



## Evaluation agronomique de légumineuses alimentaires (arachide, soja et niébé) en culture associée au manioc et /ou maïs en RDC cas de Mvuazi

NGINDU LUMBUESA Grace<sup>1</sup> \*, LUSINDU LUKANDA Carol<sup>1</sup>, MBUKULA MUNZEMBA Bruno<sup>1</sup>, NKIAMBI NDONGALA Trésor<sup>1</sup>, AGANZE CIDORHO Benjamin<sup>1</sup>, TUZOLANA NKETIWADIO Reagan<sup>1</sup>, BIBA MANSIANTIMA Daniel<sup>1</sup>, MENAYAME MAKALA Eben Ezer<sup>1</sup>, MANANGA MANANGA Placide<sup>2</sup>, MPOYI TSHILUNGA Théodore<sup>3</sup>

1. Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Centre de Recherche de Mvuazi, Kongo - Central, BP 2037, RD Congo
2. Université Président Joseph Kasa-Vubu (UKV/BOMA), Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Gestion de Ressources Renouvelables, Kongo-Central, BP 314, RD Congo
3. Université de Kinshasa (Unikin), Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Production végétale, Kinshasa, BP 127, RD Congo

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.21264957>

### Résumé

L'étude a été réalisée au Centre de Recherche de l'INERA-Mvuazi en République Démocratique du Congo dans le but d'évaluer les performances agronomiques de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.), du soja (*Glycine max* L.) et du niébé (*Vigna unguiculata* L.) cultivés en association avec le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et / ou le maïs (*Zea mays* L.). L'expérimentation a été conduite selon un dispositif en blocs complets randomisés comportant douze traitements répétés trois fois. Les paramètres étudiés comprenaient les rendements des différentes cultures ainsi que l'efficacité d'utilisation des terres évaluées à l'aide du Land Equivalent Ratio (LER). Les résultats ont montré que les cultures pures ont enregistré les meilleurs rendements en graines pour l'arachide (1662kg ha<sup>-1</sup>) et le soja (1640kg ha<sup>-1</sup>), tandis que les associations avec le maïs ont entraîné une réduction significative de leurs rendements. L'association manioc-niébé a toutefois permis une augmentation de 17,1% du rendement du niébé par rapport à la culture pure. Le rendement du maïs n'a pas été significativement influencé par les associations avec les légumineuses. Concernant le manioc, l'association avec l'arachide a produit le rendement le plus élevé en racines tubéreuses (39,5t ha<sup>-1</sup>). Les valeurs du LER ont révélé un avantage agronomique des cultures associées, particulièrement pour les associations manioc-niébé (LER=2,00) et manioc-arachide (LER=1,97). Ces résultats démontrent que les associations manioc-légumineuses améliorent l'efficacité d'utilisation des terres et constituent

une option prometteuse pour une intensification durable des systèmes de production agricole dans les conditions agroécologiques de Mvuazi.

**Mots-clés :** Manioc, Maïs, légumineuses, association culturale, rendement, Mvuazi

## Abstract

This study was conducted at the INERA-Mvuazi Research Center in the Democratic Republic of Congo to evaluate the agronomic performance of groundnut (*Arachis hypogaea* L.), soybean (*Glycine max* L.), and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropped with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and/or maize (*Zea mays* L.). The experiment was conducted using a randomized complete block design with twelve treatments replicated three times. The parameters studied included crop yields and land-use efficiency, assessed using the Land Equivalent Ratio (LER). The results showed that monocultures achieved the highest seed yields for groundnut (1662 kg ha<sup>-1</sup>) and soybean (1640 kg ha<sup>-1</sup>), while intercropping with maize resulted in a significant reduction in their yields. The cassava-cowpea intercropping resulted in a 17.1% increase in cowpea yield compared to monoculture. Maize yield was not significantly affected by intercropping with legumes. Regarding cassava, intercropping with groundnut produced the highest yield of tuberous roots (39.5 t ha<sup>-1</sup>). LER values revealed an agronomic advantage for intercropping, particularly for cassava-cowpea (LER=2.00) and cassava-groundnut (LER=1.97) intercropping. These results demonstrate that cassava-legume intercropping improves land-use efficiency and represents a promising option for the sustainable intensification of agricultural production systems under the agroecological conditions of Mvuazi.

