

## Essai préliminaire de la production d'igname sur sol sableux du Plateau de Bateke en R.D. Congo.

Mafuka P.\*, Botula Y.-D., Ekila E., Nuapia A., et Mukanya H.

### Abstract

#### **Pilot trial of yam production on sandy soil of the Plateau of Bateke in D.R. CONGO.**

Yam contains approximately four times more protein than cassava, and is the only major root crop that exceeds rice in protein content. In DR Congo, it was one of the basic foods for equatorial forest and savannas people; however, its production remains low due for many reasons such as soil fertility.

Soil amendment is not a common practice in yam cultivation in DR Congo; this study evaluates the effect of sandy soil amendment on yam production. Organic matter content, pH and the main soil nutrients were analysed.

The micro sets of *Dioscorea alata* and *Dioscorea rotundata* were cultivated; 3t/ha of lime, 1,25T/ha of organic matter (droppings of hen) and, 125 T/ha of mineral fertiliser NPK were used as amendments.

Four field experiments were conducted from September 2014 to August 2015. Lime application increased the weight of root tuber of *D. rotundata* by 3, organic matter by 2,5; combination of both by 3,5 and NPK enhanced the weight by 8, for *D. alata* tuber the organic matter increased root weight by 2.2. The application of fertiliser improved yam production and the weight of root tuber increased 8 times.

### Paper History

Received:  
September 27, 2016

Revised:  
November 08, 2016

Accepted:  
February 11, 2017

Published online :  
March 27, 2017

### Keywords:

yam, sandy soil, amendment, lime, organic matter and inorganic fertilizer.

Département de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, B.P. 170 KINSHASA XI, Kinshasa ; R.D. Congo

\* To whom correspondence should be addressed: [mpmafuka2@gmail.com](mailto:mpmafuka2@gmail.com); Tel: (+243) 812 112 252

### INTRODUCTION

L'igname (*Dioscorea spp*) est une spéculacion agricole bien connue des peuples de tous les pays tropicaux depuis les temps les plus reculés. Avant l'introduction du manioc et de la patate douce au Congo, l'igname constituait l'aliment de base des populations de la grande forêt équatoriale et de son voisinage ; elle se retrouvait à l'état spontané dans tout le territoire, principalement dans les régions forestières [van den ABEELE et VANDENPUT, 1956]. De nos jours, l'igname est couramment consommée partout en RD Congo ; mais, sa production est très faible pour des

raisons multiples notamment : le manque de matériels de plantation, les techniques culturales utilisées ainsi que la fertilité de sol [CARSKY *et al.*, 2010]. Cette situation entraîne une faible consommation d'igname d'une part, et, la diminution de la production par les fermiers, d'autre part [ETIM *et al.*, 2013]. C'est ainsi que la production de cette spéculacion est restée faible et le prix demeure élevé sur le marché congolais.

Les valeurs nutritives de l'igname sont bien connues : c'est une bonne source d'énergie, de vitamines, de minéraux et de phyto-nutriments comme le Béta carotène. Sa composition se rapproche de celle

de la pomme de terre, avec toutefois une richesse plus grande en matières azotées [BHANDARI *et al.*, 2003; O'SULLIVAN, 2010]. Elle peut remplacer avantageusement la pomme de terre dans les pays tropicaux. Elle contient approximativement 4 fois plus de protéines que le manioc [LEBOT, 2009] et elle est la seule plante à tubercule qui dépasse le riz en protéines dans une proportion bien digestible [BRADBURY and HOLLOWAY, 1988]. La consommation de l'igname se fait sous plusieurs formes en dehors de celle de tubercules frais bouillis. Il y a la production de la farine, des chips séchées ou surgelés, des boissons, de la purée; tous ces produits augmentent la valeur ajoutée de cette culture.

Les techniques culturales utilisées pour la production d'igname (*Dioscorea spp*) couramment consommée en R.D. Congo n'incluent aucun amendement. Cependant, les sols de la R.D. Congo sont en général de faible fertilité [SYS, 1971]. Et, il s'avère cependant qu'il y a très peu d'informations sur la relation entre la fertilité du sol et les ignames [O'SULLIVAN, 2010].

Ainsi, il apparaît plus que nécessaire de se pencher en premier lieu sur les techniques culturales et l'amélioration de la fertilité des sols qui constituent le substrat sur lequel les plantes se développent. Les variétés d'igname couramment cultivées sont à mettre à contribution afin d'évaluer leur réponse à l'application d'amendements dans le site d'expérimentation: le Plateau de Batéké. Cette zone qui s'étend sur plus de 7000 km<sup>2</sup> est couverte des sols sableux; elle se situe dans l'arrière-pays de la ville de Kinshasa. L'utilisation d'amendements tant minéraux qu'organiques sur ces sols sableux permettrait d'améliorer la productivité de ces sols et, augmenter le rendement d'igname.

