

# Utilisation du guano comme substitut du Di-Ammonium Phosphate (DAP) dans la fertilisation du soja et de la tomate en République Démocratique du Congo

B.F. Nzuki\*, E.K. Kinkwono & B.G. Sekle

Keywords: Guano- DAP- Plot production- Soybeans- Tomatoes- Democratic Republic of Congo

## Résumé

*Dans cet article, nous étudions la possibilité de remplacer le DAP par le guano, dans la production de la tomate et du soja. Ainsi, ces plantes ont été cultivées suivant un dispositif expérimental en blocs complètement randomisés avec trois répétitions et six traitements: un témoin absolu non fertilisé (T0) et un apport de fertilisant sous forme d'une gamme de différentes doses de guano (T1, T2, T3 et T4), correspondant à 0,6; 1,2; 2,4 et 4,8 t/ha, pour la tomate et 0,5, 1, 2 et 4 t/ha, pour le soja. Le dernier traitement (T5) a consisté en un apport d'engrais DAP de 100 kg/ha pour chacune de cultures. Les résultats obtenus révèlent que le guano est un excellent fertilisant pour ces deux cultures. A la dose optimale, il a permis de quadrupler la production de la tomate par rapport au témoin non fertilisé. De même, à la dose de 4 tonnes par ha, il a occasionné une augmentation de rendement du soja de 85% par rapport au témoin. Cependant son utilisation dans la culture du soja exige l'emploi des fongicides, puisqu'il a été constaté qu'il a favorisé les attaques de la fonte de semis et de la rouille. Toutefois, le guano a permis un bénéfice net plus élevé que le DAP et son coût est moindre, même en tenant compte de la manutention et du coût des fongicides.*

## Summary

### Use of Guano as a Substitute for Di-Ammonium Phosphate (DAP) Fertilizer on Tomatoes and Soybeans in the Democratic Republic of Congo

*This paper studies the use of guano as a substitute of DAP in tomatoes and soybeans production. Tomatoes and soybeans are cultivated in an experimental complete randomized block design, with three replications and six treatments. The control group (T0) is a treatment without fertilizer. A range of different doses of fertilizer (T1, T2, T3 and T4), corresponding to 0.6; 1.2; 2.4 and 4.8 t/ha for tomatoes and 0.5; 1; 2; and 4 for soybeans were applied; and finally, the last treatment contains a DAP fertilizer of 100 kg/ha. The results show that guano is an excellent fertilizer for these two crops. At the optimum dose, it increases the production of tomatoes 4 times, compared to the control treatment without fertilizer. Similarly, at the dose of 4 t/ha, it caused an increased soybean yield of 85% compared to the control treatment. In addition, the fertilizer has led to a higher profit than the DAP and a lower cost, even taking into account the handling. However its use in the cultivation of soybeans requires the use of fungicides, since it favours attacks by damping off and rust.*

## Introduction

L'agriculture congolaise est encore largement extensive, se caractérisant par de faibles rendements. Pour augmenter ceux-ci, le recours aux engrais minéraux se heurte à leur faible disponibilité. En effet, ces engrais sont devenus rares et chers, par suite du manque des moyens d'importation et, comme l'indiquent Rippey *et al.* (26), leur utilisation pose le problème environnemental de pollution du sol.

En vue de résoudre ces problèmes, la recherche met de plus en plus l'accent sur l'exploitation des ressources locales jusqu'ici insuffisamment mises en valeur (10). Tel est le cas par exemple de la parche de café (12), des inflorescences du palmier à huile (11) et du guano.

Parmi ces ressources, le guano, constitué par les excréments de chauves-souris, revêt un intérêt certain pour certaines régions de la RDC, comme Mbanza-Ngungu, étant donné qu'il y est abondant (21) et qu'il est riche en azote et en phosphore (7).

De ce fait, le guano apparaît comme un engrais pour les cultures qui ont des besoins élevés en l'un ou l'autre de ces deux éléments, notamment la tomate et les légumineuses. Ainsi, le but de cette recherche est d'étudier la possibilité de remplacer l'engrais chimique DAP par le guano, et à quelle dose, dans la production de ces cultures. Il est aussi question d'estimer, dans ce cas, le bénéfice net que les producteurs de la tomate et du soja pourraient obtenir.

Reçu le 22.07.10 et accepté pour publication le 15.04.11.

Institut Supérieur Pédagogique (ISP) Mbanza-Ngungu (RDC).

\*Adresse correspondant : En Belgique, résidant sur 33, rue d'Alsace-Lorraine 1050 Bruxelles. Tél.: 0032485316641; email: nzuki\_flavien@yahoo.fr

Ce travail permet de comprendre l'influence de la fertilisation des sols de culture avec le guano, que les maraîchers utilisent sans définir, au préalable, le régime de fertilisation et des modalités de cet apport. En effet, comme l'indiquent Nzila *et al.* (22), les fertilisants organiques sont généralement appliqués sans tenir compte de la nature des sols et des besoins en nutriments des légumes à produire.

