



# Évaluation de la productivité du maïs (*Zea mays* L.) sous amendements organique et minéral dans la province de Lomami, République Démocratique du Congo

Remy Mukendi Tshibingu<sup>1,2\*</sup>, Théodore Tshilumba Mukadi<sup>2</sup>, Maurice Mpoi<sup>2</sup> B., Benjamin Mutamba Ntatangolo<sup>1</sup>, Dominique Kabongo Musenge<sup>3</sup>, Meschack Ilunga Tshibingu<sup>4</sup>, Judith Ngoie Kazadi<sup>1</sup>, Dieudonné Ngoyi Nyembo<sup>1</sup>, Theodore Munyuli Mushambani<sup>5</sup>

1. Département de Phytotechnie, Université Notre Dame de Lomami

2. Institut National pour l'Études et Recherches Agronomiques (INERA) station de Gandajika ;

3. Institut National pour l'Études et Recherches Agronomiques (INERA) station de Kipopo ;

4. Département des Sciences, Institut Supérieur et Pédagogique de Kabinda

5. Centre National de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN/Lwiro) et Université du Cinquantenaire de Lwiro (UNIC/Lwiro), D.S. Bukavu, province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

Auteur correspondant : Remy Mukendi tshibingu ([mukendiremy@gmail.com](mailto:mukendiremy@gmail.com)) / Tel. (243) 995070206

Original submitted in on 19<sup>th</sup> November 2016. Published online at [www.m.elewa.orgon](http://www.m.elewa.orgon) 31<sup>st</sup> January 2017  
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v109i1.2>

## RESUME

**Objectif :** L'étude a pour objectif d'évaluer l'effet de l'*Entada abyssinica* et *Tithonia diversifolia* enfouis au sol comparativement au NPK (17-17-17), seuls et en combinaison organo-minérale sur la croissance et le rendement du maïs.

**Méthodologie and Résultats :** L'essai a été conduit sur le site expérimental de l'Université Notre-Dame de Lomami à Kabinda et installé suivant un dispositif en blocs complets randomisés. Les traitements, en trois répétitions, ont été constitués d'un témoin (T0), de cinq niveaux d'apport de fertilisants : biomasses d'*E. abyssinica* et *T. diversifolia*, NPK, *E. abyssinica*+NPK et *T. diversifolia*+NPK. Les observations avaient porté sur les paramètres de croissance et de production. Les résultats obtenus renseignent que le maïs a répondu positivement dans la phase de croissance sous effet de fertilisant indistinctement de leur nature ( $p < 0.05$ ) par rapport au témoin. La hauteur la plus élevée a été observée sur le traitement *E. abyssinica*+NPK avec 180 cm contre le traitement témoin avec 123.33 cm. Le diamètre au collet a suivi la même tendance avec *E. abyssinica* (2.20 cm) contre 1.03 cm pour le témoin. Ce qui a permis d'observer de différences significatives. La combinaison organo-minérale *Entada abyssinica*+NPK a émergé sur tous les paramètres dans cette étude en prenant la tête du groupe. Le niveau de rendement a donné *Entada abyssinica*+NPK (2653.33 kg/ha) > *Tithonia diversifolia*+NPK > *Entada abyssinica*+NPK > *Tithonia diversifolia* > Témoin (466.42 kg/ha).

**Conclusion et principales applications de la recherche :** L'application des biomasses *T. diversifolia* et *E. abyssinica* en combinaison organo-minérale sur une culture de maïs démontre jouer un rôle multiple sur la physique, la chimie et la biologie du sol avec comme conséquence une augmentation du rendement de l'ordre de 2186,91 kg de grains par rapport au sol non traité. Les biomasses utilisées seules ont données également

de bons résultats par rapport au témoin. Vu les difficultés d'accessibilité à l'engrais minéral, l'utilisation d'*E. abyssinica* et *T. diversifolia* dans un environnement comme celui-ci contribuerait à la promotion de l'apport de ces matières organiques dans la plupart des sols pauvres.

**Mots clés :** *Tithonia diversifolia*, *Entada abyssinica*, engrais, maïs, rendement

## **Évaluation of the productivity of the corn (*Zea mays* L.) under organic and mineral improvement in the province of Lomami, Democratic Republic of Congo**

### **ABSTRACT**

**Objective:** The study aims to evaluate the effect of *Entada abyssinica* and *Tithonia diversifolia* buried on the ground compared to the NPK (17-17-17), only and in organomineral combination on the growth and the yield corn.

**Methodology and Results:** The test was carried on the experimental site of the University Our - Lady of Lomami to Kabinda and was installed according to a device in randomized complete blocks. The treatments, in three repetitions, consisted of a witness (T0), of five levels of fertilizer contribution : biomasses of *E. abyssinica* and *T. diversifolia*, NPK, *E. abyssinica* +NPK and *T. diversifolia* +NPK. The observations had related to the parameters of growth and production. The results obtained inform that the corn answered positively in the phase of growth under effect of fertilizer indistinctly of their nature ( $p < 0.05$ ) compared to the witness. The highest height was observed on the treatment *E. abyssinica*+NPK with 180 cm against the pilot treatment with 123.33 cm. The diameter with the collet followed the same tendency with *E. abyssinica* (2.20 cm) against 1.03 cm for the witness. What allowed observer of significant differences. The organomineral combination *Entada abyssinica* +NPK emerged on all parameters in this study by taking the head of the group. The productivity gave *Entada abyssinica* +NPK (2653.33 kg/ha) > *Tithonia diversifolia* +NPK > *Entada abyssinica* > NPK > *Tithonia diversifolia* > witness (466.42 kg/ha).

