



## Essai de culture continue du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol sous paillis d'*Eichhornia crassipes* dans la région de Kisangani en R.D. Congo

⊗ Looli B.L.<sup>1\*</sup> , ⊗ Kombele B.<sup>2</sup>, ⊗ Paluku A.<sup>1</sup>, ⊗ Lokonda M.<sup>2</sup>, ⊗ Kayisu J.<sup>1,+</sup>, ⊗ Posho B.<sup>1,+</sup> & ⊗ Kombele F.<sup>2</sup>

1. Département de Phytotechnie, Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi, 1232 Kisangani, RDC.

2. Option Sol et eau, Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi, 1232 Kisangani, RDC.

+ Décédé

\* Correspondance : [louisboyombe2@gmail.com](mailto:louisboyombe2@gmail.com)

Copyright © 2022 Looli et al. Open Access Article under [License CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Received: 04 Novembre 2021

Accepted: 10 Juin 2022

Published: 25 Juillet 2022

### RESUME

La dégradation du sol est l'un des principaux facteurs d'insécurité alimentaire, affectant la production agricole ainsi que l'accès à la nourriture. La présente étude avait pour objectif de restaurer un ferralsol dégradé par un amendement organique sous forme de mulch de jacinthe d'eau et de tester cette amélioration par une culture continue de maïs. Les résultats obtenus montrent que l'application de la jacinthe d'eau sous forme de mulch a permis d'améliorer les propriétés physico-chimiques du sol notamment la Da, la MOS, le COT et le Pass au cours de deux cultures successives. Cette amélioration a eu pour effet à la première culture une meilleure croissance des plantes et une amélioration de rendement. A la seconde culture, nous avons noté une baisse de la croissance des plants consécutive à la baisse de la fertilité du sol. Le rendement obtenu à la première était de 1,3 T/ha pour le témoin, 2,15T/ha pour la dose de 6T de MS/ha et de 2,8T/ha pour la dose de 9T de MS /ha. Par contre à la seconde culture, le rendement a chuté de 0,656 T/ha pour le témoin, de 0,952T/ha pour la dose de 6T de MS/ha et de 1,375T/ha pour la dose de 9T de MS /ha. Ce constat permet de conclure qu'à la seconde culture, il faut impérativement ajouter le ¼ ou ½ de la dose initiale de mulch d'*Eichhornia crassipes* pour maintenir le rendement à un niveau élevé.

**Mots-clés :** fertilité du sol, matière organique, mulch, *Eichhornia crassipes*, agriculture durable, maïs, Kisangani.

### ABSTRACT

#### **Trial of continuous cultivation of maize (*Zea mays* L.) on a ferral soil under mulch of *Eichhornia crassipes* in the region of Kisangani in D.R. Congo**

Soil degradation is one of the main drivers of food insecurity, affecting agricultural production as well as access to food. The present study aimed to restore a degraded ferralsol by an organic amendment in the form of water hyacinth mulch and to test this improvement by a remove continuous cultivation of maize. The results obtained show that the application of water hyacinth in the form of mulch made it possible to improve the physicochemical properties of the soil, in particular the Da, MOS, TOC and Pass during two successive crops. This improvement resulted in better plant growth and improved yield in the first crop. At the second crop, we noted a drop in the growth of the plants following the drop in soil fertility. The yield obtained at the first was 1.3 T/ha for the control, 2.15T/ha for the 6T dose of DM/ha and 2.8T/ha for the 9T dose of DM/ha. On the other hand, in the second crop, the yield dropped by 0.656 T/ha for the control, by 0.952 T/ha for the dose of 6T of DM/ha and by 1.375T/ha for the dose of 9T of DM/ha. This constant makes it possible to conclude that in the second crop, it is imperative to add ¼ or ½ of the initial dose of *Eichhornia crassipes* mulch to maintain the yield at a high level.

**Keywords:** soil fertility, organic matter, mulch, *Eichhornia crassipes*, sustainable agriculture, maize, Kisangani.

### 1. INTRODUCTION

Le défi pour les 50 années à venir est de doubler la production agricole en respectant les règles d'une agriculture durable à faibles apports d'intrants et n'ayant aucun risque pour la santé publique (Tilman et al., 2002). Etant une ressource naturelle non renouvelable à

l'échelle humaine, le sol suscite de nombreuses questions aujourd'hui quant à son évolution et à sa possible dégradation en fonction de son utilisation en Cuvette centrale congolaise (Alongo *et al.* 2013). La mise en culture des sols par la pratique d'agriculture itinérante sur brûlis entraîne ces dernières années une importante

fragmentation forestière fortement corrélée à la baisse de la productivité végétale due à la baisse consécutive de la fertilité du sol (Kombele, 2004). La jachère représente ainsi l'état post-cultural, phase passive de restauration d'un écosystème, dont l'état final procure en principe des conditions renouvelées pour la culture suivante, en particulier un milieu assaini et des éléments nutritifs plus abondants, plus disponibles et plus accessibles aux racines des plantes (Serpantié et Ouattara, 2001). Par ailleurs, dans le contexte actuel de la saturation croissante de certains terroirs par la pression démographique, on assiste au raccourcissement voire la raréfaction des jachères et par voie de conséquence, une chute rapide de la fertilité des terres arables, entraînerait à la longue la baisse des rendements et de la rentabilité des cultures (Sholes et al., 1994; Taonda *et al.*, 1995). Une des stratégies possibles est la mise en place de pratiques agricoles reposant sur les processus et les fonctionnalités écologiques dont l'utilisation des ressources naturelles du sol, recyclage des nutriments, choix du matériel végétal, gestion des intrants organiques et minéraux (Duponnois et al., 2012). De même, les résidus de récolte (Yang, 2006), les sciures de bois (Elfstrand, 2007) et les pailles (Kautz, 2004) peuvent également être sous recyclés sous forme des mulch sur les champs dans l'optique de gestion durable des terres.