Keywords: Cassava, Maize, Legumes, Intercropping, Yield, Mvuazi

## 1. INTRODUCTION

L'agriculture congolaise demeure essentiellement de type vivrier et pluvial, dominée par des exploitations familiales de faible superficie (1 à 2 ha), utilisant très peu d'intrants modernes (FAO, 2020). Dans la province du Kongo Central, particulièrement dans la zone agroécologique de Mvuazi, les principales cultures vivrières sont le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), le maïs (*Zea mays* L.), et diverses légumineuses alimentaires telles que l'arachide (*Arachis hypogaea* L.), le soja (*Glycine max* L.) et le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) (INERA, 2019).

Cependant, malgré les avantages que comporte ces systèmes la productivité reste faible à cause de la dégradation continue de la fertilité des sols liée aux pratiques culturales extensives, à la monoculture, à la faible restitution de matière organique et à la pression démographique (Sanginga & Woomer, 2009 ; Vanlauwe *et al.* 2010). Les sols de Mvuazi, majoritairement ferrallitiques, sont pauvres en azote et en matière organique, éléments essentiels à la croissance végétale (Kasongo *et al.* 2013).

La pratique courante des associations culturales, les combinaisons les plus performantes (en termes de croissance, rendement et effet sur la fertilité du sol) restent mal connues et peu documentées scientifiquement. Les producteurs associent souvent les cultures de manière

empirique, sans évaluer les interactions compétitives ou complémentaires entre les espèces. (Kasongo *et al.* 2013).

Face à cette situation, la diversification des systèmes de culture et l'introduction des légumineuses dans les rotations ou associations apparaissent comme des solutions durables pour restaurer la fertilité du sol et améliorer la productivité (Snapp *et al.*, 2018). En effet, les légumineuses alimentaires jouent un rôle clé dans l'agroécologie tropicale grâce à leur capacité de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par les rhizobiums, enrichissant ainsi le sol et réduisant la dépendance aux engrais minéraux (Giller, 2001 ; Okogun & Sanginga, 2003).

L'association culturale entre légumineuses et plantes non légumineuses telles que le manioc ou le maïs est une pratique traditionnelle très répandue dans les zones tropicales d'Afrique (Carsky *et al.* 2001 ; Ouma & Jeruto, 2010). Cette pratique permet une meilleure utilisation des ressources naturelles (eau, lumière, nutriments), réduit les risques climatiques et optimise la productivité à l'hectare (Beets, 1990). De plus, les effets résiduels des légumineuses contribuent à améliorer les rendements des cultures suivantes, en particulier du manioc et du maïs (Sanginga *et al.* 2003). L'objectif est d'évaluer les performances agronomiques des légumineuses alimentaires (arachide, soja et niébé) cultivées en association avec le manioc et/ou le maïs dans la zone agro écologique de Mvuazi.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1 .Milieu d'étude**

L'étude a été menée au sein du Centre de Recherche de l'Institut National pour l'étude et la Recherche Agronomique (INERA) à M'VUAZI en RD Congo allant du 17 novembre 2016 au 17 novembre 2017. Le Centre de Recherches de l'INERA- M'vuazi se trouve à une altitude de 470 m, avec une longitude de 5°27' Sud et une latitude de 14°54' Est. Il est situé dans une zone climatique du type AW4 selon la classification de Koppen (Umondi *et al.* 2025) La pluviométrie moyenne annuelle est de 1400 mm à 1600 mm d'eau. L'humidité relative moyenne journalière est de 75 % avec une légère diminution en saison sèche (INERA 2016). Les températures oscillent entre 20 et 28°C (K. MBUYA *et al.* 2012).

#### **2.1.1. Période expérimentale**

L'étude a été menée durant la période allant du 17 novembre 2016 au 17 novembre 2017, couvrant ainsi 12 mois d'activités.

