



Evaluation des effets de l'interaction entre les doses croissantes de l'engrais minéral KCl (60%) sur la croissance et la production des accessions locales de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) de territoire de Kabinda sous l'expérimentation à l'INERA Ngandajika

André NGALULA MUTEBA¹ ; Roger KIZUNGU VUMILIA^{2,4}, Joseph TSHIBANGU KALALA⁴, John TSHIBAMBA MUKENDI^{2,4}

1. Université Notre-Dame de Lomami/Kabinda (UNILO)/RDC
2. Université Officielle de Mbujimayi (UOM)/RDC
3. Université de Kinshasa (UNIKIN)/RDC
4. Institut National d'Etude et Recherche Agronomique (INERA)/RDC

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20709252>

RESUME

Le problème principal est celui de la faible production de manioc. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'effet de l'interaction entre différentes doses de KCl (60%) et les accessions locales de manioc sur la croissance végétative et la production du manioc, afin d'identifier les combinaisons optimales.

L'étude repose sur l'hypothèse selon laquelle l'application de doses croissantes de KCl (60%) améliore la production des accessions locales de manioc, avec des réponses variables. Une expérimentation en dispositif split plot a été conduite à l'INERA Ngandajika, avec 11 accessions et 4 doses de KCl (60%). Les variables végétatives et de production ont été mesurées, et les données analysées par ANOVA + Tukey à 5 %.

Les résultats montrent une interaction hautement significative entre doses de KCl (60%) et accessions locales de manioc. Les combinaisons des variables végétatives : A7-D3, A11-D3 et A10-D1 ont donné : 1,8cm diamètre au collet, 89,6cm hauteur de plant et 67,7cm hauteur ramification tandis que les combinaisons des variables de production : A9-D3, A3-D3, A3-D0, A3-D3, ont donné les meilleurs rendements 9,7kg : nombre de racines fraîches, 52,5cm : longueur de racines fraîches, 7,77kg : poids total de racines fraîches et 29,9 : rendement en matière sèche.

À l'inverse, A5-D1 a montré une faible production (0,1kg). L'engrais KCl (60%) améliore significativement la croissance végétative et certaines composantes du rendement, mais son efficacité dépend fortement des accessions locales de manioc. En somme, l'étude démontre que l'optimisation de la fertilisation potassique tient compte de la variabilité accessions locales de manioc.

Mots-clés : effet, interaction, dose, engrais, KCl (60%), croissance, production, accession, manioc.

ABSTRACT

The main problem is low cassava production. The primary objective of this study is to evaluate the effect of the interaction between different doses of 60% KCl and local cassava accessions on vegetative growth and cassava production, in order to identify optimal combinations.

The study is based on the hypothesis that applying increasing doses of 60% KCl significantly improves the production of local cassava accessions, with varying responses. A split-plot experiment was conducted at INERA Ngandajika, with 11 accessions and 4 doses of 60% KCl. Vegetative and production variables were measured, and the data were analyzed using ANOVA followed by Tukey's 5% test.

The results show a highly significant interaction between KCl doses (60%) and local cassava accessions. The combinations of vegetative variables: A7-D3, A11-D3 and A10-D1 yielded: 1.8cm diameter at the collar, 89.6cm plant height and 67.7cm branching height while the combinations of production variables: A9-D3, A3-D3, A3-D0, A3-D3, gave the best yields: 9.7kg: number of fresh roots, 52.5cm: length of fresh roots, 7.77kg: total weight of fresh roots and 29.9: dry matter yield.

Conversely, some combinations showed low or even no production. KCl fertilizer (60%) significantly improved vegetative growth and some yield components, but its effectiveness was highly dependent on local cassava accessions. In summary, the study demonstrates that optimizing potassium fertilization must take varietal variability into account in order to sustainably improve cassava production.

Keywords: effect, interaction, dose, fertilizer, KCl (60%), growth, production, accession, cassava.

1. INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) occupe une place stratégique dans la sécurité alimentaire mondiale, particulièrement en Afrique subsaharienne où il constitue l'aliment de base de près de 70 % de la population congolaise, avec une consommation annuelle dépassant 400 kg par habitant (FAO, 2013 ; Chiwona-Karltun et *al.*, 2015 ; IITA, 1990 ; Pypers et *al.*, 2011 ; OTF, 2009 ; FAO, 2008). Sa polyvalence alimentaire, allant des racines tubéreuses transformées en gari, attiéké, chikwangua ou fufou, jusqu'aux feuilles riches en protéines consommées comme pondou, en fait une culture vitale (FAO, 2013 ; Nweke, 2004 ; Montagnac et *al.*, 2009). L'Afrique représente 63,1 % de la production mondiale de manioc frais, avec le Nigéria et la RDC en tête (FAOSTAT, 2024).

L'adaptabilité du manioc aux sols pauvres, aux régimes climatiques variés et aux pluies irrégulières explique son expansion dans les systèmes agricoles pluviaux (Howeler, 2017 ; Mahungu et *al.*, 2022 ; Spencer et Ezedinma, 2017). Toutefois, cette culture est réputée épuisante pour les sols, en raison d'exportations massives de nutriments, notamment le

potassium, élément essentiel à la croissance et à la productivité (Adjanohoun, 2006 ; Okoth et Yermiyahu, 2021 ; Kihara, 2020). En RDC, la faible fertilité des sols et le recours limité aux engrais minéraux expliquent des rendements moyens de 8 t/ha, bien en deçà du potentiel agronomique pouvant dépasser 30 t/ha (Howeler et *al.*, 2013 ; PRONAM, 1988 ; Wortmann et *al.*, 2020 ; Howeler, 2014).

