



Journal of Applied Biosciences 189: 19973- 19987  
ISSN 1997-5902

# Étude comparative de l'efficacité et de la durabilité des fumures organiques versus engrais chimiques dans le maraîchage de la commune de Kasenga (Haut-Katanga, RD Congo)

Daniel Kabwema Kalombo<sup>1\*</sup>, Ildephonse Kipili Mwenya<sup>1</sup>, John Kikuni Tchowa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Technologique Katumba Mwanke, Kasenga, RD Congo, adresse mail : [dannykabwemak@gmail.com](mailto:dannykabwemak@gmail.com); [ildephonsekipilim@gmail.com](mailto:ildephonsekipilim@gmail.com); [kikunitchowajohnw@gmail.com](mailto:kikunitchowajohnw@gmail.com)

<sup>2</sup>Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kolwezi, Kolwezi, RD Congo, adresse mail : [kikunitchowajohnw@gmail.com](mailto:kikunitchowajohnw@gmail.com)

\*Auteur de contact : [dannykabwemak@gmail.com](mailto:dannykabwemak@gmail.com)

Submission 22<sup>nd</sup> May 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 30<sup>th</sup> September 2023. <https://doi.org/10.35759/JABs.189.7>

## RÉSUMÉ

*Objectif* : Dans un contexte d'insécurité alimentaire soutenu par les pertes constantes de fertilité des sols, l'accessibilité difficile aux engrais et la pollution de l'environnement, il urge de recourir à d'autres sources de nutriments respectueuses de l'environnement et pouvant subvenir aux besoins des cultures. L'objectif de cette étude était d'évaluer et de comparer l'efficacité des fumures organiques (fiente des poules, crottin des chèvres, bouse des porcs) et des engrais chimiques dans le contexte spécifique du maraîchage dans la commune de Kasenga.

*Méthodologie et résultats* : Pour y arriver, trois essais successifs de culture d'amarante ont été réalisés (le premier ayant évalué les effets directs et les deux derniers, les effets résiduels de déchets utilisés) sur un dispositif en blocs complets randomisés constitué de 20 parcelles expérimentales. Il en résulte que, sur les paramètres végétatifs et de production, les meilleurs résultats ont été obtenus sur les effets directs et résiduels de fumiers des poules. Aussi, les restes de fertilisants : crottin de chèvres, bouse de porcs et l'urée à 46%, ont amélioré le rendement de l'amarante, mais leurs effets ne durent que pour quelques temps. Partant de ces essais, la fiente de poules est plus recommandable en légumiculture, car avec un apport, elle permet de produire jusqu'à trois cycles de culture d'amarante.

*Conclusion et Application des résultats* : Cette étude met en évidence les avantages de l'utilisation de divers déchets organiques dans des applications pratiques. Les résultats indiquent que ces déchets peuvent être transformés en ressources précieuses, tels que des engrais naturels. De plus, cette approche présente des bénéfices environnementaux en réduisant l'utilisation des engrais chimiques.

**Mots clés** : dégradation des sols et pollution, fumures organique, agriculture durable, sécurité alimentaire, Kasenga (RD. Congo).

**Comparative study of effectiveness and sustainability of organic fertilizers versus chemical fertilizers in market gardening in the municipality of Kasenga (Haut-Katanga, DR Congo)**

## ABSTRACT

*Objective:* In a context of food insecurity, sustained by constant losses of soil fertility, limited access to fertilizers and environmental pollution, there is an urgent need to resort to alternative sources of nutrients that are environmentally friendly and can meet the needs of crops. The objective of this study was to evaluate and compare the effectiveness of organic manure (chicken droppings, goat dung, pig dung) and chemical fertilizers in the specific context of market gardening in the municipality of Kasenga as alternatives to chemical fertilizers while evaluating their sustainability as a fertilizer.

*Methodology and results:* To achieve this, three successive amaranth crop trials were conducted (the first one evaluating direct effects and the last two evaluating residual effects of used waste) on a randomized complete block design consisting of 20 experimental plots. In terms of vegetative and production parameters, the best results were obtained on the direct and residual effects of chicken manure. Also, the residual fertilizers; goat dung, pig dung and 46% urea, have improved the yield of amaranth, but their effects last only for a short time. Based on these trials, chicken dung is more recommendable for vegetable cultivation because with one application, it allows the production up to three crop cycles of amaranth.

*Conclusion and application of results:* This study highlights the advantages of the use of various organic wastes in practical applications. The results indicate that these wastes can be transformed into valuable resources, such as natural fertilizers. In addition, this approach has environmental benefits by reducing the use of chemical fertilizers.

Keywords: soil degradation and pollution, organic manures, sustainable agriculture, food security, Kasenga (DR Congo)

## INTRODUCTION

Le droit à une alimentation suffisante est reconnu et codifiée par les instances des Nations Unies. Pourtant, au regard des chiffres publiés chaque année, la portion de personnes souffrant de la faim progresse (Dieng, 2010). En effet, l'augmentation de la pression démographique a entraîné une intensification des pratiques agricoles et une extension des surfaces cultivées qui s'est traduite par une réduction du temps de jachères (Kaho *et al.*, 2011). Cette situation non seulement prédispose le sol à l'érosion, mais entraîne aussi un épuisement rapide de ses éléments nutritifs notamment l'azote et le phosphore (Kaho *et al.*, 2004 ; 2007 ; Yamefack *et al.*, 2006). Les causes proviennent, entre autres, du déséquilibre du bilan minéral (érosion sélective et exportations minérales non compensées par la fumure) et du bilan organique (érosion sélective et surtout minéralisation des matières organiques du sol accéléré par le labour) (Roose, 1981 ; Pieri,

1989). Les conséquences agroéconomiques sont catastrophiques : la production est insuffisante, les revenus sont faibles pendant que la précarité de la famille s'accroît, tant sur le plan alimentaire qu'environnemental (Salim, 2014). Les sols sont essentiels à la vie sur terre, mais les pressions humaines sur les ressources en sol atteignent des limites critiques. En outre, la perte de sols productifs va amplifier la volatilité des prix alimentaires et potentiellement reléguer des millions de personnes dans la pauvreté (FAO & ITPS, 2015). Cependant, la gestion durable de la fertilité des sols dans les zones tropicales humides demeure d'actualité, parce que la majorité de la production agricole dans les sols tropicaux reste encore basée sur le système traditionnel (N'dienor, 2006). En RD Congo, l'agriculture de subsistance qui représente environ 90 % de la production agricole et à laquelle se consacre la majorité de la population est avant de type itinérant et sur