#### **2.1.2. Conditions climatiques**

Les données climatiques de la période expérimentale sont reprises dans le Tableau 1.

Tableau 1. Données climatiques pendant la période expérimentale

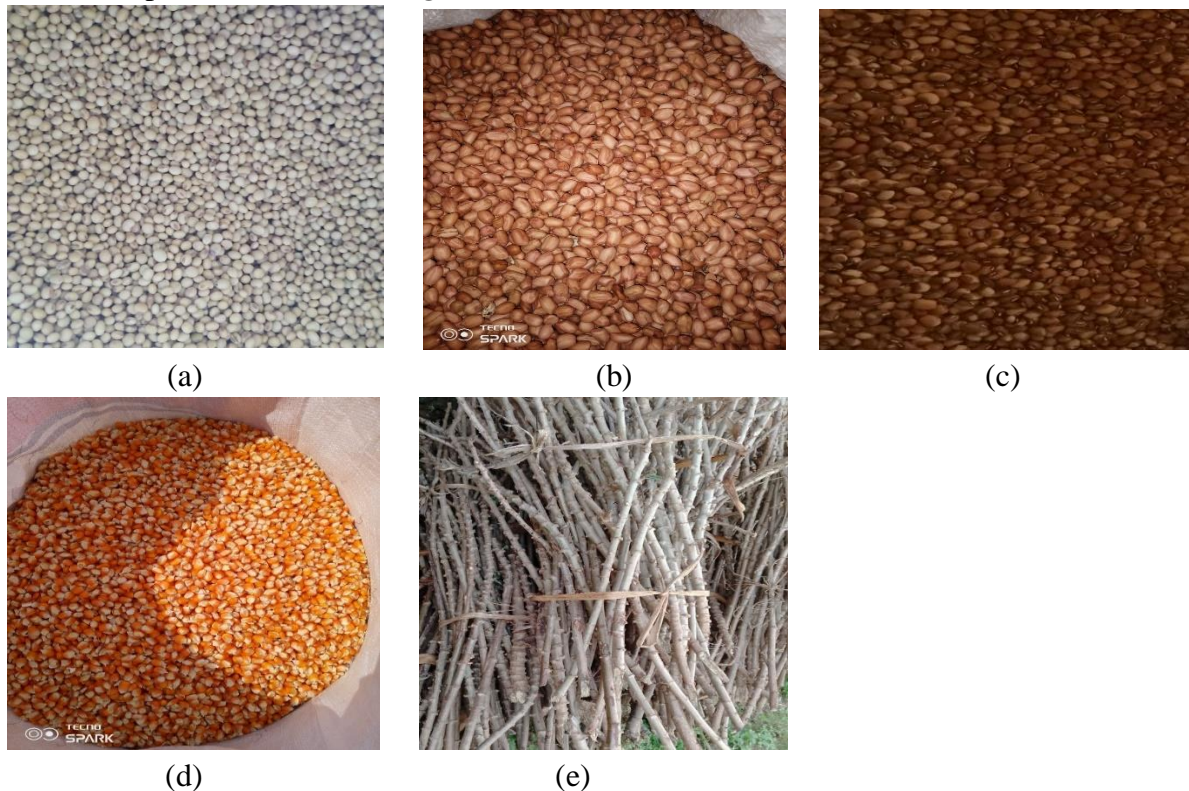
Mois	Précipitation		Température °C			Humidité relative (%)	Rayonnement global cal./cm <sup>2</sup> /jour
	Hauteur (mm)	Nombre des pluies	Max.	Min.	Moy.		
Novembre	130,1	10	30,9	21,0	25,9	80,9	665,1
Décembre	148,3	10	30,9	21,1	26,0	79,8	647,0
Janvier	225,4	8	30,6	20,8	25,7	80,0	685,8
Février	143,1	6	30,0	20,9	25,4	79,9	641,9
Mars	119,5	5	31,5	20,6	26,0	78,3	618,4
Avril	323,8	13	31,8	20,7	26,2	81,0	705,8
Mai	84,3	5	30,7	21,1	25,9	83,0	617,9
Juin	11,2	1	28,2	19,8	24,0	79,8	501,1
Juillet	0,0	0	26,7	17,3	22,0	77,9	427,4
Août	0,0	0	27,7	18,1	22,9	73,3	462,5
Septembre	16,0	2	29,4	19,8	24,6	70,6	494,8
Octobre	70,7	5	30,1	20,8	25,4	75,4	445,6
Novembre	249,8	14	30,7	21,2	25,9	77,7	664,9
<b>Total</b>	<b>1522,2</b>	<b>79</b>	-	-	-	-	<b>7578,2</b>
<b>Moyenne</b>	-	-	<b>29,9</b>	<b>20,2</b>	<b>25,1</b>	<b>78,3</b>	-