Le potassium joue un rôle déterminant dans la photosynthèse, la régulation hydrique, le transport des assimilats et l'accumulation d'amidon (Chausse et *al.*, 2012 ; Byju et *al.*, 2020). Plusieurs études ont démontré que l'application de chlorure de potassium KCl (560 %) améliore la croissance, le rendement et la teneur en amidon du manioc (Sriroth et *al.*, 2001 ; Pellet et El-Sharkawy, 1993 ; Kasereka et *al.*, 2024 ; Chua et *al.*, 2020 ; Setiawan et *al.*, 2020). Cependant, l'effet de doses croissantes de KCl (560 %) sur les accessions locales, souvent mieux adaptées aux conditions agroécologiques mais peu valorisées, reste mal documenté.

Dans ce contexte, l'évaluation des effets de doses croissantes de KCl (60 %) sur la production des accessions locales de manioc de Kabinda à Ngandajika s'avère indispensable.

Elle permettra d'identifier la dose optimale favorisant une meilleure productivité et de valoriser la variabilité génétique des accessions locales de manioc, contribuant ainsi à l'amélioration des systèmes de production dans les zones agroécologiques de Kabinda et Ngandajika.

2. MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1. MILIEU D'ETUDE

L'étude a été conduite au Centre de l'Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA Ngandajika), situé à 7Km au Sud de la cité de Ngandajika, dans le territoire de Ngandajika. Les coordonnées géographiques du site expérimental sont les suivantes : 06°48'31,4" de latitude Sud et 23°57'44,1" de longitude Est, avec une altitude moyenne de 753 m (figure 1).

La température annuelle moyenne de l'air est de 24°C. La pluviométrie annuelle varie de 1400 à 1500mm de pluie. L'humidité atmosphérique relative moyenne est de 72,6 % (Rapport Minagri, 2024).

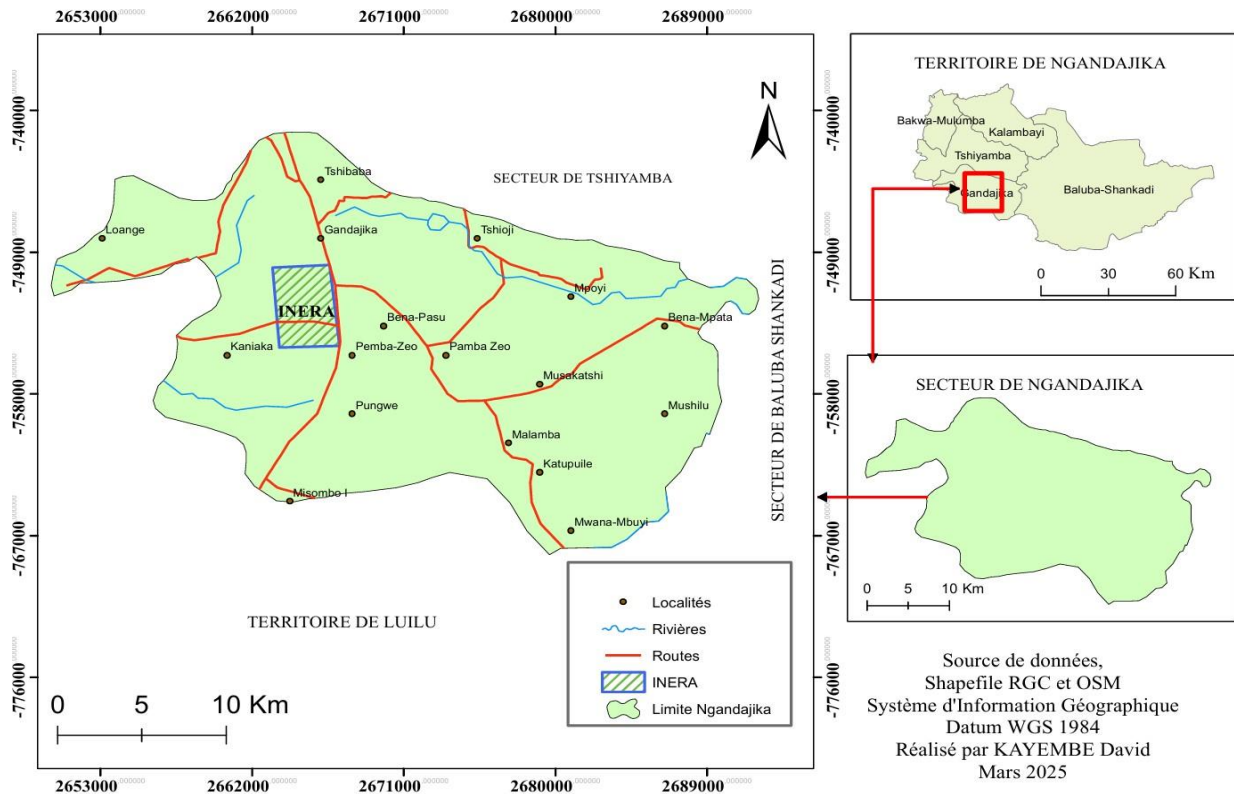


Figure 1 : Localisation de site d'étude INERA Ngandajika (carré hachuré) sur la carte administrative de territoire de Ngandajika

2.2. MATERIEL

2.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans la présente étude est constitué de onze (11) accessions locales de manioc, identifiées par leurs noms vernaculaires locaux, à savoir : Kasonyi(A1), Ndunda(A2), Tobi(A3), Nkosa(A4), Ngulube(A5), Kamana-mpata(A6), Kakuanga(A7), Mudiela Manyi(A8), Kafita(A9), Lufita(A10) et Tshibambe Mpiele(A11), collectées auprès des paysans de la région de Kabinda.