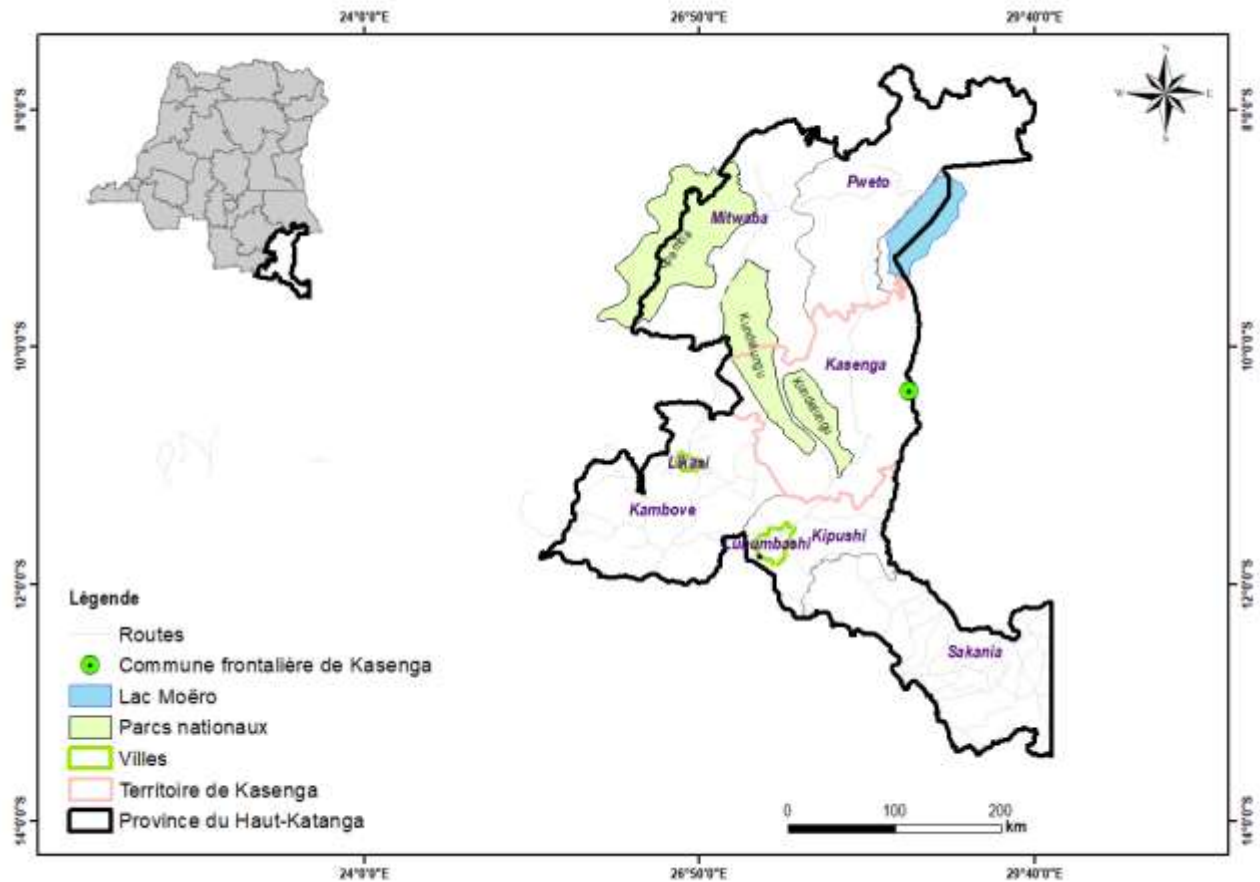
brulis. La perte de la fertilité des sols a donc des impacts locaux importants sur les revenus des populations paysannes et la nutrition des populations (Aho & Legrand, 2018). Cependant, la restitution au sol des éléments fertilisants prélevés par les récoltes n'est possible qu'en utilisant tant les engrais organiques que chimiques (Dupriez & De Lenneer, 1998). L'utilisation des engrais chimiques, de par leur action bénéfique immédiate sur la productivité des cultures, apparaît comme une des solutions. Par contre, leur coût élevé et leur faible disponibilité les rendent presque inaccessibles pour les petits paysans (Useni *et al.* 2012) alors que leur utilisation exclusive entraîne une baisse de la matière organique du sol menant à l'appauvrissement des sols (Boli & Roose, 2000). Par ailleurs, une dépendance continue aux fertilisants chimiques pourrait être accompagnée par une chute de la teneur en éléments organiques avec augmentation de l'acidité du sol, la dégradation des propriétés physiques augmentant ainsi le taux d'érosion dû à l'instabilité des agrégats du sol (Olowoake & Ojo, 2014). Cette situation affaiblit les systèmes de production et diminue leur capacité à subvenir aux besoins des populations. Le recours aux engrais organiques comme les fumiers reste une option peu onéreuse au regard du niveau de vie des agriculteurs. Les engrais organiques de par leurs effets bénéfiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, et donc sur la croissance des plantes permettraient de rendre plus efficace l'utilisation de doses modestes d'engrais minéraux (Jama *et al.*, 2000 ; Uyo & Elemo, 2000 ; Kitabala *et al.*, 2016). Les ressources organiques assurent plusieurs fonctions dans le sol, allant de leur influence sur la disponibilité des nutriments à la modification de l'environnement du sol dans lequel les plantes croissent. (Fairhurst, 2015). C'est à ce titre que se pose avec acuité le problème de l'entretien organique des sols (CIRAD, 1998). Dans ce

contexte, les résidus agricoles et de l'élevage sont considérés dans un premier temps comme des déchets qui polluent l'environnement (Nzila *et al.* 2007). Cependant, Mbogning (2000) considère les déchets organiques comme des moyens primordiaux utilisés de nos jours dans des systèmes intégrés pour le développement de l'agriculture dans de nombreux pays de l'Asie et de l'Afrique. Ils sont destinés à l'entretien ou à la restitution du stock d'humus du sol, réservoir en éléments nutritifs et agents de cohésion structurale (Enita, 2000). Néanmoins, le succès de cette stratégie dépendra de la qualité du matériel organique utilisé et de la quantité d'éléments nutritifs contenue dans ce matériel (Segda *et al.*, 2013) couplés aux connaissances paysannes sur le sol, étant donné que les paysans savent apprécier leur sol (Mpanda *et al.*, 2021). La bouse de vache et le fumier de poule, par exemple, contiennent une large variété de nutriments de plus que ceux des fertilisants commercialisés (Drinkwater, *et al.*, 1995). Les fertilisants organiques peuvent donner des quantités suffisantes de nutriments lorsqu'ils sont utilisés correctement et ont un effet persistant sur le sol pendant plusieurs années (Aguyoh *et al.*, 2010). Le présent travail a été initié en vue de valoriser les différents types de déchets organiques locaux en maraîchage dans la commune de Kasenga afin d'accroître la productivité et la disponibilité des légumes sur les marchés. Les objectifs spécifiques consistent à (1) évaluer le pouvoir fertilisant des amendements organiques (2) identifier le fertilisant organique dont les effets perdurent, permettant ainsi une mise en place de la prochaine culture sans le renouvellement de l'application. Nous partons des hypothèses que, (1) certains fertilisants organiques locaux offrent des potentialités d'amélioration de la productivité des sols des sites maraichers et (2) leurs effets résiduels pourraient s'avérer bénéfiques pour les cultures à cycle court notamment l'amarante.

## MATÉRIELS ET MÉTHODE

**Lieu d'expérimentation :** elle a été conduite dans la vallée de Lubi qui constitue la limite Ouest de la commune de Kasenga aux coordonnées géographiques : 28° 35' 54,773'' de longitude Est, 10°24'49,506'' de latitude Sud, à 944 m d'altitude. Celle-ci est une zone humide temporaire dans laquelle se développent une intense agriculture vivrière et

maraichère. La Cité de Kasenga, Chef-lieu du territoire de Kasenga (Figure 1), est située au Sud-est de la République Démocratique du Congo dans la province du Haut-Katanga entre 10° 21' 17'' et 10° 26' 28'' de latitude sud et entre 28° 35' 11'' et 28° 37' 25'' de longitude Est.



