

Effets de l'interaction entre système de culture et gestion de fertilité de sol sur la production Dumaïs et de Niébé

[Effects of the interaction between cropping system and soil fertility management on Dumaïs and Cowpea production]

Georges Muyayabantu Mupala¹, Michel Nkongolo Mulambwila¹, Charles Ilunga Kashama¹, Carcy Tshimbombo Jadika², and Théodore Tshilumba¹

¹Université Officielle de Mbuji-Mayi, RD Congo

²Institut National d'Etudes et de Recherches Agronomiques, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this trial was to evaluate the impact of the combination of manure (cow dung + DAP) and (Tithonia + DAP) on the growth and yield of the maize crop in monoculture and in association with cowpea compared to that of DAP + Urea. To assess this impact (the effects), measurements were made on the crop's growth parameters including emergence rate, crown diameter, plant height and number of leaves. As far as production is concerned, measurements were made on the following parameters: the number of ears per plant, the number of rows per ear, the number of grains per row, the weight of a thousand grains and the yield. At the end of this study, the following results were recorded. Compared to the two cropping systems, there is no significant difference between maize monoculture and maize-cowpea combination. As for production parameters, the monoculture has a yield of 2.30 T/ha higher than the maize-cowpea combination with 1.39 T. In terms of manure, it is the Tithonia + DAP combination that gives a higher yield than all the other monoculture treatments, while in the maize-cowpea combination, all the treatments show the same higher yield than the control.

KEYWORDS: cow dung, DAP, tithonia, maize, cowpea.

RESUME: Cet essai a eu pour objectif d'évaluer l'impact de la combinaison des fumures (Bouse de vache + DAP) et (Tithonia + DAP) sur la croissance et le rendement de la culture du maïs en monoculture et en association au niébé comparé à celui de DAP + Urée. Pour évaluer cet impact (les effets), des mensurations ont été effectuées sur les paramètres de croissance de la culture notamment le taux de levée, le diamètre au collet, la hauteur de plants et le nombre de feuilles. En ce qui concerne la production, les mesures ont été effectuées sur les paramètres ci-après, le nombre d'épis par plant, le nombre de rangées par épi, nombre de grains par rangée, le poids de mille grains et le rendement. Au terme de cette étude, les résultats ci-après, ont été enregistrés. Par rapport aux deux systèmes de culture, en ce qui concerne les paramètres de croissance, il n'y a pas de différence significative entre la monoculture de maïs et l'association maïs-niébé. Quant aux paramètres de production, la monoculture affiche un rendement de 2,30 T/ha plus grand que l'association maïs-niébé avec 1,39T/ha. Au niveau de fumures, c'est l'association Tithonia + DAP qui donne un rendement de plus grand que tous les autres traitements en monoculture alors qu'en association maïs-niébé, tous les traitements affichent le même rendement plus élevé que le témoin.

MOTS-CLEFS: bouse de vache, DAP, tithonia, maïs, niébé.

1 INTRODUCTION

Il est actuellement bien établi par la recherche, depuis plusieurs années en Afrique Sub-Saharienne que l'association de fertilisants organiques et minéraux est l'option qui répond le mieux à la question de la fertilité de sols tropicaux. Cette approche ayant fait ses preuves dans quelques pays de l'Afrique Sub-saharienne, a été aussi recommandée dans la région de Ngandajika où la matière organique a constitué une contrainte [1].

Le choix du fumier n'ayant pas bien répondu à cette contrainte, celui de bonnes matières organiques (Bouse de vache et *Tithonia diversifolia*) à la portée de producteurs, serait susceptible de donner de résultats encourageants et de répondre au problème de fertilité du sol dans la région de Ngandajika.

Ainsi donc, l'impact de l'association de ces deux matières organiques avec le DAP c'est-à-dire la Bouse + DAP et *Tithonia* + DAP comparé à celui du DAP seul sur la culture du maïs serait plus grand. Tel est l'objet de cet essai comparant la productivité de ces associations à celle de l'engrais minéral (DAP).

2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Cet essai a été mené dans la région de Ngandajika, sur le site de l'INERA. Le terrain utilisé pour nos expérimentations se situe au sein de la Station de l'INERA/Ngandajika avec les coordonnées géographiques relevées au GPS qui se présentent de la manière suivante: 6°48'34" de latitude S, 23°57'05" de longitude Est. Il s'étend sur un espace d'environ 1,5 ha et à une altitude moyenne de 740 m. La pente des parcelles, orientée du Nord au Sud, est peu importante avec une valeur moyenne de l'ordre de 2% en haut de terrain utilisé et inférieure à 1% en bas.

Le Territoire de Ngandajika qui fait l'objet de notre étude, est l'un de cinq qui forment la Province de Lomami. Il est situé à environ 90 Km de Mbuji-Mayi, la ville qui est le chef-lieu de la Province du Kasai-Oriental et à 120 Km de Kabinda, chef-lieu de la Province de Lomami.

