



Etude comparative de l'efficacité de deux types de composts organiques sur la performance agroéconomique de l'amarante (*Amaranthus cruentus* L) dans les jardins familiaux au Bénin

Agnadjènou Mahouzonso Rodrigue GBESSEMEHLAN^{1*}, Mahougnon Charlotte Carmelle ZOUNDJI^{1,2,3}, Nadine BABATOUNDE⁴, Sèmèvo Armel Oslo GANGNON^{1,3}, Moriaque Tobi AKPLO³, Félix Alladassi KOUELO³ et Pascal HOUNGNANDAN^{2,3}

¹Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière, Université Nationale d'Agriculture (EGPVS/UNA); BP 43 Kétou, Bénin.

²Laboratoire des Sciences Végétale, Horticole et Forestière (LaSVHF), Université Nationale d'Agriculture (UNA); BP 43 Kétou, Bénin.

³Laboratoire de Microbiologie des Sols et d'Ecologie Microbienne, Faculté des Sciences Agronomiques/Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC); 01 BP 526, Cotonou, Bénin.

⁴Centre Béninoise pour l'Environnement et le Développement Economique et Social (ONG-CEBEDES); 02 BP 778, Cotonou, Bénin.

*Auteur correspondant ; E-mail : gbessemehlan2018@gmail.com.

Received: 13-02-2022

Accepted: 22-06-2022

Published: 30-06-2022

RESUME

De multiples foyers maraichers sont dominés par l'emploi des fertilisants organiques de source animale pour relever le niveau de fertilité des sols. L'objectif de cette étude était de comparer l'effet de deux types de composts sur la performance agroéconomique de l'amarante (*Amaranthus cruentus* L) dans les jardins familiaux au sud du Bénin. Un dispositif en split plot à deux facteurs et quatre répétitions a été utilisé. Le premier facteur était le type de compost à deux variantes (compost à base de fiente de volaille et compost à base de bouse de vache) et le second facteur était la dose (0 ; 20 ; 30 et 40 t.ha⁻¹). Les effets de ces deux facteurs ont été évalués par rapport au nombre de feuilles, la hauteur, le diamètre au collet, le rendement à la première et deuxième coupe ainsi que la biomasse totale de l'amarante. Sous la dose de 30t.ha⁻¹, la fiente de volaille compostée a amélioré significativement ($p < 0,001$) le rendement de l'amarante (30,8 t.ha⁻¹) avec un gain élevé et un indice d'acceptabilité ≥ 2 comparativement à la bouse de vache compostée (19,2 t.ha⁻¹). Une dose de 30 t.ha⁻¹ de fiente de volaille compostée pourrait être recommandée aux maraichers pour une meilleure productivité de l'amarante au Bénin.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Plante légumière, fertilisant organique, production économique, périmètres maraichers familiaux, Bénin.

Comparative study of the effectiveness of two types of organic composts on the agronomic performance of amaranth (*Amaranthus cruentus* L) in home gardens in Benin

ABSTRACT

Many market gardens are dominated by the use of organic fertilizers from animal sources in order to raise the level of soil fertility. The objective of this study was to compare the effect of two types of compost on the agronomic and economic performance of amaranth (*Amaranthus cruentus* L) in home gardens in southern Benin. A two-factor split plot device with four repetitions was used. The first factor was the type of two-variant compost (compost made from poultry manure and compost from cow dung) and the second factor was the dose (0; 20; 30 and 40t.ha⁻¹). The effects of these two factors were tested on the number of leaves, the height, the diameter at the neck, the yield at the first and second cut as well as the total biomass in dry matter of amaranth. Under the dose of 30t.ha⁻¹, composted poultry manure significantly improved the yield of amaranth (30.8 t.ha⁻¹) with a high gain and an index of acceptability ≥ 2 compared to composted cow dung (19.2 t.ha⁻¹). A dose of 30t.ha⁻¹ of composted poultry manure could be recommended to market gardeners for better productivity of amaranth in Benin.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Vegetable plant, organic fertilizer, economic production, family market garden areas, Benin.

INTRODUCTION

De nos jours, la sécurité alimentaire demeure une priorité centrale de tous les gouvernements et partenaires au service du développement dans une conjoncture marquée par l'accroissement de la pression démographique, le changement climatique et le coût grandissant des intrants (Kwadjo, 2018). D'énormes besoins alimentaires frappent environ deux milliards de personnes avec des rations pauvres en énergie, protéines et micronutriments (FAO, 2016). L'Afrique de l'Ouest n'échappe pas à cette situation qui fragilise les ménages et réduit leur espérance de vie (FAO, 2015). En réaction, des stratégies innovantes et multisectorielles sont indispensables pour lutter contre la malnutrition par combinaison des programmes de sécurité alimentaire, santé, éducation, assainissement et accès à l'eau.