Source : Station de climatologie, INERA – MVUAZI (2016-2017).

## 2.2. Matériel

### 2.2.1. Matériel végétal

Le matériel de l'expérimentation était les graines d'arachide, soja, niébé, Maïs et bouture de Manioc représenté dans le (*Figures 1*).



**Figure 1** : graine de soja (a), graine d'arachide (b), graine de niébé (c), grain de maïs (d), bouture de manioc (e)

## 2.3. Méthodes

### 2.3.1. Disposition expérimentale

L'essai a été conduit selon le dispositif en blocs aléatoires avec trois (3) répétitions. L'essai comprenait douze (12) traitements dont onze (11) soumis à l'expérimentation et un (1) témoin. L'intervalle entre les blocs était de 2,50 mètre et les traitements à l'intérieur du bloc étaient aussi séparés de deux mètres. La superficie du terrain et de l'essai était de 3234 m<sup>2</sup>, 66 m de longueur et 49 m de largeur soit 32,34 ares.

### 2.3.2. Analyses statistiques

Les données collectées ont été regroupées et analysées selon leur affinité. Les analyses de variance de l'ensemble des données collectées ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistix 8.0. Les effets des traitements ont été considérés significatifs au seuil de probabilité  $p < 0,05$ . Le test de la LSD a été utilisé pour la séparation des moyennes.

## 3. Résultats et discussions

### 3.1. Effets des associations manioc et/ou maïs-légumineuses sur le rendement en graines de légumineuses.

Les moyennes de valeurs obtenues sur rendement en graines de légumineuses (arachide, soja et niébé) sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2. Rendement en graines de légumineuses (arachide, soja et niébé)

Traitement	Rendement en graines de légumineuses (kg.ha <sup>-1</sup> )			Taux de variation de rendements (%)		
	Arachide	Soja	Niébé	Arachide	Soja	Niébé
Lég. Pure	1662 ± 248,1 a	1640 ± 143,6 a	1208 ± 56,0 a	0	0	0
Lég. manioc <sup>+</sup>	1218 ± 179,4 ab	882 ± 40,8 b	1414 ± 83,0 a	-26,7	-48,2	17,1
Lég. + maïs	619 ± 43,76 b	534 ± 80,6 b	266 ± 8,2 b	-62,8	-67,4	-77
<b>Moyenne</b>	<b>1166,2</b>	<b>980,2</b>	<b>962,6</b>			
<b>P</b>	<b>0,0280</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0000</b>			

Légende :

Lég : Légumineuse.

Les résultats obtenus montrent que les légumineuses ont été significativement influencées par les systèmes d'association culturale. Les cultures pures ont enregistré les rendements les plus élevés pour l'arachide (1662 kg .ha<sup>-1</sup>) et soja (1640kg.ha<sup>-1</sup>), tandis que les associations avec le maïs ont provoqué une forte réduction des rendements. Cette baisse pourrait être attribuée à la compétition interspécifique pour les ressources du milieu, notamment la lumière, l'eau et les

éléments nutritifs. En effet, le maïs possède une croissance rapide et un développement végétatif important qui limitent l'expression du potentiel productif des légumineuses associées. Des observations similaires ont été rapportées par Kabala Mubolo et al. (2025) qui ont montré que l'association maïs-niébé modifie significativement les performances agronomiques des cultures en raison de la concurrence exercée entre les espèces.