Il est circonscrit entre 6°23' et 7°4' de latitude Sud et entre 23°44' et 24°56' de longitude Est; tandis que son altitude varie de 450 à 900 m. Il est limité au Nord par le Territoire de Katanda, au Sud par ceux de Luliu et Kanyama, à l'Est par celui de Kabongo, et à l'Ouest par celui de Tshilenge. L'espace du Territoire de Ngandajika couvre une superficie de 5726 km² [8]; [2]; [3].

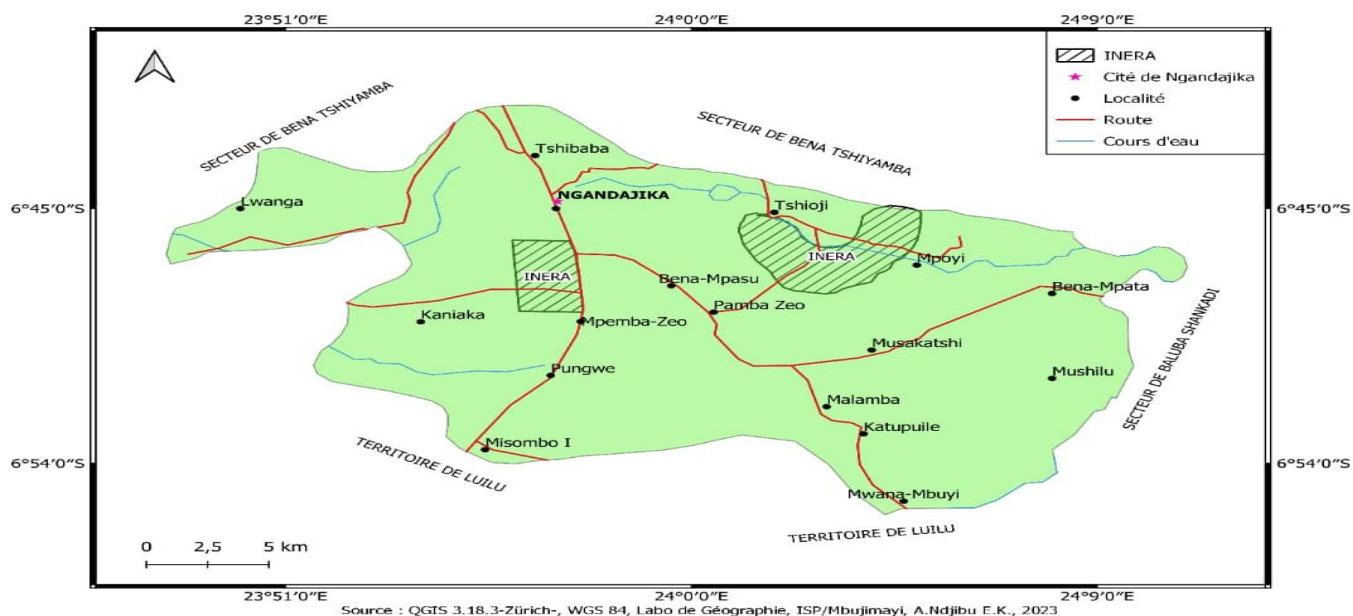


Fig. 1. Carte de l'INERA/Ngandajika/R.D Congo

2.1 LES ASPECTS PHYSIQUES

2.1.1 CLIMAT

Le climat du Territoire de Ngandajika est du type tropical, AW₄, selon la classification de Köppen. Il se caractérise par l'alternance de deux saisons, une pluvieuse et une sèche. La 1^{ère} se subdivise en deux, une grande, dite saison A, allant théoriquement du 15 août au 31 décembre et une petite, dite saison B, qui va du 15 janvier au 15 mai.

De même, la saison sèche est aussi subdivisée en deux; du 31 décembre au 15 janvier, il y a la petite saison sèche et du 15 mai au 15 août, c'est la grande saison sèche. La moyenne des précipitations annuelles, relevées à la Station de l'INERA/Ngandajika, dans la période de 1980 à 2014, est de 1216,14 mm et celle des températures est de 24,25°C.

2.1.2 SOL

Disposant d'un Centre de recherches agronomiques, plusieurs études pédologiques ont déjà été effectuées dans cette région dont les plus importantes sont les études de Kambi in anal L'ISP /Mbujimayi 1995.

Située dans la partie méridionale de la RDC, les sols de notre région d'étude sont ferrallitiques à texture sablo-argileuse. Du point de vue agronomique, ce sont de sols de bonne valeur agronomique supérieure à la moyenne de l'ensemble des savanes du Congo, Kambi in anal L'ISP /Mbujimayi 1985.

Les analyses du sol champ expérimental donnent le pH moyen de l'ordre de 6,4. La teneur moyenne en azote est de l'ordre de 178 Kg /Ha faible par rapport au besoin de la culture du maïs qui est de 240 Kg/Ha. La teneur moyenne en phosphore est de 25 Kg/Ha faible par rapport au besoin de la même culture qui est de l'ordre de 90 Kg/Ha. La teneur en potassium est de 85,5 Kg/Ha faible par rapport au besoin de la même culture qui est de 270 Kg/Ha [6]; [12].