## Milieu, matériel et méthode

L'étude s'est déroulée en deux saisons, sèche et pluvieuse, du 9 décembre 1996 au 25 septembre 1997 dans une zone à savane arbustive, au sud de la RDC. Dans cette zone, un centre urbain, Mbanza-Ngungu, a servi de site de recherche. La ville de Mbanza-Ngungu est située à 5°27' de latitude Sud, 14°54' de longitude Est et à une altitude variant entre 730 et 765 m (8). La pluviométrie moyenne annuelle y varie de 1300 à 1400 mm (13). L'intérêt de ce terroir pour cette étude réside dans l'orientation de ses activités vers la culture maraîchère, dominée notamment par la ciboule, la tomate et diverses variétés de choux. Ainsi, pour augmenter le rendement de ces cultures, la population utilise fréquemment le guano trouvé dans les grottes, dont le nombre est important dans ce milieu.

Le matériel végétal était constitué d'une variété de tomate, *Lycopersicon esculentum*, « ROMA VF », bien adaptée dans les conditions tropicales (15) et une variété de soja, *Glycine max*, « TGX 889-9C » (27). L'essai a été conduit en blocs complets randomisés avec 3 répétitions pour les 2 cultures.

Les espèces étudiées ont été cultivées sur des parcelles fertilisées avec des doses différentes de guano, exprimées en tonnes par ha et correspondant à: 0, 0,6; 1,2; 2,4 et 4,8 t/ha, pour la tomate et 0, 0,5; 1, 2 et 4 t/ha, pour le soja. Pour des raisons de comparaison, le traitement avec le DAP a, également été appliqué, conformément à la recommandation du Service National des Fertilisants et Intrants Connexes (SENAFIC), en raison de 100 kg/ha, pour chacune de deux cultures.

À Mbanza-Ngungu, le guano est abondant surtout dans les grottes. Néanmoins, on le retrouve également, dans une moindre mesure, dans quelques milieux anthropisés, comme des bâtiments abandonnés ou peu fréquentés, des églises, de bâtiments publics et certains bâtiments privés. Dans le milieu d'étude, ces sites correspondent aux divers types de gîtes de repos ou de transit de chauves-souris et confirment le caractère cavernicole temporaire de ces animaux, décrit par Battaglia (4) et Waiengnier (30). En effet, selon ces auteurs, les chauves-souris fréquentent temporairement ces genres de milieux en raison d'exigences physiologiques particulières liées aux

variations saisonnières et caractérisées par un ralentissement prolongé de l'activité de l'organisme. Il est à signaler que les grottes susmentionnées, qui foisonnent dans toute la région de Mbanza-Ngungu, sont d'une grande importance historique. Elles servaient, dans les temps anciens, de lieux de cultes ou de sépultures de chefs et de refuges lors des grandes invasions (1). Ceci n'est plus le cas actuellement.

Le guano séché à 105 °C à l'étuve et broyé finement a fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique par des méthodes classiques rapportées par le CIRAD (5): détermination du pH avec un pH-mètre, teneur en N par la méthode Kjeldahl, teneurs en Mn et Zn par la méthode au Diéthylentriamine pentaacetic acid (DTPA), teneurs en P, K, Ca, Mg, Na sur échantillons calcinés avec dissolution des cendres à l'acide et dosage des éléments par spectrophotométrie ICP (plasma à couplage inductif).

Réalisées sur un échantillon de trois plants choisis au hasard dans chaque parcelle (le cas de la tomate) et de neuf plants situés sur une diagonale de chaque parcelle, les observations ont porté sur: le taux de reprise des plantules (cas de la tomate), le taux de levée, 10 jours après le semis (pour le soja), la croissance de la tige, les maladies et attaques observées et le rendement parcellaire, avec ses composantes. L'analyse statistique des données a été faite à l'aide de l'ANOVA et la structuration des moyennes, testée par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS), au seuil de 1%.

## Résultats et discussion

### 1. Le guano de Mbanza-Ngungu: caractéristiques générales et composition chimique

Le guano étudié dans cet article se présente comme un produit noirâtre, luisant ou non. Le caractère luisant ou non du guano est, d'après Pénicaud (23), un indice de l'occupation présente ou passée, par des chauves-souris, des sites de prélèvement et montre, *ipso facto*, l'état de fraîcheur du fertilisant.