L'association des légumineuses avec le manioc a également entraîné une diminution du rendement de l'arachide (-26,7%) et du soja (-48,2%) par rapport aux cultures pures. Toutefois, cette réduction est restée inférieure à celle observée dans les associations avec le maïs. Cette situation pourrait s'expliquer par le développement initial relativement lent du manioc, permettant aux légumineuses de mieux exploiter les ressources disponibles durant les premiers stades de croissance. Ces résultats sont en accord avec ceux de Gougodo De Mon-Zoni et al. (2023), qui ont montré que les systèmes d'association à base de manioc et de légumineuse améliorent l'utilisation des ressources du milieu tout en limitant les effets négatifs de la compétition.

Par ailleurs, le rendement du niébé a augmenté de 17,1% lorsqu'il a été associé au manioc. Cette amélioration pourrait être liée à une meilleure complémentarité entre les deux espèces ainsi qu'à la capacité d'adaptation du niébé dans les systèmes de cultures associés. Des résultats comparables ont été obtenus par Ekomono et al. (2022), qui ont observé que certaines associations manioc-légumineuses favorisent la stabilité des rendements grâce à une meilleure adaptation des cultures aux conditions agro écologiques locales.

Les différences significatives observées entre traitements ( $p < 0,05$ ) confirment l'effet déterminant du mode culture sur la productivité des légumineuses. Selon Lele et al. (2015), l'intégration des légumineuses dans les systèmes à base de manioc contribue non seulement à la production de grains mais également à l'amélioration de la fertilité du sol grâce à la fixation biologique de l'azote. Cette contribution explique l'intérêt agronomique croissant des associations manioc-légumineuses dans les systèmes agricoles tropicaux. Les travaux récents réalisés en RDC par Bosanza et Ngobolua (2026) soulignent également l'importance du choix des espèces et variétés pour maximiser les rendements des légumineuses dans les conditions de production locales.

### **3.2. Effets des associations maïs-légumineuses sur le rendement en grains du maïs**

Les moyennes de valeurs obtenues sur le rendement en grains du maïs sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 3. Rendement en grains de maïs

Traitement	Rendement grains (t/ha) en	Taux de variation de rendement (%)
Maïs pur	3,49 ± 0,07 a	0
Maïs + soja	3,11 ± 0,36 a	-11
Maïs + arachide	3,10 ± 0,39 a	-11
maïs + niébé	2,61 ± 0,25 a	-25
<b>Moyenne</b>	<b>3,08</b>	
<b>P</b>	<b>0,3777</b>	

Les résultats obtenus montrent que le rendement en grains du maïs a varié de 2,61 à 3,49 t/ha selon les traitements, le rendement le plus élevé étant observé en culture pure de maïs (3,49t/ha). Les associations maïs-soja, maïs-arachide et maïs-niébé ont respectivement entraîné des diminutions de rendement de 11%,11% et 25% par rapport au témoin. Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements ( $p= 0,3777$ ). Ces résultats sont accord avec ceux de Kabala Mubolo et al. (2025) qui ont rapporté que l'association maïs-niébé n'influence pas significativement le rendement du maïs malgré une légère réduction due à la compétition entre les cultures. De même, Akanza et N'Guessan (2018) ont montré que l'association maïs-arachide peut occasionner une baisse du rendement du maïs sans différence statistiquement significative, en raison du partage des ressources du milieu entre les espèces associées. Par ailleurs, Fafana et al. (2023) soulignent que même lorsque le rendement du maïs n'augmente pas en culture associée, les légumineuses contribuent à l'amélioration de la fertilité du sol et à la productivité globale du système grâce à leur capacité de fixation biologique de l'azote. Ainsi, les résultats de cette étude confirment que les associations maïs-légumineuses n'améliorent pas nécessairement le rendement en grains du maïs, mais constituent une pratique intéressante pour la durabilité des systèmes de production agricole.