2.1.3 VÉGÉTATION

La végétation de Ngandajika est caractérisée par la savane herbeuse parcourue par quelques galeries forestières et parsemée de quelques arbustes [13]; [1], dominée par des Poacées qui couvrent plus de 70 % de la superficie par m². Les espèces dominantes sont notamment *Imperata cylindrica*, *Hyparrhenya dissoluta*, *Digitaria brazzoi*. Mais néanmoins par-ci et par-là, dans la population végétale, on peut rencontrer quelques espèces de la famille de légumineuses comme *Mimosa pudica*, *Mucuna sp*, *Stylosanthes sp* dans les bas-fonds; alors que le long des rivières et ruisseaux, on trouve des galeries forestières.

2.1.4 RELIEF

D'après Kambi in anal L'ISP /Mbujimayi 1995, le relief de Ngandajika est peu mouvementé, en pente légère vers le nord, le fait expliqué par le tracé sud-nord des principaux cours d'eau: la Luilu, la Lubilanji et la Luembe.

Le relief de Ngandajika appartient au plateau du Kasaï, présentant un paysage composé de deux groupes principaux d'aplanissement. Le plus élevé est un haut plateau sableux extrêmement régulier (mi-tertiaire) au Sud de Ngandajika. Le second groupe, beaucoup moins parfait, est récent.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 MATERIEL BIOLOGIQUE

Pour cet essai, il a été utilisé la variété de maïs (Mus1) comme la culture principale et le niébé (variété Diamant) comme culture associée. Les deux variétés provenant de l'Institut National d'Etudes et Recherche Agronomique (INERA) /Station de Ngandajika dans la Province de la Lomami.

3.2 MATÉRIEL FERTILISANT

Dans le cadre de cette étude, la Bouse de vache, le *Tithonia diversifolia*, le DAP et l'Urée ont été utilisés comme fertilisants.

3.3 METHODES

3.3.1 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental de cet essai, tel qu'il peut être présenté à trois blocs séparés de 1.5 m, l'un de l'autre. Chaque bloc est subdivisé en seize parcelles élémentaires de superficie de (4 m x 3 m) =12 m² séparées de 0,5 m, l'une de l'autre, correspondant respectivement aux systèmes de culture, la monoculture de maïs et l'association au niébé.

Ce dispositif s'étendait sur une superficie de 30 m sur 27,5 m soit 825 m² avec les traitements suivants: (1) Les parcelles témoins non amendées sont symbolisées par Fo. (2) les parcelles F₁ ayant reçues le DAP + Urée à la dose de 120g+120g par parcelle soit 100kg de DAP/ha+100Kg d'Urée/ha; (3) les F₂ sont des parcelles ayant reçues des traitements avec la fumure associée 1/2 (*Tithonia* + DAP) représentant par parcelle 6kg de *Tithonia*+60g de DAP soit l'équivalent de 5Tonnes de *Tithonia*/ha et de 50kg de DAP/ha; (4) F₃ regroupe les parcelles dont les traitements sont réalisés avec la fumure associée 1/2 (Bouse de vache + DAP) représentant par parcelle 6kg de bouse de vache+60g de DAP soit l'équivalent de 5 Tonnes de bouse de vache/ha et de 50kg de DAP/ha.

Toutes ces doses de fertilisants contiennent 21,21kg de N et 23,4kg de phosphore dans 100kg de DAP/ha, 370,605kg de N et 464,7kg de P/ha dans 5 Tonnes de bouse de vache/ha et de 50kg de DAP/ha, 170,605kg de N et 16,3 de P/ha dans 5 Tonnes de *Tithonia*/ha et de 50kg de DAP/ha.

3.3.2 FACTEUR PRINCIPAL (SYSTEMES DE CULTURE)

Le facteur principal comprend la monoculture et l'association maïs-niébé.

3.3.3 FACTEUR SECONDAIRE (FUMURES)

Le facteur secondaire est constitué de différentes fumures ci-après, T₀: Témoin (sans fumure) T₁: DAP+Urée, T₂: *Tithonia diversifolia* + DAP, T₃: Bouse de vache + DAP.

3.3.4 ITINÉRAIRE TECHNIQUE

Le *Tithonia diversifolia* comme la bouse de vache ont été enfouies en fumure de fond le 28 janvier 2023 soit 2 semaines avant le semis à la dose de 0,5 Kg/m² soit 6 Kg par parcelle ou 5 tonnes par hectare, équivalentes respectivement selon les traitements (T₀, T₁, T₂, T₃) à 0 Kg, 160 Kg+10Kg, 130Kg+10Kg de N par hectare avec 0 Kg, 23Kg+11,5Kg, 33 Kg+11,5 Kg de P par hectare; 0 Kg, 165 Kg+0 Kg, 55 Kg+0 de K par hectare.

Le semis a été effectué le 14 février 2023 à l'écartement de 75 X 50 (cm²) à raison 3-4 graines par poquet. Le regarnissage des vides était exécuté le 21 février 2023 soit une semaine après le semis. En ce qui concerne les opérations d'entretien, les 1^{er} et 2^{ème} sarclage, respectivement réalisées le 14/03/2023 pour le 1^{er} sarclage, le 28/03/2023 pour le 2^{ème} avec le buttage et le démariage.