**Conclusion and principal applications of research:** The application of the biomasses *T. diversifolia* and *E. abyssinica* in organomineral combination on a corn culture show a multiple role on the physics, the chemistry and the biology of the ground with like consequence an increase in the productivity of about 2186,91 kg of grains compared to the ground untreated. The biomasses used only also gave good results compared to the witness. Considering the difficulties of accessibility to mineral manure, the use of *E. abyssinica* and *T. diversifolia* in an environment as this one contributes with the promotion of the contribution of this organic matter in the majority of the poor grounds.

**Keywords:** *Tithonia diversifolia*, *Entada abyssinica*, manure, corn, output

### **INTRODUCTION**

L'Afrique subsaharienne est une zone où la transition démographique se fait attendre d'ici 2050, comme celle mondiale que l'on projette entre 8 et 11 milliards d'habitants à nourrir (Frédéric et al, 2012). Cette zone se situe dans la région tropicale où les sols par leur nature (sol acide) subissent la dégradation des propriétés physico-chimiques à cause du caractère agressif du climat de la région ; ceux-ci perdent davantage leurs qualités et deviennent infertiles (Batiano, 2006). Dans de tels sols, la production agricole est suffisamment faible surtout pour les céréales comme le maïs (*Zea mays* L.) pour couvrir les besoins alimentaires d'une

population sans cesse croissante (FAO, 1999). Le maïs est parmi les céréales alimentaires la plus cultivée en zone tropicale, et exige de bons sols pour avoir un bon rendement. Sa production entraîne un appauvrissement du sol surtout lorsque la gestion devient inadéquate entre les exportations par le maïs et le stock disponible dans le sol. Ces deux mobiles constituent le principal facteur responsable de la baisse des rendements du maïs en champ. D'une manière générale, l'agriculture en Afrique Subsaharienne est caractérisée par une faible productivité due essentiellement à la baisse de la fertilité des sols et aux difficultés que rencontrent les

paysans pour y répondre (Kidinda *et al.*, 2015). La République Démocratique du Congo (RDC) est un pays de la région Subsaharienne où l'agriculture constitue le secteur qui emploie plus ou moins 70% de la population (INS, 2014), mais les disponibilités alimentaires se caractérisent par une pénurie pour bon nombre de sa population. Pour pallier à cette impasse et combler les déficits en production vivrières locales de maïs essentiellement, le recours aux importations de cette denrée dans certains pays comme la Zambie et l'Afrique du Sud reste une des solutions palliatives, surtout pour le Katanga et le Kasai où le maïs est le composant essentiel du repas journalier (Makala, 2009). De ce fait, en vue de rompre cette dépendance de stock alimentaire de maïs en RDC, il faudra augmenter la production nationale avec des technologies innovantes en agriculture. Cependant, il a déjà été établi par Ikerra *et al.* (2007) que l'exportation de l'azote (N), du Phosphore (P) et du Potassium (K) par les cultures à chaque récolte et les autres types des pertes comme les transformations chimiques entraînent une balance négative de l'ordre de -27 kg/ha par année de N, -4 kg/ha par année de P, -18 kg/ha par année de K. Il est dès lors nécessaire d'exploiter les options disponibles pour équilibrer ces pertes. A cet effet, les usages d'engrais chimiques se mettent en premier plan comme alternative plausible dans beaucoup des régions agricoles du monde. Mais certaines études, comme celui d'Ahuja, (2003) ont montré que la productivité des sols sous les tropiques baisse même avec l'utilisation continue des engrais chimiques seuls. On relève aussi que l'usage des fumures minérales qui sont susceptibles d'accroître la productivité des sols pose certains problèmes liés à leur accessibilité difficile, leur coût élevé par rapport au revenu des paysans Congolais et Kabindais en particulier, la dégradation des écosystèmes par la pollution, voire le risque de perturber la santé humaine. De plus, il requiert une connaissance technique pour leur bon usage (FAO *et al.*, 2003). Il y a donc urgence à développer et promouvoir des technologies appropriées,