Cette étude s'est fixée comme objectifs d'évaluer la réponse de la culture d'igname aux amendements appliqués au sol sableux du Plateau de Batéké.

## MATERIEL ET METHODES

Deux espèces d'igname: *Dioscorea alata* et *Dioscorea rotundata* ont été utilisées. Les tubercules sont découpés sous forme des micros fragments de 30 à 40 gr. Ces derniers ont été prégermés suivant la technique de minisetts prônée par l'IITA [1985]. La reprise a été observée au 21<sup>ème</sup> jour après la mise en terre et au 28<sup>ème</sup> jour, les plantules ont été acheminées sur le terrain au Plateau de Batéké pour la mise en place

en septembre 2014, la récolte s'est déroulée en août 2015.

Quatre expérimentations en blocs complètement randomisés avec 3 répétitions ont été menées concomitamment. Chaque bloc représentait une répétition avec tous les traitements liés à l'expérimentation. La superficie des parcelles élémentaires était de 6m<sup>2</sup> et l'écartement entre les plantes de 1m x 1m comme recommandé par Landon [1991].

Les amendements utilisés étaient constitués de la poudre calcaire (la chaux), la matière organique (la fiente de poule) et l'engrais minéral (NPK 17-17-17). Ils ont été appliqués en une seule fois, une semaine avant la mise en place des plantules. Les doses utilisées étaient équivalentes à celles reprises ci-après: 1,25 T/ha pour la matière organique, 3T/ha pour la chaux et, 125 kg/ha pour le NPK. Les différentes expérimentations sont les suivantes :

- 1<sup>ère</sup> expérimentation : essai ayant le sol en place comme référence ;
- 2<sup>ème</sup> expérimentation : essai à base de la chaux ;
- 3<sup>ème</sup> expérimentation : essai à base de la matière organique ;
- 4<sup>ème</sup> expérimentation, essai combiné avec les trois différents amendements (la chaux, la matière organique et l'engrais minéral).

Les différentes opérations culturales effectuées étaient les suivantes : le sarclage trois fois à partir de la 5<sup>ème</sup> semaine après le repiquage, le tuteurage à la 3<sup>ème</sup> semaine après la transplantation des plantules et le buttage trois mois après la transplantation.

Les échantillons de sol ont été prélevés dans le champ expérimental aux profondeurs de 0-15 cm et 15-30 cm avant la mise en place des plantules et après la récolte des tubercules. Ils ont été analysés au laboratoire de pédologie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa pour le pH, la matière organique, les bases échangeables, la capacité d'échange cationique, le phosphore et l'azote assimilable, suivant les méthodes et procédures préconisées par Van Ranst *et al.*, [1999].

Les données des différentes expérimentations ont été statistiquement analysées. L'analyse de la variance était la principale procédure utilisée pour tester la signification des différences entre les traitements ; ces

dernières étaient déterminées en utilisant l'ANOVA et les moyennes des traitements comparées par la plus petite différence significative au seuil de 0,05%. Les moyennes étaient significativement séparées en utilisant le test de Duncan [1955], «Duncan's new multiple range test», modifié par Wikipedia le 3 mai 2016.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Analyse de sol

Tableau 1. Analyses de sols

Paramètres observés		Avant plantation	Après chaulage	Après récolte
Granulométrie (%)	Sable	71,4	-	-
	Limon	22,2	-	-
	Argile	6,4	-	-
pH (eau)		4,8	6,5	5,8
C (%)		1,86	-	5,20
N (%)		0,09	-	-
M.Or. (%)		3,20	-	3,96
P total (ppm)		0,51	-	-
Ca++ (méq/100g)		0,44	1,25	1,05

Légende: C = carbone, N = azote, M.Or. = Matière organique, P = phosphore, Ca = calcium, ppm = partie par million, méq = milliéquivalent, - = pas d'analyse effectuée.

### Expérimentations.

Les résultats des différentes expérimentations sont classés selon l'amendement considéré comme base de l'essai. Les résultats du premier essai qui a eu comme base le sol en place considéré comme témoins sont repris au [Tableau 2](#).

Tableau 2. Effet des amendements sur le poids moyen des tubercules.

Traitements	Poids moyen des tubercules (kg)	
	<i>D. rotundata</i>	<i>D. alata</i>
Témoin	0,18 a	2,86 a
Chaux	0,51 c	3,10 b
M. Or.	0,30 b	3,57 c
NPK <sub>1</sub>	1,59 d	4,38 d
PPDS (5%)	0,11	0,13

NB : Dans une colonne, les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

Le [Tableau 1](#) présente les résultats des analyses de sols avant et après la plantation. Il ressort de ce tableau que le sol du Plateau de Batéké est réellement sableux et son pH est acide. La teneur en différents nutriments est très faible, y compris la matière organique. Le terrain chaulé a pu garder un pH qui approche l'optimum après récolte des tubercules ; tandis que la teneur en matière organique se situe à un niveau moyen. Le chaulage a ainsi amélioré certaines propriétés du sol qui le rendrait plus productif.