Le tableau 1 présente les caractères physico-chimiques du guano de Mbanza-Ngungu, comparativement à celui de Kikwit, ville située dans une province voisine du Bas-Congo. Il ressort de ce tableau que le caractère physico-chimique du guano varie en fonction du milieu et qu'il présente un pH alcalin. Un tel pH est intéressant pour beaucoup de sols dans le Bas-Congo, qui sont généralement acides (19).

Il est aussi à remarquer que ce matériel est riche en azote et en phosphore et se caractérise par une importante diversité en sels minéraux. Ces constatations vont dans le même sens que les observations faites

**Tableau 1**  
**Caractéristiques du guano de Mbanza-Ngungu**

Origine	pH	N <sup>+</sup>	P <sup>*</sup>	K <sup>*</sup>	Ca <sup>*</sup>	Mg <sup>*</sup>	Zn <sup>*</sup>	Mn <sup>*</sup>	Na <sup>*</sup>
Mbanza-Ngungu	8,6	7,3	9,43	1,12	2,45	1,23	0,009	0,57	0,06
Kikwit (Mafuka, comm pers.)	9,8	9,31	8,1	0,15	0,43	0,29	0,003	0,054	0,19

+: en g pour 100 g; \*: en mg pour 100 g

par Dutoit & Leboulenger (6) et permettent d'expliquer pourquoi le guano a souvent une action directe sur la croissance des plantes. En effet, l'azote, par exemple est un élément très important en ce sens qu'il est, comme le disent Rocheteau (27) et Ancion *et al.* (2), le moteur même de la vie de la plante et l'élément clé de la valeur fertilisante des amendements organiques. Il sert à construire toutes les parties vertes qui assurent la croissance et la vie de la plante, en augmentant, la biomasse des parties aériennes (9, 14). Cela se vérifie, dans cette étude, par l'augmentation de la hauteur de plants de tomate et du soja suite à l'application du guano. Quant au phosphore, cet élément est, comme l'azote, utilisé par la plante en quantité importante (17). Il sert à transporter l'énergie dans la plante et favorise la croissance générale de celle-ci, notamment des racines et des tiges. En fin de végétation, il est stocké dans les organes de réserves pour servir au développement des futures pousses (27).

## 2. Taux de reprise des plantules de tomates et de levée du soja

Dans ce travail, nous avons semé les graines de soja ou repiqué les plantules de tomates, 5 jours après l'application du guano, ce qui est exceptionnel, comparativement à la plupart des amendements organiques, qui exigent, pour leur utilisation, beaucoup plus de temps de décomposition. Cette situation suggère que ce matériel peut déjà se stabiliser 5 jours après l'application alors que certains milieux organiques, comme ceux utilisés par Rippey *et al.* (26), par exemple, nécessitaient 28 jours pour atteindre leur équilibre.

Pour les tomates, il a été constaté au champ qu'à partir de T3, les plantules dépérissaient, sans doute du fait que ces doses étaient toxiques. Cette toxicité pourrait, en partie, être due à l'excès de certains éléments chimiques contenus dans le guano. En effet Rocheteau (27) rapporte que l'excès d'azote augmente la sensibilité des plantes aux champignons alors que celui du phosphore occasionne la précipitation du fer par formation de phosphate ferreux, causant une carence en fer. Ces observations sont également confirmées par Garton *et al.* (9), qui déclare que l'excès en azote occasionne la production des plants mous et de qualité médiocre.

Pour le soja, par contre, le taux de levée n'était pas

influencé par les différents traitements, ce qui peut s'expliquer par le fait que la sensibilité aux doses toxiques du guano varie en fonction des espèces végétales. Cette explication est en accord avec Rasnake *et al.* (24), qui soutiennent que la disponibilité des nutriments pour les plantes est fonction des espèces végétales utilisées. En effet, contrairement à la tomate, la levée a débuté, pour le soja, le 3<sup>ème</sup> jour après le semis sur l'ensemble des parcelles avec une moyenne de 91,5%.

## 3. La croissance végétale

Selon la figure 1, la croissance de la tomate augmente de T0 à T2 où elle atteint le maximum, puis diminue au-delà, ce qui indique que les doses deviennent toxiques. On remarque, en outre que la dose optimale du guano (T2) a un effet comparable à celui du DAP. A cette dose les plants sont plus hauts et plus lourds et à tiges plus épaisses. Pareilles observations avaient également été faites par Garton *et al.* (9), traduisant l'effet de l'azote sur la tomate.