alternatives qui vont favoriser l'enrichissement du sol. Ces méthodes devront lui donner une meilleure aptitude à retenir l'eau et les engrais, et à les mettre facilement à la disposition des plantes tout en évitant leur perte vers les nappes phréatiques. Bref, améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol par les amendements organiques (Mokuba *et al.*, 2013). Selon Lunze *et al.* (2007), la meilleure pratique pour améliorer la fertilité de sol reste l'utilisation du fumier organique. La valorisation des sols tropicaux de façon durable pour assurer la pérennité et la durabilité d'exploitation desdits sols reposerait sur l'agriculture biologique qui paraît être la solution appropriée pour jouer un rôle majeur dans la promotion et le maintien de la fertilité des sols par rapport à l'agriculture conventionnelle (Muyayabantu, 2010). La seule difficulté est l'utilisation de la technique à grande échelle de suite de l'indisponibilité de la matière organique (Palm *et al.*, 1997). Malgré que les engrais organiques seuls sont insuffisants pour compenser le faible niveau des éléments nutritifs dans les sols tropicaux (UyoYbesere & Elemo, 2000 ; Muna-Mucheru *et al.*, 2007), leurs effets bénéfiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol permettraient de rendre plus efficace l'utilisation de doses modestes d'engrais minéraux. Mais le succès de cette stratégie dépendra aussi de la qualité du matériel organique utilisé et de la quantité d'éléments nutritifs contenue dans ce matériel (Kaho *et al.*, 2011). Il y a donc un besoin réel d'évaluer les amendements organiques à base d'espèces végétales disponibles dans la région en vue de diversifier les options et de réduire la dépendance des paysans vis-à-vis de l'agriculture conventionnelle. D'où, cette étude conduite à Kabinda pendant la campagne agricole 2015 B en vue d'évaluer les effets d'amendements organiques à base des biomasses feuillues de *Tithonia diversifolia*, *Entada abyssinica* et des engrais chimiques sur la croissance et le rendement de maïs.

## **MATERIEL ET METHODES**

**Milieu d'étude :** L'étude était réalisée au jardin expérimental de l'Université Notre Dame de Lomami situé à Kimulo, dans le secteur de Kabinda, territoire de Kabinda, province de Lomami en République Démocratique du Congo. Les coordonnées géographiques du site expérimentales sont 24° 33' E, 6° 06' S et 792 m d'altitude. Le climat caractéristique du site expérimental est de type Aw3 selon la classification de Koppen. C'est un climat tropical humide caractérisé par l'alternance de 2 saisons : une pluvieuse qui dure 9 mois (d'août à avril), et une saison sèche de 3 mois (de mai à Juillet). La pluviosité moyenne annuelle atteint 1600 mm, et la température annuelle moyenne oscille autour de 25°C. La quasi-totalité du sol sur le site a un caractère acide, généralement appartenant au groupe de ferralsols d'après la classification de l'INEAC de 1961 (Ministère du plan, 2005). Ce sol léger, facilement drainé et lessivé, avec une capacité de rétention d'eau très faible (sols pauvres à faible valeur agricole).

**Matériel d'études :** Le matériel végétal était constitué de la variété de maïs Musangana inscrit au catalogue national des variétés homologuées par le Service National de Semences (SEANASEM, 2006), des matières organiques d'*E. abyssinica* et *T. diversifolia*. L'engrais NPK (17-17-17) avait servi de fertilisant minéral.

**Méthodes :** L'essai a été conduit pendant la deuxième saison de pluie 2014- 2015. La préparation du lit de semence s'est faite manuellement avec la houe dont la profondeur de labour est estimée à 15 cm. Le défrichage et labour ont eu lieu le 05/01/2015. Deux semaines plus tard, nous avons procédé à l'enfouissement des biomasses de deux espèces végétales comme engrais verts. L'application d'engrais minéral était localisée au pied de chaque plant de maïs tandis que les biomasses utilisées comme engrais

organiques étaient enfouies dans les sillons de plantation. Le semis est intervenu le 30 janvier 2015, soit dix jours après enfouissement des engrais organiques. Le champ expérimental était divisé en 18 parcelles de 5 m x 2.5 m soit 12.5 m<sup>2</sup> par unité expérimentale, séparée par des allées de 1.5 m entre les répétitions et de 1m entre les traitements. Le maïs avait été semé à raison de deux graines par poquet aux écartements de 75 cm x 50 cm soit 60 plants par parcelle. Les soins d'entretien ont consisté essentiellement au regarnissage des vides six jours après semis, au sarclage, au binage et à l'épandage de NPK (17-17-17) 14 jours après levée des plantules. Les traitements mis en évidence pour l'évaluation de la performance des amendements sont composés d'un témoin sans aucun apport, d'un apport de biomasse de *T. diversifolia*, d'*E. abyssinica* à la dose de 8 t/ha et 250 kg/ha d'apport minéral composé de NPK (17-17-17), et d'un combiné organo-minéral (250 kg NPK+ 8t/ha). Cette étude est installée suivant un dispositif en blocs aléatoires complètement randomisés avec trois répétitions. Les paramètres de mesures pour l'expérimentation sont les variables de croissance et de production. Les variables de croissances ont été observées pendant une période de 90 jours avec intervalle de 14 jours à partir du semis, tandis que les observations de production ont été évaluées à la récolte. Ces variables sont : le diamètre au collet des plants, la hauteur de la plante, la longueur de l'épis, le diamètre de l'épis, le nombre de rangées par épi, le poids de 100 grammes, le poids des épis avec spathes et le poids des épis sans spathes.

**Analyse statistique :** Les données collectées ont été soumises à l'analyse de la variance au seuil de 5% de probabilité à l'aide du logiciel STATISTIX 8.0. Les moyennes ont été comparées a posteriori à l'aide du test de la plus petite différence significative (LSD).