Il ressort du [Tableau 2](#) que l'utilisation des amendements a occasionné une augmentation de poids de tubercules des deux espèces d'igname en comparaison avec le témoin non amendé. En se référant au témoin comme base de la productivité de ces sols, la [Figure 1](#) a permis d'évaluer l'effet des amendements et leur impact sur le rendement de l'igname. De la [Figure 1](#), il apparaît que outre l'augmentation de poids de tubercules due à l'utilisation des amendements, l'accroissement n'est pas le même. L'espèce *D. rotundata* répond plus à la chaux que *D. alata*. La matière organique a été plus performante que la chaux pour l'espèce *D. alata*; les analyses statistiques confirment cette observation. Par ailleurs, le NPK a multiplié le poids des tubercules par 8,8 pour *D. rotundata*, et seulement de 1,5 pour *D. alata*.

Les deux espèces d'igname n'ont pas eu une réaction identique suite à l'application des divers amendements utilisés. Ce comportement serait dû à leur origine et/ou à leur lieu de provenance. L'espèce forestière, *D. alata*, n'est pas affectée par l'acidité du sol, alors que l'espèce de savanes, *D. rotundata* l'est. En effet, des zones forestières ont en général des sols acides et les espèces qui y croissent ne sont que faiblement affectées par l'acidité des sols.

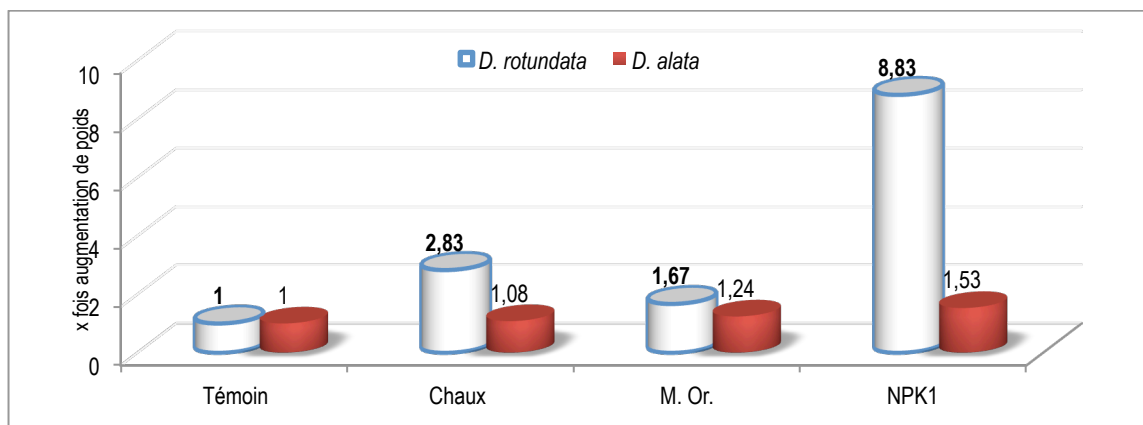


Figure 1. Effets d'amendements sur l'accroissement de poids des tubercules

Tableau 3. Poids des tubercules (kg) induits des amendements combinés avec la chaux.

Traitements	Poids moyen des tubercules	
	<i>D. rotundata</i>	<i>D. alata</i>
Témoin	0,18 a	2,86 a
Chaux	0,51 b	3,10 b
Chaux + M.Or.	0,63 bc	4,26 c
Chaux + NPK1	0,74 c	5,64 d
PPDS (5%)	0,12	0,15

NB : Dans une colonne, les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

Le Tableau 3 et les Figures 2 et 3 présentent les résultats de l'essai où la chaux est considérée comme

base des amendements. La chaux a été utilisée seule ou en combinaison avec d'autres amendements. Il en ressort du Tableau 3 que l'utilisation de la chaux a permis une augmentation de poids des tubercules. La combinaison avec le NPK a donné des tubercules plus gros comparativement au témoin, 0,9 et 5,8 kg contre 0,18 et 2,86 kg, respectivement pour *D. rotundata* et *D. alata*. En considérant à nouveau le témoin comme référence, la Figure 2 a été dressée.

La Figure 2 qui illustre l'impact de l'utilisation de la chaux comme base d'amendement comparée au témoin fait ressortir le taux d'accroissement de poids des tubercules. Il en résulte que l'utilisation de la chaux a initié une augmentation de poids de tubercules, quelque soit l'espèce considérée d'igname. Le *D. rotundata* qui produit des petits tubercules répond mieux à l'utilisation de la chaux sur ce sol sableux acide que *D. alata* qui est volumineux.