Le prélèvement de mesures de paramètres de croissance (diamètre au collet, hauteur de plants, le nombre de feuilles) et de rendement (nombre d'épis par plant) était effectué le 28/04/2023 et la récolte était faite le 04/06/2023. La mesure des autres paramètres de rendement (nombre de grains par épi, poids de mille grains et rendement Mg/ha) était effectuée, en ce jour de récolte.

3.3.5 OBSERVATIONS RÉALISÉES

Elles ont porté sur les paramètres végétatifs à savoir, le diamètre au collet, le nombre de feuilles par plant de maïs et la hauteur de plants. Les paramètres de rendement ci-après, ont été prélevés, le nombre d'épis par plant, le nombre de rangées par épi, le nombre de grains par rangée, le poids de 1000 grains et le rendement à l'hectare (T/ha).

4 RESULTATS

4.1 EFFETS DE L'APPLICATION DES FERTILISANTS SUR LES PARAMETRES DE DEVELOPPEMENT

Le tableau 4.1 présente les résultats de l'application des fertilisants sur les paramètres de développement de la culture du maïs. Ces paramètres sont, le taux de levée (T.L), le diamètre au collet (D.C), la hauteur de plants (H.P) et le nombre de feuilles (N.F).

Tableau 1. Résultats relatifs au développement du maïs sous application de fumures organiques et minérales

Systèmes de culture	Fertilisants	Taux de levée T.L (%)	Diamètre au collet (D.C)	Hauteur de plants (H.P)	Nombre de feuilles
Monoculture du maïs	T ₀ = Témoin	97, 31 a	0, 67 a	113, 33 b	11, 00 b
	T ₁ = DAP + Urée	99, 33 a	1, 00 a	140, 00 ab	13, 67 a
	T ₂ = Titho + DAP	98, 24 a	1, 00 a	149, 00 a	13, 33 a
	T ₃ = Bouse + DAP	99, 46 a	1, 00 a	146, 67 a	13, 49 a
	Moyenne	98, 61 a	0, 95 a	136, 89 a	12, 75 a
Association Maïs-Niébé	T ₀ = Témoin	99, 15 a	0, 67 b	111, 00 b	11, 67 a
	T ₁ = DAP + Urée	99, 43 a	1, 00 ab	134, 67 ab	12, 67 a
	T ₂ = Titho + DAP	97, 54 a	1, 63 a	148, 00 a	13, 00 a
	T ₃ = Bouse + DAP	98, 54 a	1, 00 ab	136, 33 a	12, 67 a
	Moyenne	98, 20 a	1, 00 ab	134, 28 a	12, 23 a
	CV (%)	1, 34	24, 96	8, 38	8, 85
	Décision	NS	NS	NS	NS

Légende: F₀= Témoin, F₁= DAP + Urée, F₂= Titho + DAP, F₃= Bouse + DAP

Les moyennes portant la même lettre ne sont pas différentes au seuil de 5 % (par le test LSD de Turkey)

L'observation de ce tableau de résultats nous montre que les matières organiques et les minéraux apportés comme fertilisants ont eu des effets variables sur les différents paramètres de développement de la culture du maïs examinés aussi bien en monoculture comme en association avec le niébé.

L'analyse statistique des résultats obtenus montre bien les différences significatives entre les valeurs moyennes des paramètres pour les différentes fumures au seuil de (P<0,05). Ainsi donc pour:

4.1.1 LE TAUX DE LEVÉE

- En monoculture**, il est observé une différence non significative pour toutes les fumures
- En association de la culture du maïs avec le niébé**
- Le résultat enregistré est le même qu'en monoculture c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence significative entre toutes les fumures utilisées par rapport à ce paramètre.
- La comparaison de deux systèmes** montre aussi que significativement, ils ont le même taux de levée dans l'ordre de la valeur moyenne de 98, 61 pour la monoculture et 98, 21 en association maïs-niébé.

4.1.2 LE DIAMÈTRE AU COLLET

- En monoculture**: Il est observé aussi une différence non significative entre toutes les fumures qui ont enregistré une valeur moyenne statistiquement la même pour ce paramètre.
- En association maïs-niébé**: Il a été enregistré le résultat qui montre que la fumure (Tithonia + DAP) donne la valeur moyenne de ce paramètre significativement plus grande (1, 33cm) que celle obtenue pour le témoin (0, 67 cm). Les valeurs moyennes enregistrées pour toutes les autres fumures sont significativement les mêmes et se situent entre les deux précédentes.
- La comparaison de deux systèmes de culture**: Elle laisse voir qu'il n'y a pas de différence significative pour le diamètre au collet entre les deux systèmes.