**Figure 1 :** Situation géographique du territoire de Kasenga.

Avec une altitude oscillant autour de 970m, la Cité de Kasenga présente un climat de type Aw5 du système de classification de Köppen (Kasongo, 2008), caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison de pluies. Néanmoins, dans le Katanga méridional où est située la zone de Kasenga, la plupart des auteurs reconnaissent une saison sèche (de mai à Septembre), une saison des pluies

(Novembre à Mars) et deux mois de transition (Avril et Octobre) (Assani, 1999). Cependant, il a été suggéré l'existence de 5 saisons définies à partir d'observations phénologiques portant sur la végétation (Malaisse, 1978). Des études récentes montrent une tendance à une modification, notamment un début des pluies plus tardif et des précipitations moyennes annuelles plus faibles comme conséquences de

diverses activités anthropiques (feu de brousse, déforestation, pollution). Les températures moyennes oscillent entre 16°C (Mi-Mai à juillet) et 33°C (Octobre et de Novembre). Les précipitations ont été de l'ordre de 594 mm de janvier 2016 à avril 2017 ; pour la même période, il a été observé 668 mm des pluies en 2014 et 652 mm en 2015 (Rapport territorial Annuel, 2017). Sur base de la cartographie des sols de Van Engelen et al. (2006), le sol du territoire de Kasenga est constitué principalement de cambisols, selon le système de classification de la FAO/WRB (2006). Actuellement, la végétation naturelle boisée qui se trouve dans un état fragmenté en raison d'importantes activités anthropiques (Cabala, 2017), notamment l'exploitation du bois rouge (Mukenza et al., 2022), se trouve à plusieurs kilomètres de la cité de Kasenga ; la cité étant actuellement entourée par une auréole des savanes correspondant à ce qu'Useni et al. (2017) ont qualifié de rayon de déforestation dans le contexte de Lubumbashi.

**Matériel et méthodes :** Une variété locale d'amarante a été utilisée comme matériel biologique au cours de notre essai en raison de

son appréciabilité, son adaptabilité dans l'hinterland de Kasenga, sa biomasse et la disponibilité de la semence. L'expérimentation a été conduite dans le bas-fond de la Lubi. La couverture végétale herbacée du site utilisé pour l'installation du dispositif expérimental, était constituée de *Panicum maximum*, *Imperata cylindrica* et *Cynodon dactylon*, qui recouvraient le terrain à des degrés différents. L'analyse morphologique du sol a révélé une texture limono-argileuse. Les analyses des échantillons de ce sol effectuées au laboratoire de pédologie de l'Université de Lubumbashi (UNILU) ont révélé un pH de 6,8 ; 0,0028 % de P ; 0,20 % N ; 0,005 % de K et un rapport C/N de 21,2. Le fumier de poules obtenu dans une maison d'élevage du quartier Kiwala, la bouse de porc et le crottin de chèvre ont été obtenus respectivement dans une porcherie et une étable du même quartier et ont été utilisés comme amendements organiques. Leur composition chimique déterminée au laboratoire de pédologie de l'UNILU est reprise au tableau 1. L'urée (46% d'azote) a été utilisée comme fertilisant minéral.

**Tableau 1 :** Composition chimique des échantillons de fumures organiques utilisées

Éléments	Échantillons		
	Fiente de poule	Crottin de chèvre	Bouse de porc
N	3,65 %	1,5%	3,27 %
P	3,04 %	1,5%	3,04 %
K	9,75 %	3 %	1,65 %
pH	7,8	4,8	5,9

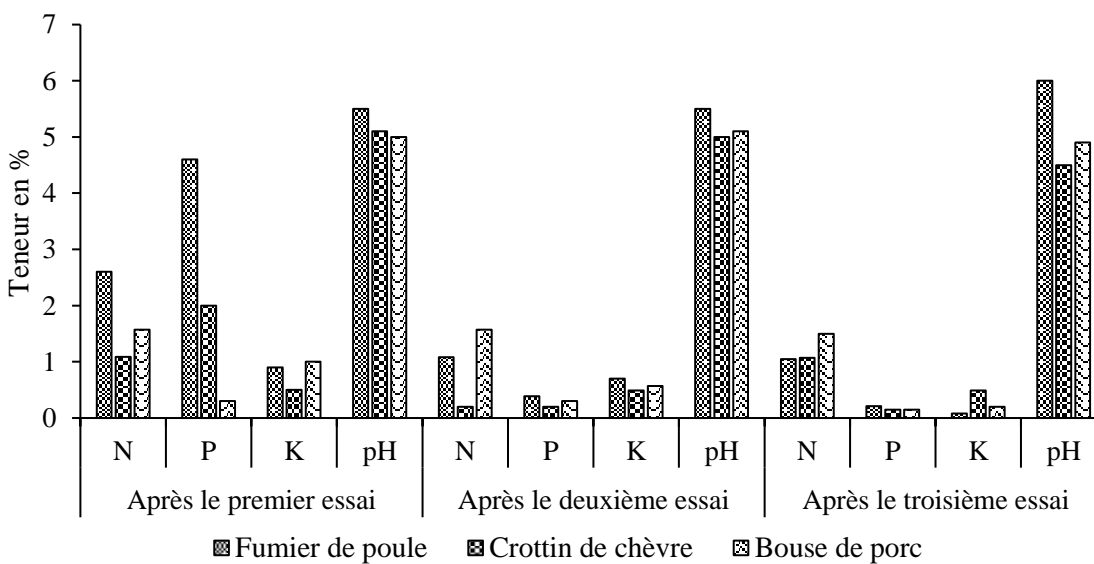
Conduite de l'essai, paramètres analysés et traitements des données : Avec la fertilisation comme seul facteur étudié, l'étude a été conduite en station suivant un dispositif complet randomisé avec quatre répétitions. Cinq traitements ont été préconisés, y compris trois organiques : fumiers de poules, bouse de porc et crottin de chèvre (appliqués à une dose de 20t/ha) ; un traitement chimique (Urée à 46 %) et un témoin. L'essai a été repris trois fois dans le temps en vue d'évaluer les effets

résiduels. Une humidité suffisante a été garantie sur chaque parcelle tout au long de la période de conduite de chaque essai (30 jours) par des arrosages à la dose journalière de 500 ml d'eau par parcelle de 1m<sup>2</sup>. Les soins et entretiens apportés à la culture se sont limités aux sarclo-binages manuels en vue d'éliminer les adventices, abris potentiels des ravageurs, et faciliter la circulation de l'air et une lutte phytosanitaire. Un insecticide (Karaté) a été appliqué sur toutes les parcelles à raison de



25ml de produit pour 10 litres d'eau en vue de prévenir toute éventuelle attaque d'insectes ravageurs. Avant et après l'installation de chacun de trois essais qui ont fait l'objet de cette étude, les échantillons des sols ont été analysés au laboratoire de pédologie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UNILU en vue de déterminer le niveau de pH eau, l'azote, le phosphore et le potassium disponibles dans le sol. Les analyses du statut chimique du sol après chaque essai en fonction du traitement appliqué ont révélé les résultats

repris à la figure 2. Il ressort de manière générale que la teneur en éléments chimiques dans le sol diminuait avec les exportations par la culture selon les différentes fumures employées. Par ailleurs, il apparaît clairement qu'après le premier essai, ces éléments sont restés en grande proportion sur les parcelles traitées au fumier de poule en comparaison à celles ayant reçu le crottin de chèvre et la bouse de porc. En revanche, cette tendance a été inversée après le deuxième essai au profit de la bouse de porc.