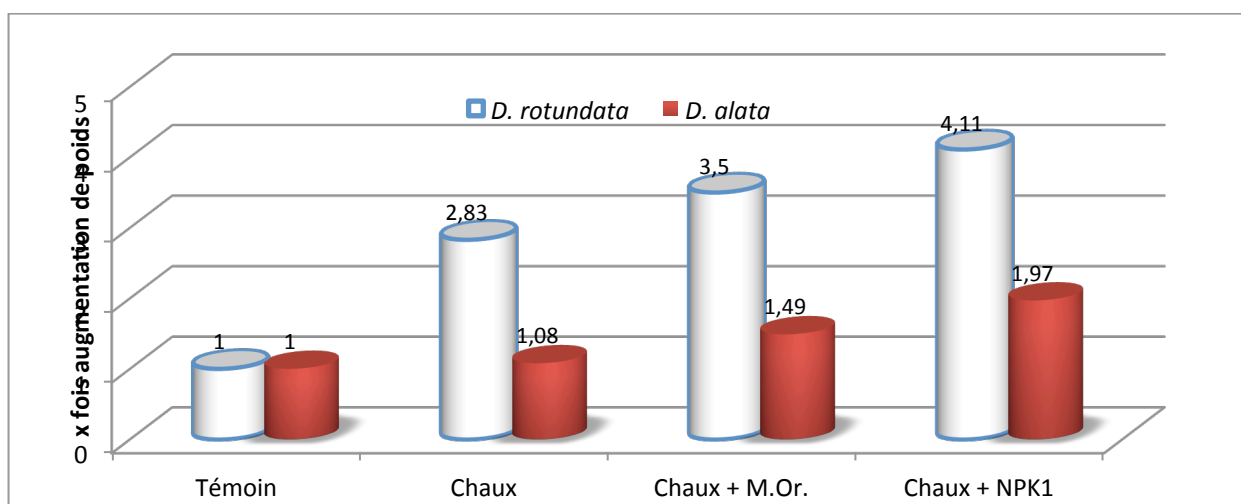


Figure 2. Impact de la chaux sur l'augmentation du poids des tubercules comparé au témoin.

Par ailleurs, en considérant la chaux comme base de système d'amendement, la Figure 3 a été dressée.

Il ressort du Tableau 3 que l'utilisation de la chaux a augmenté le poids des tubercules d'igname de deux espèces. Le poids moyen de tubercules passe de 0,18 à

0,5kg et 2,86 à 5,8 kg respectivement pour *D. rotundata* et *D. alata*. La combinaison des amendements a également augmenté le poids des tubercules. Cependant, les deux espèces n'ont pas répondu de la même façon aux amendements. En effet, de la Figure 2, il apparaît que l'accroissement du poids résultant de

l'utilisation de la chaux est de loin plus marquant avec le *D. rotundata* qu'avec le *D. alata*. Comparativement au témoin, l'application de la chaux a multiplié par 2,83 le poids de tubercules de *D. rotundata*, tandis que celui de *D. alata* de 1,08. La combinaison de la chaux avec le

NPK à la dose de 125 kg/ha a permis l'augmentation de poids de tubercules de 4,11 et 1,97 fois plus, respectivement pour *D. rotundata* et de *D. alata*.

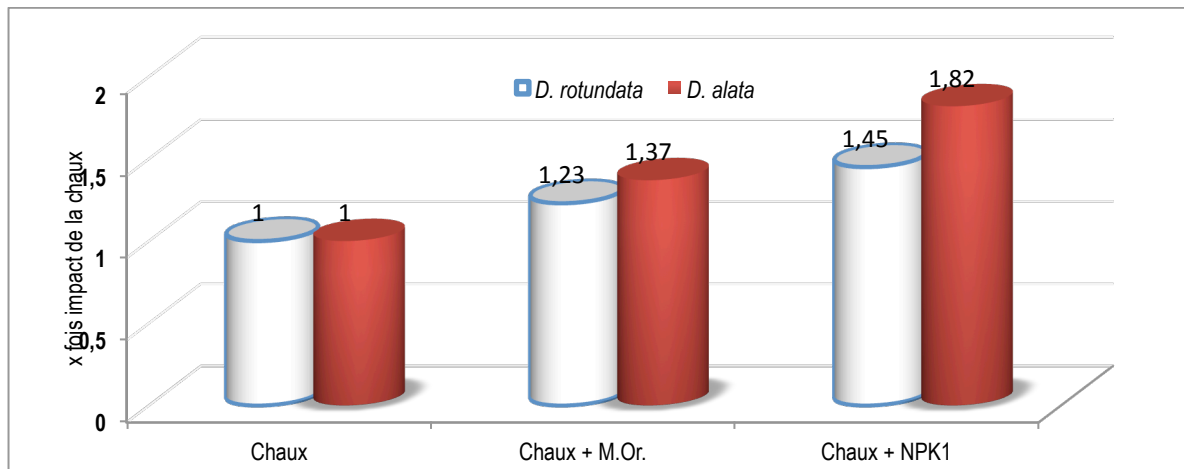


Figure 3. Impact de la chaux prise comme témoin sur l'augmentation du poids des tubercules.