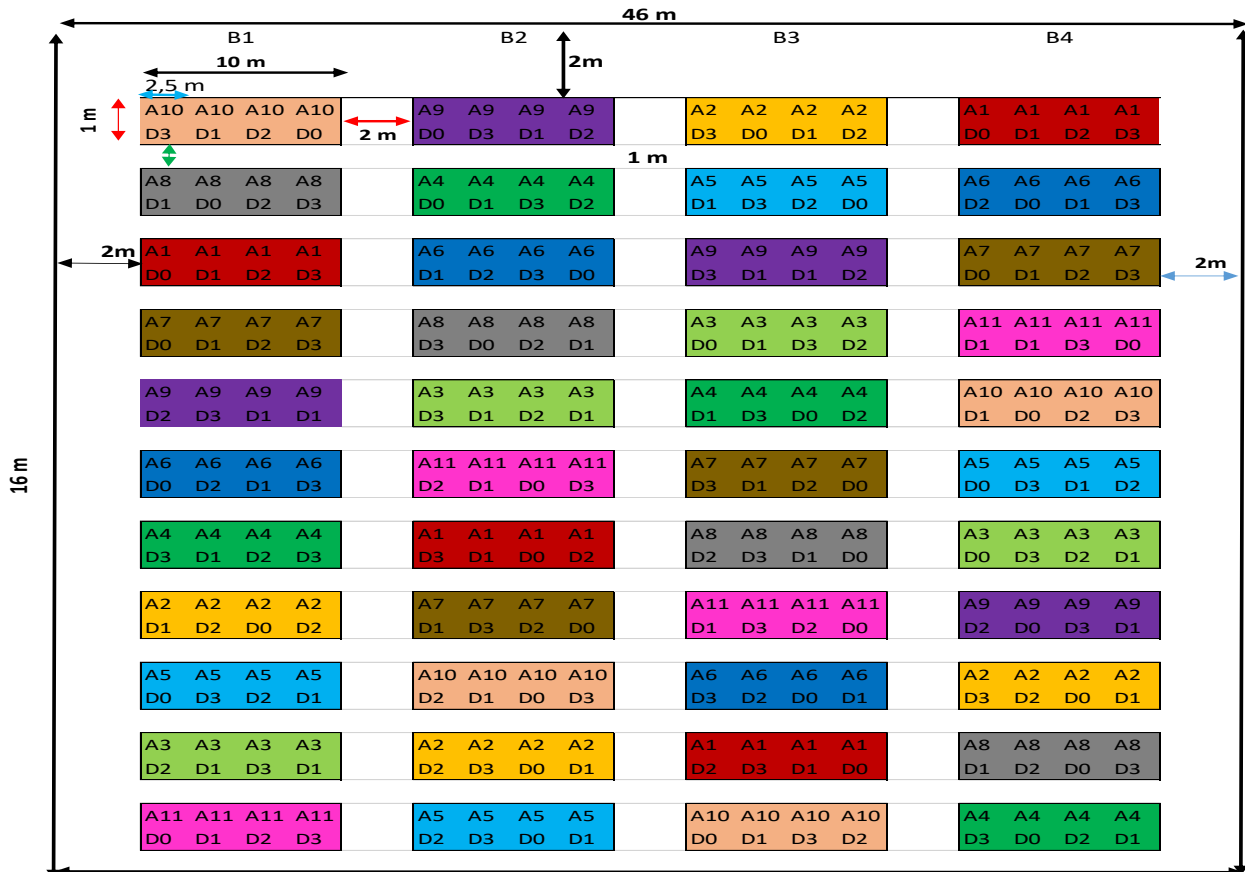
2.2.2. Matériel fertilisant

Quant au matériel fertilisant, le chlorure de potassium KCl (60%) a été utilisé.

2.3. METHODE

2.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est celui de split plot à deux facteurs, dont le facteur principal est les accessions locales de manioc, constitué des onze (11) accessions locales de manioc et le facteur secondaire est l'engrais minéral KCl (60%) avec 4 modalités.



Légende : B1 = bloc 1, B2 = bloc 2, B3 = bloc 3, B4 = bloc 4

Facteur principal : A1 = Kasonyi, A2 = Ndunda, A3 = Tobi, A4 = Nkosa, A5 = Katoka, A6 = Kamana mpata, A7 = Kakuanga, A8 = Mudiela, A9 = Kafita, A10 = Lufika, A11 = Tshibambe mpielle.

Facteur secondaire : Dose 0 = 0g de KCl (60%)/parcelle de 10m² (soit 0g/ha), Dose 1 = 250g de KCl (60%)/parcelle de 10m² (soit 250Kg/ha), Dose 2 = 300g de KCl (60%)/ parcelle de 10m² (soit 300Kg/ha), et Dose = 350g de KCl (60%)/ parcelle de 10m² (soit 350Kg/ha).

