



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Evaluation des différents systèmes de gestion de la fertilité d'un Arenosol sous culture du maïs (*Zea mays* L.) en République Démocratique du Congo

Delphin KUKUPULA PEZO^{1*}, John BANZA MUKALAY²,
Luciens NYEMBO KIMUNI³, Robert-Prince MUKOBO MUNDENDE³ et
Emery KASONGO LENGE MUKONZO²

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, « INERA », Station de Kiyaka, Kikwit, RD Congo.

²Unité de recherche en Évaluation des Terres, Conservation des Sols et Agro-météorologie, Département de Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi B.P 1825, Lubumbashi, RD Congo.

³Unité de recherche en Production Végétale, Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi B.P 1825, Lubumbashi, RD Congo.

* Auteur correspondant ; E-mail : gkukupezo@gmail.com, Tél : +243 81 14 69 668.

Received: 07-09-2022

Accepted: 30-01-2023

Published: 28-02-2023

RESUME

Dans le but de soutenir la production du maïs sur un Arenosol, une étude a été conduite pendant la première campagne agricole 2016-2017 sur un Arenosol en République démocratique du Congo en vue d'évaluer les effets des feuilles de *Tithonia diversifolia*, du fumier de vache, de la chaux et des engrais inorganiques (NPK) sur le rendement de maïs et la rentabilité économique. L'essai a été conduit suivant un dispositif en bloc complet randomisé avec dix traitements : T0= témoin ; T1=Fumier de vache ; T2=Guano; T3=Feuilles de *Tithonia diversifolia* ; T4=Engrais NPK 17-17-17; T5= Feuilles de *Tithonia diversifolia* + Chaux; T6=Fumier de vache + chaux; T7=Guano + Chaux; T8=Engrais NPK 17-17-17 + Chaux et T9=Chaux. Des effets significatifs des traitements ont été observé sur la croissance des plants, le rendement grains et les marges bénéficiaires. Les traitements T3 et T5 ont donné les meilleurs rendements. Cependant, le traitement T3 révèle un bénéfice brut et l'indice d'acceptabilité (IA) les plus élevés et peut alors être proposé aux agriculteurs avec plus de chance d'adoption.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Tithonia diversifolia*, Arenosols, Maïs (*Zea mays* L.), Rentabilité économique, République Démocratique du Congo.

Evaluation of maize grain yield and economic profitability under different soil fertility management systems of an Arenosol in Democratic Republic of Congo

ABSTRACT

In order to support the production of maize at an Arenosol a study was conducted during the first cropping season 2016-2017 on an Arenosol in the Democratic Republic of Congo to evaluate the effects of *Tithonia diversifolia* leaves, cow manure, lime and inorganic fertilizer (NPK) on maize yield and economic

profitability. The trial was conducted in a randomized complete block design with ten treatments: T0 = Control; T1 = Cow manure; T2 = Guano; T3 = *Tithonia diversifolia* leaves; T4 = NPK fertilizer 17-17-17; T5 = *Tithonia diversifolia* leaves + Lime; T6 = Cow manure + Lime; T7 = Guano + Lime; T8=NPK fertilizer 17-17-17 + Lime and T9=Lime. Significant effects of treatments were observed on plant growth, grain yield and profit margins. Treatments T3 and T5 gave the best yields. However, the T3 treatment showed the highest gross profit and acceptability index (AI) and can then be proposed to farmers with more chance of adoption.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Tithonia diversifolia*, Arenosols, Maize (*Zea mays* L.), Economic Return, Democratic Republic of Congo.