### 3.3. Effets des associations manioc-légumineuses sur le rendement en racines tubéreuses de manioc

Les moyennes de valeurs obtenues sur le rendement en racines tubéreuses de manioc sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4. Rendement en racines tubéreuses de manioc

Traitement	Rendement en tubercules frais (t/ha)
Manioc associé à l'arachide	39,5 ± 3,65 a
Manioc associé au soja	27,8 ± 0,41 b
Manioc associé au niébé	26,5 ± 0,76 b
Manioc en culture pure (1 m x 1 m)	32,8 ± 5,05 ab
Manioc en culture pure (2 m x 0,5 m)	31,9 ± 1,72 ab
<b>Moyenne</b>	<b>31,71</b>
<b><i>P</i></b>	<b>0,0676</b>

Au regard des résultats présentés au tableau 4, le rendement en racines tubéreuses de manioc a varié de 26,5 à 39,5t/ha selon les traitements. L'association manioc- arachide a produit le rendement les plus élevé (39,5 t/ha), tandis que les associations manioc-soja et manioc-niébé ont enregistré des rendements plus faibles. Toutefois, l'analyse statistique n'a relevé aucune différence significative entre les traitements ( $p= 0,0676$ ). Ces résultats sont en accord avec ceux de Lele et al. (2015), qui ont montré que l'introduction des légumineuses dans les systèmes de cultures du manioc n'entraîne pas toujours une augmentation significative du rendement en racines, bien qu'elle contribue à l'amélioration de la fertilité du sol grâce à la fixation biologique de l'azote. De même Mahungu et al. (2015) ont rapporté que le rendement du manioc est fortement influencé par les conditions agro écologiques, les pratiques culturales et le matériel végétal utilisé, ce qui peut expliquer l'absence de différences significatives, observée entre les traitements. Cependant, la supériorité numérique de l'association manioc-arachide observée dans cette étude suggère un effet positif de cette légumineuse sur la disponibilité des éléments nutritifs, comme l'ont également souligné Akinyemi et Tijani-Eniolo (2000) dans leurs travaux sur les cultures associées, où les légumineuses contribuent à une meilleure utilisation des ressources du sol au maintien de la productivité des cultures principales.

### 3.4. Evaluation de la productivité des cultures associées en fonction de «Land Equivalent Ratio» (LER)

Les moyennes de la productivité des cultures associées en fonction de Land Equivalent Ratio (LER) sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Evaluation de la productivité des cultures associées

Traitement	LE. Maïs	LE. Man	LE. Lég.	LER
Maïs	1,00			1,00
Manioc (2m x 0,5m)		1,00		1,00
Arachide			1,00	1,00
Soja			1,00	1,00
Niébé			1,00	1,00
Maïs + arachide	0,89		0,37	1,26
Maïs + soja	0,89		0,33	1,22
Maïs + niébé	0,75		0,22	0,97
Manioc + arachide		1,24	0,73	1,97
Manioc + soja		0,87	0,54	1,41
Manioc + niébé		0,83	1,17	2,00

Les résultats du tableau 5 montrent que la plupart des associations culturales ont présenté un LER supérieur à 1, indiquant un avantage de la culture associée par rapport aux cultures pures. Les associations manioc-niébé (LER=2,00) et manioc-arachide (LER=1,97) ont enregistré les meilleures performances. Ces résultats corroborent ceux de plusieurs études qui soulignent que les associations manioc-légumineuses améliorent significativement l'efficacité d'utilisation des terres grâce à la complémentarité entre les espèces. Une méta-analyse de 55 études réalisée par Davis et al. (2023) a montré que les systèmes manioc-légumineuses présentent un LER moyen de 1,56, avec des performances particulièrement élevées pour les associations impliquant l'arachide, le niébé et le soja.

Le LER de 2,00 obtenu pour l'association manioc-niébé signifie qu'un hectare de cultures associées produit autant que deux hectares de cultures pures. Cette supériorité peut être attribuée à la complémentarité dans l'utilisation de la lumière, de l'eau et des nutriments ainsi qu'à la capacité du niébé à fixer l'azote atmosphérique. Selon Li et al (2023), les cultures associées permettent généralement une meilleure exploitation des ressources du milieu et génèrent des économies substantielles de surface agricole par rapport aux monocultures.