C'est dans le contexte d'amélioration de la fertilité chimique du sol par voie organique que le présent travail a été initié afin de tester l'hypothèse de restauration d'un ferralsol dégradé par le mulch de jacinthe d'eau en culture continue de maïs dans les conditions pédoclimatiques de Kisangani.

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. Lieu d'étude

L'étude a été réalisée dans la ville de Kisangani, au site expérimental de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi entre 0°31' Nord et 23°29' Est ; à 400 m d'altitude. La ville de Kisangani jouit d'un climat semblable à celui de la région de Yangambi, c'est-à-dire équatorial continental chaud et humide du type Af selon la classification de Köppen et de la classe B de Thorntwaite (Alongo et al., 2013). La température moyenne oscille autour de 25°C. D'après Van Wambeke et Liben (1957), les précipitations y sont abondantes (1800 mm/an en moyenne) et réparties sur toute l'année suivant deux saisons plus ou moins pluvieuses ; l'une très pluvieuse allant de septembre à novembre, l'autre moins humide, relativement courte, s'étend de mars à mai. Le sol du site expérimental est de la famille des sols ferrallitiques, correspond à l'ordre des Oxisols selon la « Soil-Taxonomy » et au groupe des Ferralsols selon la classification de la FAO-UNESCO (Van Wambeke, 1995). Le pH du sol est acide, compris entre 4 et 5. La capacité d'échange cationique (CEC) est faible, de l'ordre de 16 méq/100g avec la dominance de kaolinite dans la fraction argileuse (Kombele, 2004). Avant la mise en place de l'essai, le site expérimental était occupé par une jachère herbeuse colonisée par les différentes espèces végétales dont les plus abondantes sont :

*Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, *Puerraria javanica*, *Talinum triangilari*, *Sida acuta*, *Cyperus sp*, etc.

## 2.2. Conduite de l'essai

### 2.2.1. Dispositif expérimental

Le terrain était tout d'abord défriché, puis labouré manuellement à l'aide d'une houe, à une profondeur d'environ 10 à 15 cm. Un dispositif en bloc randomisés a été utilisé (figure 1). Notre champ expérimental avait 17m de longueur et 13m de largeur, divisé en trois blocs (répétitions) comprenant chacun 4 parcelles de 3m x 3m. Ces parcelles, séparées partout par des allées de 2 m de largeur ont reçu les 4 traitements définis comme suit :

- **T<sub>0</sub>** : sans amendement avec la culture de maïs (témoin) ;
- **T<sub>01</sub>** : 5 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare sans la culture de maïs (pour la structure).
- **T<sub>1</sub>** : 6 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs ;
- **T<sub>2</sub>** : 9 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs.

### 2.2.2. Apports d'amendements

La jacinthe d'eau récoltée dans la rivière Tshopo a été transportée et stockée sous l'ombrage près de notre champ expérimental. Un échantillon de la jacinthe d'eau récoltée a été amené au laboratoire pour déterminer sa teneur en matière sèche. C'est sur base de cette teneur que nous avons déterminé la quantité de mulch humide à épandre suivant les traitements. Après 24 heures, nous avons procédé au pesage de la matière organique (jacinthe sèche) selon les différents traitements et l'avons épandue sur les différentes parcelles tout en respectant l'ordre de grandeur des traitements. Seulement, la parcelle témoin (T<sub>0</sub>) n'a pas reçu de matière organique. Il convient de signaler qu'en saison culturale B, aucune parcelle n'avait bénéficié d'un apport extérieur de la matière organique, si ce n'est que les résidus de culture qu'elle portait précédemment. Cette étude a embrassé deux saisons culturales, par conséquent nous avons installé successivement deux fois la culture de maïs sur le même terrain. L'ensemble de l'expérience couvre la période allant du 09 Septembre 2015 au 10 Juin 2016 soit 9 mois au total.

### 2.2.3. Semis et soins aux cultures

La première culture a commencé le 09 septembre 2015 et a pris fin le 02 Décembre 2015 tandis que la seconde culture a débuté le 10 Mars 2016 et a pris fin le 10 Juin 2016. Pour la première culture le semis était effectué 10 jours après l'épandage de mulch, tandis que pour la seconde nous avons semé après une période inter culturale de 3 mois comptés à partir de la fin de la première culture. Signalons que cette période inter culturale correspond également à la période de la

grande saison sèche dans la cuvette centrale congolaise qui couvre la période allant du mois de Décembre jusqu'à la moitié du mois de Mars. Dans tous les cas, l'écartement adopté était de 60cm x 60cm. Nous avons alors semé à raison de 3 graines par poquet pour les deux saisons, la levée a eu lieu cinq jours après le semis. Le démariage et le regarnissage des vides s'étaient opérés une semaine après la levée. Signalons encore ici que toutes les parcelles ont été semées le même jour, à l'exception des parcelles  $T_{01}$  que nous avons amendées mais sans ensemenecer.

#### 2.2.4. Prélèvement des échantillons

Nous avons prélevé deux types d'échantillons de sol qui ont correspondu aux deux types d'analyses à effectuer : les échantillons non remaniés pour la détermination de la densité apparente du sol et les échantillons remaniés pour les analyses chimiques. Le prélèvement a été fait sur chacune des 12 parcelles de notre site expérimental. En ce qui concerne les échantillons perturbés, chaque parcelle était subdivisée en 4 sous-parcelles carrées, dans lesquelles nous avons prélevé des échantillons au centre, à 0-5 cm et à 5-10cm de profondeur, à raison de 200g environ par prise de sol. Pour chaque tranche, les échantillons étaient ensuite mélangés à poids égal pour former des échantillons composites. C'est sur ces derniers que les différentes analyses chimiques ont été réalisées. Pour ce qui est des échantillons non remaniés, nous avons subdivisé les parcelles en deux sous-parcelles. Sur chaque sous-parcelle, deux diagonales étaient tracées et, à leur croisement, nous avons prélevé les échantillons du sol à deux niveaux de profondeur (0-5cm et 5-10cm) à l'aide des cylindres de Kopecky.