Dans le cadre de ces programmes, l'approche dite des « jardins familiaux multifonctionnels pour la nutrition au Bénin » (JARDALIM), était initiée par l'ONG Centre Béninois pour l'Environnement et le Développement Economique et Social (CEBEDES), dans le but de susciter des initiatives de potagers familiaux à faible coût et de favoriser une bonne alimentation et des bénéfices économiques supplémentaires au

sein de la famille. Compte tenu de son aptitude à fournir un meilleur régime alimentaire diversifié d'une part et une possibilité d'économiser sur le budget alimentaire d'autre part, l'adoption de cette approche est primordiale dans la lutte contre la malnutrition (de Pee, 2008). Dès lors, un renforcement durable de la disponibilité d'aliments en quantité et en qualité ne peut plus être basé sur l'agriculture itinérante, ni sur l'expansion des terres cultivables, surtout dans les zones urbaines et périurbaines qui sont soumises à la pression foncière (Ognalaga et al., 2015). Il s'avère donc opportun d'optimiser la productivité des cultures par unité de surface exploitée, et ceci à travers l'emploi méthodique et à des doses idoines des fertilisants (Ognalaga et al., 2015). En effet, la réponse aux demandes croissantes en nourriture s'envisage à travers l'emploi des fertilisants (Gomgnimbou et al., 2016). Cependant, l'emploi des fertilisants minéraux n'est pas toujours efficace dans le contexte de la durabilité des productions agricoles périurbaines. Les principales raisons sont d'une part la baisse de la capacité de production des sols urbains qui est due à l'application de fortes doses d'engrais chimiques pour répondre à la demande croissante du marché, et d'autre part, à l'incidence financière insupportable en culture

maraichère (Gomgnimbou et al., 2019). La dégradation des sols maraichers persiste toujours au Bénin, faute de connaissances approfondies des acteurs maraichers sur les valeurs relatives aux fertilisants organiques et leur transformations (Ahouangninou et al., 2013). Ces valeurs telles que l'amélioration de la fertilité, la structure des sols, l'intensité des activités microbiennes des sols, l'augmentation croissante et à long terme des rendements culturaux et la réduction considérable des risques de pollutions d'environnement et d'intoxication alimentaire, font des fertilisants organiques de véritables sources de production agricole durable et saine (Ahouangninou et al., 2013 ; kitabala et al., 2016 ; Tshimbombo et al., 2018). En effet, plusieurs études au Bénin, ont montré l'effet amélioré de l'emploi de différents types de fertilisants organiques sur les cultures maraichères. Parmi ces études se trouve celle de koussihouédé et al. (2016) qui, en appliquant la litière avicole et des déjections compostées de petits ruminants sur l'amarante, rapportent que sa productivité a été efficace sous la litière de volaille que sous les déjections, et ceci, à une dose de 20t.ha⁻¹. La bouse de vache à l'état brut, appliquée à une dose de 30t.ha⁻¹ a amélioré le rendement des feuilles de laitue (Vincent et al., 2012). De plus, Saidou et al. (2012) et Biaou et al. (2017) ont élucidé ensuite que les cultures de carotte et de laitue respectivement expriment leur meilleure potentialité lorsqu'elles bénéficient des effets du compost enrichi aux fientes de volaille à une dose 30t.ha⁻¹ comparativement aux composts à base de déjection d'ovins et de chauve-souris. Ainsi, la majorité de ces études antérieurement citées, ont porté sur les déjections avicoles, des ruminants et des chauves-souris appliquées à l'état brut ou transformé en compost avant leur utilisation depuis que les agriculteurs pratiquent l'agriculture biologique (Vincent et al., 2012). Mais très peu d'informations existent sur l'effet de la bouse de vache compostée avant son application comparée à d'autres sources de fertilisants organiques appliqués aussi à l'état brut ou composté sur la production de l'amarante. En plus, l'effet diversifié qu'on pourrait avoir de façon spécifique avec les différents types de fertilisants organiques plus utilisés par les maraichers sur les paramètres de

croissance et de rendement de cette culture, sont élucidés par très peu d'études. L'objectif de cette étude était donc la comparaison du potentiel fertilisant du compost à base de fiente de volaille avec celui à base de bouse de vache généralement facile d'accès en jardins familiaux sur les performances agroéconomiques de l'amarante. Ainsi, la mise en évidence de ce travail permettra la mise à disposition des acteurs maraichers, une formule d'intrants organiques pour une production durable et rentable répondant aux différents critères du marché d'amarante tout en améliorant sa productivité.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

Les travaux ont été effectués de Juin à Aout 2020, période pluvieuse permettant de bénéficier de l'humidité naturelle. Ils ont été réalisés sur l'un des sites d'intervention du projet « Jardins familiaux multifonctionnels pour la nutrition au Bénin (JARDALIM) » de l'ONG CEBEDES sis dans la commune de Zè, du département de l'Atlantique comprise entre 6°32 et 6°87 de latitude Nord d'une part et entre 2°13 et 2° 26 de longitude Est d'autre part. Le climat de la zone est de type béninien avec deux saisons sèches (de mi-novembre à mi-mars et mi-juillet à mi-septembre) et deux saisons pluvieuses (de mi-mars à mi-juillet et de mi-septembre à mi-novembre). La pluviométrie est plus ou moins élevée avec une température annuelle inférieure à 5°C respectivement (Adéyèmi, 2006). Le type de sol qui s'y trouve est de nature faiblement ferrallitique à couleur teinte rouge dans le plateau de la commune, et de type hydromorphe à couleur grise en surface dans les zones en basfonds et dans les plans d'eau (Adéyèmi, 2006).