INTRODUCTION

Le maïs constitue l'aliment de base de nombreuses populations congolaises et est la céréale la plus cultivée en RD.Congo. Il intervient aussi dans l'alimentation animale (volailles, porcs, etc.) mais aussi pour de nombreuses utilisations dans l'industrie textile, pharmaceutique et dans la production de plastique biodégradable (Nyembo et al., 2014). En République démocratique du Congo, cette céréale constitue le troisième aliment de base pour la population derrière le manioc et le plantain (Claudia, 2000 ; Sallah et al. , 2009 ; PNSA, 2010 ; Mugisho et al., 2019). Dans la province du Kwilu en général, le rendement moyen du maïs grain en milieu paysan varie autour de 500 à 800 kg/ha (Minengu, 2014 ; Pamba et al., 2018), contre 3000 à 4500 kg en station de recherche. De manière particulière, en zone sous savane herbeuse, sur des sols sablonneux (des Arenosols) selon World Reference Base (WRB) Legros (2012), tels que dans le territoire de Gungu, le rendement est très faible et peut descendre jusqu'à 100 kg/ha (Kukupula et Mwangu 2017). Ce faible rendement de la culture du maïs est surtout lié au faible niveau de la fertilité des sols (Lele et al., 2016).

Le faible niveau de fertilité de sol peut être amélioré par l'usage des engrais. Cependant la fertilisation minérale est incompatible avec le contexte économique du planteur congolais du fait de son faible revenu et du prix élevé des engrais (Mobambo, 2001).

Plusieurs études ont montré que l'utilisation des matières organiques locales peut améliorer de façon significative la fertilité des sols et les rendements des

cultures, et réduire ainsi la dépendance des planteurs vis-à-vis des engrais inorganiques (Gross et al., 2008 ; Nzuki et al., 2011 ; Mulaji, 2011; Banza et al., 2019).

De ce fait, une étude a été conduite pendant la première campagne agricole (2016-2017) en vue d'évaluer l'effet combiné des matières organiques locales (fumier de vache, guano des microchiroptères, feuilles de *Tithonia diversifolia*) et des engrais inorganiques (NPK) sur la croissance et les rendements de maïs. Ces matières organiques sont disponibles et facilement accessibles. Le *Tithonia* est une plante qui se multiplie facilement par graines et par boutures et pousse spontanément aux alentours des maisons d'habitations. De plus ses feuilles se décomposent facilement et sont très riches en nutriments essentiels pour le maïs (Kaho et al. 2011).

MATERIEL ET METHODES

Site de l'étude

L'expérimentation a été conduite à la station de recherche de l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, « INERA », station de Kiyaka (5° 33'Sud ; 19° 9' Est) en République démocratique du Congo, à 722 m d'altitude. Le sol du site expérimental est du type sablonneux, appartenant au groupe des Arenosols selon World Reference Base (WRB) Legros (2012). Il est naturellement couvert d'une savane herbeuse, à dominance de *Loudetia simplex* et clairsemée de quelques essences arbustives telles que *Hymenocardia acida*, *Cinnamomum verum* et *Erithrophleum africanum*. C'est un sol acide (pH 4,5) et pauvre en nutriments (Kukupula et Mwangu, 2017). Le climat y est

de type tropical humide (Aw3 selon la classification de Köppen) avec une pluviométrie annuelle de 1600 mm. La moyenne mensuelle des températures journalières est d'environ 24°C (Bultor, 1954 ; Anzolo et al., 2006).

Dispositif expérimental et traitements

Le dispositif expérimental était en blocs complets randomisés à 10 traitements et 4 répétitions : T0= témoin (Sans fertilisation, sans chaux), T1 (Fumier de vache à 45t/ha), T2 (Guano des microchiroptères à 700 Kg/ha), T3 (Feuilles de *Tithonia diversifolia* à 45 t/ha), T4 (Engrais minéral NPK 17-17-17, à la dose recommandée de 353Kg/ha), T5 (Feuilles de *Tithonia diversifolia* à 45t/ha + Chaux à 2 t/ha), T6 (Fumier de vache à 45t/ha + chaux à 2t/ha), T7 (Guano à 700kg/ha + Chaux à 2t/ha), T8 (Engrais NPK 17-17-17 à 100Kg/ha + Chaux à 2t/ha), T9 (Chaux à 2t/ha).