#### 2.2.5. Analyses du sol au laboratoire

Les analyses de laboratoire ont porté sur la détermination de la densité apparente du sol (Da), du carbone organique total du sol (COT), de l'azote organique total et du phosphore assimilable du sol. Le COT était déterminé par la méthode de combustion sèche ou méthode par perte au feu, l'azote organique par la méthode Kjeldahl, le phosphore assimilable par la méthode de Bray I (Mathieu et Piéltain, 2003).

#### 2.2.6. Traitement et analyses des données

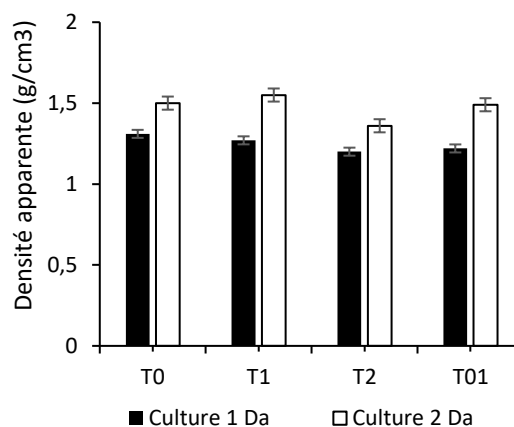
Les données présentées sont des valeurs moyennes basées sur cinq répliques  $\pm$  erreur standard (S.E.) par traitement. Des analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel CoStat. L'ANOVA a été appliqué afin de dégager les différences significatives entre les différents traitements appliqués et des comparaisons entre les moyennes ont été réalisées en utilisant le test de Turkey calculé à  $P < 0,05$ .

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Paramètres physico-chimiques du sol

##### 3.1.1. Densité apparente

La densité apparente du sol (figure 1) a varié entre  $1,20 \pm 0,08$  et  $1,31 \pm 0,06$  g/cm<sup>3</sup> en culture 1 (septembre 2015) et entre  $1,36 \pm 0,12$  et  $1,55 \pm 0,09$  g/cm<sup>3</sup> en culture 2 (mai 2016). Comparés entre eux, les effets de  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{01}$  sur la densité apparente tels que notés en culture 1 ne diffèrent pas significativement ( $p > 0,05$ ). De même, lorsque les effets de  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{01}$  sont comparés à celui de  $T_0$  considéré comme témoin, aucune différence significative n'a été notée ( $p > 0,05$ ). Par contre, lorsque nous comparons les deux époques c'est-à-dire culture 1 et culture 2, l'ensemble de traitements montrent un effet significatif sur la densité apparente ( $p < 0,05$ ).



**Figure 1.** Effet de mulch d'*E. crassipes* sur la densité apparente (Da) du sol soumis à deux cultures successives de maïs. Avec,  $T_0$  : sans amendement avec la culture de maïs (témoin) ;  $T_{01}$  : 5 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare sans la culture de maïs (pour la structure),  $T_1$  : 6 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs ;  $T_2$  : 9 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs.

##### 3.1.2. La matière organique et le carbone organique totaux du sol

La matière organique du sol (figure 2) a varié pour la tranche de 0-5cm entre  $0,64 \pm 0,31$  et  $1,18 \pm 0,33\%$  en culture 1 et entre  $0,97 \pm 0,44$  et  $1,53 \pm 0,18\%$  en culture 2. La meilleure teneur a été notée sous  $T_{01}$  ( $1,53 \pm 0,18\%$ ) en mai 2016. Tandis que pour la tranche de 5-10cm, elle a varié entre  $0,74 \pm 0,32$  et  $0,95 \pm 0,69\%$  en culture 1 et entre  $1,09 \pm 0,11$  et  $1,43 \pm 0,65\%$  en culture 2. La meilleure teneur a été notée sous  $T_2$  ( $1,43 \pm 0,65\%$ ) en culture 2. Dans les mêmes proportions que la matière organique, le carbone organique total du sol (figure 3) a varié entre  $0,37 \pm 0,16$  et  $0,69 \pm 0,15\%$  en culture 1 et entre  $0,56 \pm 0,26$  et  $0,89 \pm 0,11\%$  en culture 2 pour la tranche de 0-5cm. La meilleure teneur a été notée sous  $T_{01}$  ( $0,89 \pm 0,11\%$ ) en culture 2. Tandis que pour la tranche de 5-10cm, elle a varié entre  $0,43 \pm 0,05$  et  $0,55 \pm 0,36\%$  en culture 1 et entre  $0,63 \pm 0,06$  et  $0,83 \pm 0,38\%$  en culture 2. La meilleure teneur a été notée sous  $T_2$  ( $0,83 \pm 0,38\%$ ) en culture 2. Comparés entre eux, les effets enregistrés des différents niveaux d'amendements à la jacinthe d'eau sur la teneur en %COT ne diffère pas significativement ( $p > 0,05$ ). Comparés à  $T_0$  qui est considéré comme témoin, les

différents traitements n'ont pas montré de différence significative d'effet sur le %COT ( $p>0,05$ ). Ceci est valable aussi bien pour 0 – 5 cm que pour 5 – 10 cm ( $p>0,05$ ).