Matériel végétal et organique

La semence de l'amarante commune « fôtètè » (*Amaranthus cruentus* L.) de couleur verte était le matériel végétal obtenu auprès du centre de vente des semences 'Bénin-Semence'. Cette variété dont le cycle de développement est de 31 jours, présente des feuilles ovales, pointues, larges, elliptiques et alternes pétiolés avec la bractéole petite et foliacé. Elle tolère les attaques de chenilles et

la maladie de fonte de semis avec un rendement compris entre 31 et 210t/ha à 70% d'usage de terre (Grubben, 1975). Le matériel organique était constitué de compost à base de bouse de vache d'une part et de compost à base déjection avicole d'autre part. La bouse de vache et la fiente de volaille ayant servi de base sont tous deux issus des élevages domestiques proches alimentés à base des résidus de ménage.

Dispositif expérimental

Différentes doses de chaque source organique ont été appliquées suivant un dispositif split plot à deux facteurs et à 4 répétitions. Le premier facteur était le type de compost avec deux variantes (compost à base de fiente de volaille et compost à base de bouse de vache) et le second facteur était la dose à quatre niveaux (0, 20, 30 et 40 t.ha⁻¹) basé sur l'exportation de la culture d'amarante qui est NPK10 10 20 au Bénin (Grubben, 1975). Au total, l'essai comprenait quatre blocs composés de 32 parcelles élémentaires (traitements) disposées de façons aléatoire et ayant chacune 2,80m²de superficie. Des allées de 0,5m entre chaque unité parcellaire et 1m entre bloc ont été observées. Les différents types de compost ont été produits sur le site d'expérimentation.

Préparation des composts

La fiente de volaille ainsi que la bouse de vache séparément, ont fait l'objet de pesées selon les différentes doses à évaluer. Un ratio de 50% en poids des excréments d'animaux et débris végétaux respectivement a été mélangé à même le sol et recouvert d'une bâche. Le mélange a été retourné et arrosé durant 45jours à une fréquence de deux fois par jours (matin et soir) pour l'obtention des différents composts. Les feuilles de banane, paille de maïs et fane de niébé constituent les débris végétaux utilisés.

Analyse des engrais et échantillons du sol

Tout juste avant l'application directe des différents fertilisants sur les parcelles, chacun d'eux a été échantillonné pour leur caractérisation au laboratoire. De plus, les échantillons du sol ont aussi été prélevés non seulement avant la mise en place des essais mais aussi après l'expérimentation afin de faire ressortir d'éventuelles variations ou non de la

composition en éléments nutritifs du sol selon les méthodes mentionnées dans le Tableau 1. Les analyses effectuées sur les différents composts sont celles effectuées aussi sur les échantillons du sol prélevés sur les 32 parcelles avant et après essais. Les analyses ont été faits au Laboratoire de Microbiologie des Sols et d'Ecologie Microbienne de l'Université d'Abomey Calavi. Les échantillonnages ont été faits par carottage à l'aide de la tarière à une profondeur de 0-10 cm.

Installation et suivi de la culture

Durant 14 jours avant l'installation de l'essai (24 juin au 7 juillet 2020), la pépinière de la culture a été réalisée et entretenue. Ensuite, les jeunes plants ont été repiqués à un écartement de 20cmx20cm et donc, une densité de 250.000 plants/ha et 70 plants/unité parcellaire. Le mode de fertilisation de la micro-parcelle a été l'apport par enfouissement à 5 cm de profondeur des différents fertilisants compostés trois jours avant repiquage des plants. Les opérations d'arrosage manuel (10 L d'eau/parcelle matin et soir), de désherbage (2 fois/semaine) et de binage (chaque 3 jours) constituaient le mode d'entretien des cultures pour une meilleure expression de ces dernières (Grubben, 1975).

Paramètres mesurés

Une semaine après le repiquage, les paramètres de croissance des cultures étaient relevés chaque semaine jusqu'à la troisième semaine après le repiquage. Les paramètres de production étaient relevés le 26^{ème} et 46^{ème} jour après le repiquage. Il s'agissait pour les paramètres de croissance, de la mesure sur cinq plants sélectionnés au hasard (sans considération des lignes de bordure), du diamètre au collet des tiges à l'aide d'un pied à coulisse, de la hauteur des plants à l'aide d'une règle graduée, du nombre de feuilles et repousses par plant d'amarante sur chaque unité parcellaire. Ensuite, les paramètres de production constituaient le rendement en masse/m² à la première coupe, à la deuxième coupe et la biomasse totale en matière fraîche par micro-parcelle. Les coupes ont été effectuées à 10 cm du sol et les récoltes ont été pesées sur une balance numérique de marque ACCULAB Sartorius. Les paramètres

économiques (le revenu brut, le bénéfice brut), l'indice d'acceptation et la décision d'acceptation étaient aussi calculés sur la biomasse totale enregistré. Ces différents paramètres économiques ont été calculés de la manière suivante :

- Revenu Brut (RB) (Tshimbombo et al., 2018): Le revenu brut a été calculé selon la formule de Tshimbombo et al. (2018), soit $RB = Qt \times pr$ avec Qt la quantité totale de biomasse fraîche et pr le prix d'une quantité sur le marché.