2.4. VARIABLES A OBSERVER

2.4.1. Variables végétatives

Les variables végétatives observées sont les suivantes : le diamètre au collet, la hauteur du plant, la hauteur de la première ramification.

2.4.2. Variables de production

Les variables de production observées sont les suivantes : le nombre de racines tubéreuses par plant, la longueur des racines, le poids total des racines fraîches par plant, le rendement en racines fraîches (t/ha), le rendement en matière sèche (t/ha).

2.5. ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées seront soumises à l'analyse de variance associée au test Tukey HSD au seuil de probabilité 5% à l'aide du logiciel R. L'ANOVA a été réalisée pour évaluer la différence des moyennes des traitements et identifier les traitements qui diffèrent significativement des autres. La différence significative entre les moyennes sera présentée par les lettres alphabétiques différentes.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

Tableau 1. Interaction entre doses de KCl (60%) et les accessions locales de manioc sur les variables végétatives

L'effet d'interaction entre doses de KCl (60%) et les accessions locales de manioc est hautement significative ($p < 0,001$), montrant que certaines combinaisons optimisent la croissance. Par exemple, A6-D1 atteint 86,1 cm de hauteur et A10-D1 présente une ramification précoce (67,7 cm). À l'inverse, A11-D2 et A6-D2 révèlent des incompatibilités fortes (valeurs nulles). Ces résultats soulignent que l'efficacité de la fertilisation dépend étroitement de l'identité variétale.

Interaction doses et accessions locales de manioc		Variables végétatives		
		Diamètre au collet(90jours après plantation)	Hauteur de plants (90jours après plantation)	Hauteur de ramification (90jours après plantation)
A1	D0	1,2±0,1cdef	54,1±20,7fghij	32,3±12,8fghi
	D1	1,6±0,5abc	32,3±18,5klmn	23,0±12,8klmn
	D2	1,6±0,2abc	55,1±9,6efghij	45,2±15,4bcde
	D3	1,2±0,3cdef	56,5±2,5efgh	46,5±5,4bcde
A2	D0	1,3±0,2bcde	56,0±7,8efghi	23,6±9,9klmn
	D1	0,9±0,3klmn	60,8±9,4defg	29,4±3,4ghij
	D2	1,3±0,3bcdef	76,7±13,4abcd	46,0±5,8bcde
	D3	1,1±0,2fghik	62,6±5,8cdef	43,7±6,8bcde
A3	D0	1,4±0,3abcdef	43,2±11,9ijklm	25,0±9,1jklm
	D1	1,5±0,0abcde	57,7±12,2efgh	51,4±7,8abcd
	D2	1,7±0,2ab	63,5±18,7bcde	35,5±10,4defh
	D3	1,3±0,2bcdef	74,5±5,8abcd	43,5±10,5bcde

A4	D0	1,0±0,2ijklm	38,8±13,8jklmn	26,8±18,1ijik
	D1	0,5±0,3o	62,6±8,4cde	43,2±5,1bcde
	D2	1,3±0,2bcdef	60,1±1,5defg	48,7±9,8abcd
	D3	1,6±0,4abc	57,9±6,6efgh	10,2±20,5mno
A5	D0	1,1±0,2efghik	39,1±15,2jklmn	16,2±11,1lmno
	D1	1,5±0,0abcde	11,1±2,3o	10,6±2,2klmn
	D2	1,2±0,1cdefg	55,5±3,8efgh	50,6±2,5abcd
	D3	1,5±0,0abcd	54,8±3,5fghi	37,0±9,5defh
A6	D0	1,0±0,2hijklm	51,1±11,6hijk	46,5±11,6bcde
	D1	1,4±0,2abcde	86,1±12,2ab	36,9±8,6defg
	D2	1,4±0,2abcd	62,4±9,0cdef	0,0±0,0o
	D3	1,3±0,3bcde	76,1±4,9abcd	39,3±6,9defh
A7	D0	0,8±0,2no	51,6±11,0ghij	42,0±11,1cdef
	D1	1,1±0,7fghij	54,4±39,4fghij	28,9±19,3hijk
	D2	1,0±0,5ijklm	44,5±31,8ijkl	35,2±25,5defg
	D3	1,8±0,2a	56,2±5,7efgh	33,7±4,3efgh
A8	D0	0,9±0,1lmno	58,6±10,3efgh	50,8±10,5abcd
	D1	1,4±0,3abcde	74,9±11,7abcd	60,7±16,5abc
	D2	0,8±0,1no	28,8±13lmn	23,5±16,5klm
	D3	1,4±0,4abcde	82,9±8,7abcd	55,2±1,2abcd
A9	D0	1,4±0,2abcde	57,5±18,0efghi	40,4±9,0cdef
	D1	1,1±0,2fghij	710,0±8,6abcd	33,8±10,3efgh
	D2	1,1±0,2defghi	58,7±8,3efhij	50,0±4,6abcd
	D3	1,5±0,1abcde	74,4±4,3abcde	45,0±10,5bcde
A10	D0	0,9±0,2klmn	56,5±4,8efgh	33,7±22,8efghi
	D1	1,1±0,2defhi	84,8±10,6abc	67,7±4,8a
	D2	1,3±0,2bcdef	79,9±20,8abcd	63,2±12,7ab
	D3	0,7±0,1no	24,5±12,5mno	29,2±15,0ghij
A11	D0	1,1±0,3fghij	70,7±6,1bcde	40,2±2,7cdefg
	D1	1,0±0,1ghij	64,7±6,8bcde	46,2±13,6bcdef
	D2	1,0±0,2ghij	16,6±3,3no	2,0±4,0no
	D3	1,4±0,1abcd	89,6±12,0a	54,1±10,4abcde
Moyenne		1,2	57,8	37,4
F-cal		3,1	4,5	4,0
p-value		3,78e-07	1,17e-11	3,96 e-10
CV		24,2	28,4	40,2

Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont significativement différentes au seuil de 5% selon le test de LSD. Le seuil de signification est de 0,05

Tableau 2. Effet de l'interaction entre doses croissantes de l'engrais minéral KCl (60%) et accessions locales de manioc sur les variables de production

Les résultats montrent des différences hautement significatives pour toutes les variables de la production étudiées. Certaines combinaisons se distinguent par des performances remarquables : A3-D3 atteint 10,2 racines fraîches et une longueur moyenne de 52,5 cm, accompagnées d'un rendement élevé en racines fraîches (29,2 t/ha). De même, A6-D3 présente un nombre de racines exceptionnel (12,2) et un rendement en racines fraîches de 25,4t/ha, confirmant une forte synergie entre accession et dose. À l'inverse, des combinaisons comme A7-D1 montrent des valeurs très faibles (nombre des racines fraîches ≤ 1 et poids total des racines fraîches = 0), traduisant une incompatibilité entre génotype et dose appliquée.

Les résultats de ce tableau soulignent que la productivité ne dépend pas uniquement de l'effet accession ou dose isolée, mais de leur interaction. Les accessions A3 et A6, apparaissent comme les plus stables et productives sous plusieurs doses, ce qui les rend particulièrement intéressantes pour une sélection ciblée.

Interaction doses et accessions locales de manioc		Variables de production				
		NRF (365jours après plantation)	LRF (365jours après plantation)	PTRF (365jours après plantation) (Kg/parcelle)	RdtRF (365jours après plantation) (t/ha)	RdtMS (365jours après plantation)
A1	D0	0,7±0,5o	8,5±4,0jk	10,4±1,6s	10,4±1,6s	2,5±1,5f
	D1	2,2±1,3lmno	15,2±8,1hijk	3,5±1,2qr	3,5±1,2qr	12,2±14,3def
	D2	4,5±1,2ghij	27,5±6,6efgh	4±1,0pqr	4±1,0pqr	20,2±3,6bcd
	D3	5,5±0,5efghi	30,0±8,1bcdef	8,8±1,2ghijk	8,8±1,2ghijk	25,2±8,5abc
A2	D0	6,7±1,5defgh	31,2±12,0bcde	9,3±3,5ghij	9,3±3,5ghij	29,0±2,5abc
	D1	5,0±1,4fghij	36,5±9,5abcde	5,5±0,6nopq	5,5±0,6nopq	29,3±4,1abc
	D2	5,0±3,5fghi	22,7±6,3fghik	5,1±1,2nopq	5,1±1,2nopq	19,0±3,1bcde
	D3	4,0±2,2hijk	18,5±6,7ghij	3,7±1,1qr	3,7±1,1qr	18,6±2,2bcde
A3	D0	7,5±1,2bcdef	36,2±20,9abcd	9,5±0,8ghi	9,5±0,8ghi	29,2±9,1abc
	D1	3,7±0,9ijklm	28,7±3,4def	7,0±1,4jklmn	7,0±1,4jklmn	34,6±6,0a
	D2	6,2±1,7defgh	41,7±14,7abcd	19,9±1,6c	19,9±1,6c	24,7±18,3abcd
	D3	10,2±2,2ab	52,5±6,7a	29,2±1,3a	29,2±1,3a	29,9±9,2ab
A4	D0	4,0±2,0hijkl	27,0±7,7efgh	5,9±1,7mnop	5,9±1,7mnop	18,5±4,5bcde
	D1	6,5±1,2defgh	37,5±11,9abcde	20,8±1,3c	20,8±1,3c	26,7±6,1abc
	D2	4,5±0,5ghijk	34,5±5,0bcde	10,8±1,9efg	10,8±1,9efg	17,5±4,1bcde
	D3	5,2±2,5fghij	30,5±6,6bcde	10,6±1,2efgh	10,6±1,2efgh	19,6±1,9bcd
A5	D0	2,5±2,0klmn	29,2±20,5defgh	5,9±1,7fgh	5,9±1,7fgh	18,8±14,8bcde
	D1	4,3±0,5ghij	4,5±9,0k	20,8±1,3s	20,8±1,3s	16,9±3,8cde
	D2	7,2±2,7cdefg	28,2±4,3efgh	10,8±1,9ghij	10,8±1,9ghij	20,7±5,1bcd
	D3	7,2±1,7cdefg	31,0±6,2bcdef	5±1,5nopq	5±1,5nopq	18,3±2,6bcde
A6	D0	2,7±1,7jklmn	27,0±6,8efgh	4,7±1,7opq	4,7±1,7opq	18,5±4,4bcde
	D1	8,7±1,7bcd	42,0±4,3abcd	20,1±3,2c	20,1±3,2c	22,7±1,5abcd
	D2	4,7±1,5fghi	45,2±13,3abcd	12,5±1,5ef	12,5±1,5ef	27,6±8,8abc
	D3	12,2±3,5a	32,5±9,5bcde	25,4±2,6b	25,4±2,6b	17,2±2,2bcde
A7	D0	5,7±0,9efghi	32,5±8,6bcde	5,6±1,4nopq	5,6±1,4nopq	24,2±4,3abcd
	D1	0,7±1,5o	27,0±14,5efgh	0,1±0,2s	0,1±0,2s	6,2±12,5ef
	D2	4,5±3,1ghijk	27,5±18,5efgh	6,5±1,4lmno	6,5±1,4lmno	16,9±12,2cde
	D3	6,0±0,8defgh	32,0±14,7bcde	10,8±1,0efgh	10,8±1,0efgh	18,3±4,5bcde
A8	D0	5,5±2,0efghi	35,2±7,4bcde	9,8±1,7ghi	9,8±1,7ghi	17,4±6,7bcde
	D1	6,5±1,7defgh	37,2±15,2abcd	16,8±2,0d	16,8±2,0d	22,7±3,9abcd
	D2	0,2±0,5o	8,7±1,5jk	0,2±0,5s	0,2±0,5s	3,5±7,0f
	D3	4,5±1,2ghijk	27,2±6,9efgh	6,7±0,7klmno	6,7±0,7klmno	20,3±6,3bcd
A9	D0	6,2±0,9defgh	35,0±9,9bcde	8±1,8ijklm	8±1,8ijklm	26,4±10,0abc
	D1	4,0±0,8hijkl	31,0±9,6bcdef	10,2±1,0ghi	10,2±1,0ghi	18,9±5,4bcde
	D2	5,7±0,9efghi	46,0±13,8abc	5,4±1,5nopq	5,4±1,5nopq	23,8±5,7abcd
	D3	9,7±2,9abc	33,5±9,8bcde	10,9±2,4efg	10,9±2,4efg	25,1±3,5abcd
A10	D0	1,2±1,5no	7,7±9,6jk	1,8±0,9rs	1,8±0,9rs	25,1±13,5abcd
	D1	5,5±3,0efghi	30,2±4,5bcde	17,1±2,9d	17,1±2,9d	21,8±2,2abcd
	D2	7,5±1,7bcdef	46,5±12,3±ab	8,5±1,7hijkl	8,5±1,7hijkl	29,4±2,7abc
	D3	0,2±0,5o	8,7±1,5jk	0,2±0,5s	0,2±0,5s	6,2±6,2ef
A11	D0	7,2±2,2cdefg	26,7±5,5efghi	11±1,4opq	11±1,4opq	20,3±4,4bcd
	D1	5,2±1,8fghij	29,5±8,3cdef	6,9±2,3klmno	6,9±2,3klmno	28,3±0,7abc
	D2	2,0±4,0mno	10,2±2,3ijk	1,2±2,5s	1,2±2,5s	6,6±13,2ef
	D3	7,2±0,9cdef	35,2±8,9bcde	12,6±2,2e	12,6±2,2 ^e	23,3±6,7abcd
Moyenne		5,1	28,7	8,9	8,9	8,9
F-cal		7,6	3,7	1,9	1,9	1,9
p-value		2e-16	2,38e-09	2e-16	2e-16	2e-16
CV(%)		38,4	41,0	17,9	17,9	17,9

Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont significativement différentes au seuil de 5% selon le test de LSD. Le seuil de signification est de 0,05

Légende : NRF : nombre des racines fraîches ; LRF : longueur des racines fraîches ; RdtRF : rendement des racines fraîches ; RdtMS : rendement en matière sèche et IR : indice de récolte ; CV : coefficient de variation.

3.2. DISCUSSION

L'engrais minéral KCl (60%) exerce un effet significatif sur les variables végétatives, notamment le diamètre au collet (1,3 cm à D3) et la hauteur des plants (64,5 cm), confirmant son rôle dans la vigueur structurale et la croissance végétative. Ces résultats concordent avec Sanginga (2022) ; Fermont (2009) et IITA (2022), qui soulignent l'importance du potassium dans la biomasse aérienne.

En revanche, la hauteur de ramification reste non significative ($p > 0,05$), confirmée par IITA (2022) et Fermont (2009), indiquant un caractère fortement génétique et peu influencé par la fertilisation. L'absence de variation inter-accessions pour le diamètre contraste avec Adebayo (2023) et Gougodo et *al.* (2024), suggérant que la fertilité du sol et la fertilisation organo-minérale sont déterminantes.

L'effet de l'engrais minéral (KCl 60%) sur les paramètres de croissance, notamment le diamètre au collet et la hauteur des plants, confirme le rôle central de cet élément dans la physiologie du manioc. Les valeurs élevées observées à la dose D3 (1,3 cm pour le diamètre et 64,5 cm pour la hauteur) s'expliquent par l'implication du potassium dans la régulation osmotique, la synthèse des protéines et l'activation enzymatique. Le potassium améliore également le transport des assimilats et renforce la rigidité des tissus, ce qui favorise une croissance vigoureuse.

Ces observations concordent avec celles de Sanginga (2022) et IITA (2022). En revanche, les faibles valeurs observées aux doses inférieures peuvent être liées à une carence relative en potassium, limitant l'élongation cellulaire et la formation de tissus conducteurs. L'absence d'effet significatif sur la hauteur de ramification ($p > 0,05$) s'explique par le fait que ce caractère est principalement contrôlé par des facteurs génétiques et hormonaux (équilibre auxines/cytokinines), comme le confirment IITA (2022) et Fermont (2009). Cela montre que toutes les accessions locales de manioc ne répondent pas de manière uniforme à la fertilisation.