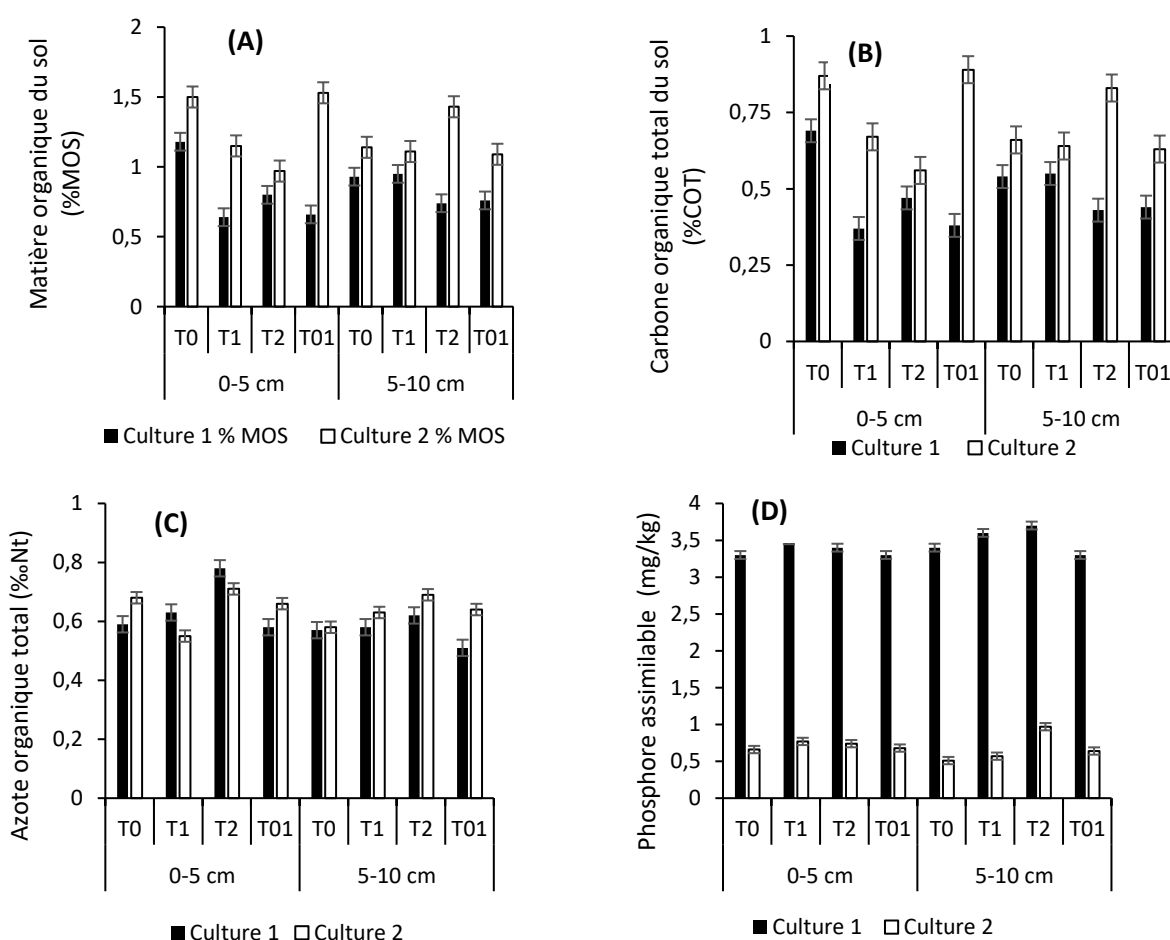
### 3.1.3. L'azote organique total du sol (%Nt)

L'azote organique total du sol (%Nt) a varié entre  $0,58\pm0,08$  et  $0,78\pm0,07\%$  en culture 1 (septembre 2015) et entre  $0,55\pm0,04$  et  $0,71\pm0,05\%$  en culture 2 (mai 2016) pour la tranche de 0-5cm. La meilleure teneur d'azote total a été notée sous T<sub>2</sub> ( $0,78\pm0,07\%$ ), c'est-à-dire après amendement de 9 tonnes de jacinthe d'eau sèche à l'hectare. Tandis que pour la tranche de 5-10cm, elle a varié entre  $0,51\pm0,15$  et  $0,62\pm0,22\%$  et entre  $0,58\pm0,08$  et  $0,69\pm0,06\%$  respectivement ; ici encore, la meilleure teneur en azote total a été notée sous T<sub>2</sub> ( $0,69\pm0,06\%$ ). Cependant, l'analyse de la variance montre que les

différences observées ne sont pas dues aux traitements aussi bien pour 0-5cm ( $p>0,05$ ) que pour 5-10cm ( $p>0,05$ ).

### 3.1.4. Le Phosphore assimilable (Pass)

Le phosphore assimilable du sol a varié entre  $3,3\pm0,1$  et  $3,5\pm0,0$  mg/kg en culture 1 et entre  $0,66\pm0,20$  et  $0,77\pm0,07$  mg/kg en culture 2 pour la tranche de 0-5cm. Tandis que pour la tranche de 5-10cm, elle a varié entre  $3,3\pm0,0$  et  $3,7\pm0,3$  mg/kg en culture 1 et entre  $0,51\pm0,17$  et  $0,97\pm0,3$  mg/kg en culture 2. Cette différence de teneur en Pass est significative pour 0-5cm ( $p<0,05$ ) et pour 5-10cm ( $p<0,05$ ). Par contre, comparés entre eux et par rapport au témoin, les différents traitements ne diffèrent pas par leurs effets sur le phosphore assimilable, que ce soit pour 0-5cm ( $p>0,05$ ) que pour 5-10cm ( $p>0,05$ ).



**Figure 2.** Effet de mulch d'*E. crassipes* sur (A) la matière organique (MOS), (B) le carbone organique total (COT), (C) azote organique total (Nt) et (D) le phosphore assimilable (Pass) du sol soumis à deux cultures successives de maïs. Avec, T<sub>0</sub>: sans amendement avec la culture de maïs (témoin); T<sub>01</sub>: 5 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare sans la culture de maïs (pour la structure), T<sub>1</sub>: 6 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs; T<sub>2</sub>: 9 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs.