Bénéfice Brut (Tshimbombo et al., 2018): Le bénéfice brut a été calculé selon la formule de Tshimbombo et al. (2018), soit $Bb = RB - Pc - Ce$ avec (RB) les revenus bruts, (Pc) les prix de compost et (Ce) le coût d'entretiens (épandage, arrosage, désherbage, production des plants).

- Indice d'acceptation (IA) (Tshimbombo et al., 2018): L'indice d'acceptation a été calculé selon la formule de Tshimbombo et al. (2018), soit $IA = BbtC / Bbt0$ avec (Bbt0) le bénéfice brut du témoin et (BbtC) le bénéfice brut des composts. Un

sac de 50 kg de fiente de Volaille coutait en moyenne 700 fcfa et celui de bouse de vache était à 500 fcfa sur le marché du milieu d'étude. Le prix moyen de 1 kg de biomasse récoltée était 50 fcfa.

- ✓ L'indice d'acceptation (I.A) renseigne sur le traitement le plus convenable pour les producteurs (Tshimbombo et al., 2018). L'adoption d'une formule est conditionnée par la valeur de l'indice d'acceptation (I.A) supérieur ou égale à 2. L'adoption est retenue lorsque cette valeur est comprise entre 1,5 et 2 et en dessous de 1,5, elle est rejetée (Tshimbombo et al., 2018).

Analyse statistique des résultats

Les données collectées concernant la croissance et le rendement ont été traitées à l'aide du tableur Excel avant d'être soumises à l'Analyse de Variance (ANOVA) sur les mesures répétées à deux facteurs (types et doses de composts) à l'aide du logiciel Statistix 8.0. Le test de Student-Newman-Keuls a été utilisé pour la séparation des moyennes au seuil de 5%.

Tableau 1: Doses de fertilisants apportés par traitement expérimental et les méthodes de caractérisation.

	Doses en t/ha	Quantité en Kg par Unité Parcelle	Paramètres et Méthodes d'analyse chimique
Compost de Volaille	20	5,60	L'azote (méthode de Kjeldahl)
	30	8,40	Le phosphore assimilable (méthode de Bray 1)
	40	11,20	
Compost de Bovin	20	5,60	Le potassium échangeable (méthode de l'acétate d'ammonium 1 N à pH = 7)
	30	8,40	La matière organique (méthode de calcination)
			Le carbone organique (méthode de Walkey & Black)
			Le pH (eau) par la méthode potentiométrique dans un rapport sol/eau distillé de 1/2,5)

N :Azote ; P : Phosphore ; K :Potassium ;MO :Matière Organique ;C : Carbone.

RESULTATS

Caractéristiques chimiques des différents composts appliqués

L'analyse des résultats présentés dans le Tableau 2 révèle que la fiente de volaille compostée a des teneurs en azote, phosphore et potassium plus élevée que celle de la bouse de vache compostée. Par contre la matière organique stable est plus considérable dans la bouse de vache compostée que dans la fiente de volaille compostée. De plus, un pH alcalin est observé chez les deux composts mais plus basique chez la bouse de vache compostée que celui de la fiente de volaille compostée. C'est une situation qui confère aux deux types de fertilisant, la capacité d'améliorer l'acidité des sols ayant reçu leur application.

Effets des différents fertilisants et doses d'application sur les propriétés chimiques du sol après essai

Le Tableau 3 présente les résultats de l'analyse de variance des propriétés du sol après l'essai suivant les types et doses de compost. Il ressort de l'analyse du tableau que l'apport des différents types de composts ainsi que leur dose d'application a montré une différence hautement significative ($P < 0,001$) pour le pH eau, la teneur du sol en carbone, en matière organique et en phosphore comparativement aux valeurs du témoin pour ces éléments caractéristiques de la fertilité des sols. Le pH du sol est passé de l'état acide chez le témoin (5,42) à légèrement neutre (6,5) avec le compost à base de fiente de volaille et modérément alcalin (7,9) avec le compost à base de bouse de vache (Tableau 4). Seules les sources de fertilisants organiques ont eu d'effet significatif ($P < 0,05$) sur la teneur du sol en azote avec une variation de significativité pour le potassium entre les blocs (Tableau 3). La bouse de vache compostée présente déjà à partir de 20 t.ha⁻¹ une amélioration significative de la teneur du sol en azote, en matière organique et carbone organique comparativement à la fiente de volaille compostée. Par contre, déjà avec 30t.ha⁻¹ de compost à base de fiente de volaille, la concentration du sol en P assimilable et K disponible a significativement augmenté ($p <$

0,003) comparativement aux parcelles ayant reçu la bouse de vache compostée (Tableau 4). Toutefois, les effets de la dose de 40 t.ha⁻¹ de ce dernier ne diffèrent pas de ceux de 30 t.ha⁻¹.