Conduite de l'essai

Le précédent cultural est une jachère de savane herbeuse qui reçoit le feu de brousse chaque année. Le sol a été labouré manuellement. La parcelle élémentaire mesurait 5 m x 3 m (15m²). Les feuilles fraîches de *Tithonia diversifolia* et le fumier de vache ont été incorporés dans le sol deux semaines avant le semis, alors que l'engrais minéral NPK 17-17-17, la chaux et le guano ont été appliqués au moment du semis de maïs. La variété de maïs Mudishi 3 a été semé le 18 septembre 2016 avec une densité de 26667 plants/ha, aux écartements de 0,75m x 0,50m et une graine /poquet.

Les soins d'entretien ont consisté aux sarclages et buttage. Le premier sarclage a été réalisé 21 jours après semis. Le deuxième à 25 jours après le premier sarclage et le dernier, à 30 jours après de deuxième sarclage. Les mesures de hauteur plants ont été faites en fin floraison. A maturité, deux lignes du milieu de chaque traitement ont été récoltées, à 14% du taux d'humidité de grains. Séchés jusqu'à 12% d'humidité, le rendement en grains ajusté.

Analyses statistiques des données

L'analyse de la variance (ANOVA) et la séparation des moyennes (Test de PPDS au seuil de 5%) ont été réalisées pour déterminer les différences entre les traitements à l'aide du logiciel Statistix 8.0.

Analyse économique des traitements

L'étude de la rentabilité économique a été faite par la méthode de Taux Marginal de Rentabilité (TMR) conformément aux recommandations du manuel méthodologique d'évaluation économique de CIMMYT (Mahungu et al., 2015). Pour cela, un indice d'acceptabilité (IA) a été calculé pour identifier le meilleur traitement facilement adoptable par les cultivateurs. Cet indice compare la rentabilité des nouveaux traitements au traitement témoin. C'est donc le rapport des bénéfices des traitements : IA=Bénéfice du traitement /Bénéfice du témoin (Bt/Bt0). Ainsi, une technologie ne peut être facilement adoptée que si la valeur de l'Indice est égale ou supérieur à 2. L'adoption se fait avec réticence si cette valeur est entre 1,5 et 2 ; et en dessous de 1,5 il y a rejet (Kaho et al., 2011 et Lele et al., 2016).

Pour l'évaluation des bénéfices, les charges suivantes ont été prises en considération : l'achat et transport : engrais NPK (1\$/kg) et chaux (0,2\$/Kg) ainsi que leur enfouissement, la collecte des feuilles de *Tithonia diversifolia*, leur transport et incorporation dans le sol (0,005\$/kg), de guano (0,1\$/Kg) et de fumier de vache (0,005\$/Kg), considérant leur transport et incorporation dans le sol. Les coûts de labour, semences, semis, sarclages et récolte n'ont pas été pris en compte dans l'évaluation de la marge bénéficiaire puisqu'ils ne varient pas d'un traitement à l'autre. Le prix moyen de la tonne de maïs de consommation pendant la période expérimentale, sur le marché de Kiyaka a été de 500\$.

Pour l'élaboration du budget partiel, les paramètres suivants ont été pris en compte : le produit brut (PB), les charges

effectives (CE), le revenu net (RN) et le taux marginal de rentabilité (TMR).

$RN = PB - VI$; où RN est le revenu net; PB est le produit brut et VI est la charge effective.

$Bb = RN - CE$; où Bb est le bénéfice brut et CE est la charge effective.

$IA = \frac{Bt}{Bt0}$; où IA est l'Indice d'Acceptabilité; Bt est le bénéfice de traitement et Bt0 est le bénéfice témoin (traitement témoin).

RESULTATS

Effet des traitements sur la croissance en hauteur des plants et le rendement grain de maïs

Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les traitements en ce qui concerne la croissance en hauteur des plants. Les hauteurs les plus élevées sont obtenues avec les traitements T3 (Tithonia), T5 (Tithonia+chaux), T6 (Fumier vache+chaux). La croissance en hauteur a été la plus faible (< 1 m) sur des parcelles T2 (Guano), T7 (Guano+chaux) et T9 (Chaux) (Figure 1).