Tableau 4. Effets de la Matière organique sur des l'augmentation de poids des tubercules.

Traitements	Poids moyen des tubercules (en kg)	
	<i>D. rotundata</i>	<i>D. alata</i>
Témoin	0,18 a	2,86 a
M.Or.	0,30 ab	6,34 e
M.Or. + Chaux	0,63 c	4,26 c
M.Or. + NPK1	0,41 b	4,07 b
PPDS (5%)	0,13	0,17

NB : Dans une colonne, les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

En considérant l'utilisation de la chaux comme référence présenté à la Figure 3, la combinaison de cette dernière avec la matière organique ou le NPK a initié l'augmentation de poids des tubercules différemment que celle rapportée dans les lignes précédentes. L'effet de la chaux apparaît plus élevé pour *D. alata* que pour *D. rotundata*, la combinaison la plus marquante a été celle avec le NPK, cependant le poids des tubercules n'a pas doublé ; le plus élevé a atteint 1,87.

Les résultats du 3<sup>ème</sup> essai avec comme base d'amendement, la matière organique, sont repris au Tableau 4 et dans les Figures 4 et 5.

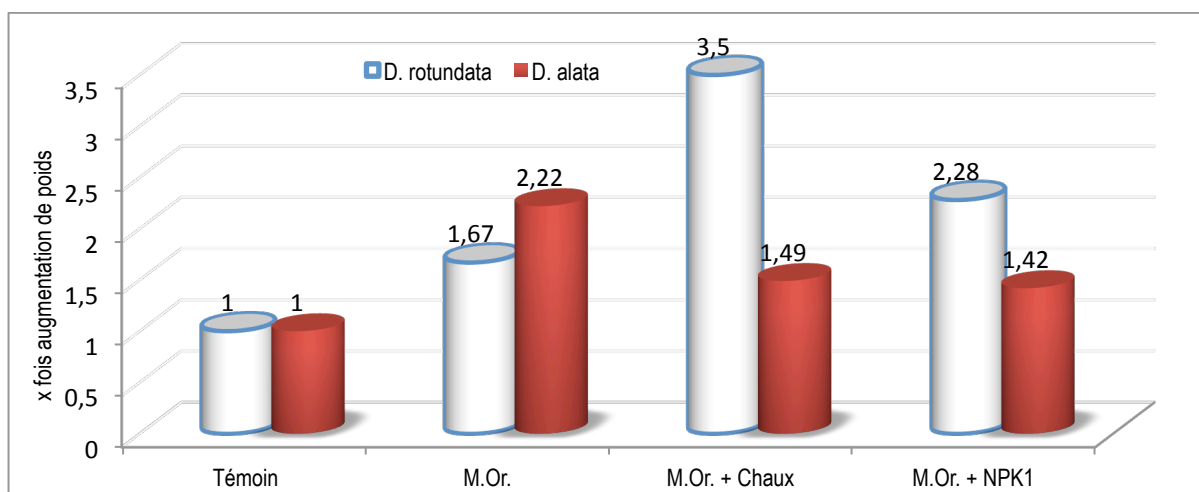
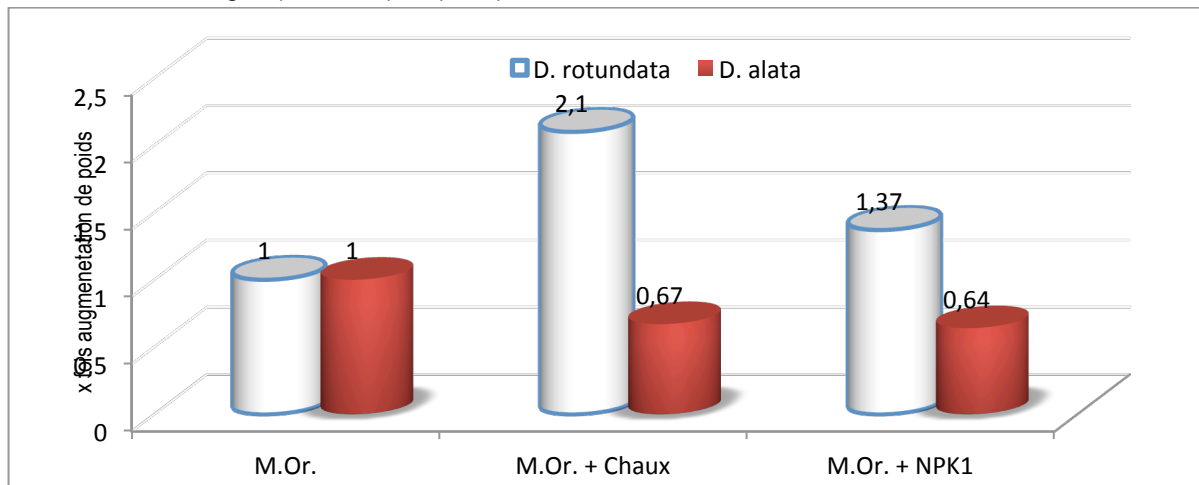


Figure 4. Impact de la Matière Organique sur l'augmentation du poids des tubercules en comparaison au témoin.