Effets du type et dose de compost sur le comportement de croissance des plants suivant les différentes dates d'observation Diamètre au collet

Exceptée la bouse de vache compostée appliquée à 30 et 40 t.ha⁻¹, l'effet des traitements comparativement au témoin a été hautement significatif ($p < 0,001$) seulement à partir du 24^{ème} JAR (Tableau 5). Les valeurs de la croissance diamétrale de *Amaranthus cruentus* L. ont été élevées avec une différence significative par rapport aux autres traitements sur les micros parcelles ayant reçu 30 et 40 t.ha⁻¹ de bouse de vache compostée. La bouse de vache compostée a doublé (3,76±0,8b) la croissance diamétrale issue du compost enrichi à la fiente de volaille (1,86±0,16a).

Hauteur des plants

Les types et doses de composts appliqués ont significativement amélioré ($p < 0,05$) la hauteur des plants dès le 14^{ème} JAR par rapport au témoin (Tableau 6). Les améliorations en hauteur des plants ont été plus remarquable avec les traitements de 30 et 40 t.ha⁻¹ des deux types de composts comparativement au témoin et aux autres traitements. Au 29^{ème} JAR, la supériorité des hauteurs obtenues avec la fiente de volaille compostée était de l'ordre de 0,51 fois de plus comparée à celle de la bouse de vache compostée.

Nombre de feuilles

Un effet très significatif ($p < 0,001$) a été obtenu d'après les résultats du Tableau 7 avec la fiente de volaille compostée sur le nombre de feuille des plants déjà à partir du 14^{ème} JAR en comparaison avec le témoin. Par contre, la bouse de vache compostée n'a induit un effet semblable par rapport au témoin qu'à partir du 24^{ème} JAR. Les doses de 30 et 40 t.ha⁻¹ de la fiente de volaille compostée sont celles ayant plus augmenté le nombre de feuille des plantes avec des valeurs significativement

différentes ($p < 0,001$) des autres traitements. Seule la fiente de volaille compostée a doublé ($24,6 \pm 1,19$) le nombre de feuille obtenu pour les plants d'amarante par rapport au témoin le plus grand ($12,8 \pm 0,26$).

Nombre de repousse

Les types et doses de composts appliqués ont eu un effet très significatif ($p < 0,001$) sur le nombre de repousse des plants d'amarante par rapport au témoin, et ceci dès le 14^{ème}JAR (Tableau 8). Cependant, les plants d'amarante issues des micro-parcelles fertilisées à 30 et 40t.ha⁻¹ de bouse de vache compostée ont eu un nombre de repousse très significativement supérieur au témoin ($p < 0,001$) dont les moyennes sont respectivement de $9,1 \pm 0,07$ et $9,8 \pm 0,66$.

Rendement des plants

Le Tableau 9 présente l'effet des types et doses de composts appliqués sur le rendement de l'amarante. Il ressort que la fiente de volaille compostée et appliquée à 30 et 40 t.ha⁻¹ entraîne une augmentation de rendement hautement significative ($p < 0,001$) en première et deuxième coupe sans oublier la biomasse totale en matière sèche comparativement à la bouse de vache compostée. Toutefois, tous les types et doses de composts ont augmenté le rendement de l'amarante par rapport au témoin absolu. Ainsi

donc, la fiente de volaille compostée et appliquée à 30 t.ha⁻¹ améliore davantage la productivité de *Amaranthus cruentus* L. comparativement à tout autres types et doses de composts (Figure 1).

Effets du type et dose de compost sur les paramètres économiques des plants

Les résultats de l'analyse des effets des différents types et doses de composts sur le revenu brut, bénéfice brute, l'indice d'acceptation et la décision d'acceptation sont présentés dans le Tableau 10. Les résultats signalent d'abord que la fiente de volaille compostée était plus coûteuse en général dans le milieu d'étude avec un coût d'entretien réduit comparativement à la bouse de vache compostée moins coûteuse mais avec un coût d'entretien élevé que la fiente de volaille compostée. Ensuite, la fiente de volaille compostée et appliquée à 30 t.ha⁻¹ fournit un bénéfice brut hautement supérieur (1.105.000 FCFA) par rapport aux autres types et doses de composts appliqués. Son indice d'acceptabilité était supérieur à 2 ($Id=4$) avec une décision d'acceptabilité excellente et rassurée. En plus de cette dose, s'ajoute celle de 40 t.ha⁻¹ de la fiente de volaille compostée dont le bénéfice brut est acceptable (665000 FCFA) ce qui rend l'indice d'acceptabilité égal à 2 avec aussi une décision d'acceptabilité positive.