L'association manioc-arachide a également montré une excellente performance (LER=1,97). Cette observation est en accord avec les travaux de Mansaray et al. (2022) qui ont rapporté que l'introduction de légumineuses dans les systèmes à base de manioc améliore la productivité globale et l'efficacité de l'utilisation des terres grâce à une compétition interspécifique et à une meilleure valorisation des ressources disponibles.

Par ailleurs, l'association maïs-niébé a présenté un LER à 1 (0,97), traduisant une absence d'avantage de l'association par rapport aux cultures pures. Cette situation pourrait être liée à une forte compétition entre les deux espèces pour la lumière, l'eau et les éléments nutritifs. Des études récentes indiquent que l'efficacité des cultures associées dépend fortement de la combinaison des espèces, de leur densité de plantation et de leur disposition spatiale.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que les associations manioc-niébé et manioc-arachide constituent des systèmes de culture particulièrement performants pour accroître la productivité des terres agricoles et promouvoir une agriculture durable dans les zones tropicales.

## Conclusion

Cette étude a mis en évidence l'intérêt agronomique des associations entre le manioc et les légumineuses alimentaires dans les conditions agroécologiques de Mvuazi. Les associations manioc-niébé et manioc-arachide ont présenté les meilleures performances en termes de productivité globale, avec des valeurs de Land Equivalent Ratio (LER) supérieures à 1, traduisant une utilisation plus efficiente des ressources disponibles et des cultivées. L'association manioc-arachide a également permis d'obtenir le rendement en racines tubéreuses le plus élevé, tandis que l'association manioc-niébé a favorisé une meilleure productivité du niébé. En revanche, les associations maïs-légumineuses ont réduit les rendements des légumineuses sans amélioration significative de celui du maïs. Ces résultats confirment que l'intégration des légumineuses dans les systèmes de culture à base de manioc constitue une option prometteuse pour l'intensification durable de la production agricole et l'amélioration de la sécurité alimentaire en République Démocratique du Congo.

## Références

1. **Akanza, P.K., & N'Guessan, E.N.** (2018). Performances agronomiques et économiques des associations maïs (*Zea mays* L.)–arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Revue du CAMES, Série Sciences de la Vie, Terre et Agronomie*, **6**(2), 40–48.
2. **Akinyemi, S.O.S., & Tijani-Eniola, H.** (2000). Effets de la densité de plantation du manioc sur la productivité du plantain et du manioc dans le système d'association plantain-manioc. *Fruits*, **55**(1), 17–23.
3. **Bosanza, J.B., & Ngbolua, J.P.K.T.** (2026). Performances agro-économiques de trois variétés d'arachide (JL24, ICGM 281 et G17) diffusées par INERA Boketa en culture périurbaine à Gemena, RDC. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, **14**(1).
4. **Carsky, R.J., Becker, M., & Hauser, S.** (2001). Mucuna cover crop fallow systems: Contribution to maize production in the Guinea savanna of West Africa. *Agronomy Journal*, **93**(5), 1020–1026.
5. **Davis, B.W., & Dubeux, J.C.B.** (2023). Cassava-legume intercropping is more beneficial in low-input systems: A meta-analysis. *Field Crops Research*, **300**, 109005.
6. **Ekomono, C.G.M., Nzila, J.D., Kampe, J.P., Moukaha, I.N., Mouhamed, S.Y., Dipakama, C.M., & Kimpouni, V.** (2022). Genotype-by-environment interaction and yield performance of two *Manihot esculenta* Crantz varieties cultivated with legumes in two agro-climatic zones in Congo. *Tropical Agriculture*, **99**(4), 322–332.
7. **FAO** (2020). *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Challenges in Agriculture*. Rome.
8. **Fofona, B.I., Koua, D.K., Ebou, E.T.A., & Brou, Y.C.** (2023). Effet additif des légumineuses des systèmes multi-espèces sur la productivité du maïs, la fertilité des terres surexploitées et la rentabilité économique. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, **40**(1), 265–279.