4.1.3 LA HAUTEUR DE PLANTS

- En monoculture:** Il y a une différence significative entre les fumures. Le 1^{er} groupe est constitué par le DAP + Urée et le Titho + DAP qui ont significativement la même valeur moyenne soit 156, 00 cm et 157, 00 cm. Le 2^{ème} groupe est constitué uniquement par la bouse + DAP avec la valeur moyenne de 146, 67 cm et enfin le témoin qui a 113,33 cm.
- En association maïs-niébé:** Le résultat est analogue à celui obtenu en monoculture
- La comparaison de deux systèmes de culture:** Il n'y a pas de différence significative entre les deux systèmes pour la hauteur de plants.

4.1.4 LE NOMBRE DE FEUILLES

- En monoculture:** il existe une différence significative entre les fumures, les fumures de DAP + Urée, la Bouse + DAP et le Tithonia + DAP ont significativement le même nombre de feuilles 13,67; 13,49 et 13,33; suivi par le témoin qui a 11,00.
- En association maïs-niébé:** les fumures d'association de la matière organique et le DAP soit Tithonia + DAP et Bouse + DAP ont significativement la même valeur moyenne du nombre de feuilles soit respectivement 13,72 et 13,67. Enfin, le témoin vient avec 11,67.
- La comparaison de deux systèmes de culture:** Il n'y a pas de différence significative entre les deux systèmes pour le nombre de feuilles.

4.2 EFFETS DE L'APPLICATION DES FERTILISANTS SUR LES PARAMETRES DE PRODUCTION

Le tableau 4.2 présente les résultats de l'application des fertilisants sur les paramètres de production de la culture du maïs. Ces paramètres sont, le nombre d'épis par plant (NEP), le nombre de rangées par épi (NRE), le nombre de grains par épi (NGR), le poids de mille grains (P1000) et le rendement en tonnes par hectare (RDT).

Tableau 2. Résultats relatifs à la production du maïs sous application de fumures organiques et minérales

Systèmes de culture	Fertilisants	NEP	NRE	NGR	P 1000	Rdt/Ha
Monoculture de maïs	T ₀ = Témoin	0, 54 c	11, 33 c	25, 33 c	134, 00 c	1, 17 c
	T ₁ = DAP + Urée	3, 00 a	14, 67 ab	38, 33 ab	211, 00 a	2, 56 ab
	T ₂ = Titho + DAP	2, 76 a	15, 73 a	41, 00 a	220, 33 a	3, 15 a
	T ₃ = Bouse + DAP	2, 67 a	14, 00 b	40, 33 a	220, 67 a	2, 94 ab
	Moyenne	1, 98	13, 66	36, 50	181, 95	2, 30
Association Maïs-Niébé	T ₀ = Témoin	0, 33 c	12, 00 c	26, 00 c	133, 00 c	0, 00 c
	T ₁ = DAP + Urée	3, 00 a	14, 33 ab	38, 67 ab	211, 00 a	2, 33 a
	T ₂ = Titho + DAP	3, 00 a	15, 33 a	41, 33 a	219, 33 a	2, 00 a
	T ₃ = Bouse + DAP	2, 67 a	14, 73 a	40, 33 a	216, 67 a	2, 00 a
	Moyenne	2, 06	13, 94	37	181, 17	1, 39
	CV (%)	4, 11	6, 22	4, 18	8, 52	16, 97
	Décision	NS	NS	NS	NS	S

Légende: F₀= Témoin, F₁= DAP + Urée, F₂= Titho + DAP, F₃= Bouse + DAP

Les moyennes portant la même lettre ne sont pas différentes au seuil de 5 % (par le test LSD de Turkey)

L'observation de ce tableau de résultats nous montre que les matières organiques et les engrais minéraux apportés comme fertilisants ont eu des effets variables sur les différents paramètres de développement de la culture du maïs examinés aussi bien en monoculture comme en association avec le niébé.

L'analyse statistique des résultats obtenus montre bien les différences significatives entre les valeurs moyennes des paramètres pour les différentes fumures au seuil de (P<0,05). Ainsi donc pour:

4.2.1 LE NOMBRE D'ÉPIS PAR PLANT

- a. **En monoculture du maïs:** Les fumures DAP + Urée, Tithonia + DAP et la Bouse + DAP avec respectivement 3; 2,76 et 2,67 épis par plant ont significativement la même valeur moyenne de ce paramètre plus élevée que le témoin avec 0,54.
- b. **En association maïs-niébé:** Les fumures DAP + Urée, Tithonia + DAP et la Bouse + DAP avec respectivement 3, 3 et 2,67 ont significativement le même nombre d'épis par plant plus élevé que le témoin avec 0,33.
- c. **La comparaison de deux systèmes:** Elle indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux systèmes qui ont significativement le même nombre d'épis par plant soit 1,98 pour la monoculture et 2,06 pour la culture associée maïs-niébé.