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

Les résultats relatifs à la croissance en hauteur des plants de maïs durant le cycle de végétation sont illustrés par la figure 1. Il se dégage des observations que l'application des matières fertilisantes dans les parcelles a montré un gain de croissance en hauteur pendant toute la durée de l'expérimentation comparativement au témoin du groupe. En effet, la combinaison minérale NPK, NPK+*Entada*, NPK+*Tithonia* ; les biomasses de *T. diversifolia*, *E. abyssinica* ont similairement accru la

hauteur du maïs pendant la croissance, et des différences significatives ont été observées par rapport au témoin ( $p < 0.05$ ). Au 14<sup>ème</sup> jour de croissance, le traitement *E. abyssinica*+NPK a présenté des plants de 23.06 cm tandis que la valeur la plus faible a été enregistrée avec le traitement témoin (11.63 cm). Au 75<sup>ème</sup> jour, le traitement à l' *E. abyssinica*+NPK a présenté des plants de 180 cm tandis que la valeur la plus faible a été enregistrée avec le traitement témoin (123.33 cm).

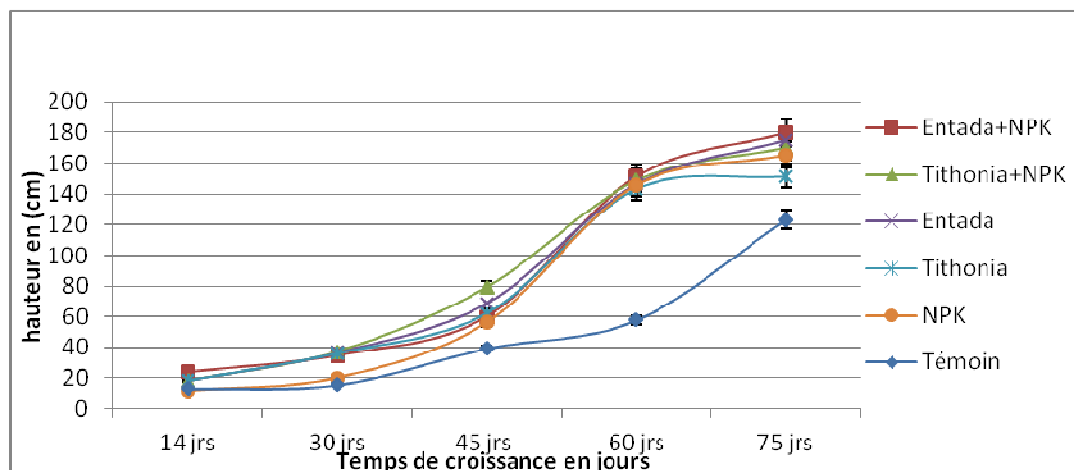


Figure-1 : Évolution de la hauteur des plants de maïs dans le cycle

De la figure-2 qui expose le diamètre au collet de maïs de 14 à 75 jours de végétation, on constate que la même allure observée pour la hauteur du maïs (figure-1) se confirme une fois de plus. Au 14<sup>ème</sup> jour de croissance, le témoin a donné 0.53 cm au collet par rapport à la combinaison *E. abyssinica*+NPK avec 1.33 cm. Le témoin et la combinaison minérale NPK n'ont pu dégager une différence significative au seuil de 5 % de probabilité quant à leur diamètre au collet. Au 75<sup>ème</sup> jour de croissance, le témoin a donné 1.03 cm tandis que le

traitement *E. abyssinica*+NPK a donné 2.20 cm de diamètre de plant au collet. Il s'observe que les combinaisons organo-minérales (*Entada*+NPK ; *Tithonia*+NPK) et les amendements organiques appliqués seuls (*Entada*, *Tithonia*) faits dans cette étude ont dégagé de différences significatives ( $p < 0.05$ ) pour ce paramètre depuis le début de la croissance jusqu'à la fin des observations comparativement au témoin et la combinaison minérale de NPK.

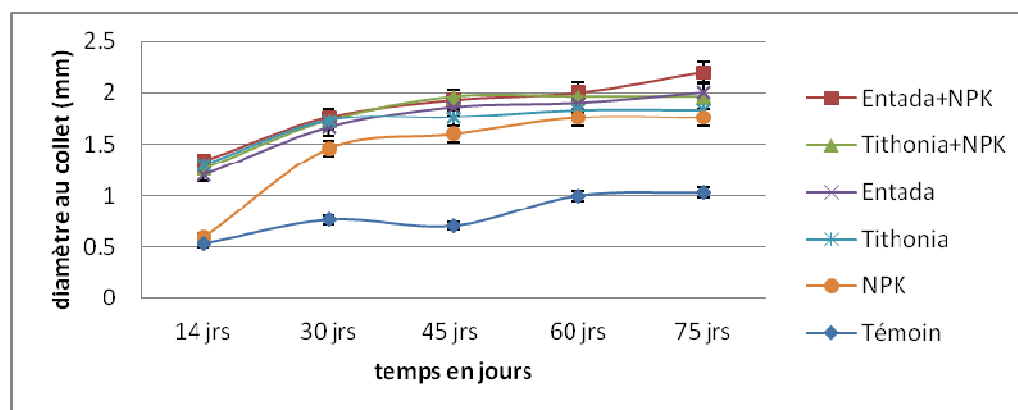


Figure-2 : Évolution du diamètre au collet

Le nombre des feuilles développées pendant la croissance du maïs est consignée dans la figure-3 ci-dessous. Il se révèle que la tendance des courbes observées pour le diamètre au collet se confirme une fois de plus en ce qui concerne le nombre des feuilles produites au cours de la croissance végétative. À 14 jours de croissance le témoin et la combinaison minérale NPK n'ont pas accusée de différence significative entre elles ( $p > 0.05$ ). Mais il se dégage qu'aux 14<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> jours de croissance, le