## 3.2. Effet sur la croissance de maïs

### 3.2.1. Diamètre au collet

Les résultats sur le diamètre au collet obtenus lors de notre essai ont montré qu'à la première culture le mulch

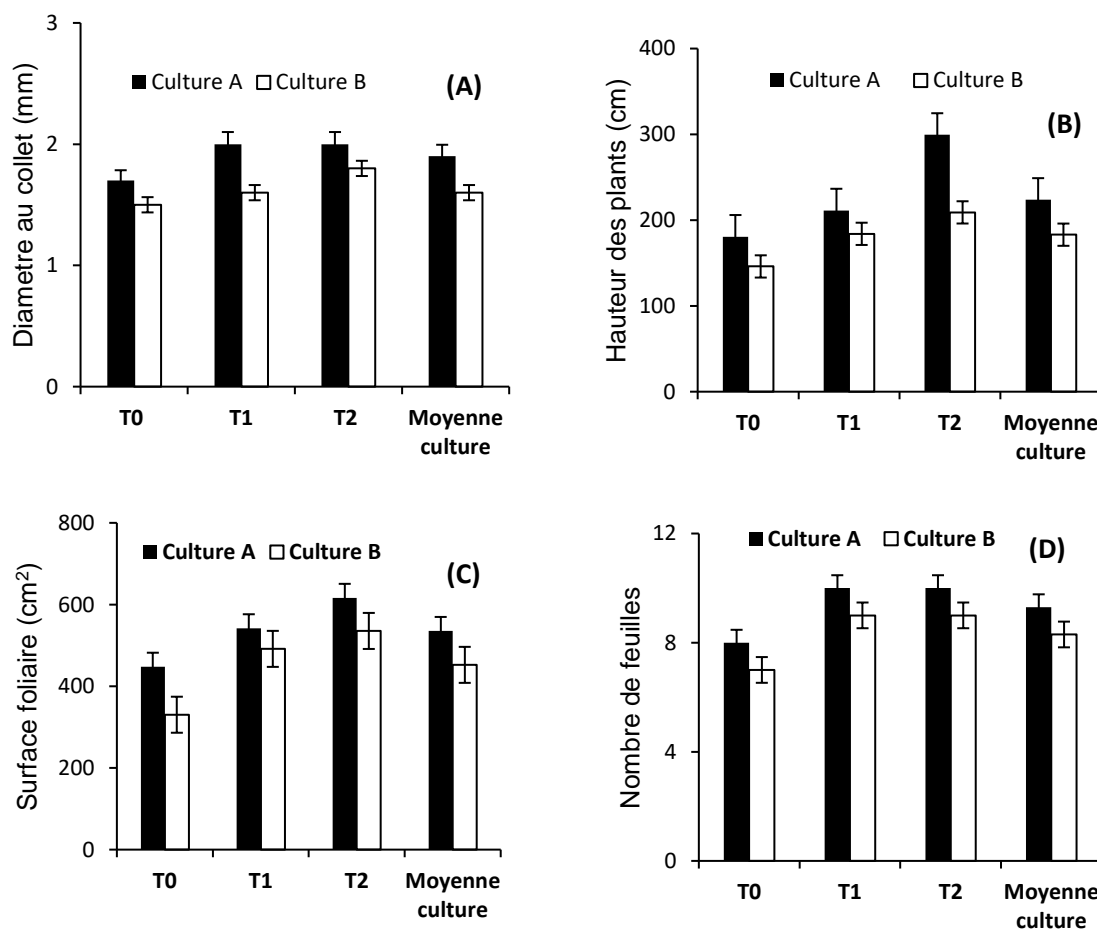
de la jacinthe d'eau a amélioré le diamètre au collet des plants par rapport au témoin. Les deux doses de mulch (T<sub>1</sub>= 6T/ha et T<sub>2</sub>= 9T/ha) ont conféré aux plants la même valeur de diamètre au collet. A la seconde culture, nous avons constaté une baisse de vigueur des plants de l'ordre de 20% pour T<sub>1</sub> et de 10% pour T<sub>2</sub>. L'analyse de la

variance (ANOVA) a révélé que les vigueurs de plants n'étaient pas significativement différentes entre les parcelles sous T0, T1 et T3 tant pour la première culture que pour la seconde.

### 3.2.2. Hauteur finale moyenne des plants (cm)

En moyenne, l'application de 6T/ha de mulch de jacinthe d'eau a occasionné amélioration de la hauteur moyenne de 8,25 % par rapport au témoin ; tandis que la dose de 9T/ha mulch de jacinthe d'eau a engendré un accroissement positif de la hauteur moyenne de plants de 43,76% par rapport au témoin. Pour la première culture, la dose 9T/ha de mulch a conféré aux plants une hauteur plus grande que les deux autres, suivies respectivement de T1= 6T/ha (191,3 cm) et de T0 (180,7cm). La même tendance a été observée à la seconde culture où les plants sous la dose T2= 9T/ha occupent la tête (199cm) suivies respectivement de ceux de T1 (184cm) et des plants soumis au T0 (166cm). Cependant, l'ANOVA, n'a révélé les différences significatives entre les trois doses

appliquées de du point de vue hauteur des plants tant à la première culture qu'à la seconde. L'observation sur l'occupation continue de la culture de maïs sur un même terrain a révélé une baisse de la taille des plants au fur de temps. En comparant la culture de maïs entre deux saisons (A et B), on remarque que l'occupation continue de la culture de maïs sur un même terrain a légèrement engendré la baisse de la hauteur des plants à la seconde culture par rapport à la première. On enregistre 3,81% de diminution pour le T1 et 8,13% pour le T0 tandis que les pieds évoluant sur le T2 ont vu leur hauteur baisser de 13,25% à la seconde culture. Malgré cette baisse de taille au fur du temps, les plants traités avec 9T de M.S/ha de mulch ont donné les plants plus géants par rapport à ceux de deux autres. Page 35 L'ANOVA, a montré statistiquement que les trois doses appliquées de mulch n'étaient significativement différentes du point de vue de leur comportement sur l'occupation continue de la culture de maïs sur un terrain amendé par le mulch de la jacinthe d'eau.



**Figure 3.** Effet de mulch d'*E. crassipes* sur le diamètre au collet (A), la hauteur des plants (B), la surface foliaire (C) et le nombre de feuille (D) des plants de deux cultures successives de maïs. Avec, T<sub>0</sub>: sans amendement avec la culture de maïs (témoin) ; T<sub>01</sub>: 5 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare sans la culture de maïs (pour la structure), T<sub>1</sub>: 6 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs ; T<sub>2</sub>: 9 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs.