4.2.2 LE NOMBRE DE RANGEES PAR ÉPI

- a. **En monoculture du maïs:** Les résultats enregistrés avec les différentes fumures par rapport à ce paramètre de rendement se présentent de la manière ci-après, le Tithonia + DAP qui a la valeur moyenne du nombre de rangées par épi de 15,73. Le DAP + Urée ayant une valeur moyenne du nombre de rangées par épi de 14,67 se rapprochant significativement de Tithonia + DAP, suivi par la bouse + DAP et le témoin avec le nombre de rangées par épi de 11,33 significativement inférieur à toutes les fumures.
- b. **En association maïs-niébé:** Les résultats enregistrés avec les différentes fumures pour ce paramètre, donnent le Tithonia + DAP avec le nombre de rangées par épi de 15,33 et la Bouse + DAP avec 14,73 qui ont significativement la même valeur moyenne de cette variable. Le DAP + Urée se rapproche significativement de fumures du 1^{er} groupe. Le témoin avec 12,00 rangées par épi significativement inférieur à toutes les autres fumures.
- c. **La comparaison de deux systèmes:** Elle montre bien qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux systèmes, la monoculture avec 13,66 rangées par épi et l'association avec 13,94.

4.2.3 LE NOMBRE DE GRAINS PAR RANGEE

- a. **En monoculture:** Il existe une différence significative entre les fumures avec cette variable. Le 1^{er} groupe est constitué par le Tithonia + DAP avec le nombre de 41 grains par rangée significativement le même avec la Bouse + DAP qui a 40,33 grains par rangée. Le 2^{ème} est composé de DAP + Urée avec 38,33 grains par rangée et le témoin seul qui a 25,33 grains par rangée significativement inférieur à la moyenne enregistrée par toutes les fumures.
- b. **En association maïs-niébé:** Les fumures de Tithonia + DAP et Bouse + DAP constituent le 1^{er} groupe avec respectivement le nombre de grains par rangée de 41,33 et 40,33 qui sont significativement les mêmes. Mais plus élevés que le DAP + Urée avec 38,67 comme valeur moyenne du nombre de grains par rangée plus élevé que témoin qui a 26,00 grains par rangée significativement inférieur à toutes les fumures.
- c. **La comparaison de deux systèmes de culture:** Elle montre qu'ils ont significativement le même nombre de grains par rangée soit 36,50 et 37.

4.2.4 LE POIDS DE MILLE GRAINS

- a. **En monoculture du maïs:** Les fumures de la Bouse + DAP avec 220,67g, le Tithonia + DAP avec 220,33 g et le DAP + Urée avec 211g ont significativement le même poids de mille grains plus grands que celui enregistré avec le témoin soit 134,00 g.
- b. **En association maïs-niébé:** Les fumures de Tithonia + DAP avec 219,33 g, la Bouse + DAP avec 216,67 g et le DAP + Urée avec 211 g affichent significativement le même poids de mille grains plus grands que le témoin avec 133 g.
- c. **La comparaison de deux systèmes:** Elle indique que les systèmes ont significativement le même poids de mille grains soit respectivement 181,97g et 181,17 g.

4.2.5 LE RENDEMENT EN TONNES PAR HECTARE

- a. **En monoculture du maïs:** Par rapport à ce paramètre, la fumure de Tithonia + DAP donne le rendement de 3,15 T/ha qui est significativement plus grand que ceux des fumures de Bouse + DAP avec 2,94 T/ha et de DAP + Urée avec 2,56 T/ha qui s'alignent statistiquement au même niveau de ce paramètre, enfin témoin avec 1,17 T/ha.
- b. **En association maïs-niébé:** Les fumures de DAP + Urée avec 2,33 T/ha, Tithonia + DAP avec 2,00 T/ha et la Bouse + DAP avec 2,00 T/ha ont significativement le même rendement et plus élevée que le témoin avec 0,200 T/ha.
- c. **La comparaison de deux systèmes:** Elle montre bien que les deux systèmes sont significativement différents, la monoculture a un rendement plus grand que l'association maïs-niébé, soit 2,30 T/ha contre 1,39 T/ha.

4.3 ACCROISSEMENT DU RENDEMENT DE LA CULTURE DU MAÏS PAR RAPPORT AU TÉMOIN

Tableau 3. Accroissement du rendement de la culture de maïs sous application de fumures utilisées par rapport au témoin

Systèmes de culture	Fertilisants	Rendement (T/ha)	Accroissement du redt par au témoin (%)
Monoculture du maïs	F ₀ =Témoin	1,17	-
	F ₁ = DAP+Urée	2,56	118,80
	F ₂ = Titho+DAP	3,15	169,23
	F ₃ = Bouse+DAP	2,94	151,28
Association maïs-niébé	F ₀ =Témoin	0,01	-
	F ₁ = DAP+Urée	2,33	232
	F ₂ = Titho+DAP	2,00	199
	F ₃ = Bouse+DAP	2,00	199

F₀: Témoin sans fertilisant; F₁: Traitement au DAP + Urée; F₂: Traitement au Tithonia + DAP; F₃: Traitement à la Bouse+ DAP

L'accroissement du rendement en monoculture du maïs par rapport au témoin est de l'ordre 169,23% avec le Titho + DAP, 151,28% avec la bouse + DAP et 118,80% avec le DAP + Urée tandis qu'en association maïs-niébé, il varie de 199 % avec le Tithonia + DAP et la Bouse + DAP à 232% avec Urée + DAP.