De même, des différences hautement significatives ($p = 0,000$) ont été obtenues entre les traitements pour ce qui est des rendements grains de maïs. Les rendements les plus élevés sont obtenus sur les parcelles T3 (Tithonia seul ; 2,06t/ha) et T5 (Tithonia+chaux ; 2,1

t/ha) ; et les plus bas en T0 (0,33 t/ha) (Figure 2).

Il a été constaté que, en l'absence des fertilisants, les plants de maïs ont obtenu la croissance en hauteur de moins d'1 m (traitement témoin).

La croissance en hauteur la plus élevée des plants de maïs obtenue dans les parcelles traitées aux feuilles de *T. diversifolia* peut s'expliquer par le fait que les feuilles de *T. diversifolia* sont facilement décomposables et riches en éléments nutritifs.

Le rendement de grains de maïs issu dans les parcelles où l'engrais chimique NPK (1,24t/ha) n'a pas été appliqué est inférieur par rapport au rendement des parcelles fertilisées aux feuilles de *T. diversifolia*.

Analyse économique des différents traitements

Les valeurs de l'indice d'acceptabilité des traitements T3 (IA=4,88) et T5 (IA=2,67) sont supérieures à 2 (Tableau 1). Le traitement T3 ayant le bénéfice brut et l'IA les plus élevés peut alors être proposé aux agriculteurs avec plus de chance d'adoption.

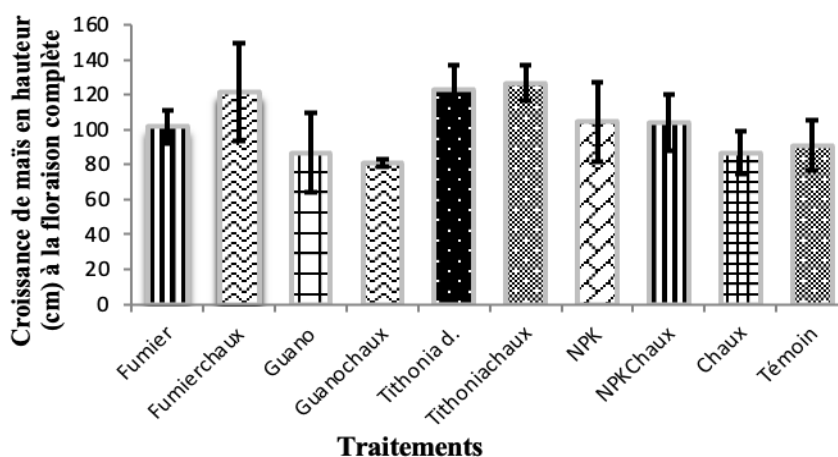


Figure 1 : Effet des traitements sur la croissance des plants de maïs.

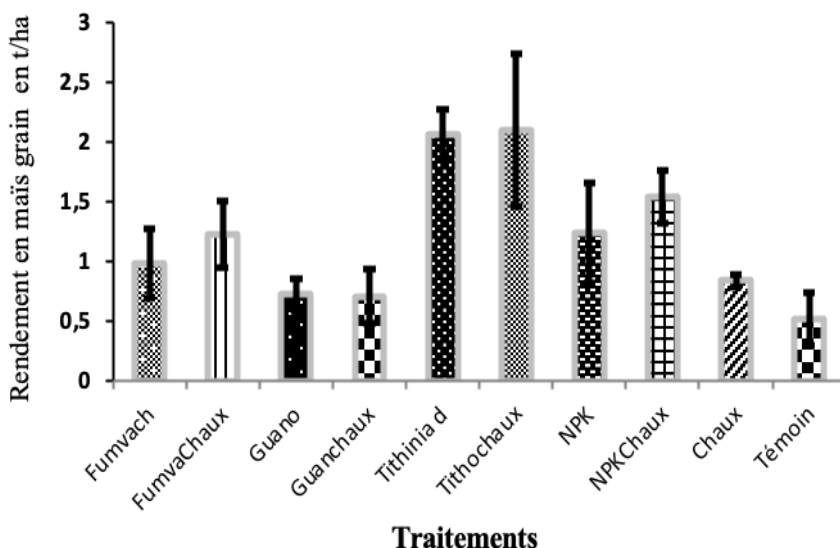


Figure 2 : Effet des traitements sur le rendement grain de maïs.