**Figure 2 :** Teneur en éléments chimique dans le sol selon le fertilisant appliqué au cours de l'étude.

L'Anova à un facteur a été utilisé pour évaluer les effets des fertilisants sur la croissance et le rendement de l'amarante locale, avec test post

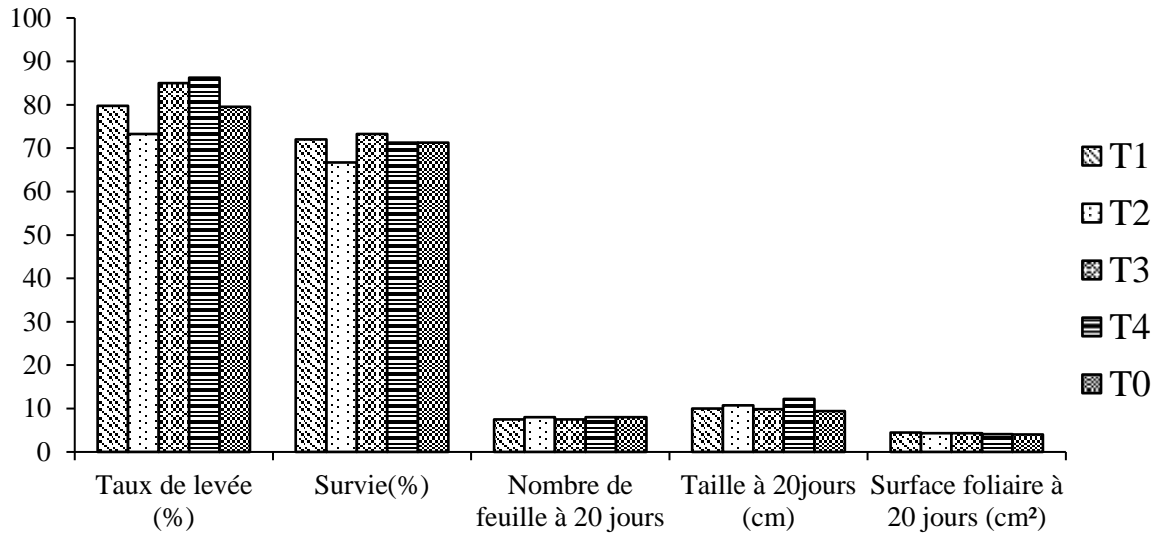
hoc de Tukey ( $P=0,05$ ) en cas de différences entre les traitements. Le logiciel Minitab-19 a été utilisé pour cette fin.

## RÉSULTATS

### A Effets des traitements sur la croissance de l'amarante au premier essai :

Au premier essai, la taille des plantes et la surface foliaire à 20 jours ont été affectées significativement par les différents traitements ( $p < 0,05$ ). Par contre, les autres paramètres

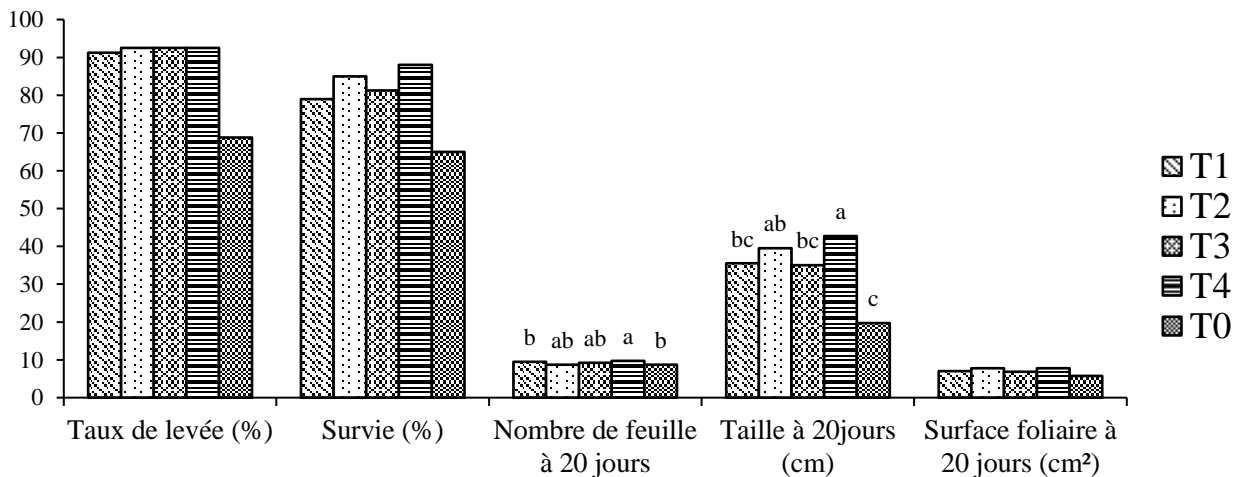
n'ont pas été affectés par les effets directs de différents types des fertilisants (figure 3). Il en ressort que le fumier de poule a permis d'accroître significativement la taille des plantes et la surface foliaire.



**Figure 3 :** Croissance de l’amarante en fonction de différents fertilisants (premier essai). T0 (Témoin, sans apport des fertilisants). T1 (crottin des chèvres) ; T2 (engrais chimique – Urée) ; T3 (la bouse des porcs) ; T4 (fiente des poules).

Les résultats sur la croissance de l’amarante au deuxième essai sont repris à la figure 4. Il apparaît que le taux de levée, la survie à vingt jours et la surface foliaire n’ont pas été dictés par les effets résiduels des fertilisants ( $P>0,05$ ) alors que le reste des paramètres avaient été