5 DISCUSSION

Cet essai a été effectué dans une saison culturale régulière qui n'a pas connu véritablement de perturbations climatiques. C'est ainsi que le volume de pluies, leur répartition et les températures enregistrées n'ont pas constitué un problème. L'essai s'est bien déroulé et les différentes phases de la culture se sont bien passées, de la germination à la fructification.

En ce qui concerne les paramètres végétatifs de la culture du maïs, il a été observé que pour;

- **Le Taux de levée:** il n'y a pas de différence significative entre les fumures, le résultat qui se transpose même au niveau des systèmes de culture. Les engrais minéraux intervenant après le semis, n'impacte pas naturellement le taux de levée par rapport aux fumures organiques qui sont apportées en fumure de fond.
- Ce résultat se justifie par le fait que ces fumures organiques n'auraient pas encore subi une transformation qui impacterait le taux de levée de la culture du maïs. Leur transformation étant lente et progressive. Par rapport aux **systèmes de culture**, l'écartement adopté dans ces deux systèmes ne se traduirait pas par une différence significative entre eux sur le taux de levée.
- **Le Diamètre au collet:** il s'observe que par rapport à ce paramètre, il n'y a pas de différence significative entre les fumures dans les deux systèmes, ce résultat s'expliquerait par le fait que ce paramètre est plus lié à la variété qu'influencé par les fumures. Le diamètre au collet est une caractéristique plus variétale qui n'est pas très impactée par les fumures [9].
- **La Hauteur de plants:** La différence significative qui existe entre les fumures de DAP + Urée et Tithonia + DAP serait due à la capacité des engrais minéraux de se dissoudre dans la solution du sol et de disponibiliser rapidement les éléments nutritifs pour les cultures que la matière organique. Elle serait aussi due aux caractéristiques exceptionnelles de Tithonia notamment l'accroissement de la capacité de rétention eau du sol et de potentialités de restauration de sols épuisés permettant un bon aménagement de caractéristiques du sol plus que la bouse [14]; [15].
- **Le nombre de feuilles:**
 - a. **En monoculture:** il existe une différence significative entre les fumures, DAP + Urée, la Bouse + DAP et le Tithonia + DAP ayant significativement le même nombre de feuilles 13,67; 13,49 et 13,33. Ce résultat se justifierait par le fait que l'association de la matière organique avec les engrais minéraux est une option qui répond bien aux besoins de la fertilité de la plupart de sols tropicaux et se rapprochant efficacement de l'utilisation exclusive des engrais minéraux [11].
 - b. **En association maïs-niébé:** Les résultats sont analogues à ceux enregistrés en monoculture, l'association de la matière organique à un engrais minéral donne une fumure intégrée constituant une option de fertilisation qui serait bien efficace

dans certaines régions tropicales telle que certaines recherches le montrent sur les paramètres tant végétatifs que de production de la culture du maïs [5].

Par rapport, aux **paramètres de production**, particulièrement sur le rendement, les résultats de fumures se classent dans cet ordre, le *Tithonia* + DAP avec le rendement de 3,15 T/ha, Bouse + DAP avec 2,94 T/ha et de DAP + Urée avec 2,56 T/ha, et enfin témoin avec 1,17 T/ha. Une évidence s'impose, qui expliquerait clairement ces résultats. L'avantage qu'offre le *Tithonia diversifolia* qui non seulement, libère les éléments nutritifs progressivement mais aussi comme matière organique, ameublisse le sol. Ayant un impact sur la restauration de sols épuisés [3]; [7].

Dans cette étude, la bouse s'affiche aussi comme une matière organique qui est riche en éléments nutritifs ayant bien d'effets sur la croissance et le rendement de la culture du maïs [10]. L'intégration de ces deux matières organiques au DAP justifierait la performance de cette association dans la fertilisation de la plupart de sols tropicaux [11].

Quant à l'association maïs-niébé, les résultats enregistrés indiquent que l'azote fixé est plus utilisé par le niébé (légumineuse) qui croît au même moment que la céréale [4].

6 CONCLUSION

Cette étude a été réalisée dans l'objectif d'évaluer l'impact de l'apport des associations de fertilisants organiques aux minéraux (*Tithonia diversifolia* + DAP et Bouse de vache + DAP) sur la croissance et le rendement de la culture du maïs en monoculture et en association avec le niébé. Elle met en évidence un effet nettement bénéfique de l'utilisation de l'association de fertilisants naturels à savoir le *Tithonia diversifolia* et la bouse de vaches combinées au DAP sur la culture du maïs en monoculture comme en association avec le niébé.

L'analyse des données indique que le traitement au *Tithonia diversifolia* s'est révélé être la fumure susceptible d'améliorer significativement les composantes végétatives et de rendement du maïs grain par rapport à la bouse de vache. D'une manière générale, tous les deux traitements ont eu des rendements plus élevés par rapport au témoin (F_0). Leur association au DAP (engrais minéral) accroît encore leur performance se rapprochant et même dépassant des engrais minéraux, devenant une option efficace pour la fertilité de sols tropicaux.

Les deux peuvent ainsi être utilisés pour accroître la fertilité du sol et augmenter de façon significative les rendements de cultures et par conséquent contribuer à l'amélioration de la production de maïs dans les deux systèmes de culture dans la région de Ngandajika.