témoin et le NPK ont accusé de différence statistiquement significative par rapport à la combinaison d'*Entada* +NPK ; *Tithonia*+NPK ; *Entada* ; *Tithonia* durant cette phase de croissance du maïs. Au 14<sup>ème</sup> jour, le traitement au *E. abyssinica*+NPK a donné 7 feuilles tandis que le témoin en avait 5. Au 75<sup>ème</sup> jour, le traitement au *E. abyssinica*+NPK s'est remarqué avec 14 feuilles tandis que le témoin en avait 11.

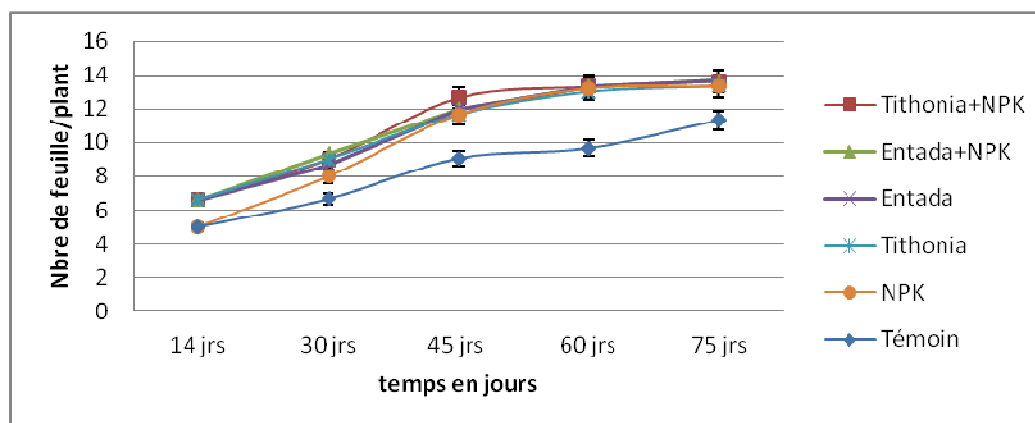


Figure-3 : Évolution du nombre de feuille par plant

Les paramètres de production ont été observés et mesurés à la récolte du maïs. Les paramètres pris en compte sont notamment la longueur de l'épi, le diamètre au milieu de l'épi, le nombre de rangées par épi, le poids de 100 grains à 14 % d'humidité, le poids de l'épi avec

spath et sans spath, le rendement parcelaire extrapolé en tonne par hectare sous différents fertilisants. Ces résultats sont présentés dans le tableau-1 et figure-4 ci-dessous.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres de production de maïs

| Traitements          | Longueur épi (cm) | Diamètre épi (cm) | Nbre rangés/épi | Poids de 100 grains (gr) | Poids épi avec spath (gr) | Poids épi sans spath (gr) |
|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Entada</i> +NPK   | 14.26a            | 4.16ab            | 14.30a          | 27.70ab                  | 152.00a                   | 140.33a                   |
| <i>Tithonia</i> +NPK | 13.66ab           | 4.10b             | 14.00a          | 27.00ab                  | 146.33a                   | 136.00b                   |
| <i>Entada</i>        | 12.50bc           | 4.06b             | 14.00a          | 28.66ab                  | 148.33a                   | 139.67a                   |
| <i>Tithonia</i>      | 12.10c            | 4.03b             | 13.66a          | 27.33ab                  | 146.50a                   | 124.00a                   |
| NPK                  | 11.90d            | 4.43a             | 13.66a          | 26.33d                   | 137.03b                   | 127.90c                   |
| Témoin               | 10.16d            | 3.90b             | 13.76a          | 22.22c                   | 122.40c                   | 114.40d                   |
| <b>CV %</b>          | <b>6.1</b>        | <b>4.1</b>        | <b>2.8</b>      | <b>4.6</b>               | <b>1.3</b>                | <b>3.3</b>                |
| <b>Lsd (0.05)</b>    | <b>1.37</b>       | <b>0.30</b>       | <b>0.70</b>     | <b>2.24</b>              | <b>3.11</b>               | <b>6.68</b>               |