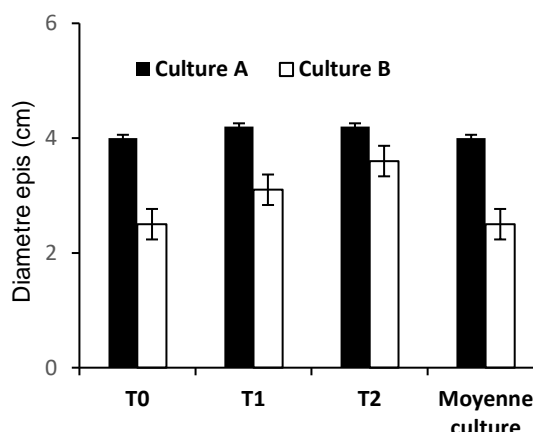
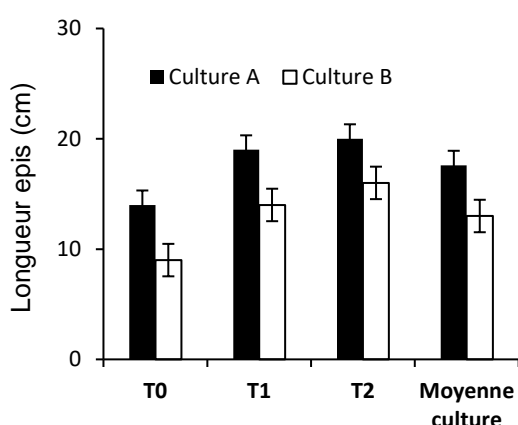
### 3.2.3. Surface foliaire des plants

En général l'application de mulch a permis d'accroître la

surface foliaire des plants. Les doses de 6 T/ha et 9T/ha de mulch de jacinthe d'eau ont amélioré respectivement de 32,84 % et de 48,06% par rapport au témoin. A la première culture l'application de 9T/ha et 6T/ha ont conféré aux plants une surface foliaire respectivement de 541,71 cm<sup>2</sup> et 616,19cm<sup>2</sup>. On remarque également que la surface foliaire a baissé avec l'occupation continue du même terrain par la culture de maïs. Néanmoins, les traitements ayant reçu le mulch ont connu une baisse à la seconde qui va de 9,27% à 13,11% par rapport à la première. Ceci démontre la baisse de fertilité progressive du sol avec la mise en culture continue du même terrain A la seconde culture, la surface foliaire a chuté à 491,47cm<sup>2</sup> pour le T1 et à 535,4% sous T2.

### 3.2.4. Le nombre de feuilles/plant

L'analyse de ce tableau montre que l'émission des feuilles n'a pas été influencée par les différents traitements et ces valeurs sont restées presque similaire durant les deux cultures. Ce constat est aussi confirmé par l'analyse de la variance qui n'a révélé aucune différence significative entre les traitements. Cette similarité serait attribuée au caractère variétal.



**Figure 4.** Effet de mulch d'*E. crassipes* sur la longueur (A) et le diamètre (B) des épis de maïs au cours de deux cultures successives. Avec, *T*<sub>0</sub> : sans amendement avec la culture de maïs (témoin) ; *T*<sub>01</sub> : 5 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare sans la culture de maïs (pour la structure), *T*<sub>1</sub> : 6 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs ; *T*<sub>2</sub> : 9 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs.

### 3.3.3. Rendement

Il se dégage de la figure 4 que l'application de mulch de jacinthe d'eau a amélioré le rendement en grain de maïs au cours de deux cultures successives. T1= 65,38%, T2= 115,3% par rapport au témoin a la première culture et T1= 55,12%, T2= 109,6% par rapport au témoin a la seconde culture. La baisse enregistrée par chaque traitement est de T0= 49,53%, T1= 55,72%, T2= 50,89% par rapport à la première culture. A la seconde culture, c'est-à-dire à la saison B, la dose de 6T /ha a occasionné une amélioration de rendement en grain de 31,09% par rapport au témoin (T0). Tandis que la dose 9T/ha de mulch de jacinthe d'eau a amélioré de 52,29% la production en grain de maïs à la seconde culture (B)

### 3.3. Effet sur le rendement et ses paramètres

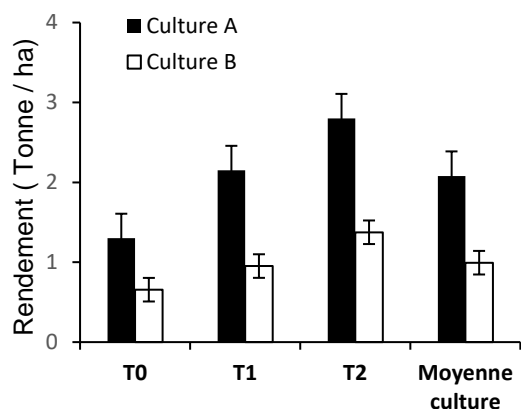
#### 3.3.1. La longueur d'épis

L'application de mulch de jacinthe d'eau a augmenté la longueur d'épis. En moyenne, elle a été plus élevée sous T2 avec 18 cm suivis respectivement de T1 avec 16,5 cm et de T0. Avec 11,5 cm. A la seconde culture par ailleurs, les dimensions de nos épis ont baissé, pour T1 et T2 la longueur était respectivement de 14cm et 16cm.

#### 3.3.2. Le diamètre d'épis

L'application de mulch de jacinthe d'eau a influencé positivement la grosseur d'épis de maïs. En moyenne la dose de 6T/ha mulch de jacinthe d'eau a augmenté le diamètre moyen d'épis de 12,31% par rapport au témoin, tandis que celle de 9T/ha de mulch de jacinthe d'eau a amélioré le diamètre d'épis de 20,00%. A la seconde culture, tous les traitements ont manifesté une baisse de grosseur d'épis, le diamètre moyen d'épis est passé de 4,2 cm à 3,1 cm pour T1 (6 T /ha), de 4,2 à 3,6 cm pour T2 (9 T /ha) et enfin de 4 à 2,5 cm pour T0.

comparativement au témoin. A la seconde culture, l'analyse de la variance appliquée à ces données relatives aux rendements en grain a révélé des différences significatives entre les trois traitements. Après l'application de 9T/ha de mulch de jacinthe d'eau, nous avons remarqué que les valeurs de rendements en grain obtenus de 1,38T/ha à la seconde culture.