Comparée au témoin, l'utilisation de la matière organique a permis un accroissement de poids des tubercules allant de 1,7 à 3,5 et de 1,2 à 1,8 respectivement pour le *D. rotundata* et *D. alata*. La réponse à la matière organique a été plus perceptible

pour *D. rotundata*. En outre il apparaît que cette réponse est de loin plus marquée lorsque la matière organique est utilisée en combinaison avec la chaux, le poids de tubercules est multiplié par 3,5.



**Figure 5.** Impact de la Matière Organique considérée comme témoin sur l'augmentation du poids des tubercules

En considérant la matière organique comme repère, il apparaît que son utilisation entraîne un faible accroissement de poids de tubercules. C'est en combinaison avec la chaux que le poids des tubercules est multiplié par plus que 2 pour le *D. rotundata*. Pour toutes les autres combinaisons l'accroissement de poids est resté inférieur à 1,7 pour les deux espèces d'igname utilisées.

**Tableau 5. Impact de la combinaison de différents amendements sur l'augmentation du poids des tubercules.**

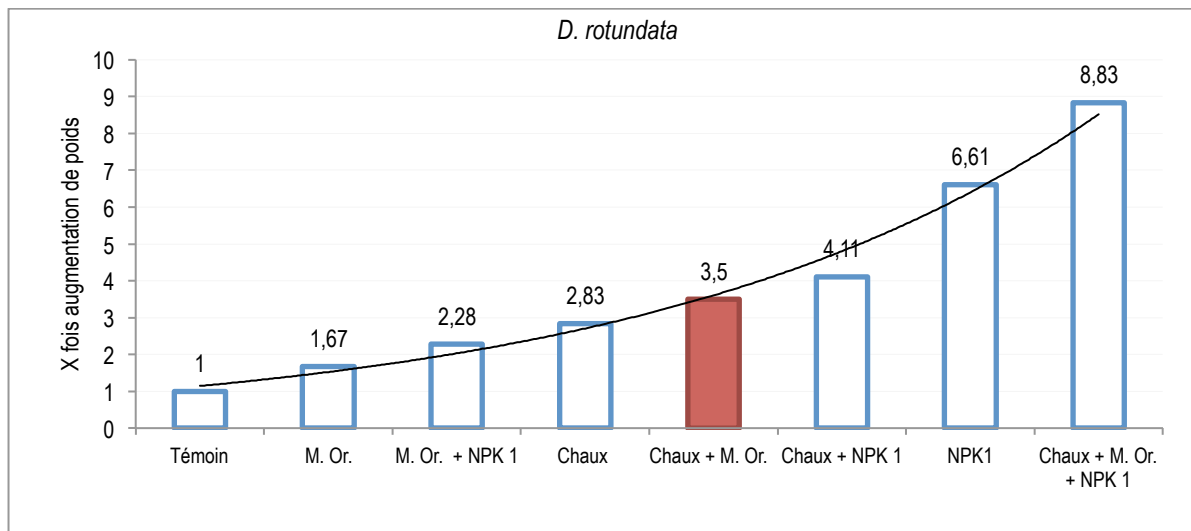
Traitements	Poids moyen des tubercules (kg)	
	<i>D. rotundata</i>	<i>D. alata</i>
Témoin	0,18	2,86
Chaux	0,51	3,1
M. Or.	0,3	3,57
NPK <sub>1</sub>	1,59	4,38
Chaux + M. Or.	0,63	4,17
Chaux + NPK <sub>1</sub>	0,74	5,64
M. Or. + NPK <sub>1</sub>	0,41	4,07
Chaux + M. Or. + NPK <sub>1</sub>	1,78	6,11

Le **Tableau 5** reprend les différentes expérimentations relatives à l'application des amendements des sols sableux du plateau de Batéké. Il en ressort que les amendements appliqués ont tous amélioré la productivité de ce sol. La combinaison des amendements a donné les meilleurs résultats.