Tableau 2 : Composition chimiques des composts fabriqués.

Variables	MO(%)	C(g/Kg)	N(g/Kg)	P(g/Kg)	K(g/Kg)	C/N	pHeau
Fiente de volaille compostée	15,3b	248,53a	34,5a	20,2a	17,7a	7,2b	8,5b
Bouse de vache composté	44,6a	235,61a	15,5b	4,8b	9,3b	15,2a	9,3a
Probabilité	0,001**	0,15ns	0,002**	0,002**	0,004**	0,004**	0,024*

N : Azote ; P : Phosphore ; K : Potassium ; MO : Matière Organique ; C: Carbone. Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test SNK à 5%.

*: Significatif ; ns : Non Significatif ; **: hautement significatif ; *** : très hautement significatif.

Tableau 3 : Résultats d'analyse de variance des caractéristiques chimiques du sol après apport des types et doses de compost et récolte de l'amarante.

Variables	pH (eau)	C	N	MO	P (Bray 1)	K ⁺
Engrais organiques	14,8**	5,50*	4,89*	19,21***	19,39***	3,22 ns
Blocs	0,64 ns	11,82**	1,52 ns	0,38 ns	0,33 ns	7,07*
Doses	17,10***	12,87**	7,11**	31,68 **	19,75***	1,66 ns
Engrais organiques * Bloc	4,30*	0,52 ns	0,28 ns	1,83 ns	1,60 ns	1,07 ns
Engrais organiques * Dose	1,56 ns	2,75 ns	1,61 ns	9,09**	8,64**	5,14*

N : Azote ; P : Phosphore ; K : Potassium ; MO: Matière Organique; C:Carbone.

* : P < 0,05 ; ** : P < 0,01 ; *** : P < 0,001 ; ns : non significatif selon le test SNK à 5%.

Tableau 4 : Caractéristiques chimiques du sol après apport des types et doses de compost et récolte de l'amarante.

Fumures	Doses	pH eau	M.O(%)	N(g/kg)	C(g/kg)	P_ass(g/Kg)	K_dispo(g/Kg)
Fiente de volaille compostée	0	5,42ab	6,20ab	0,57ab	5,55ab	0,49b	0,140b
	20	5,14b	6,36ab	0,58ab	6,20ab	1,108ab	1,71ab
	30	6,2a	6,48ab	0,66ab	6,32ab	2,90a	4,80a
	40	6,5a	6,55ab	0,75ab	6,90ab	3,06a	4,80a
	Moyenne	5,81A	6,39A	0,64A	6,24A	1,88B	2,86B
Bouse de vache compostée	0	5,42ab	6,20b	0,57b	5,55b	0,49b	0,140ab
	20	6,5a	25,20a	6,40a	16,12a	0,83ab	0,152ab
	30	7,2a	46,10a	7,12a	27,12a	1,048ab	0,176ab
	40	7,9a	95,20a	8,42a	37,29a	1,53a	0,182a
	Moyenne	6,75B	43,17B	5,62B	21,52B	0,97A	0,16A

N : Azote ; P : Phosphore ; K : Potassium ; MO: Matière Organique; C:Carbone. Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK à 5%

Tableau 5 : Influence des types et doses de composts sur le diamètre au collet des tiges d'amarante(mm).

Fumures	Doses	14JAR	19JAR	24JAR	29JAR
Fiente de volaille compostée	0	0,34±0,01d	0,36±0,03d	0,40±0,06d	0,47±0,05d
	20	0,36±0,02d	0,39±0,05d	0,42±0,06d	0,55±0,15d
	30	0,38±0,06d	0,44±0,06d	1,55±0,11a	1,87±0,17a
	40	0,44±0,05d	0,50±0,08d	1,56±0,16a	1,86±0,16a
	Moyenne	0,38±0,035A	0,42 ±0,05A	0,98±0,09A	1,18±0,13A
Bouse de vache compostée	0	0,42±0,05d	0,44±0,07d	0,48±0,02d	0,48±0,02d
	20	0,58±0,04d	0,62±0,02d	0,66±0,04d	0,72±0,06d
	30	1,95±0,08a	1,99±0,07a	2,68±0,06a	2,95±0,07a
	40	3,43±0,88b	3,47±0,11b	3,76±0,7b	4,01±0,8b
	Moyenne	1,59 0,26B	1,63±0,06B	1,89±0,20B	2,04±0,23

Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK.

Tableau 6 : Influence des types et doses de composts sur la hauteur des plantes (cm).