**Figure 4.** Effet de mulch d'*E. crassipes* sur le rendement de maïs au cours de deux cultures successives. Avec,  $T_0$  : sans amendement avec la culture de maïs (témoin) ;  $T_{01}$  : 5 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare sans la culture de maïs (pour la structure),  $T_1$  : 6 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs ;  $T_2$  : 9 tonnes de MS de jacinthe d'eau par hectare avec la culture de maïs.  $T_0=495\%$ .

#### 4. DISCUSSION

Les sols africains sont menacés, d'autant plus que 40% d'entre eux souffrent de dégradation, surtout à cause de l'érosion des sols, de l'épuisement des éléments nutritifs des sols, de la réduction de la matière organique des sols aussi bien que de la perte de la biodiversité des sols (FAO, 2016). Les approches de gestion durable des sols passent entre autres par l'apport de la matière organique du sol qui quant à elle doit être disponible en quantité et en qualité afin de garantir la durabilité d'approvisionnement. La jacinthe d'eau est pour la région de Kisangani une source permanente de matière organique du sol vu sa disponibilité. Utilisée dans la présente étude sous forme de paillis, la jacinthe d'eau a amélioré les propriétés physico-chimiques du sol soumis à deux cultures successives de maïs.

Nous avons noté une augmentation nette de densité apparente du sol pour l'ensemble des parcelles, augmentation due aux traitements qui ont augmenté la valeur de la densité apparente du sol entre les deux cultures comparativement au témoin non amendé. La teneur en MOS a varié, au début de l'expérience (culture 1), entre  $0,64\pm 0,31$  et  $1,18\pm 0,33\%$  pour 0-5cm et entre  $0,74\pm 0,32$  et  $0,95\pm 0,69\%$  pour 5-10 cm. Pour la culture 2, une nette augmentation de la teneur du sol en ce paramètre (%MOS) a été observée soit de  $0,97\pm 0,44$  et  $1,53\pm 0,18\%$  pour 0-5cm et entre  $1,09\pm 0,11$  et  $1,43\pm 0,65\%$  pour 5-10cm. De même, la teneur en %COT a varié entre  $0,37\pm 0,16$  et  $0,69\pm 0,15\%$  pour 0-5cm et entre  $0,43\pm 0,05$  et  $0,55\pm 0,36\%$  pour 5-10 cm à la première culture et a augmenté de  $0,56\pm 0,26$  et  $0,89\pm 0,11\%$  pour 0-5cm et entre  $0,63\pm 0,06$  et  $0,83\pm 0,38\%$  pour 5-10cm à la seconde culture. Cependant, ces valeurs sont largement inférieures à 2% pour la MOS et 1,2% pour le COT qui sont considérés comme « valeurs critiques » (Kemper et Koch, 1966), en-dessous desquelles la croissance des plantes cultivées en

souffrirait. Ceci serait lié notamment à la vitesse de décomposition de cette plante qui a un rapport C/N faible (Ancion *et al.* 2009), mais aussi au fait que les sols ferrallitiques possèdent une teneur généralement faible en matière organique et que cela fait partie de leurs caractères généraux (Aubert, 1954).

En ce qui concerne l'azote organique total du sol (%Nt), sa teneur a varié au début de l'expérience entre  $0,58\pm 0,08$  et  $0,78\pm 0,07\%$  pour 0-5cm et entre  $0,51\pm 0,15$  et  $0,62\pm 0,22\%$  pour 5-10cm. Tandis qu'elle a varié entre  $0,55\pm 0,04$  et  $0,71\pm 0,05\%$  et entre  $0,58\pm 0,08$  et  $0,69\pm 0,06\%$  respectivement après les deux cultures successives de maïs. Pour le phosphore assimilable (Pass), sa teneur a varié entre  $3,3\pm 0,10$  et  $3,5\pm 0,0$  mg/kg pour 0-5cm et entre  $3,3\pm 0,0$  et  $3,7\pm 0,3$  mg/kg pour 5-10cm au début de l'expérience et de  $0,66\pm 0,20$  à  $0,77\pm 0,07$  mg/kg pour 0-5cm et de  $0,51\pm 0,17$  à  $0,97\pm 0,30$  mg/kg pour 5-10cm à la fin de l'expérience. Nous avons donc enregistré une chute brutale de teneur en azote et P assimilable, qui renseigne sur les quantités mobilisées dans le sol. Cette mobilisation est la résultante entre d'une part, les apports via décomposition et minéralisation du mulch de la jacinthe d'eau et, d'autre part, les exportations par la plante cultivée et les pertes par lixiviation dans les couches profondes du sol, bien que cette dernière perte reste négligeable à cause du fait que le phosphore n'est pas très mobile dans le profil. De même, comme l'a fait remarquer Pellerin (2003), le maïs est une culture exigeante en azote et en P, elle appauvrit le sol en P, étant donné que l'exportation de P qu'elle occasionne sous forme de grain n'est pas compensée par les apports au sol.

Cette amélioration des propriétés physico-chimiques du sol a eu un effet positif sur la croissance de maïs au cours des deux cultures successives. Tous les paramètres de croissance mesurés ont été améliorés pour les plants cultivés sous paillis de jacinthe d'eau par rapport aux plants témoins. Mais une légère chute de croissance des plants a été observée à la seconde culture. Celle-ci est consécutive à l'épuisement des éléments nutritifs des sols suite au prélèvement des cultures, phénomène très connu des sols tropicaux (Kombele, 2004, Alongo et al. 2013). Les valeurs de diamètre d'épis aussi bien à la première qu'à la seconde culture restent dans l'intervalle fixée par ROMAIN (2001) qui stipulent qu'en Afrique tropicale le diamètre d'épis de maïs varie entre 4,5-5,1cm.