Tableau 1 : Analyse économique des différents traitements.

Traitement	Coût NPK (\$/ha)	Coût chaux (\$/ha)	Coût Feuilles <i>Tithonia</i> (\$/ha)	Coût guano (\$/ha)	Coût fumier de vache (\$/ha)	Rdt maïs (Kg/ha)	Revenu brut (\$/ha)	Bénéfice brut (\$/ha)	Indice d'acceptabilité IA=Bt/Bt0
T0	0	0	0	0	0	330	165	165	
T1	0	0	0	0	225	980	490	265	1,6
T2	0	0	0	70	0	730	365	295	1,79
T3	0	0	225	0	0	2.060	1030	805	4,88
T4	588	0	0	0	0	1.240	620	32	0,19
T5	0	400	225	0	0	2.100	1050	425	2,57
T6	0	400	0	0	225	1.230	615	125	0,76
T7	0	400	0	70	0	710	355	-115	-
T8	588	400	0	0	0	1.540	770	-218	-
T9	0	400	0	0	0	830	415	15	0,09

Légende : T0 =témoin (Sans fertilisation et sans chaux), T1=Fumier de vache ; T2=Guano ; T3=Feuilles de *Tithonia diversifolia* ; T4=Engrais NPK ; T5=Feuilles de *Tithonia* + Chaux; T6=Fumier de vache + Chaux ; T7=Guano + Chaux ; T8= Engrais composé NPK + Chaux ; T9=Chaux ; Bt=Bénéfice traitement ; Bt0= Bénéfice témoin.

DISCUSSION

Effet des traitements sur la croissance en hauteur des plants et le rendement grain de maïs

Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les traitements en ce qui concerne la croissance en hauteur des plants. Les hauteurs les plus élevées sont obtenues avec les traitements T3 (Tithonia), T5 (Tithonia+chaux), T6 (Fumier vache+chaux). La croissance en hauteur a été la plus faible (< 1 m) sur des parcelles T2 (Guano), T7 (Guano+chaux) et T9 (Chaux) (Figure 1).

De même, des différences hautement significatives ($p = 0,000$) ont été obtenues entre les traitements pour ce qui est des rendements grains de maïs. Les rendements les plus élevés sont obtenus sur les parcelles T3 (Tithonia seul ; 2,06t/ha) et T5 (Tithonia+chaux ; 2,1 t/ha) ; et les plus bas en T0 (0,33 t/ha) (Figure 2).

Il a été constaté qu'en l'absence des fertilisants, les plants de maïs ont obtenu la croissance en hauteur de moins d'1 m (traitement témoin). Il est probable que ce sol contienne de très faibles teneurs en éléments nutritifs (N, P, K, Ca, Mg, Na, etc.) et ne couvre pas les besoins nutritifs des plantes. Ces observations ont été constatées après les analyses des échantillons de sol faites par Kukupula et Mwangu (2017). Des observations pareilles sur la croissance des plantes de maïs ont été faites dans d'autre type de sol par Nyembo et al. (2012). Le sol des parcelles témoins semble traduire le niveau bas de réserves nutritives dans la solution du sol. Ceci pourrait être la cause majeure de la mauvaise performance de la croissance en hauteur du maïs observé. Ces résultats rapprochent ceux de Mukendi et al. (2017) sur la croissance de maïs sous différents traitements des matières organiques et rapportent que le comportement présenté par le maïs sous différents fertilisants semble être fonction des apports d'éléments fertilisants. Ces résultats se justifieraient donc par la faible teneur en colloïdes tant minéraux (argile) qu'organiques (humus) dans les arenosols

(Kasongo et al., 2009) de savane qui limite leurs possibilités de retenir durablement des éléments nutritifs dans la rhizosphère et répondre au fur et à mesure à la demande trophique de la culture. Des résultats semblables ont été trouvés par Kasongo et al. (2021) dans les arenosols de l'hinterlande de Kinshasa.