D'après le tableau-1 ci-dessus, il ressort que la longueur des épis sous différents traitements mis à l'épreuve accuse de différences significatives au seuil de 5% de probabilité suivant l'analyse de la variance. Les épis les plus courts ont été observés sur le traitement témoin avec 10.16 cm et les épis les plus longs ont été observés sous l'application au sol d'*Entada*+NPK avec 14.26 cm. De même, le diamètre des épis du maïs obtenu à la récolte, d'après le test statistique d'ANOVA au seuil de 5 % de probabilité, la fumure organo-minérale (*Entada*+NPK ; *Tithonia*+NPK) et organique par les biomasses enfouie seule (*Entada*, *Tithonia*) restent non significatif ( $p > 0.05$ ) alors la fumure inorganique (NPK) émerge avec un diamètre (4.43 cm) significativement différent des autres traitements ( $p < 0.05$ ) du groupe dans cet essai et du témoin (3.90 cm). Quant au nombre de rangées par épis,

il s'observe que les différents types de fumures utilisées ne dégagent aucune différence significative ( $p < 0.05$ ) entre les moyennes pour ce paramètre. Le poids obtenu de 100 grains à 14 % d'humidité dans cette étude démontre que les fertilisants organiques et la combinaison organo-minérale ont stimulé significativement ( $p < 0.05$ ) le poids des 100 grains. La valeur la plus élevée a été obtenue avec le traitement au *E. abyssinica* (28,66 gr) et le témoin avec la valeur la plus faible (22,22 gr). Le poids d'épi avec spathe et sans spathe résumé dans le tableau-1 démontre qu'*Entada*+NPK est un traitement élite dans le groupe (152,00 gr et 140,30 gr) alors que le poids du témoin est le plus bas (122,40 gr et 114,40 gr). Le rendement net du maïs sous l'effet des fertilisants apportés sont consignés dans la figure-4. Il se dégage que l'application du

traitement *Entada*+NPK a donné un rendement plus élevé (2653.33 kg/ha) que les autres traitements. Et le témoin a donné le rendement le plus bas (466.42 kg/ha) Mais tous les traitements sont significativement ( $p>0.05$ ) supérieurs au témoin. Les apports des amendements organiques,

d'engrais et la combinaison organo-minérale semble mieux rendre disponible les éléments nutritifs au sol que sur un sol non traité. Le supplément minéral a joué un rôle capital dans la productivité du sol enrichi des matières organiques.

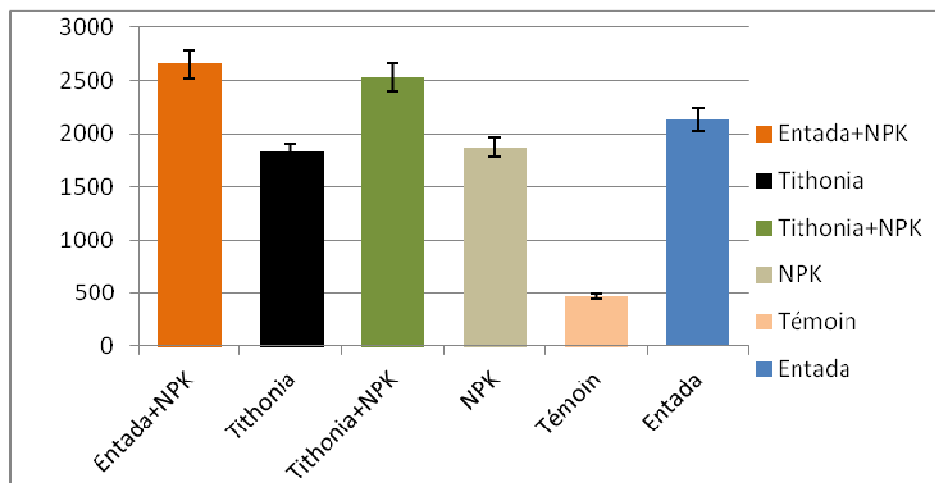


Figure-4 : Rendement de maïs sous différent fertilisant

## DISCUSSION

De manière générale, le comportement présenté par le maïs sous différents fertilisants semble être la fonction des apports. La croissance enregistrée durant la période expérimentale révèle qu'il existe des différences significatives au seuil de 5 % de probabilité. Les parcelles sur lesquelles on a apporté les fertilisants organiques que minéral ont présenté une forte vigueur de croissance en hauteur, en diamètre au collet ainsi qu'en nombre de feuilles à 60 jours de végétation après semis, comparativement à la moyenne des parcelles témoins n'ayant pas subi un traitement du sol. Ceci confirme la disponibilisation des éléments minéraux essentiels dans les engrais organiques pour la croissance et le développement des cultures en plein champ comme pour le maïs par des apports organo-minérales. Cette observation est en accord avec (Muyayabantu et al., 2012). Les sols des parcelles témoins semblent 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 observée, de sorte qu'on ne soit pas arrivé à atteindre les performances décrites par le Senasem (2007) de 180 à 190 cm. Ensuite, le site expérimental étant une jachère colonisée par *I. cylindrica* et *P. maximun*, la décomposition de ces espèces riches en cellulose nécessite, après labour, une grande énergie, mais aussi met en compétition les plantes de culture et les