Fumures	Doses	14JAR	19JAR	24JAR	29JAR
Fiente de volaille compostée	0	10,3±0,20d	10,4±0,17d	11±0,45d	11,4±0,54d
	20	11,4±0,35c	13±0,45c	26,80±0,94c	30,4±0,58c
	30	13,20±0,27a	15,90±0,41a	36,6±0,67a	60,20±1,01a
	40	13,10±0,90a	14,99±0,93a	36,6±3,59a	60,20±7,21a
	Moyenne	12±0,43B	13,57±0,49B	27,75±1,41B	40,55±9,34B
Bouse de vache compostée	0	9,3±0,53c	9,2±0,38c	9,8±0,52c	11,4±0,58c
	20	10,20±0,60dc	11,40±0,32d	12,8±0,95d	14,60±0,73d
	30	12,50±0,44a	15,20±0,63a	21,60±2,37a	23,60±3,95a
	40	12,70±0,41a	15,20±0,75a	29,60±1,85b	30,20±2,72b
	Moyenne	11,17±0,49A	12,75±0,52A	18,45A	19,95±1,99A

Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK.

Tableau 7 : Influence des types et doses de composts sur le nombre de feuilles par plants d'amarante.

Fumures	Doses	14JAR	19JAR	24JAR	29JAR
Fiente de volaille compostée	0	10±0,27d	11±0,89d	12,8±0,008d	12,8±0,26d
	20	13,2±0,35c	16±0,35c	18,6±0,41c	20,8±0,58c
	30	14±0,39a	17,8±0,22a	21,8±0,37a	24,6±1,19a
	40	14±0,39a	17,8±0,22a	20,8±0,37a	23,6±1,19a
	Moyenne	12,8±0,35B	15,65±0,42B	18,5±0,28B	20,45±0,80B
Bouse de vache compostée	0	8,4±0,46c	9,6±0,75c	10,8±0,39c	11,8±0,36c
	20	9,2±0,38c	10,4±0,60c	14,8±0,75a	18,6±0,65a
	30	9,6±0,87c	10,4±0,4c	16,6±0,48a	19,8±0,68a
	40	9,8±0,33c	10,8±0,45c	18,2±0,58a	22,8±0,60a
	Moyenne	9,25±0,51A	10,3±0,55A	15,1±0,55A	18,25±0,77A

Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK.

Tableau 8 : Influence des types et doses de composts sur le nombre de repousse des plants.

Fumures	Doses	14JAR	19JAR	24JAR	29JAR
Fiente de volaille compostée	0	0,2±0,25d	0,4±0,81d	0,6±0,07d	0,8±0,26d
	20	4,4±0,43a	5,2±0,25a	5,6±0,42a	6,9±1,33a
	30	2,2±0,44c	2,4±0,26c	2,6±0,43c	4,4±1,34c

	40	1,2±0,36b	1,3±0,35b	1,4±0,44b	3,5±0,65b
	Moyenne	2±0,37A	2,32±0,41A	2,55±0,24A	3,9±0,88A
Bouse de vache compostée	0	0,6±0,45d	1,2±0,78c	1,4±0,42c	1,4±0,33c
	20	3,4±0,26b	3,6±0,54b	3,6±0,70b	4±0,53b
	30	7,2±0,08a	7,5±0,07a	8,7±0,06a	9,1±0,07a
	40	7,5±0,87a	7,9±0,5a	8,8±0,48a	9,8±0,66a
	Moyenne	4,67±0,41B	5,05±0,47B	5,62±0,41B	6,07±0,39B

Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK.

Tableau 9 : Influence des types et doses de composts sur le rendement des plantes (kg/ha).

Fumures		Rendement		Biomasse totale
Types	Doses	Première coupe	Deuxième coupe	
Fientes de volaille Compostée	0	3170,72±645,2b	2149,28±422,2b	2251,20±221,42b
	20	7249±725,23c	5251±331,20b	6000±442,36c
	30	17794,7±1712,79a	13005,3±1005,24a	17128±1453,27a
	40	14357,08±1922,38b	10449,9125±979,32c	13276±1322,22a
	Moyenne	10642,7B	7713,87A	9663,8A
Bouse de vache compostée	0	2149,72±206,12b	3170,28±8,56b	2100,60±114,32b
	20	6560,3±453,6c	8239,7±502,3c	7979,28±552,31a
	30	12431,1±1440,14a	14168,9±1220,23a	14130,96±1442,07a
	40	13108,16±1590a	16191,84±1636,23a	15999,72±1332,8a
	Moyenne	8562,32A	10442,68B	10062,54B

Les valeurs suivies d'une même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes selon le test de SNK.