La croissance en hauteur la plus élevée des plants de maïs obtenue dans les parcelles traitées aux feuilles de *T. diversifolia* peut s'expliquer par le fait que les feuilles de *T. diversifolia* sont facilement décomposables et riches en éléments nutritifs. Ces observations rejoignent celles de Kaho et al. (2011) ayant rapporté que la grande utilisation des éléments par la culture sous le traitement avec *T. diversifolia* serait également liée à la qualité de la biomasse qui favorise la disponibilité des nutriments et la croissance de la plante. Constat fait également par Lele et al. (2016) ; Mukendi et al. (2017) sur la bonne croissance des plants maïs fertilisés par les feuilles de *Tithonia diversifolia*.

Les rendements les plus élevés obtenus par l'application des feuilles de *Tithonia diversifolia* (2,06t/ha) et *Tithonia diversifolia* plus chaux (2,100t/ha) peut s'expliquer par le fait que les feuilles de *Tithonia diversifolia* auraient subi une bonne décomposition dans le sol qui a permis la libération des nutriments nécessaires pour la production des maïs grains. Ces résultats rapprochent ceux obtenus par Lele et al., (2016 ; Kaho et al. (2011) sur l'effet des feuilles *Tithonia diversifolia* combinées à l'engrais minéral et qui ont rapporté que les feuilles de *Tithonia* incorporées dans le sol semblent donc avoir un taux de décomposition convenable, qui a permis à la plante d'assimiler une grande proportion des nutriments libérés lors de la décomposition de la matière organique. Ces observations sont similaires de celles de Mukendi et al. (2017). Les mêmes performances ont été observées par Nkongolo et al. (2016) sur le rendement de la culture de maïs sous *Tithonia diversifolia* sur le sol de savane de Mbuji mayi, un Arenosol aussi, corroborant les résultats rapportés par Muna-

Mucheru et al. (2007), qui ont constaté, au Kenya, que les traitements à base de *Tithonia diversifolia* (avec ou sans la moitié du taux recommandé en engrais minéral) ont donné le rendement en grains du maïs le plus élevé.

Cependant, le rendement de grains de maïs issu dans les parcelles où l'engrais chimique NPK (1,24t/ha) a été appliqué est inférieur par rapport au rendement des parcelles fertilisées aux feuilles de *T. diversifolia*. Ce résultat est fonction des caractéristiques chimiques, biologiques et physique du sol. Ce sol déficient en matière organique qui est le support de la fertilisation minérale, l'utilisation des engrais chimiques seuls ne contribue pas à accroître le rendement (Jama et al. (2000)). Ces résultats suggèrent que, en plus de l'apport en éléments nutritif par sa décomposition, la biomasse de *Tithonia diversifolia* aurait contribué de façon importante à l'amélioration du complexe argilo-humique (à la CEC du sol), permettant ainsi la rétention des nutriments dans la zone d'enracinement et leur libération progressive durant le cycle de la culture.

Les rendements les plus élevés ont été obtenus par l'application des feuilles de *Tithonia diversifolia* (2,06t/ha) et *Tithonia diversifolia* plus chaux (2,10t/ha).

Analyse économique des différents traitements

Les valeurs de l'indice d'acceptabilité des traitements T3 (IA=4,88) et T5 (IA=2,67) sont supérieures à 2 (Tableau 1). Ces résultats sont similaires à ceux de Mucheru et al. (2007), Kaho et al. (2011), Lele et al. (2016), qui ont montré que les feuilles de *Tithonia* seules procuraient des marges bénéficiaires et des indices d'acceptabilité les plus élevés au Kenya, Cameroun et en République démocratique du Congo respectivement. Le traitement T3 ayant le bénéfice brut et l'IA les plus élevés peut alors être proposé aux agriculteurs avec plus de chance d'adoption.