microorganismes du sol pour les nutriments au point que l'azote reste en grande partie immobilisé par les microorganismes (Hassani et Persoons, 1994). Ceci expliquerait davantage le retard de croissance observé chez le maïs sous étude. Cependant la libération progressive des éléments minéraux à partir des biomasses des espèces enfouies aurait stimulé jusqu'à 60 jours de végétation la croissance du maïs. Ce résultat est en accord avec Mukendi et Ngoie, (2015). Il s'ajoute aussi que l'application des engrais chimiques NPK apportés seuls, mais aussi en combinaison avec les biomasses d'*Entada* et *Tithonia*, aurait influencé la croissance du maïs. Ainsi nos observations rejoignent également celles de Mallhoui et Julton (1986). Quant aux effets observés au tableau-1 se rapportant à la longueur de l'épi, le diamètre des carottes de maïs, le nombre de rangée sous différents fertilisants, il s'observe des différences significatives au seuil de 5 % de probabilité. Le maïs sous l'application des fumures a donné des carottes ayant une longueur, un diamètre un nombre de rangé supérieure par rapport aux carottes de maïs issue du traitement témoin. Pourtant les caractères longueur épi, nombre de rangées par épi et diamètre au milieu des carottes serait des caractères intrinsèques d'une variété, car Plenet et al. (1989) avaient observé que ces-dits paramètres sont non modifiés par le niveau initial de fertilité du sol. Pour eux, ils attribuent le phénomène à un

avortement des grains après floraison. C'est surtout la réduction du nombre d'ovules avant l'anthesis. Plus la hauteur de l'épis n'est réduite, le nombre des grains est aussi faible. Les comportements qui se dégagent de divers traitements seraient liés d'une part à la propriété intrinsèque de la dite variété et d'autre part à l'environnement édapho-climatique du milieu d'étude. En plus, nous constatons que le poids moyen des maïs secs avec et sans spathe obtenus sur les traitements organiques seuls ou en combinaison est significativement différent des autres traitements. Ceci confirme l'interaction positive des substrats organiques constatés déjà au niveau de la croissance, comme l'avait aussi remarqué Eden (1993). Au regard des moyennes de rendements en grains de maïs obtenus sous divers fertilisants indistinctement de leur nature, il se dégage un

gain significativement perceptible en poids que le témoin dans cette étude. L'impact positif des fumures apportées avait été aussi rapporté par Nkongolo et al., 2015 ; Mulambuila et al., 2016. Il se dégage des résultats enregistrés dans cette étude que les matières fertilisantes utilisées dans les parcelles expérimentales ont un potentiel fertilisant. On a enregistré des gains de rendement de l'ordre de 2186,91 kg dans la combinaison *E. abyssinica*+NPK de plus que le témoin. Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Tshimanga (2014) et Muyayabantu (2012) que l'application de biomasse de *T. diversifolia*, d'*E. abyssinica* seule ou en combinaison avec un engrais inorganique avaient augmenté de 1259 kg et 2942 kg respectivement la production du maïs à Kabinda et à Gandajika.

## CONCLUSION

Dans les conditions d'une pression d'exploitation permanente du sol, les exportations en bioéléments sont considérables, ce qui induit la perte de fertilité des sols. A cet effet, le sol s'appauvrit davantage si les mesures de corrections ne sont pas mises en œuvre. Ainsi, un tel sol demande qu'un plan de restitution soit appliqué pour maintenir et satisfaire le besoin potentiel des cultures. Les pratiques des gestions de la fertilité des sols testé dans cette étude indique que l'évolution de la croissance et le rendement obtenu sur la culture du maïs, ont effectivement assuré une bonne croissance végétative et un bon rendement par rapport aux parcelles n'ayant

reçu aucun amendement (témoin). Les fertilisants organiques, organo-minéraux ainsi que minérale utilisé pour améliorer les propriétés physique, chimique et biologique du sol ont donnés pour cette étude des résultats satisfaisants. Une augmentation du rendement en grain par rapport au sol non traité a été obtenue. Ces résultats constituent un indicateur d'utilisation d'*E. abyssinica* et *T. diversifolia* dans l'environnement d'étude comme celui-ci et contribuent à la promotion de l'apport de ces matières organiques dans la plupart des sols pauvres.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahuja LR, 2003. Quantifying agricultural management effects on soil properties and processes, *Geoderma*, 116, 1-2.
- Batiano A, 2006. African soils: their productivity and profitability of fertilizer use. In Proceedings of the African fertilizer summit June 9-13, Abuja, Nigeria.
- Dela P, Cenny I, Bartoloe I, Leah D, Banwa TP, 2013. The potential of *Tithonia diversifolia* (Wild sunflower) as foliar fertilizer, *European Scientific Journal*, Vol.12. 465-468.
- Eden R, 1993. Effet des fientes de volaille de canaux dans les couloirs de *Leuceana leucocephala* sur le maïs cultivé sur terre de barre. Thèse d'ingénieur agronome. 73p.
- Kaho F, Yemefack M, Feujio-Teguefouet P et 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*, Vol 29. n° 1, 39-45.
- Fao, 1999. 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 viale delle terme de caracalla. Rome.
- FAO, 2003. Association Internationale de l'Industrie des Engrais, Institut Mondial du Phosphate, Les engrais et leurs applications, Rabat, 76p.
- Frédéric A, Valentin B, Jean P et Rene B, 2012. Agroécologie et agriculture durable, *Agronomes et Vétérinaires Sans Frontière*, 29p.
- Ikerra ST, Semu E, Mrema JP, 2007. Combining *Tithonia diversifolia* and minjingu phosphate rock for improvement of P availability and maize grain yields on chromic acrisol in Morogoro, Tanzania. In: Batiano A, Waswa B, Kihara J, Kimetu J (Eds). *Advances in integrates soil fertility management in*