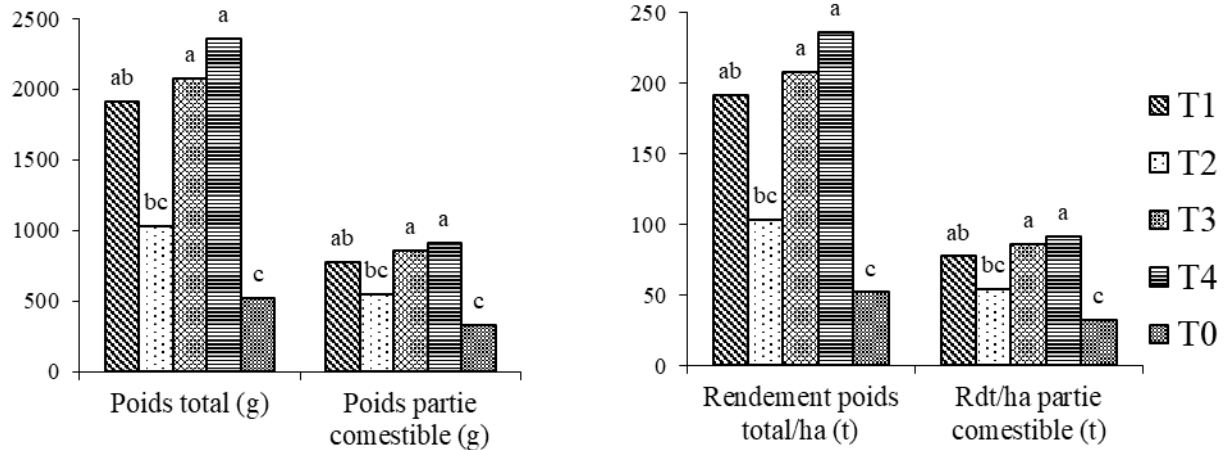
significativement influencés par les fertilisants. Il ressort de l’analyse de variance que l’engrais minéral a permis d’augmenter le nombre des feuilles. Cependant, le fumier de poules a induit une augmentation de la taille des plantes.



**Figure 4 :** Croissance de l’amarante en fonction de différents fertilisants (deuxième essai). T0 (Témoin, sans apport des fertilisants). T1 (crottin des chèvres) ; T2 (engrais chimique – Urée) ; T3 (la bouse des porcs) ; T4 (fiente des poules).

Pour ce qui est des résultats de croissance au troisième essai (Figure 5), l'analyse de la variance a révélé que tous les paramètres de croissance n'ont pas été impactés par les effets résiduels de différents traitements types des

déchets organiques ( $P > 0,05$ ). Il en ressort que les traitements appliqués n'ont pas induit des effets significatifs sur la croissance de l'amarante.

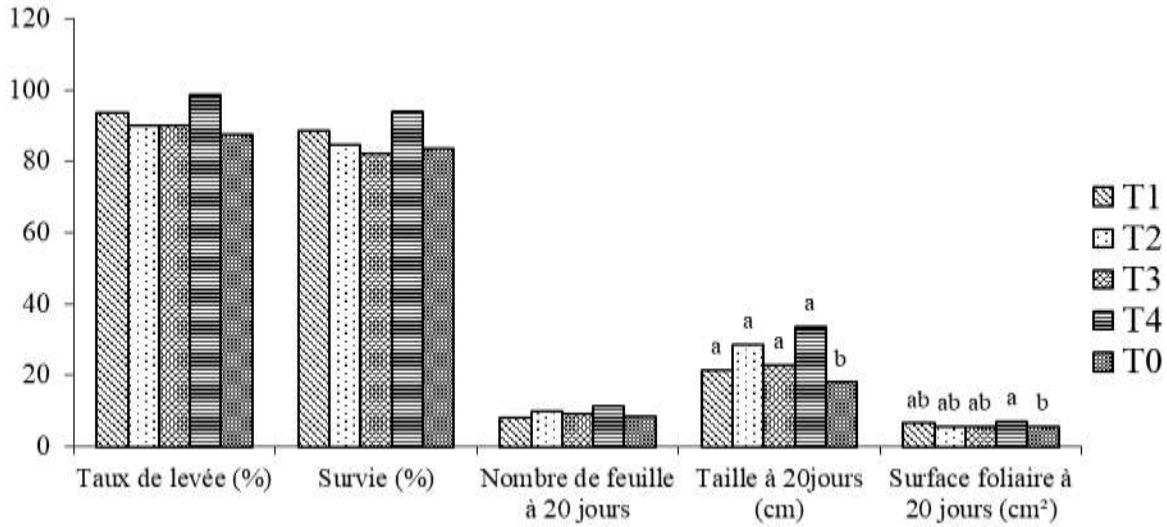


**Figure 5 :** Croissance de l'amarante en fonction de différents déchets d'animaux (troisième essai). T0 (Témoin, sans apport des fertilisants). T1 (crottin des chèvres) ; T2 (engrais chimique – Urée) ; T3 (la bouse des porcs) ; T4 (fiente des poules).

**B Effets des traitements sur les paramètres de rendement de l'amarante :** Les résultats sur le rendement au premier essai sont présentés à la figure 6. Il ressort de l'ANOVA que le poids des parties comestibles et le rendement total ont été significativement influencés par les différents types de

fertilisants ( $P < 0,05$ ). On constate cependant que les meilleurs poids totaux ont été enregistrés sur le traitement à base des fumiers des poules. En revanche, les faibles poids totaux ont été observés sur le traitement sans apport des fertilisants (T0).

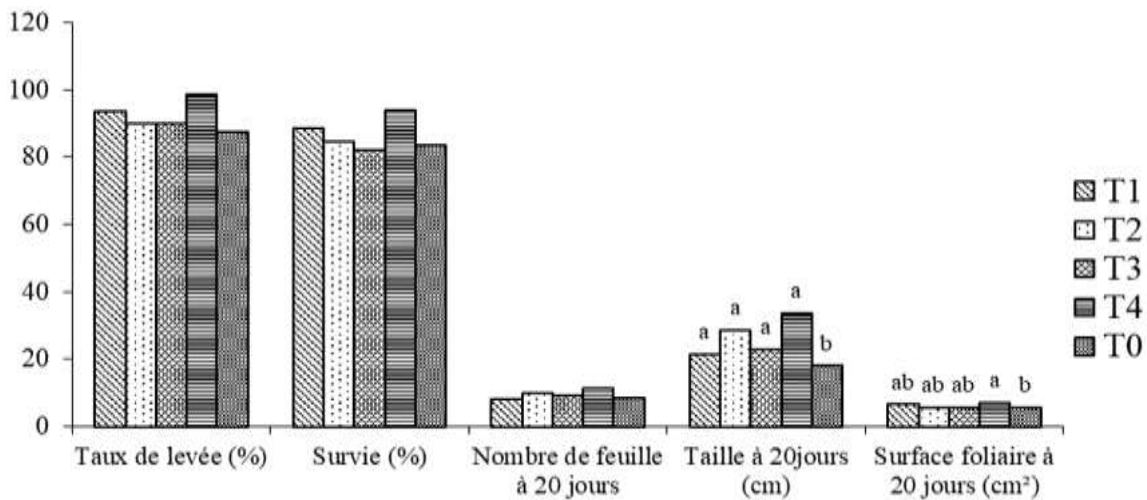




**Figure 6 :** Production et rendement de l’amarante en fonction de l’amendement organique et chimique au premier essai. T0 (Témoin, sans apport des fertilisants). T1 (crottin des chèvres) ; T2 (engrais chimique – Urée) ; T3 (la bouse des porcs) ; T4 (fiente des poules).

Il ressort des résultats de rendement du deuxième essai (figure 7) après analyse de la variance, que le poids total et celui des parties comestibles ont été significativement influencés par les effets résiduels de différents

traitements ( $P < 0,05$ ). Pour le poids total, la fiente des poules a présenté la valeur la plus élevée. Cependant, la valeur la plus faible a été enregistrée sur le traitement témoin.