Conclusion

Une évaluation des différents systèmes de gestion de la fertilité de sol a été réalisée

sur un arenosol, en vue de déterminer les effets des fertilisants sur la productivité de maïs et la rentabilité économique. Les résultats obtenus ont montré que l'application des feuilles de *T. diversifolia* ou leur intégration à la chaux a donné un résultat satisfaisant en croissance végétative et en rendement grains du maïs par rapport au sol non traité. Le traitement de feuilles *Tithonia diversifolia* est plus productif et sa production n'engage pas trop de dépenses par rapport aux traitements. L'application de fumier de vache et de l'engrais NPK dans ce contexte, arenosol, soit leur combinaison à la chaux n'ont été pas rentables. Des recherches doivent être envisagées sur les feuilles de *Tithonia diversifolia*, les quantités réelles à utiliser par hectare, en ce qui concerne la production en grains de maïs aux exercices culturels et les combinaisons à exploiter.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts pour cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

DKP est l'investigateur principal ; il a aussi préparé le manuscrit. LNK a contribué pour valider le protocole de recherche de cet article et a participé aux corrections générales ; RPM a contribué à la correction générale et à l'analyse statistique des données ; EKLM a participé aux corrections générales, plus particulièrement à la partie sol et arenosol ; JBM a participé aux corrections générales.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Projet PANA-AFE qui a financé ces travaux en rapport aux pratiques agroécologiques durables pour une agriculture familiale résiliente.

REFERENCES

Anzolo NE, Mudikongo KF, Lebay M, Isangala M. 2006. Etude de l'évolution des températures (°C) et de la pluviométrie à la Station de l'INERA Kiyaka au cours de la décennie 1991 –

- 2000 et ses implications sur l'agriculture. *Piste et Recherche*, **22** (N° unique): 145–159.
- Banza MJ, Mwamba F, Esoma B, Meta M, Mayamba G, Kasongo E. 2019. Evaluation de la réponse du maïs (*Zea mays* L.) installé entre les haies de *Tithonia diversifolia* à Lubumbashi, R.D. Congo. *Biosciences*, **134**: 13643–13655.
- Bultot F. 1954. Saison et Périodes Sèches et Pluvieuses au Congo-Belge et Rwanda-Urundi, INEAC : Bruxelles 9, P58.
- Claudia L. 2000. Field and laboratory screening of maize (*Zea mays* L.) cultivars for adaptation on an acid Al-toxic Soil in Guadeloupe. Diploma thesis. University of Hannover, 71, P6.
- Gross A, Arusi R, Fine P, Nejjat A. 2008. Assessment of extraction methods with fowl manure for the production of liquid organic fertilizers. *Bioresource Technology*, **99**: 327-334.
- Jama B, Palm CA, Buresh RJ, Niang AI, Gachengo C, Nziguheba G. 2000. *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, **49** : 201-221.
- Kasongo R K, Kanyankogote P, Disa P, Baert G, Van Ranst E. 2021. Amélioration des propriétés de charge de surface des sols fortement altérés de l'hinterland de Kinshasa par l'application de la Dolomie Rose et de la parche de Café. *Congosciences*, **9**(1) : 17-31.
- Kasongo R K, Van Ranst E, Verdoodt A, Kanyankogote P, Baert G. 2009. Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Batéké plateau (D. R. Congo). *Soil Use Manage.*, **25**: 21-27.
- Kaho F, Yemefack M, Feujio-Teguefouet P, Tchantchaouang JC. 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.
- Kukupula PD, Mwamgu KM. 2017. Intégration des pratiques culturales durables en sol sous savane herbeuse pour la production du manioc et du maïs dans le Territoire de Gungu (KWILU) en République Démocratique du Congo. *CongoSciences*, **5** (2): 169-174.
- Legros JP. 2012. *Major Soil Groups of the World: Ecology, Genesis, Properties and Classification*. CRC Press; 470.
- Lele B, Lejoly J, Kachaka C. 2016. Effet de l'application d'engrais minéral complet NPK et de biochar sur les performances de la culture pure du manioc et de l'association manioc – maïs dans les conditions du plateau de Batéké en République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, **34** (1) : 45 – 55.
- Lele B, Kachaka C, Lejoly J. 2016. Effet de biochar et des feuilles de *Tithonia diversifolia* combiné à l'engrais minéral sur la culture du maïs (*Zea mays* L.) et les propriétés d'un sol ferrallitique à Kinshasa (RDC). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, **20**(1) : 1-11.
- Mahungu NM, Ndonda MA, Frangoie NA, Moango MA. 2015. Effet du labour et du mode de bouturage sur les rendements en racines et en feuilles de manioc dans les zones de savane et de jachères forestières de la République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, **33**(3) : 176 – 185.
- Mobambo KN. 2001. Stratégie de gestion intégrée des cultures pour la production de bananes plantain et le contrôle de la cercosporiose noire en République Démocratique du Congo. *Infomusa*, **11**(1) : 3 – 6.
- Minengu JDD. 2014. Etude des possibilités de culture de *Jatropha curcas* L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo), Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux : Agro-Bio Tech, P178.
- Mugisho ZJ, Chuma BG, Bisimwa BE, Dieumerci MR, Mondo MJ, Safina BF, Lubobo AK. 2019. Résistance à l'helminthosporiose (*Helminthosporium maydis* Y. Nisik. & C. Miyake) de