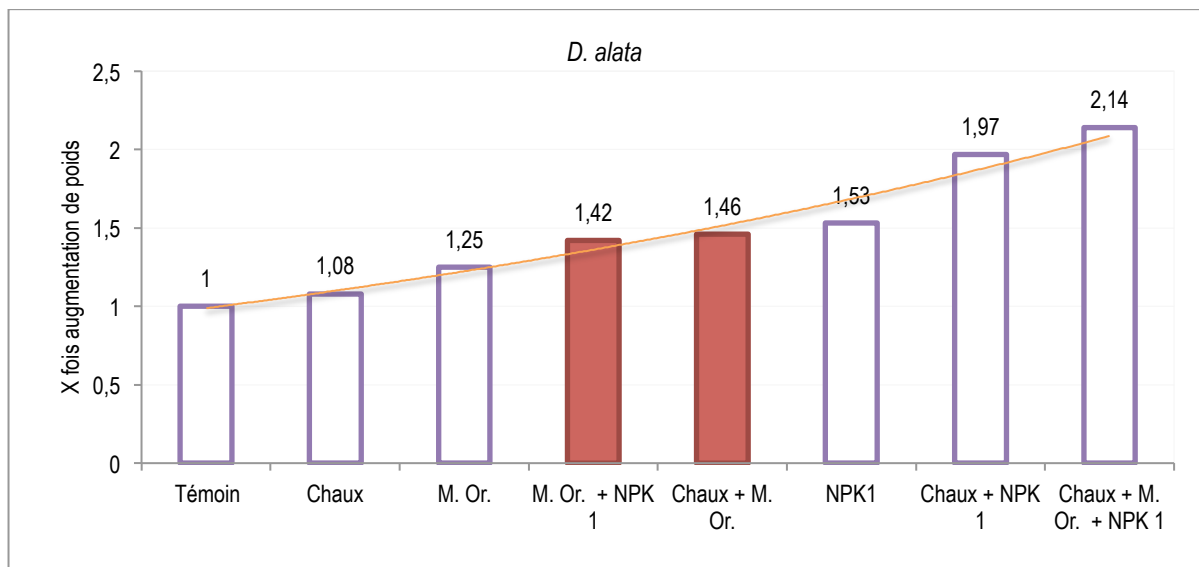
## DISCUSSION ET CONCLUSION

Le sol où la présente étude s'est déroulée est sableux, un sol léger ; il constitue un substrat propice à la production d'igname dans la mesure où les tubercules peuvent facilement se développer, ainsi, le potentiel de chaque espèce utilisée se serait bien exprimé. En effet, Agbede [2005] signalait que la densité du sol était négativement corrélée avec la longueur des tubercules et le rendement d'igname. Par ailleurs, la densité de 1m x 1m utilisée pour les plants a été celle qui répond le mieux dans les conditions tropicales pour une meilleure évaluation de différentes espèces d'igname comme le soulignent King et Risimeri [1992] et, Suja et al. [2003].

Les résultats de cet essai préliminaire sont restructurés dans les **Figures 6** et **7** pour une meilleure interprétation des données et, une bonne prise de décision pour la poursuite des travaux de recherche. La **Figure 6** illustre le comportement de *D. rotundata* suite aux différents amendements appliqués ; tandis que la **Figure 7** se réfère à *D. alata*. La tendance de la courbe dans la **Figure 6** est plus exponentielle, tandis que celle de la **Figure 7** est plus ou moins linéaire. L'allure de ces courbes explique comment chacune des 2 espèces d'igname réagit aux applications des amendements. Les courbes de la réponse d'igname aux différents amendements fait ressortir le niveau de réceptivité de chaque espèce ; démontrant ainsi la capacité de chaque espèce d'igname à réagir aux amendements appliqués aux sols.



**Figure 6.** Impact d'amendements sur l'augmentation du poids de tubercule de *D. rotundata*



**Figure 7.** Impact d'amendements sur l'augmentation de poids des tubercules de *D. alata*

Les données des **Figures 6 et 7** font ressortir l'efficacité de la combinaison des amendements. La combinaison de la chaux, la matière organique et le NPK a entraîné un accroissement de poids de 8,83 et de 2,14 respectivement pour le *D. rotundata* et *D. alata*. Les poids des tubercules ont été très élevés en combinant les différents amendements.

Comme le soulignaient Asher, Grondon et Menzies [2002], les déficiences nutritionnelles de ce sol sableux acide ont été atténuées par les apports en nutriments. C'est ainsi que l'application des fertilisants minéraux a permis l'amélioration du poids des tubercules ; elle constitue l'une des voies pour y parvenir. Une autre piste consiste à l'utilisation de la matière organique dans le cas où cette dernière contient une balance appropriée des nutriments requis. A ces applications, le chaulage des sols acides s'avère une impérieuse nécessité.

Cependant, si l'application des amendements améliore le poids des tubercules, d'où les rendements agronomiques pour l'igname ; il y a lieu de se pencher sur la rentabilité économique en se référant aux coûts des différents amendements à utiliser et les doses adéquates pour une production rentable. En outre, les gros tubercules pourraient poser quelques problèmes des débouchés ; leur transformation en farine constituerait une piste de solution.