L'association d'un engrais minéral à la matière organique peut permettre de minimiser le coût de la fumure minérale et d'accroître davantage l'utilisation de l'organique qui offre plusieurs avantages sur la fertilité du sol. Les résultats enregistrés montrent que ces deux associations donnent un développement et une production sur cette culture de maïs plus grands que les engrais minéraux (DAP + Urée) pour le *Tithonia* + DAP et égal aux engrais minéraux pour la Bouse + DAP.

Il peut être retenu que ces deux matières organiques utilisées comme fumures sur la culture du maïs, induisent un accroissement du rendement plus élevé en monoculture qu'en association au niébé. Cet accroissement de rendement est plus élevé pour le *Tithonia diversifolia*. En comparativement à la bouse de vache.

A la vue des résultats enregistrés, il peut être retenu que l'association maïs-niébé n'accroît ni la croissance de la culture du maïs, ni non plus son rendement. Vraisemblablement la légumineuse (niébé) associée n'enrichit pas nécessairement le sol en azote, au point que la culture du maïs (céréale) en bénéficie substantiellement.

REFERENCES

- [1] Monographie de la Province du Kasaï Oriental. Programme national de relance du Secteur, Agricole rural (MNSAR) 997-2001 Programme des Nations Unies pour le Développement, Agence de Nations Unies pour les Services aux projets (UNOPS), Kinshasa, 277p. 1998.
- [2] Effets des associations maïs-légumineuses sur le rendement du maïs (*Zea mays* L.) et la fertilité d'un sol ferrugineux tropical Abidjan, Côte d'Ivoire, module production, 32p. 2013.
- [3] Chukwuka K.S. and Omotayo O.E. Les potentialités de la restauration de la fertilité du sol avec la fumure du *Tithonia diversifolia* et le compost de Hyacinthe de l'eau sur les sols épuisés pour la culture du maïs dans le Sud-Ouest du Nigeria, Department of Botany and Microbiology, University of Ibadan, Nigeria. 2009.
- [4] Coulibaly K. Vall E., Autfray P. Sedogo P.M. Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso: potentiels et contraintes, (CIRDES), 01 B.P. 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso. 2012.

- [5] Fairhurst T. Manuel de Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols. Consortium Africain pour la Santé des Sols, (ed) Nairobi. 2015.
- [6] FAO. Synthèse agronomique des essais de fertilisation dans la République Démocratique du Congo, CD-ROM, division de la mise en valeur des terres et des eaux FAO Via delle de caracalla, Rome 204p. 1998.
- [7] Ganunga. Contribution of *Tithonia diversifolia* to yield and nutrient uptake of maize in Malawian Small- scale agriculture in South African Journal of Plant and Soil, Volume 22 à 23, Bureau for Scientific Publications, Foundation for Education, Science and Technology. 2005.
- [8] Janssens, J.J. Summary of agronomic fertilizer trials in the province of Kasai Oriental (Democratic Republic of Congo) FAO (Food agriculture Organization) Division of the development of land and water. Technical Report and CD-OM. Rome 98/1 and 98/.1998.
- [9] Kaho F. Yemefack M, Feujio-Teguefouet P. et Tchant Chaouang J.C. Effet combiné des feuilles de Tithonia et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et des propriétés d'un sol ferrallitique au centre Cameroun, Tropicultura, Vol 29 n°1, pp30-45. 2011.
- [10] Lumaret J.P., Bertrand M., Kadiri N. Blanc P. Utilisation des déjections animales par la faune édaphique en région méditerranéenne, 2009.
- [11] Nkongolo M., Kizungu V., Lumpungu K. Manuel de nutrition des cultures et Fertilisation des sols tropicaux, Editions Universitaires Eurpéennes, International Book Market Service LTD, Beau Bassin 71504, Mauritius 45p. 2018.
- [12] PNUD/FAO/ZAI/88/006, Guide du vulgarisateur N°1, Cultures vivrières. 1992.
- [13] Rishirumuhirwa, T.E., Birasa C., Bigura L., Lunze et M. Kurayum, Pedological study of eight sites for fertilizers trails in Economic Community of Great Lakes Countries C.E.P.G.L. (Moso, Mashitsi, Rubona, Karama, Yangambi, Mulungu, Gandajika, M'vuazi, Gitega, République de Burundi, IRAZ (Institut de Recherche Agronomique et Zootechnique de la CEPGL) 110p. 1989.
- [14] Schlecht E.A., Buerkert A., Tielkes E. and Bationo A. A. Critical analysis of challenges and opportunities for soil fertility restoration in sudano-sahélien West Africa, in Advances in integrated soil fertility management in sub-saharian Africa: challenges and opportunities, ed. Bationo A., Waswa B., Kihara J., Kimetu J., Springer, 2007.
- [15] Thorsm S.B., Tiessen H., et Buresh K.J. Short fallows of *Tithonia diversifolia* and *Crotalaria grahamiana* for soil fertility improvement in Western Kenya, Agroforestry systems, 55, 181-194. 2002.