- trois variétés biofortifiées de maïs PVA SYN et SAM 4VITA sous conditions contrôlées. *Protection des Plantes*, **13** : 35-45.
- Mukendi RT, Tshilumba TM, Mpoyi MB, Mutamba B, Kabongo D, Ilunga M, Ngoie J, Ngoyi D, Munyuli T. 2017. Évaluation de la productivité du maïs (*Zea mays* L.) sous amendements organique et minéral dans la province de Lomami, République Démocratique du Congo. *Journal of Applied Biosciences*, **109**: 10571-10579.
- Muna-Mucheru M, Mugendi D, Kung'u J, Mugwe J, Bationo A. 2007. Effects of organic manure and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District, Kenya. *Agroforestry Systems*, **69**: 189-197.
- Nkongolo M, Lumpungu KC, Kizungu VR, Mukadi N. 2016. *Tithonia diversifolia* impact used as bio-fertilizer on maize (*Zea mays*) in the region Mbujimayi, Kasai oriental province, DRC. *WWJMRD*, **2** (1): 24-27.
- Nyembo KL, Useni SY, Mpundu M, Kiyungu K, Baboy L. 2014. *Evaluation des Nouvelles Variétés de Maïs (Zea mays L.) en Provenance de la Firme dans les Conditions Climatiques de la Région de Lubumbashi (RD Congo)*. Presse Universitaire de Lubumbashi, 1-10.
- Nyembo KL, Useni SY, Mpundu M, Bugeme MD, Kasongo LE, Baboy L. 2012. Effet des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique des nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud-Est de la RD Congo. *Biosciences*, **59**: 4286-4296.
- Nzuki BF, Kinkwono EK, Sekle BG. 2011. Utilisation du guano comme substitut du Di-ammonium Phosphate (DAP) dans la fertilisation du soja et de la tomate en République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, **29** (2) : 114-120.
- Pamba M, Muwo JC, Ikonso M. 2018. Etude des possibilités de production de maïs (*Zea mays* L.) et de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) sur couverture de *Mucuna pruriens* (L.) DC. dans les conditions écologiques de Kikwit en République Démocratique du Congo. *RAFEA*, **1**(2) : 30-35.
- PNSA. 2010. Programme National de Sécurité Alimentaire de la RDC : Ministère de l'Agriculture, 9, P22.