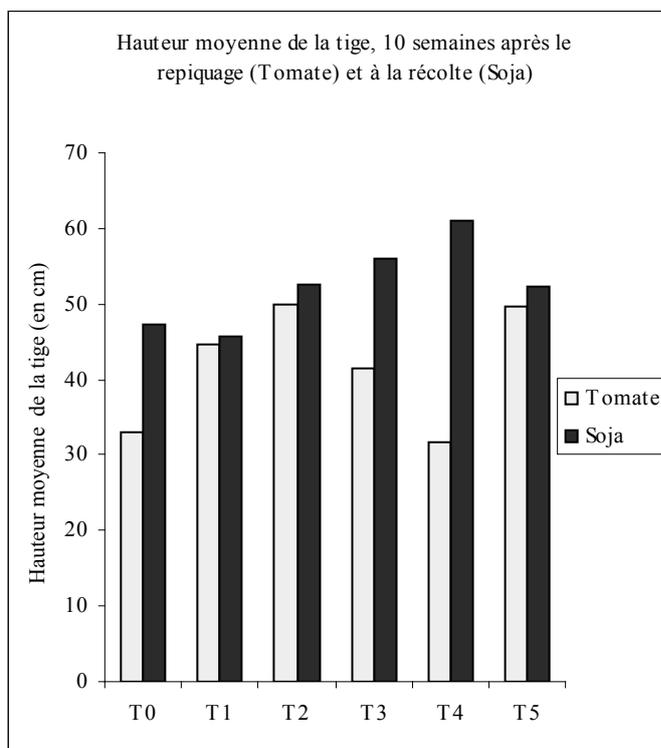


Figure 1: Hauteur moyenne de la tige, 10 semaines après le repiquage (tomate) et à la récolte (soja).

La situation se présente d'une autre manière pour le soja: la hauteur des plants augmente avec la dose du guano, même si l'allure est légèrement brisée en T1, phénomène qu'on peut attribuer au comportement inattendu de ce traitement dans une des répétitions.

#### 4. Comportement des plantes vis-à-vis des maladies et des insectes

Le comportement des plantes vis-à-vis des maladies et des insectes est résumé dans le tableau 2. Contrairement à toute attente, l'utilisation du guano n'a pas favorisé l'attaque des tomates par les maladies dans les conditions de l'essai. En outre, il apparaît que le mildiou a été la maladie la plus fréquente tandis que l'incidence de la fusariose était faible, ce qui confirme la résistance de la variété ROMA à cette maladie (3). L'importante fréquence du mildiou confirme le caractère cosmopolite de cette moisissure, qui se manifeste par de légères taches foncées sur les feuilles de tomates avec un point jaune en leur centre (20).

Pour le cas du soja, les résultats du comportement de cette plante montrent que l'utilisation du guano a favorisé deux maladies cryptogamiques: la fonte de semis et la rouille; ce qui prouve que le guano, comme tous les excréments animaux (10), était porteur des champignons responsables. Ceci paraît contraire à ce qu'affirment Mokossa (17), Raviv *et al.* (25) et Merrill *et al.* (16) selon qui les matières organiques appliquées donnent aux plantes une bonne résistance aux maladies. Par contre, cela se vérifie bien en ce qui concerne le comportement des plants vis-à-vis des chenilles, puisque le taux d'attaque diminue quand la dose du guano augmente.

#### 5. Production parcellaire des tomates et du soja

Selon la figure 2, la production parcellaire des tomates évolue dans le même sens que les paramètres végétatifs précédemment étudiés, atteignant le maximum à la dose de 30 g de guano par pied (T2) et diminue au-delà. A cette dose, qui correspond à

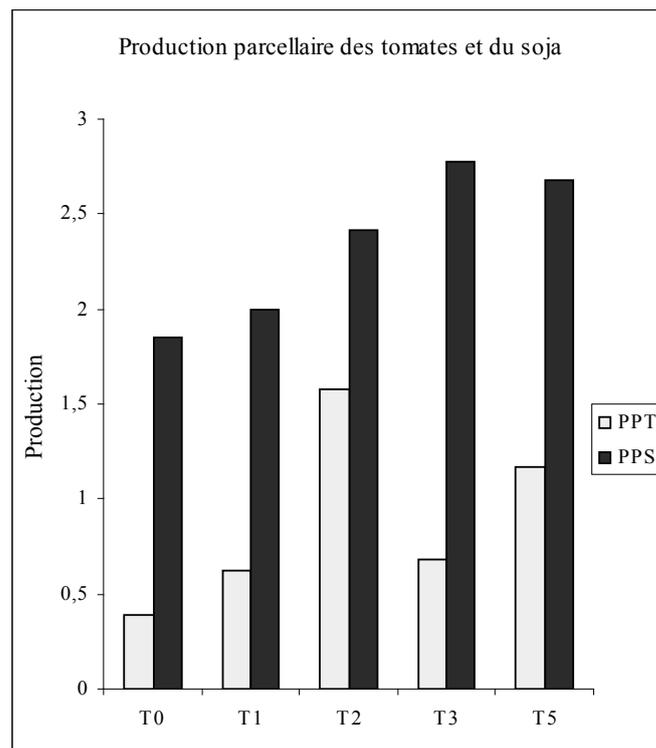


Figure 2: Production parcellaire des tomates (PPT) et du soja (PPS).