## RESUME

**L'igname contient 4 fois plus de protéines que le manioc et, c'est la seule plante à tubercule qui dépasse le riz en protéines. En R.D. Congo, elle a constitué l'un d'aliments de base des populations de la forêt équatoriale et de savane; mais, sa production est très faible pour des raisons multiples dont la fertilité de sol.**

La culture d'igname (*Dioscorea spp*) en R.D. Congo n'inclue aucun amendement des sols; cette étude évalue la réponse des sols; sableux et celle d'igname aux amendements appliqués. Les analyses de sols ont porté sur l'acidité, la matière organique et les principaux éléments fertilisants

Les micro fragments prégermés de deux espèces d'igname : *Dioscorea alata* et *Dioscorea rotundata* ont été cultivés. La chaux (3T/ha), la matière organique (la fiente de poule, 1,25T/ha) et, l'engrais minéral NPK 17-17-17 (125 kg/ha) ont servi d'amendements.

Quatre expérimentations ont été menées concomitamment de septembre 2014 à août 2015. L'application de la chaux a augmenté le poids des tubercules de *D. rotundata* par 3, la matière organique par 2,5 ; la combinaison des deux par 3,5 et le NPK par 8; quant à *D. alata*, son poids est multiplié par 2,2 par la matière organique. L'apport en nutriments par des fertilisants a corrigé les déficiences nutritionnelles, améliorant ainsi le poids des tubercules. L'application d'amendements a amélioré les rendements agronomiques, il y a lieu de se pencher sur la rentabilité économique.

Mots clés : Igname, Sol sableux, Chaux, Amendement, Matière organique, Engrais minéraux.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent au responsable de la ferme Mbe-Mpie qui a bien voulu mettre à notre disposition la main d'œuvre et le terrain ayant servi aux différentes expérimentations. Au chef de laboratoire de Pédologie de la Faculté d'Agronomie de l'UNIKIN pour les analyses du sol et au Dr. Blandine Nsombo, pour les analyses statistiques.

## REFERENCES ET NOTES

- AGBEDE T.M.** [2005]. Effect of tillage on soil properties and yam yield on an Alfisol in southwestern Nigeria. *Soil & Tillage Research* 86 : 1–8.
- ASHER C., GRUNDON N. and MENZIES N.** [2002]. How to unravel and solve soil fertility problems. ACIAR Monograph No. 83. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.
- BHANDARI M.R., KASAI T. and KAWABATA J.** [2003]. Nutritional evaluation of wild yam (*Dioscorea spp.*) tubers of Nepal. *Food Chemistry* 82(4) : 619–623.

**BRADBURY J.H. and HOLLOWAY W.D.** [1988]. Chemistry of tropical root crops: significance for nutrition and agriculture in the Pacific. ACIAR Monograph No. 6. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.

**CARSY R.J., ASIÉDU R. and CORNET D.,** [2010], Review of soil fertility management for yam-based systems in west Africa; *African Journal of Root and Tuber Crops*, 8(2): 1–17

**DUNCAN, D. B.** [1955]. "Multiple range and multiple F tests". *Biometrics*. 11: 1–42. doi: .2307/3001478. Duncan's new multiple range test –Wikipedia, text modified on 3 May 2016 by Wikipedia, the free encyclopedia

**ETIM, N.A., THOMPSON, D., & ONYENWEAKU, C.E.** [2013]. Measuring efficiency of yam (*Dioscorea spp*) production among resource poor farmers in rural Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 1(3) :42-47.

**IITA.** [1985]. Root and Tuber Improvement Program. Agriculture Research Highlights 1981-1984, Ibadan, Nigeria.

**KING G.A. AND RISIMERI J.B.** [1992]. Effects of planting density, height of staking and variety on yield and yield components of the lesser yam (*Dioscorea esculenta*). *Tropical Agriculture* 69(2) : 129–132.

**LANDON R.J.** [1991]. Booker tropical soil manual: a handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. Booker Tate Ltd, Longman: London.

**LEBOT V.** [2009]. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. CABI: Wallingford, Oxfordshire.

**O'SULLIVAN J.N.** [2010]. Yam nutrition: nutrient disorders and soil fertility management ACIAR Monograph No. 144. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 112 pp.

**SUJA G., NAIR V.M., SARASWATHY P. and PUSHPAKUMARI R.** [2003]. Plant population and sett size effects on white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) intercropped in coconut gardens. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 80(3) : 157–162.

**SYS C.** [1972]. Caractérisation morphologique et physico-chimique de profils types de l'Afrique centrale: Publication de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo (I.N.E.A.C.).

**van den ABEËLE M. et VANDENPUT R.** [1956]. Les principales cultures du Congo belge, Publication de la direction de l'agriculture, des Forêts et de l'Élevage, Ministère des Colonies, Bruxelles, Belgique, 932p.



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>