L'analyse d'effets accessions locales de manioc met en évidence une forte variabilité génétique, notamment pour la hauteur des plants, où Kamana-mpata (A6) et Kafita (A9), présentent des

valeurs élevées. Ces performances peuvent être attribuées à une meilleure efficacité d'utilisation des nutriments et à une architecture végétative favorable. À l'inverse, les accessions moins performantes peuvent présenter des limitations génétiques ou une moindre capacité d'adaptation aux conditions locales. L'absence de différences significatives pour le diamètre au collet suggère que ce caractère est davantage influencé par les conditions du sol que par la variabilité génétique seule, ce qui rejoint les observations de Adebayo (2023) et Gougodo *et al.* (2024).

Quant à l'interaction entre dose de KCl (60%) et accessions locales de manioc met en lumière des réponses différentielles, avec des combinaisons très performantes (D3) et d'autres inefficaces (Kamana-mpata (A6) - D2). Ces variations peuvent s'expliquer par des phénomènes d'antagonisme nutritionnel, de saturation ou de déséquilibre ionique dans le sol. Elles confirment que l'efficacité de la fertilisation dépend fortement de la compatibilité génotype-environnement, comme le soulignent Kasongoy *et al.* (2024) et Byiringiro *et al.* (2025).

En ce qui concerne les variables de production, le nombre de racines fraîches est significativement influencé par le potassium, ce qui s'explique par le rôle de cet élément dans la différenciation des racines tubérisées et la translocation des assimilats vers les organes de réserve. Les valeurs élevées observées à D3 (6,57 racines/plante) sont cohérentes avec Mbah *et al.* (2024) et Nweke *et al.* (2023). En revanche, l'absence d'effet significatif sur la longueur des racines, le poids total et le rendement peut être liée à plusieurs facteurs : durée de l'essai insuffisante, limitation par d'autres nutriments (azote ou phosphore), ou variabilité climatique.

Ces résultats contrastent avec ceux de Turyagyenda *et al.* (2023) et Chikoti *et al.* (2025), où des effets significatifs ont été observés, mais rejoignent ceux de Nweke *et al.* (2023). La stabilité de la matière sèche (20,7 %) suggère un contrôle génétique fort, comme confirmé par Onyenali *et al.* (2025) et Frontiers (2023), tandis que les valeurs plus élevées rapportées par la FAO (2025) pourraient s'expliquer par l'utilisation de variétés améliorées et de systèmes de fertilisation intégrée.

L'interaction entre doses croissantes de KCl (60%) et accessions locales de manioc révèle une plasticité phénotypique importante, avec des amplitudes très larges pour toutes les variables de production. Les valeurs élevées observées (jusqu'à 12,2 racines, 52,5 cm, 7,7 kg) traduisent une réponse optimale lorsque les conditions nutritionnelles et génétiques sont favorables.

En revanche, les faibles valeurs observées dans certaines combinaisons peuvent être liées à des contraintes environnementales (stress hydrique, pauvreté du sol), à une inefficacité physiologique ou à une mauvaise adaptation génétique.

Ces résultats sont cohérents avec Mutegi *et al.* (2020) ; Okogbenin *et al.* (2022) et Njukwe *et al.* (2022), tandis que les faibles performances rapportées par Cock *et al.* (2019) et Howeler (2021) soulignent l'impact des systèmes à faibles intrants.

La variation importante de la matière sèche et de l'indice de récolte confirme l'influence combinée de la nutrition minérale de KCl (60%) et du génotype, en accord avec Okechukwu et Dixon (2021) ; Masinde *et al.* (2020) et Ekanayake *et al.* (2019), mais contrastant avec El-Sharkawy (2019, 2020) en conditions de stress. La matière sèche reste stable (20,7 %), confirmée par Onyenali *et al.* (2025), mais inférieure aux valeurs de la FAO (2025), tandis que Fermont (2009) et Nweke *et al.* (2023) rapportent des valeurs plus faibles.

4. CONCLUSION

Le dispositif adopté rigoureusement est celui en split plot permettant d'évaluer simultanément l'effet des doses croissantes de KCl (60 %) et des accessions locales de manioc. Les analyses statistiques (ANOVA et test de Tukey) ont permis d'identifier des différences significatives entre traitements. Les résultats obtenus montrent clairement que l'engrais KCl (60%) influence positivement la croissance végétative et certaines variables de production. Toutefois, cette influence varie selon les accessions, mettant en évidence une forte interaction entre accessions locales de manioc et doses de KCl (60%).

Par ailleurs, les résultats confirment globalement les hypothèses de départ, tout en révélant des exceptions importantes liées à des incompatibilités entre certaines doses de KCl (60%) et accessions locales de manioc. Les résultats montrent une interaction hautement significative entre doses de KCl (60%) et accessions locales de manioc. Les combinaisons des variables végétatives : A7-D3, A11-D3 et A10-D1 ont donné : 1,8cm diamètre au collet, 89,6cm hauteur de plant et 67,7cm hauteur ramification tandis que les combinaisons des variables de production : A9-D3, A3-D3, A3-D0, A3-D3, ont donné les meilleurs rendements 9,7kg : nombre de racines fraîches, 52,5cm : longueur de racines fraîches, 7,77kg : poids total de racines fraîches et 29,9 : rendement en matière sèche. La fertilisation potassique seule ne garantit pas une amélioration uniforme des rendements sans considération variétale.