\*: la production parcellaire est donnée en t/ha pour les traitements avec le guano et en kg/ha pour ceux utilisant le DAP.

1200 t/ha, la production parcellaire est le quadruple de celle obtenue sur les parcelles non fertilisées. Les moyennes de ces résultats correspondent à 0,39; 0,62; 1,58; 0,68; 0,4, 1,17 tonnes de tomates/ha respectivement pour les doses de 0, 15, 30, 60 et 120 g de guano par pied et 2,5 g de DAP par pied.

Pour le soja, le constat est que, dans la gamme des doses testées, la production parcellaire augmente avec la dose de guano. Les moyennes de cette production correspondent à 1,89, 2, 2,42, 2,78, 3,28 et 2,68 t/ha, respectivement pour les traitements T0, T1, T2, T3, T4 et T5. La dose de 4 t/ha de guano (T4) a

Tableau 2  
Pourcentage de plants de tomates (Tm) et soja (Sj) atteints

Attaques (%)	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Mildiou de plants (Tm)	37,5	37,80	37,2	39,3	36,7	35,1
Mildiou de fruits (Tm)	12,2	10,00	13,3	13	11,6	11,1
Fusariose de plants (Tm)	5,2	9,40	8,5	8,9	4	4,2
Rouille précoce de plants (Tm)	12,5	15,40	10,6	8,9	14,2	17
Attaques par les acariens de plants (Tm)	0,2	1,30	0,3	2,6	1,1	1,7
Fonte de semis (Sj)	3	3,50	5	10	12	3
Rouille (Sj)	0	0,00	2	5	8	0
Flétrissement bactérien (Sj)	3	2,50	3	3,4	3,3	3,4
Chenilles (Sj)	6	3,00	1	1	1	3

**Tableau 3**  
Résumé de l'analyse de la variance pour la production parcellaire de la tomate et du soja

Source de variation	SCE	ndl	CM	F.obs	F. théorique (à $\alpha = 0.01$ )
Pour la tomate					
Répétition	1123190,5	2	561595,25	3,28	7,56
Traitements	22017372	5	4403474,4	25,76	5,64
Erreur	1708910,2	10	170891,02		
Total	24849742	17			
Pour le soja					
Répétition	0,1	2	0,05	1,66	7,56
Traitements	5,99	5	1,19	39,66	5,64
Erreur	0,35	10	0,03		
Total	6,44	17			

donné une production parcellaire 1,7 fois plus élevée que le témoin sans engrais.

L'analyse statistique des données par l'analyse de la variance (Tableau 3) montre que l'effet des traitements est hautement significatif. Pour la tomate, la comparaison des moyennes par le test de la plus petite différence significative (PPDS), au seuil de 1%, montre une différence hautement significative entre la dose optimale de guano (T2) et le DAP (T5), en ce qui concerne la production parcellaire. Dans les limites des doses testées, la dose optimale du guano n'a pas pu être déterminée pour le soja. Néanmoins, la comparaison des moyennes par le test PPDS, révèle que la production du soja au T4 susmentionné est aussi supérieure à celle obtenue par l'emploi du DAP.

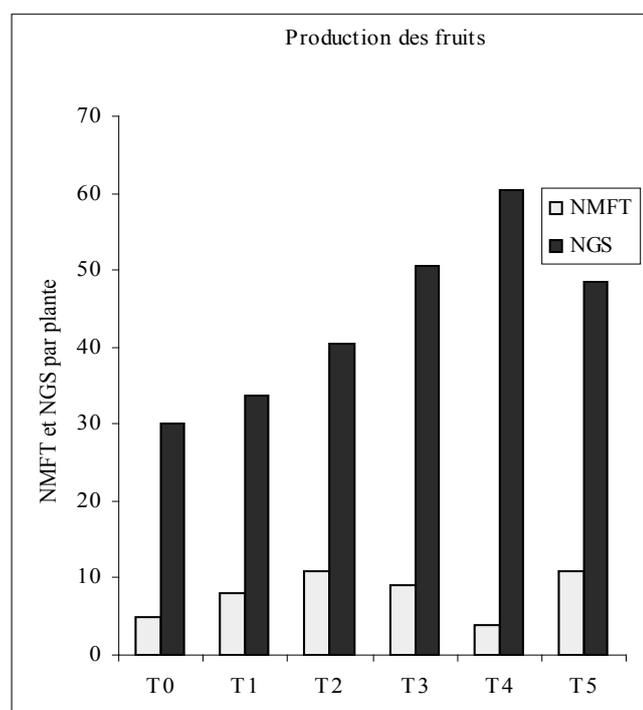


Figure 3: Nombre de fruits par plant.  
Légende: NMFT= nombre moyen de fruits de tomates.  
NGS= nombre de gousses de soja.