9. **Giller, K.E.** (2001). *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems* (2e éd.). CABI Publishing, Wallingford.
10. **Gougodo De Mon-Zoni, L.J., Kosh-Kombo, E., Salako, V.K., Zaman, M., Batawila, K., & Akpagana, K.** (2023). A comparative effect of legume-based cropping association on the productivity of *Manihot esculenta* Crantz in the forest and savanna zones of Central African Republic. *Journal of Agricultural Science and Practice*, **8**(4).
11. **INERA** (2016). *Rapport annuel de climatologie*.
12. **INERA** (2019). *Rapport technique annuel du Centre de recherche de Mvuazi*. Ministère de la Recherche Scientifique et Innovation Technologique, RDC.
13. **Kabala Mubolo, J., Bushashire Mapendo, T., Gakuru Semacumu, J.B., & Seburiri Sendihi, T.** (2025). Effet de l'association des cultures du maïs (*Zea mays* L.) et du niébé (*Vigna unguiculata* L.) sur leurs croissances et rendements dans les conditions agroécologiques de Goma, Est de la RD Congo. *Annales de l'UNIGOM*, **15**(1), 120–129.
14. **Kasongo, L.M., Tshibangu, M., & Kanyenga, A.N.** (2013). Évaluation de la fertilité des sols ferrallitiques du Bas-Congo (RDC) et perspectives d'amélioration. *Tropicicultura*, **31**(2), 104–110.
15. **K. Mbuya, J.P.T. Kabongo, G.K. Pongi, A.E. Mundondo, O.E. Anageanatiga, & L.W. Ekuke.** (2012). *African Crop Science Journal*, **22**(Supplément S4), 969–977.
16. **Lele, B.N., Kachaka, S.C., & Lejoly, J.** (2015). Effet de la fertilisation minérale, de l'étêtage du manioc et des légumineuses à graines sur le rendement du manioc en culture associée et sur les propriétés d'un arénoferralsol à Kinshasa/RDC. *RIFFEAC*.
17. **Li, C., Hoffland, E., Kuyper, T.W., Yu, Y., Zhang, C., Li, H., Zhang, F., & Van der Werf, W.** (2023). The productive performance of intercropping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **120**(2), e2201886120.
18. **Mahungu, N.M., Ndonga, A., Frangoie, A., & Maango, A.** (2015). Effet du labour et du mode de bouturage sur les rendements en racines et feuilles de manioc dans les zones de savane et de jachères forestières de la République Démocratique du Congo. *Tropicicultura*, **33**(3), 176–185.
19. **Mansaray, A., Karim, A.B., Yormah, T.B.R., Conteh, A.R., & Yila, K.M.** (2022). Effect of Time of Introduction of Legumes into Cassava on the Productivity of Cassava in Cassava-Legume Based Intercropping Systems. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, **18**(2), 1–15.
20. **Okogun, J.A., & Sanginga, N.** (2003). Can introduced and indigenous legumes fix atmospheric nitrogen for the benefit of cereal production in Africa? *Plant and Soil*, **252**(1), 25–36.
21. **Ouma, G., & Jeruto, P.** (2010). Sustainable horticultural crop production through intercropping. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, **5**(5), 17–21.
22. **Sanginga, N., & Woome, P.L.** (2009). *Integrated Soil Fertility Management in Africa: Principles, Practices and Developmental Process*. CIAT, Nairobi.
23. **Umondi Djacan, Bouwe Nasona, Lusindu Lukanda, Nzeu Ndaya, Lutaladio Nembambi, & Tshibangu Kazadi.** (2025). Étude comparative de rendement de différentes variétés de patate douce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] à M'vuazi, Sud-Ouest de la République Démocratique du Congo. *African Scientific Journal*, **3**(30), 1139–1152.
24. **Vanlauwe, B., Diels, J., Sanginga, N., & Merckx, R.** (2010). *Integrated Plant Nutrient Management in Sub-Saharan Africa: From Concept to Practice*. CABI Publishing.