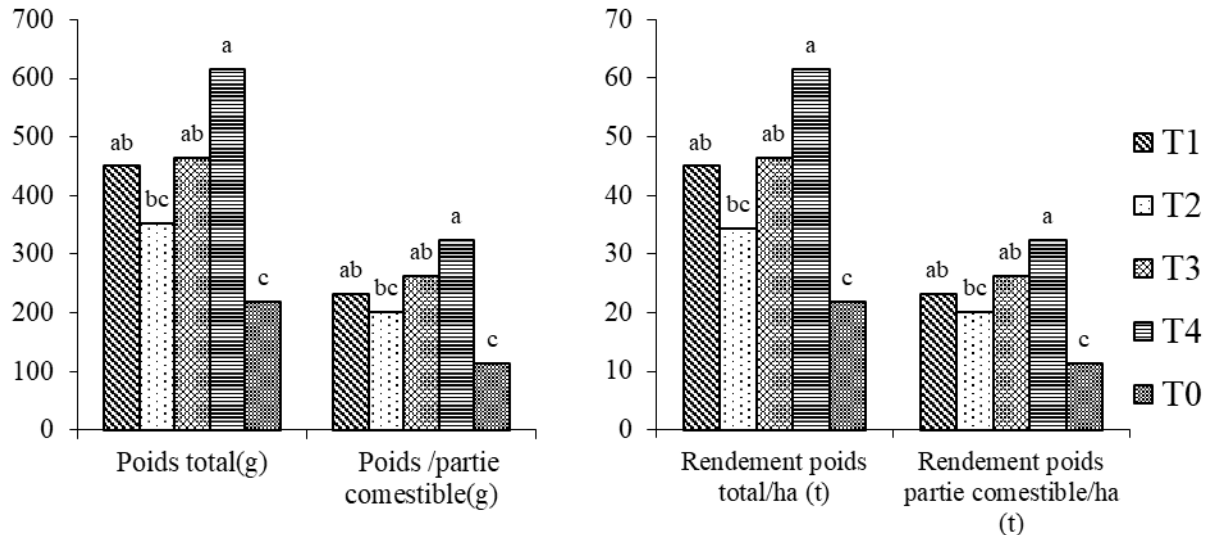
**Figure 7 :** Production et rendement de l’amarante en fonction de l’amendement organique et chimique au deuxième essai. T0 (Témoin, sans apport des fertilisants). T1 (crottin des chèvres) ; T2 (engrais chimique – Urée) ; T3 (la bouse des porcs) ; T4 (fiente des poules).

Il ressort de l’analyse de la variance qu’au troisième essai, le rendement de l’amarante a été significativement influencé par les

différents traitements ( $P < 0,05$ ). Il ressort, que la meilleure performance a été constatée sur le traitement avec fiente des poules suivi de la

bouse de porcs. En revanche la faible performance a été constatée sur le traitement témoin (figure 8). Au fil du temps, le premier essai a enregistré des valeurs supérieures en

termes de poids totaux et des rendements suivi du deuxième essai et les valeurs faibles ont été enregistrées dans le troisième essai.



**Figure 8 :** Production et rendement de l'amarante en fonction de l'amendement organique et chimique au troisième essai. T0 (Témoin, sans apport des fertilisants). T1 (crottin des chèvres) ; T2 (engrais chimique – Urée) ; T3 (la bouse des porcs) ; T4 (fiente des poules).

## DISCUSSION

La présente étude cherchait à évaluer les effets résiduels des trois fumures organiques en comparaison avec l'engrais chimique en production de l'amarante installée dans les conditions pédoclimatiques de Kasenga. Les résultats des paramètres de croissance ont rapporté que la taille des plants ainsi que la surface foliaire 20 jours après semis ont été significativement influencées par les fumures appliquées pour les deux premiers essais. Le fumier de poule avait permis d'accroître ces paramètres. Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Faton (2013) dans son étude qui compare quatre types de fumures sur le développement foliaire de l'amarante et de la grande morelle. En effet, dans son étude, la fiente de volaille avait permis d'enregistrer des résultats satisfaisants. Ceci pourrait s'expliquer par leurs compositions en azote, en phosphore, en potassium en plus du calcium chez la fiente de volaille. Le calcium intervient

dans la fabrication de la chlorophylle et permet aux plantes d'utiliser l'énergie de la lumière (Ndao, 2009). Ablain-Barrière (2016) renchérit aussi en montrant que l'azote, le potassium, éléments qui étaient en grande teneur dans le fumier de poule, favorisent la croissance des jeunes tissus. Ceci justifie donc les performances élevées des plants d'amarante ayant reçu le fumier de poule contrairement aux autres fumures. Au troisième essai par contre, tous les paramètres de croissance n'ont pas été affectés significativement par les fumures. Ceci serait imputable à l'exportation des éléments par les deux cultures précédentes sur les parcelles. Une indifférence face aux effets des fertilisants a été indiquée pour le taux de levée, le taux de survie et le nombre des feuilles à 20 jours au premier essai et au deuxième essai (à part le nombre des feuilles et la taille à 20 jours). Quant au troisième essai, l'effectif des

paramètres de croissance (taux de levée, de survie, le nombre des feuilles, la surface foliaire et la taille de la plante) n'a pas été influencé par les déchets d'animaux et l'Urée. L'ensemble de ces résultats pourrait expliquer d'une part (1) les potentialités génétiques de la semence (Yalombe *et al.*, 2017). (2) le retard de la minéralisation et/ou mise en disponibilité des éléments nutritifs par certains types de fertilisants (surtout organique). Le même constat a été fait par Kitabala *et al.* (2016) qui ont trouvé que, la taille des plantes à 20 jours a été influencée par les fumures car cela est lié au fait qu'une fois la plante reprend sa vie végétative active, elle exige la disponibilité des nutriments, lesquels sont généralement apportés par la matière organique. Dans ce cas, le sol à travers les conditions qui règnent en son sein, va favoriser la décomposition et l'assimilation des matières qui y sont incorporées. Par ailleurs, les analyses des résultats obtenus sur le cycle végétatif et sur tous les paramètres de production, au premier, deuxième et troisième essai sous l'influence des fumures, et sur base de cette analyse ces paramètres ont montré des différences significatives. En effet, au premier, deuxième et troisième essai les meilleurs résultats ont été obtenus sur les parcelles à base de fiente des poules. Ceci serait dû à la forte proportion d'éléments nutritifs notamment l'azote que renferme la fiente des poules. En effet, l'azote contenu dans les fientes de volailles est rapidement disponible pour la plante. Il en est de même pour les autres éléments fertilisants qu'elles contiennent (Gazeau *et al.*, 2012). Dans le même ordre d'idées, l'augmentation de rendement dû à l'apport des amendements organiques est attribuable au changement favorable des conditions du sol (Kaho *et al.*, 2011), entraînant un bon développement des racines et une bonne assimilation des éléments nutritifs libérés par la matière organique (Kasongo *et al.*, 2013). La faible performance des plantes observée sur les sols témoins peut être attribuée aux facteurs caractéristiques des