La figure 3 montre que le nombre moyen de fruit par plant évolue dans le même sens que la production parcellaire. Cela montre, comme le révèlent Smirnov *et al.* (29), l'effet favorable du phosphore, contenu dans le guano, sur la fructification. Aussi, le nombre moyen de fruits par plant peut être considéré comme l'une de composantes de la production parcellaire.

### 6. Evaluation économique et durabilité du remplacement du DAP par le guano

Le guano se révèle plus économique que le DAP, compte tenu de son coût d'achat moindre. En effet, à Mbanza-Ngungu, le kg de guano revient à 0,15 \$ US contre 4,5 \$ US pour le kg de DAP.

Ainsi, pour le cas du soja (T4), les 4000 kg requis de guano coûteraient, à l'hectare, 600 \$ US contre 450 \$ US pour les 100 kg de DAP. Le prix à l'hectare plus élevé du guano est cependant compensé par un surplus de production de soja plus élevé. En effet, le guano a permis un surplus de production de 1430 kg par rapport au témoin, tandis que le surplus dû au DAP n'était que de 830 kg. En vendant le kg de soja à 1 \$, on remarque que le guano a permis un surplus de revenu brut de 1430 \$ contre 830 \$ pour le DAP.

Pour estimer le bénéfice net que le paysan pourrait obtenir en utilisant le guano, nous devons retrancher du montant susmentionné (1430 \$), le prix d'achat du gisement du guano au niveau de la grotte, payé au chef du village, propriétaire de terre (300 \$), le coût de manutention (300 \$) et le coût d'achat de fongicides pour prévenir les risques possibles de pertes liées aux maladies (11 \$). En effectuant ces opérations, le bénéfice net s'élève à 819 \$. Pour le DAP, le bénéfice net est de: 830 \$ (revenu brut)- 450 \$ (prix d'achat du DAP)= 380 \$. Ainsi, l'utilisation du guano rapporte 439 \$ de plus au paysan comparée au DAP, dans la culture du soja.

Pour le cas de la tomate, les 1200 kg requis de guano coûteraient 180 \$ contre 450 \$ pour les 100 kg de

DAP. Pour ce cas, le guano a permis un surplus de production de 1190 kg de tomates par rapport au témoin, tandis que le surplus dû au DAP est de 780 kg. En vendant le kg de tomates à 1,39 \$; on remarque que le guano a permis un surplus de revenu brut de 1654 \$ contre 1084 \$ pour le DAP. Pour estimer le bénéfice net, les frais à déduire, liés à l'utilisation du guano, sont: le prix du gisement (90 \$), le coût de manutention (90 \$) et le coût d'achat des fongicides (11 \$). Tous frais déduits, le bénéfice net serait de 1463 \$, pour le guano, contre 634 \$, pour le DAP.

L'exploitation agricole du guano à grande échelle serait possible et durable à Mbanza-Ngungu étant donné que ses quantités disponibles sont importantes (21) et sa production artisanale annuelle serait estimée à 360 tonnes. Avec 240 personnes appartenant à 8 associations paysannes exploitant 0,5 ha par personne, on a un total de 120 ha de terre disponible, dont 100 ha pour la tomate et 20 ha pour le soja. Étant donné qu'il a fallu utiliser une dose de 4000 kg par ha de guano pour le soja, la quantité disponible pour 20 ha serait de 80 tonnes. Pour la tomate, cette quantité serait de  $100 \times 1,2 \text{ t} = 120$  tonnes. Le total de fertilisant pour les deux cultures serait ainsi de  $120 + 80 = 200$  tonnes sur 360 tonnes de production annuelle.

Le caractère durable de l'exploitation du guano à Mbanza-Ngungu, pourrait se justifier également par le fait que ce fertilisant est une ressource renouvelable, étant donné qu'il est régulièrement produit par les chauves-souris. En outre, son accessibilité ne pose, actuellement, aucun problème étant donné que les grottes ne sont plus utilisées comme des lieux de culte. L'exploitant est seulement obligé de payer un droit d'exploitation du gisement auprès du propriétaire de terre, qui est, en l'occurrence, le chef du village.

## Conclusion

Le but de ce travail était d'étudier la possibilité de remplacer le DAP par le guano, et à quelle dose, dans la production de la tomate et du soja.

