK, Sémihinva, Akpavi, Yao, Agbelessesi, Woegan, Marie, France D, Ampong, Mensah G. 2014. Preliminary Characterization of cassava Germplasm. [eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile e/2635/2496](http://eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile/e/2635/2496).
- Esuma W, Patrick R, Anthony P, Robert K, Bramwel W. 2012. Genetic Diversity of Provitamin A Cassava in Uganda. *Journal of Plant Studies*, 1(1): 60-70.
- FAOSTAT (2010). FAO Statistical databases. Italie, Rome, "<http://www.fao.org>".
- Fukuda, W.M.G., Guevara C.L., Kawuki R., et Ferguson M.E. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 19 pp.
- Gmakouba *et al.*, 2018 Analyse de la diversité agromorphologique d'une collection de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) du Burkna Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(1): 402-421
- Gnonlonfin G.J.B., Adjovi Y., Gbaguidi F., Gbenou J., Katerere D., Brimer L., Sanni A. 2011a. Scopoletin in cassava products as an inhibitor of aflatoxin production. *Journal of food safety*, Volume31 (4): 553-558. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2011.00334.x>
- Gnonlonfin GJB, Koudande OD, Sanni A, Brimer L. 2011b. Farmers' perceptions on characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties used for chips production in rural areas in Benin, West Africa. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(3): 870-879. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/viewFile/72166/61102>
- Kouadio K. K. H., Ettien D. J. B., Bakayoko S., Soro D. & Girardin O. 2014. Variabilité physico-morphologique des racines tubéreuses de manioc cultivées sur ferralsole en zone de forêt d'Afrique de l'Ouest. *Journal of Applied Biosciences* 82:7316 - 7325. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v82i1.1>
- Mbavumoja T., Ebuy A.J. et Masimo K.J. 2022. Cartographie de la dynamique de l'occupation du sol dans la concession de l'INERA Yangambi en RD. Congo. *Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires*, Vol. 10 (1) : 195-204.
- Missihoun, A. Agbangla C., Adoukonou-Sagbadja H., Ahanhanzo C. et Vodouhe R. 2012. Gestion traditionnelle et statut des ressources génétiques du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) au Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological Chemical Sciences* 6 1003-1018.
- Nyakabwa, M. 1982. Phytocenose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat, Unikis fac des sc. 481 p

N'zué B, Okoma MP, Kouakou AM, Dibi KEB, Zohouri GP, Essis BS, Dansi AA. 2014. Morphological characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) accessions collected in the Centre-west, South-west and West of Côte d'Ivoire. *Greener J. Agric. Sci.*, 4(6): 220-231. DOI: <http://dx.doi.org/10.15580/GJAS.2014.6.0> 50614224.

Segnou 2002. Développement végétatif et potentiel

de rendement chez le manioc. *Tropicultura*, 20(4) : 161-164. www.tropicultura.org/eng/content/v20n4.html

Silvestre P, Arraudeau M, 1983. *Le manioc. Techniques agricoles et productions tropicales*. Paris (France) : éditions G. P. Maisonneuve et Larose ; éditions Agence de Coopération Culturelle et technique (ACCT).