sols acides : pH acide, toxicité Al et Mg, déficiences en nutriments. En effet les sols fortement acides sont toujours déficients en éléments et contiennent des quantités excessives d'aluminium, de fer et de manganèse sous forme soluble, ce qui est très nocif pour la croissance des cultures (Carol & Michael, 2005). Néanmoins, il sied de rappeler que la production et le rendement diminuaient dans le temps en passant d'un essai au suivant pour les mêmes traitements. Ceci suggère que le stock d'éléments minéraux du sol s'épuise au fur et à mesure qu'on est passé d'un essai à l'autre. Cela est dû aux exportations des nutriments dans les produits de récolte. En effet, les sols perdent beaucoup plus d'éléments nutritifs que les cultures en exportent (Soltner, 2017). Pour le pH, l'apport des matières organiques par leurs contenus en bioéléments minéraux (Ca et Mg), leur grande capacité d'échange cationique et de leur effet tampon rehausse le pH du sol (Shutchka *et al.*, 2010). En effet, le pH du sol était  $>5,5$  sur les parcelles amendées avec la fiente de poule. Cette augmentation serait due non seulement à l'effet tampon de la matière organique, à la teneur en cations basiques (essentiellement le Ca et Mg), à la présence des micro-organismes filamenteux qui prennent naissance dans les apports organiques et à la complexation de l'aluminium (Kasongo, 2008 ; Mukalay *et al.*, 2008). Selon Ondo (2011) et Ognalaga *et al.* (2015), un pH voisin de la neutralité constitue un atout pour une meilleure absorption racinaire des éléments nutritifs. Dans les sols à  $\text{pH} < 5,5$  ; les bactéries nitrifiantes et fixatrices d'azote sont détruites par l'acidité du sol, et la nitrification de la matière organique est significativement limitée, conduisant ainsi la déficience en azote (Mulaji, 2011). En plus, Shutchka *et al.* (2010) montrent que le pH est le principal facteur de mobilité des métaux dans le Sol. En effet, l'acidité des sols a une très grande influence sur la concentration des éléments nutritifs et toxiques de la solution du sol. Selon Temgoua *et al.* (2012), Ognalaga &

Itsoma (2014) et Djéké *et al.* (2011), les pH alcalins offrent des conditions favorables à l'amélioration des propriétés biologiques et à la disponibilité des cations du sol. Par ailleurs, l'enrichissement des sols en matières organiques par épandage d'amendements organiques influence significativement les propriétés biologiques du sol (Tejada *et al.*, 2006). Dans tous les types de sols, l'ajout de la matière organique au sol stimule la croissance des micro-organismes et augmente

l'activité de ceux-ci, ce qui conduit à une plus grande disponibilité des éléments nutritifs du sol au bénéfice des cultures (Clément & N'Dayegamiye, 2009). Mahapatra *et al.* (2013) ajoutent aussi que la matière organique rend utilisable l'azote qu'elle contient et augmente la prépondérance des microorganismes du sol, qui, à leur tour créent les conditions favorables pour la masse végétative en général, et par conséquent la taille de la plante augmente significativement.

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Les résultats montrent qu'après chaque essai, les teneurs en éléments minéraux et le pH ont présenté des variations, d'autres sont cependant restés stables. En effet, des grandes variations ont été observées dans le sol qui a reçu la fiente des poules où tous les éléments ont perdu près de la moitié de leur teneur initiale. Des légères pertes de teneur en éléments ont été observées sur le sol amendé avec les déchets de chèvres et dans le sol amendé avec les déchets de porc. Toutefois, la fiente des poules a permis d'obtenir les plantes de taille élevée aux premiers et deuxièmes essais. Par ailleurs, les différences significatives ont été observées entre différents traitements sur les paramètres de croissance au deuxième essai. Le nombre des feuilles par plante a été significativement élevé par les différents types des fertilisants. En somme, la fiente de poule a induit une augmentation du

nombre des feuilles et le rendement tant total que celui des parties comestibles. Les effets résiduels des fertilisants utilisés à part la fiente des poules, ont une durée courte, agissent seulement pour un temps sur la culture et qu'il est nécessaire de les apporter à chaque campagne afin de les rendre plus disponibles pour la culture. Dans ce cas, le choix devrait être porté sur la fiente des poules pour la production des légumes à court cycle de végétation afin d'éviter les apports répétés qui ne sont pas économiques. La présente étude devrait être complétée par la détermination des doses optimales de la fiente des poules qui donnent les meilleurs rendements en feuilles après plusieurs cycles de culture et bien également sur les différents substrats afin de déceler si les effets résiduels des amendements organiques dépendent des types de sols.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le prof Yannick Useni et l'assistant Magnifique Chuimika pour leurs directives ainsi que

madame Gloria Manyonga Ngoy pour le financement des analyses des échantillons.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aguyoh J.N., Audi W., Saidi M. & Gao-Qiong, L., 2010. Growth, yield and quality response of watermelon (*Citrullus lanatus* [thunb] mansf. & nakai) cv. crimson sweet) subjected to different

levels of *Tithonia* manure. *I.J.S.N.*, 1(1) :7-11

Aho Gilbert & Legrand Thomas, 2018. Liens entre environnement, changement climatique et pauvreté en RDC.



- P.N.U.D. Unité de lutte contre la pauvreté
- Assani, A.A., 1999. Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916-1996) à Lubumbashi (Congo-Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique (oscillation australe) et océanique (El Nino/La Nina). Sécheresse, 10 : 245-252
- Boli Z. & Roose E., 2000. Rôle de la jachère de courte durée dans la restauration de la productivité des sols dégradés par la culture continue en savane soudanienne humide du Nord-Cameroun. In Floret Ch. & Pontanier R., (Eds). *La jachère en Afrique tropicale*. John Libbey, Paris, pp 149-154
- Cabala K.S., 2017. *Dynamique spatiale forestière au sein de l'Arc Cuprifère Katangais (A.C.K.) en République Démocratique du Congo*. Thèse de doctorat. Université de Lubumbashi (R.D.C.), 185 p
- CIRAD, 1998. *Fertilité et relations agriculture-élevage en zone de savane*
- Dieng M. 2010. La lutte contre la faim en Afrique, un éternel combat. Programme ICT4D, ENDA Lead Africa, Dakar, 2p.
- Drinkwater L.E, Letoumeau D.K, Worker F., Van Bruggen A.H.C. & Shennan C., 1995. Fundamental differences between conventional and organic tomato agro systems in California. *Ecological Modeling*, 35: 1098-1112
- Dupriez H. & De Lenneer Ph., 1983. *Agriculture tropicale en milieu paysan africain*. Ed. Terre et vie, Nivelles
- Enita, 2000. *Agronomie, des bases aux nouvelles orientations*. Editions Synthèse agricole, Bordeaux, France 339 Pages
- FAO & ITPS., 2015. *État des ressources en sols du monde - Résumé technique* Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Groupe technique intergouvernemental sur les sols, Rome, Italie
- Jama B., Palm C.A., Buresh R.J., Niang A.I., Gachengo C. & Nziguheba G., 2000. *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya : a review. *Agroforestry Systems*, 49: 201- 221
- Kaho F., Yemefack M., Feujio-Teguefonet P. & Tchanchaouang J.C., 2011. Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun. *Tropicultura*, 29(1) : 39-45
- Kaho F., Yemefack M., Nguimgo B.A.K. & Zonkeng C.G., 2004. The effect of short rotation *Desmodium distortum* planted fallow on the productivity of Ultisols in Centre Cameroon, *Tropicultura*, 22(1), 49-55
- Kasongo L.M., 2008. *Système d'évaluation des terres à multiples échelles pour la détermination de l'impact de la gestion agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga, R.D.Congo*. Thèse de doctorat, Université de Ghent (Belgique), 146p
- Kasongo L.M., Mwamba M.T., Tshipoya M.P., Mukalay M.J., Useni S.Y., Mazinga K.M., Nyembo K.L., 2013. Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un ferralsol à Lubumbashi, R.D.Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 63 : 4727-4735.
- Kasongo L.M.E., 2008. *Système d'évaluation des terres à multiples échelles pour la détermination de l'impact de la gestion agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga, RD Congo*. Thèse de doctorat, Université de Gand. 309 p