Les résultats obtenus révèlent que le guano est

un excellent fertilisant pour la tomate et le soja. En effet, à la dose optimale de 1,2 tonnes de guano par hectare, il a permis de quadrupler la production de la tomate par rapport au témoin non fertilisé: cette production est de 1,58 tonnes de tomates par hectare contre 0,39 tonnes pour le témoin. De même, à la dose de 4 tonnes de guano par ha, il a occasionné une augmentation de rendement du soja de 85% (3,28 t/ha) par rapport au témoin (1,89 t/ha). Dans les deux cas, cette augmentation a été possible grâce, entre autres, à l'accroissement du nombre de fruits par plant. L'effet bénéfique du guano sur cette composante du rendement peut s'expliquer par sa teneur élevée en phosphore, dont le rôle est bien connu pour la nouaison et la fructification.

Par ailleurs, il ressort de cette étude que le guano peut non seulement remplacer valablement le DAP dans la production de la tomate et du soja, mais aussi lui être préféré. En effet, le guano a permis un bénéfice net plus élevé que le DAP et son coût est moindre, même en tenant compte de la manutention et du coût des fongicides. Pour, respectivement, un hectare de soja et de tomates, ce bénéfice serait de 819 \$ et 1463 \$ en utilisant le guano contre 380 \$ et 634 \$ pour le DAP. Il apparaît aussi que, contrairement à la plupart des engrais organiques, l'effet du guano est tout aussi rapide que celui de l'engrais minéral.

Dans les conditions de l'essai, 30 g de guano par pied se révèlent être la dose optimale pour la tomate. Par contre, dans les limites de doses testées, la dose optimale pour le soja reste à déterminer. De plus, pour rendre plus efficiente l'utilisation du guano dans cette culture, le paysan aurait intérêt à employer des fongicides, puisqu'il a été constaté que le guano avait favorisé les attaques de la fonte de semis et de la rouille.

Pour des recherches futures, il serait intéressant de pouvoir comparer l'efficacité agronomique et économique du guano à d'autres fertilisants d'origine animale, comme la fiente des poules, ou végétale, comme la parche de café.

## Références bibliographiques

1. Akoualah V., 2010, (Sona Qongo). <http://temoignages.over-blog.net/article-mbanza-ngungu-sona-qongo-51174818.html>.
2. Ancion P.-Y., Hoang Thi Thai Hoa, Ton That P., Pham Khanh T., Chiang C.N. & Dufey J.E., 2009, Utilisation agricole des plantes aquatiques, notamment en tant qu'amendement des sols, dans la province de Thua Thien Hue, Centre Vietnam. 1. Inventaire, abondance et caractérisation chimique des plantes aquatiques disponibles localement. *Tropicultura*, **27**, 3, 144-151.
3. Anonyme, 1989, La culture de la tomate, du piment et du poivron, *Agrodok-17*, Wageningen, 241 p.
4. Battaglia V., 2005, Le monde animal dans les grottes. [http://www.dinosoria.com/animal\\_grotte.htm](http://www.dinosoria.com/animal_grotte.htm).
5. CIRAD, 2004, Analyse de sols. Laboratoire d'analyse. Département Persyst, Édition du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, 8 p.
6. Dutoit T. & Leboulenger F., 1992, Guano de chauves-souris et agriculture: nouvelles données. *Petit Léro*, **39**, 20-21.
7. Fenolio D.B., Graening G.O., Collier B.A. & Stout J.F., 2006, Coprophagy in a cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses. *Proc Biol Sci*. **273**, 1585, 439-443
8. FRG, 2004, Maps, weather and airports for Mbanza-Ngungu (DR Congo). Falling Rain Genomics, Inc. 1996-2004; <http://www.fallingrain.com/world/CG/0/MbanzaNgungu.html>.