Les rendements obtenus à la première culture avec mulch dont 1,3 T/ha pour le témoin et 2,15T/ha et 2,8T/ha après application respectives de 6T de MS/ha et 9T de MS /ha de mulch de jacinthe d'eau, étaient supérieures à 1,25T/ha considéré comme la limite moyenne pour les régions tropicales (PROTA, 2006). Comparativement au témoin, le mulch de la jacinthe d'eau a amélioré le rendement à la première culture d'ordre de 65,38% pour  $T_1$  et 115,3% pour  $T_2$ . Bougoum (2012) et Ouattara (2014) ont également trouvé un accroissement des rendements du sorgho sous paillage dans la zone sahélienne du Burkina Faso, beaucoup moins arrosée.

Par contre, une baisse significative de rendement a été

observée à la seconde culture et cela dans tous les traitements. La plus importante baisse a été enregistrée par T1 (55,72%) suivi de T2 (50,89%) et enfin le témoin (49,53%). Malgré cette tendance à la baisse, l'application du mulch a été toujours plus performante à la seconde culture avec une amélioration d'ordre de 55,12% et 109,6% respectivement pour T1 et T2 par rapport au témoin. Cependant, seule la dose de 9T de MS/ha de mulch de jacinthe d'eau a donné à la seconde culture un rendement en grain de 1,37T/ha, qui reste supérieur à 1,25 T/ha proposé par PROTA (2006) comme la limite moyenne en Afrique tropicale.

Ouattara et al. (2019), en comparant le rendement de maïs avec labour d'une part et le paillis seul d'autre part, ont remarqué que le labour a plus augmenter le rendement de maïs par rapport au semis direct sous paillis seul. Nos résultats ont montré que l'ameublissement du sol par le labour plus sa couverture par le mulch de jacinthe d'eau permet une amélioration des propriétés physico-chimiques du sol conduisant ainsi à une amélioration de la disponibilité de l'eau et éléments minéraux pour les plantes par conséquent, une meilleure croissance et une augmentation de rendement de maïs.

## 5. CONCLUSION

Les résultats de la présente étude permettent de conclure que le mulch de Jacinthe d'eau améliore les propriétés physico-chimiques du sol. Cette amélioration peut supporter jusqu'à deux cultures continues de maïs. Cependant, pour maintenir un rendement élevé à la seconde culture avec jacinthe d'eau comme source de matière organique, il est souhaitable de renouveler le mulch on y ajoutant soit un quart ou le un demi de la dose initiale.

### Remerciements

Les auteurs remercient le Professeur Ferdinand KOMBELE, le CT Jacque KAYISU (paix à son âme) et le Professeur Boniface POSHO NDOLA (paix à son âme) pour le soutien scientifique et financier de la présente étude.

### Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt à propos de cet article.

### REFERENCES

Elfstrand S., Hedlund K., Martensson A. (2007). Soil enzyme activities, microbial community composition and function after 47 years of continuous green manuring. *Applied soil Ecology*, vol 35, Elsevier, P 610 – 621

Kautz T., Wirth S., Ellmer F. (2004). Microbial activity in a sandy arable soil is governed by the fertilization regime. *European Journal of Soil Biology*, n° 40,

Elsevier, P 87-94

Yang H. (2006). Resource management, soil fertility and sustainable crop production: Experiences of China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n°116, Elsevier, P 27-33

Taonda J.B., Bertrand R, Dickey J., Morel J.-L. & Sanon K. (1995). Dégradation des sols et agriculture minière au Burkina Faso. *Cah. Agric.*, n°4: pp. 363-369.

Sholes M.C., Swift M.J., Heal O.W, Sanchez PA, Ingram J.S.I. & Dalal R (1994). Soil fertility research in response to the demand for sustainability. in Woomer & Swift (éd., 1994) : pp. 1-14

Serpantié G., Ouattara B. (2001). Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest. In Floret Ch. & Pontanier R. La jachère en Afrique tropicale- John Libbey Eurotext, Paris, pp. 21-83.

Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671-677. DOI : [10.1038/nature01014](https://doi.org/10.1038/nature01014)

Alongo LS., Visser M., Drouet T., Kombele BMF., Colinet G. et Bogaert J., 2013. Effets de la fragmentation des forêts par l'agriculture itinérante sur la dégradation de quelques propriétés physiques d'un Ferralsol échantillonné à Yangambi. Bruxelles : *Tropicultura*, 31, 1, 36-43.

Van Wambeke A. (1995). Les sols des tropiques : propriétés et appréciations. Huy/Belgique : CTA & Huy Trop asbl, 335p.

Kombele BMF. (2004). Diagnostic de la fertilité des sols de la cuvette centrale Congolaise. Cas des séries Yangambi et Yakonde. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique. 413p.

Bougoum H. (2012). Analyse des effets spécifiques et combinés des principes de l'agriculture de conservation sur la conduite et les performances technico-économiques des parcelles de sorgho [*Sorghum bicolor*(L). Moench]. Mémoire d'Ingénieur, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, BoboDioulasso, Burkina Faso. 97p.

Ouattara B., Coulibaly K., Kohio E., Doumbia S., Ouédraogo S., Nacro HB. (2018). Effets du Système de Culture sous couverture Végétale (SCV) sur les flux hydriques d'un sol ferrugineux à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*12(4): pp 1770-1783 <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.20>.

FAO, (2016). Stimuler les sols africains : De la



Déclaration d'Abuja sur les engrais au cadre de gestion durable des sols pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique à l'horizon 2030. Rome (Italie), 16p.

Ouattara B., COULIBALY K., OUEDRAOGO S. & NACRO H. B. (2019). Effets du semis direct sous

paillis (SCV) sur les rendements du maïs et du niébé et sur la productivité de l'eau de pluie en zone sud soudanienne du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 139: 14205 – 14214.  
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v139i1.7>