- Sub-Saharan Africa: Challenges and opportunities, Springer, The Netherlands. 333-344.
- Kidinda K L, Kiluba K J, Tshipama T D, Kilumba K M, Mpojo M J, Langunu S, Muteba K M et Nyembo K L, 2015. Mise en évidence des doses de fertilisants minéraux à appliquer aux nouvelles variétés de maïs introduites dans la région de Lubumbashi (RD Congo). *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 12(1): 96-103.
- Lunze L, Kimani PM, Ngatoluwa R, Rabary B, Rachier GO, Ugen MM, Ruganza V, Awadkarim EE, 2007. Bean improvement for low soil adaptation in Eastern and central Africa. In: Bationo A, Waswa B, Kihara J, Kimetu J (Eds). *Advances in integrated soil fertility management in Sub-Saharan Africa: Challenges and opportunities*, Springer, The Netherlands, 324-332.
- Makala Nzengu P, 2009. Politique publique et gestion agricoles fondées sur la cueillette, l'expropriation et la dépendance alimentaire à l'importation, éd. CVTK, Kinshasa. 32p.
- Malluohi N, Jutras P, 1986. Amélioration du sol acide dégradé par l'apport d'amendements calcaires et organique, et évaluation de l'importation du volume et de la fréquence d'irrigation supplémentaire sur le rendement de l'arachide au Sénégal, *Revue d'agriculture* 43. N°2. 26-30.
- Ministère du plan, 2005. Monographie du Kasaï Oriental, 149p.
- Mokuba W, RV Kizungu, K Lumpungu, 2013. Évaluation de l'effet fertilisant de *Mucuna utilis* L. face à deux doses de NPK (17-17-17) sur la croissance et la production de la variété samaru du maïs (*Zea mays* L) dans les conditions optimales. *Congo Sciences*. 25-32.
- Nkongolo Mulambuila Michel, Mutombo Tshibamba Jean Michel, Cibanda Mutombo Justin, Muka Mulamba P, Masengu Tshibuyi T, Tshibangu K G, 2016. Contribution à l'étude de la gestion intégrée de la fertilité du sol pour la culture de maïs (*Zea mays*) dans la Région de Mbuji-Mayi, RDC. *J. Appl. Biosci.* (99) : 9416 – 9422.
- Nkongolo MM, Mukendi KR, Tshimbombo CJ, Mutombo JMT, Kalambaie MBM, 2015. Étude comparative de quelques fertilisants (Bat-guano et DAP) sur le rendement du niébé (*Vigna unguiculata*, L. Walp.) dans la région de Gandajika (RDC) *J. Appl. Biosci.* (92) : 8651 – 8658.
- Tshimanga NM, 2014. Effet de l'apport organiques et minéral au sol sur la croissance et la production du maïs en condition édapho-climatiques de Kabinda. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur. Université Notre Dame de Lomami. 41p.
- Mukendi TR et Ngoie KJ, 2015. Effet des engrais biologiques sur la production légumière d'amarante (*Amaranthus hybridus*). *Cahiers du Cresa*. 179-193.
- 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.
- Muyayabantu GM, 2010. Gestion du système cultural et de fertilité biologique du sol en vue de la production du maïs dans la contrée de Gandajika. In : Nkongolo KK, Kizungu V, Kalonji-Mbuyi A *Recherches agronomiques en milieu paysan pour une sécurité alimentaire durable en RD-Congo*. (ISBN 978-0-9867757-0-3), *Sudbury, Ontario, Canada*, pp. 105-160.
- Muyayabantu, GM, Kadiata BD and Nkongolo, KK, 2012. Response of maize to different organic and inorganic fertilization regimes in monocrop and intercrop systems in a sub-Saharan Africa region. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, Vol. 3(2): 42-48.
- Palm, CA, Myers, RJK et Nandwa SM, 1997. Combined use of organic and inorganic nutrient sources for soil fertility maintenance and replenishment. In : Buresh, R. (Ed), *Replenishing soil fertility in Africa*. SSSA special publication Number 51, SSSA, USA 193 – 217pp.
- Pearson CJ and Hall AJ, 1984. Maize and pearl millet. In: C.J. Pearson, ed. *Control of crop productivity*, New York, USA, Academic Press. 141-158.
- Senasem, 2008. Catalogue variétale des cultures vivrières, maïs, riz, haricot, arachide, soja, niébé, manioc, patate douce, pomme de terre, banane. Ed. CTB-M, Kinshasa. p148.
- UyoYbesere EO & Elemo KA, 2000. Effect of inorganic fertilizer and foliage of *Azadirachta* and *Parkia* species on the productivity of early maize, *Nigerian Journal of Soil Research*, 1, 17-2
- INS, 2015. *Annuaire statistique 2014*, RD Congo. Ministère du plan et révolution de la modernité. Institut National de Statistique. 560p.