9. Garton R.W., Sikkema P.H. & Tomecek E.J., 1994, Plug transplants for processing tomatoes: production, handling and stand establishment. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Factsheet 94-061.
10. Gross A., Arusi R., Fine P. & Nejdat A., 2008, Assessment of extraction methods with fowl manure for the production of liquid organic fertilizers. *Bioresource Technology*, 99, 327-334.
11. Kesa N., 1988, Possibilité d'utilisation des déchets de quelques espèces végétales mélangés au sol pour stimuler la symbiose légumineuses-Rhizobium, TFE, inédit, ISP/Mbanza-Ngungu, 31 p.
12. Khiedi G., 1996, Recherche sur l'utilisation de la cendre de parche de café en culture d'oignon, Mémoire de Licence, inédit, ISP/Mbanza-Ngungu, 20 p.
13. Kinkwono E.B.Z., 1997, Essai de fertilisation de la tomate au guano dans les conditions de Mbanza-Ngungu. Mémoire de Licence, ISP, Département de Biologie, 24 p.
14. L'taief B., Sifi B., Zaman-Allah M., Hajji M. & Lachaâl M., 2009, Effets de la fertilisation azotée, de l'inoculation par *Rhizobium* sp. et du régime des pluies sur la production de la biomasse et la teneur en azote du pois chiche. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **13**, 4, 537-544.
15. Makonda J.J., 1996, Essai d'adaptation de la variété «ROMA» en saison pluvieuse dans les conditions écologiques des environs de Matadi, Mémoire de Licence, inédit, I.S.P./Mbanza-Ngungu, 27 p.
16. Merrill R. & McKeon J., 1998, Organic teas from composts and manures, Organic Farming Research Foundation Project Report #97-40, 51 p.
17. Mokossa H., 1988, Notions élémentaires sur les fertilisants. Division de stratégie et de planification agricole, Département de l'Agriculture, Kinshasa, 58 p.
18. Moughli L., 2000, Les engrais minéraux. Caractéristiques et utilisations. *PNTTA*, n° 72, 4 p.
19. Mukala K., 1987, L'utilisation de quelques engrais minéraux en culture de maïs (*Zea mays*) dans les conditions de Mbanza-Ngungu, T.F.E, ISP/Mbanza-Ngungu, 25 p.
20. Naika S., van Lidt de Jeude J., de Goffau M., Hilmi M. & van Dam B., 2005, La culture de la tomate. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 105 p.
21. Nsumbu F.M., 2005, Monographie de la province du Bas-Congo. Ministère du Plan, Unité de pilotage du processus DSRP Kinshasa Gombe, 205 p.
22. Nzila J., De D., Watha-Ndoudy N. & Ntangou M., 2007, Impact de la fertilisation organique et minérale sur la production des cultures maraichères (*Basella alba* et *Amaranthus cruentus*) sur les sols sableux de la région de Brazzaville (Congo). Résumé des communications: biotechnologies et maîtrise des intrants agricoles en Afrique centrale, 17-19 décembre 2007, CRESA Forêt-Bois, Yaoundé, pp. 38-39.
23. Pénicaud P., 2000, Chauves-souris arboricoles en Bretagne (France): typologie de 60 arbres-gîtes et éléments de l'écologie des espèces observées. *Le rhinolophe* 14: 37-68.
24. Rasnake M., Thom B. & Sikora F., 2004, Using Animal Manures as Nutrient Sources. University of Kentucky, Kentucky, AGR 146, 4 p.
25. Raviv M., Oka Y., Katan J., Hadar Y., Yogev A., Medina S., Krasnovsky A. & Ziadna H., 2005, High-nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. *Bioresource Technology*, 96, 419-427.
26. Rippy J.F.M., Peet M.M., Louws F.J., Nelson P.V., Orr D.B. & Sorensen K.A., 2004, Plant Development and harvest yields of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience*, **39**, 2, 223-229.
27. Rocheteau J.F., 2002, Les besoins nutritifs des plantes. Dossier du Plantymag n°13 du mois d'août 2002. <http://www.plantymag.com/dossiers/200208engrais.php>.
28. Sekle B.G., 1997, Fertilisation du soja au guano dans les conditions de Mbanza-Ngungu. Mémoire de Licence, ISP, Département de Biologie, 24 p.
29. Smirinov P., Mouravine E., Storozhenko V. & Rakipov N., 1977, L'agrochimie, Ed. MIR, Moscou, 279 p.
30. Waiengnier D., 2007, Biospéléologie. Les animaux cavernicoles. <http://www.pragmasoft.be/prs/carnets/bio/animcav/index.html>.

B.F. Nzuki, Congolais, Licencié en Pédagogie Appliquée/ Option Biologie, D.E.S. en Gestion de l'environnement et aménagement du territoire, D.E.A. en Sciences agronomiques et ingénierie biologique et DUEC en ethnobotanique appliquée. Chef de Travaux à l'Institut Supérieur Pédagogique (ISP) Mbanza-Ngungu (RDC). En Belgique, résidant sur 33, rue d'Alsace-Lorraine 1050 Bruxelles. Tél. : 0032485316641; email: nzuki\_flavien@yahoo.fr

E.K. Kinkwono, Congolais, Licencié en Pédagogie Appliquée/ Option Biologie, Professeur à l'Enseignement secondaire dans le Bandundu C/o ISP B.P. 127, Mbanza-Ngungu, RD Congo.  
Adresse: Camp Professeur ISP, Grille 20-B, Mbanza-Ngungu, RD Congo. C/o Tel. 00234899793625.

B.G. Sekle, Congolais, Licencié en Pédagogie Appliquée/ Option Biologie, Professeur à l'Enseignement secondaire, C/o ISP B.P. 127, Mbanza-Ngungu, RD Congo. Adresse: Camp Professeur ISP, Grille 20-B, Mbanza-Ngungu, RD Congo. C/o Tel. 00234899793625.