En conséquence, il est recommandé de promouvoir une fertilisation raisonnée adaptée aux variétés locales, ainsi que de poursuivre les recherches sur les interactions sol-plante-nutriments. Il serait également pertinent d'intégrer d'autres éléments nutritifs (N et P) et d'évaluer ces résultats dans différents contextes agroécologiques afin d'optimiser les systèmes de production du manioc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Adjanohoun, E. (2006). *Potassium nutrition in cassava*. Cotonou, Bénin : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).
- [2] Byju, G., George, S., Sreekumar, J., Kumar, V., & Anitha, S. (2020). Role of potassium in cassava productivity. *Journal of Root Crops*, 46(2), Article 05.
- [3] Chausse, P., Dufour, J.-P., Frossard, M.-C., Tardy, A., & Besset, L. (2012). Potassium and photosynthesis in cassava. *Plant Physiology and Biochemistry*, 58, Article 12. Paris, France : Elsevier.
- [4] Chiwona-Karltun, L., Haggblade, S., Chitundu, M., Brimer, L., & Jackson, J. (2015). Cassava food security in Africa. *Food Security*, 7(2), 329–345. Dordrecht, Pays-Bas : Springer.
- [5] Chua, M. F., Youbee, L., Oudthachit, S., Khanthavong, P., Veneklaas, E. J., & Malik, A. I. (2020). Potassium fertilization effects on cassava. *Agronomy Journal*, 112(3), 1851–1862. Madison, WI, USA : American Society of Agronomy.
- [6] Food and Agriculture Organization. (2008). *Cassava production and utilization*. Rome, Italie : FAO.
- [7] Food and Agriculture Organization. (2013). *Cassava and food security*. Rome, Italie : FAO.
- [8] FAOSTAT. (2024). *Global cassava production statistics*. Rome, Italie : FAO.
- [9] Howeler, R. (2014). *Cassava agronomy and soil fertility*. Cali, Colombie : CIAT (International Center for Tropical Agriculture).
- [10] Howeler, R. (2017). Cassava adaptation to poor soils. *Agricultural Systems*, 153, 20–27. Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.
- [11] Howeler, R., Lutaladio, N., & Thomas, G. (2013). Cassava yield potential. *Field Crops Research*, 146, 1–10. Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.
- [12] International Institute of Tropical Agriculture. (1990). *Cassava production in Africa*. Ibadan, Nigéria : IITA.
- [13] Kasereka, B., Pypers, P., Sanginga, J.-M., Walangululu, M., & Vanlauwe, B. (2024). Potassium fertilization in cassava. *African Journal of Agricultural Research*, 19(1), Article 03. Nairobi, Kenya : Academic Journals.
- [14] Kihara, J. (2020). Soil fertility and cassava yields. *Soil Science Society of America Journal*, 84(4), 1123–1132. Madison, WI, USA : SSSA.

- [15] Mahungu, N., Legg, J. P., Diebiru-Ojo, E., Eagle, D., Friedmann, M., Kanju, E., Kapinga, R., Kumar, P. L., Lateef, S., Magige, S., Mtunda, K., Thiele, G., Yabeja, J., & Nitturkar, H. (2022). Cassava production systems in Africa. *Agricultural Systems*, 196, Article 103315. Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.
- [16] Montagnac, J., Davis, C., & Tanumihardjo, S. (2009). Nutritional value of cassava. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(5), 257–263. Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.
- [17] Nweke, F. (2004). *The cassava transformation in Africa*. East Lansing, MI, USA : Michigan State University Press.
- [18] Okoth, P., & Yermiyahu, U. (2021). Potassium management in cassava. *Plant and Soil*, 460(1–2), 17–33. Dordrecht, Pays-Bas : Springer.
- [19] OTF. (2009). *Cassava market and food security*. Lagos, Nigéria : OTF Publications.
- [20] Pellet, D., & El-Sharkawy, M. (1993). Potassium and cassava starch accumulation. *Journal of Plant Nutrition*, 16(5), 865–876. Philadelphia, PA, USA : Taylor & Francis.
- [21] Programme National Manioc. (1988). *Cassava production program in DRC*. Kinshasa, RDC : PRONAM.
- [22] Pypers, P., Sanginga, J.-M., Kasereka, B., Walangululu, M., & Vanlauwe, B. (2011). Cassava agronomy in Africa. *Field Crops Research*, 120(1), 1–10. Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.
- [23] Setiawan, B., Chua, M. F., Youbee, L., Oudthachit, S., Khanthavong, P., Veneklaas, E. J., & Malik, A. I. (2020). Potassium fertilization and cassava yield. *Agronomy*, 10(5), Article 654. Basel, Suisse : MDPI.
- [24] Spencer, D., & Ezedinma, C. (2017). *Cassava farming systems*. Wallingford, Royaume-Uni : CABI.
- [25] Sriroth, K., Piyachomkwan, K., Santisopasri, V., & Oates, C. G. (2001). Potassium fertilization and cassava starch. *Industrial Crops and Products*, 13(2), 161–170. Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.
- [26] Wortmann, C., Adiele, J. G., Schut, A. G. T., van den Beuken, R. P. M., Ezui, K. S., Pypers, P., Ano, A. O., Egesi, C. N., & Giller, K. E. (2020). Cassava yield constraints. *Agronomy Journal*, 112(4), 3035–3045. Madison, WI, USA : American Society of Agronomy.