- Kitabala M.A., Tshala U.J., Kasangij A-K.P., Mulang T.S., Kamana N.L. & Nyembo K.L., 2016. Intégration et exploitation des arrières-effets des fèces humaines pour l'amélioration de la fertilité chimique du sol et de la production de la culture de maïs (*Zea mays* L.) à Lubumbashi (RD Congo). *Journal of Applied Biosciences*, 108: 10480-10490
- Mahapatra P., Mal B., Mohanty S. & Mishra H., 2013. Growth and yield parameters of okra (*Abelmoschus esculentus*) influenced by Diazotrophs and chemical fertilizers. *Journal of Crop and Weed*, 9(2): 109-112
- Malaisse F., 1978. *The miombo ecosystem*. In: Tropical Forest ecosystems, a state of Knowledge. Report prepared by UNESCO/UNEP/FAO. Paris: UNESCO/ *Natural Resources research*, 16: 589-606
- Mbogning, J. B., 2000. *Effet de la fumure organique et minérale sur la croissance et le rendement de trois variétés de morelle noire (Solanum scabrum) à Dschang*. Mémoire d'ingénieur agronome. UDs. FASA
- Mukalay M.J., Shutcha N.M., Tshomba K.J., Mulowayi K.A., Kamb C.F., Ngongo L.M., 2008. Causes d'une forte hétérogénéité des plants dans un champ de maïs dans les conditions pédoclimatiques de Lubumbashi. Presses Universitaires de Lubumbashi, *Annales Faculté des Sciences Agronomiques*, 1(2) : 4-11
- Mukenza, M. M., Muteya, H. K., Nghonda, D. D. N. T., Sambieni, K. R., Malaisse, F., Kaleba, S. C., ... & Sikuzani, Y. U. (2022). Uncontrolled Exploitation of *Pterocarpus tinctorius* Welw. and Associated Landscape Dynamics in the Kasenga Territory: Case of the Rural Area of Kasomeno (DR Congo). *Land*, 11(9), 1541.
- Mulaji K.C., 2011. *Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo)*. Thèse de doctorat, université de Liège- Gembloux Agro-Biotech, 220p
- N'Dienor M., 2006. *Fertilité et gestion de la fertilisation dans les systèmes maraîchers périurbains des pays en développement : intérêts et limites de la valorisation agricole des déchets urbains dans ces systèmes, cas de l'agglomération d'Antananarivo (Madagascar)*. Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 242p
- Nzila, J. D., Watha-Ndoudy, N. & Ntangou, M., 2007. Impact de la fertilisation organique et minérale sur la production des cultures maraichères (*Basella alba* et *Amaranthus cruentus*) sur sols sableux de la région de Brazzaville (Congo). *CRCRT*, Congo-Brazzaville, pp87-88
- Ognalaga M, Odjogui P.I.O., Lekambou J.M. & Poligui R.N., 2015. Effet des écumes à cannes à sucre, de la poudre et du compost de à base de *Chromolaena odorata* (L.) King R.M. & H.E. Rob sur la croissance de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(5): 2507-2519
- Ognalaga M. & Itsoma E., 2014. Effet de *Chromolaena odorata* et de *Leucaena leucocephala* sur la croissance et la production de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Agronomie Africaine*, 26: 1-88
- Olowoake A.A. & Ojo J.A., 2014. Effect of fertilizer types on the growth and yield of *Amaranthus caudatus* in Ilorin,



- Southern Guinea, Savanna Zone of Nigeria. *Advances in Agriculture*. dx.doi.org/10.1155/2014/947062
- Ondo J.A., 2011. *Vulnérabilité des sols maraîchers du Gabon région de Libreville: acidification et mobilité des éléments métalliques*. Thèse, Université de Provence, France, 113-128
- Pieri C., 1989. Fertilités de savane, ministère de coopération et CIRAD, IRAT, France.
- Salim S., 2014. La gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS). *Eco Congo*, 3p
- Segda Z., Yaméogo L.P., Gnankambary Z., Papaoba S.M., 2013. Effets induits du type de fumure sur les paramètres chimiques du sol et sur le rendement paddy dans la plaine rizicole de Bagré au Burkina Faso. *Journal de la société Ouest-Africaine de Chimie*, 036 : 35-46. <http://www.soachim.org>
- Shutchu M.N., Mubemba M.M., Faucon M-P., Luhembwe M.N., Visser M., Colinet G., Meerts P., 2010. Phytostabilisation of Copper- Contaminated Soil in Katanga: An Experiment with Three Native Grasses and Two Amendments. *International Journal of Phytoremediation*, 12(6): 616 – 632
- Soltner D., 2017. Les bases de la production végétale. Tome I : Le sol et son amélioration. Collection Sciences et techniques Agricoles. 27<sup>ème</sup> édition.
- Tejada, M., Hernandez, M.T., Garcia, C., 2006. Application of two organic amendments on soil restoration: Effects on the soil biological properties. *J. Environ. Qual.* 35, p. 1010 – 1017
- Temgoua E., Ntangmo Tsafack H., Njine T. & Serve M.A., 2012. Vegetable production systems of swamp zone in urban environment in West Cameroon: case of Dschang city. *Universal Journal Research Technology*, 2(2): 83-92
- Useni S.Y., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2012. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 54: 3935– 394
- Useni S.Y., Malaisse F., Cabala K.S., Munyemba K.F. & Bogaert J., 2017. Le rayon de déforestation autour de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, RD Congo) : synthèse. *Tropicultura*, 35(3) : 215-221
- Uyo Ybesere E.O. & Elemo K.A., 2000. Effect of inorganic fertilizer and foliage of *Azadirachta* and *Parkia* species on the productivity of early maize. *Nigerian J. Soil Res.*, 1: 17-22
- Van Engelen V.W.P., Verdoodt A., Dijkshoorn K. & Van Ranst E., 2006. Soil and terrain data base of Central Africa-DR Congo, Burundi and Rwanda. SOTERCAF, Version 1.0. Joint collaboration of the Soil Science Laboratory of the University of Ghent, Belgium and the ISRIC-World Soil Information Wageningen, The Netherlands, 28 p
- Yalombe GN, Yalombe YY, Tshibamba MJ, Odia NJ, Kalambaie BMM. 2017. Evaluation de l'effet combiné du chaulage et du *Tithonia diversifolia* dans la mobilisation du phosphore sur la culture du niébé dans les conditions édapho-climatiques de Mbuji-Mayi en RDC. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 33(3): 5345-5353. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.