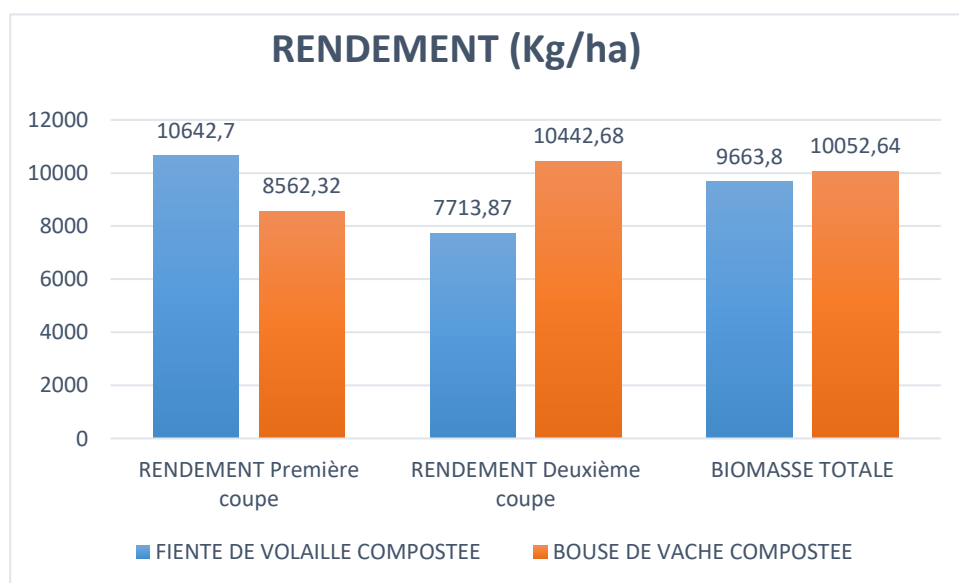


Figure 1 : Effet des types de fertilisant sur le rendement.

Tableau 10 : Influence des types et doses de composts sur les paramètres économiques de l'amarante.

Fumures	Doses	Cout de compost/ha	CE FCFA	CT Compost + Entretien	PB (Kg)	RB (FCFA)	BB (FCFA)	ID	SA	Décision
Fiente de volaille Compostée	0	0	0	0	5320	266000	266000			
	20	280 000	12500	292 500	12500	625000	332 500	1,25	≥ 2	Non
	30	420 000	15000	435 000	30800	1540000	1 105000	4,15	≥ 2	Oui
	40	560 000	17500	577 500	24850	1242500	665 000	2	≥ 2	Oui
Bouse de vache compostée	0	0	0	0	5320	266000	266 000			
	20	200 000	25000	225 000	10800	540000	315 000	1,18	≥ 2	Non
	30	300 000	30000	330 000	15600	780000	450 000	1,69	≥ 2	Non
	40	400 000	37500	437 500	19200	960000	522 500	1,96	≥ 2	Non

CE : Coût d'Entretien ; CT : Cout Total ; PB : Production Brut ; RB : Revenu Brut ; BB : Bénéfice Brut ; ID : Indice d'Acceptation; SA : Seuil d'Acceptation.

DISCUSSION

Effets des différents fertilisants et doses d'application sur les propriétés chimiques du sol

Les résultats d'analyse du sol après essai ont indiqué une amélioration significative de l'acidité du sol ainsi que de sa teneur en azote, phosphore, potassium et matière organique. Le pH du sol sous la fiente de volaille compostée était passé d'un état d'acidité moyenne à un état légèrement neutre et modérément alcalin avec la bouse de vache compostée, d'où les valeurs du pH eau des deux types de composts sont supérieures à celles du sol avant l'essai. Ces résultats corroborent avec ceux de Biaou et al. (2017) qui ont conclu une amélioration des sols après usage de différents types de fertilisants organiques par rapport au témoin sans fertilisants organiques. Etant en général peu mobile dans le sol, la disponibilité du phosphore est proportionnelle à la fois aux doses d'engrais organiques apportées ainsi qu'aux quantités exportées par les récoltes (Abdou et al., 2019). On enregistre une teneur élevée du sol par rapport au témoin en phosphore assimilable uniquement avec la fiente de volaille compostée après essai, ce qui se justifierait par l'apport de cet élément par la fiente de volaille. En effet, les études de Gomgnimbou et al. (2016) ont révélé la richesse de la fiente de volaille en phosphore.

La meilleure teneur en phosphore dans notre la présente étude était obtenue avec la dose de 40 t.ha⁻¹ de la fiente de volaille compostée. Les teneurs élevées en potassium enregistrées après récolte des plantes fertilisées à la fiente de volaille compostée confirmeraient la concentration importante de ce fertilisant en éléments nutritifs initialement trouvés et comparée avec celles de la bouse de vache compostée. Mais les teneurs en potassium sensiblement égales au moins à la teneur initiale du sol amènent à confirmer que la bouse de vache est aussi riche en potassium dont l'utilisation a été favorisée par l'azote que renferme ce fertilisant. Cette observation confirme l'étude de Loué (1979) expliquant que lorsque la disponibilité du facteur azote est remarquable, la réponse du potassium et ces exigences augmentent. La concentration du sol en azote puis en matière organique après essai dans les parcelles traitées était supérieure à celle du sol avant essai. Cette amélioration obtenue sur les micro-parcelles fertilisées à la bouse de vache compostée se justifie par l'abondance de la bouse de vache en azote organique contenu dans la matière organique de la bouse de vache contrairement à la fiente de volaille compostée composée d'une forte proportion d'azote ammoniacal plus volatilisable et immédiatement disponible pour la plante. L'azote organique a été d'abord dégradé par les bactéries avant d'être mis à la

disposition à long terme pour les plantes, ce qui justifie leur présence même après la récolte dans le sol (Gazeau et al., 2012).

Effets du type et dose de compost sur la croissance des plants suivant les différentes dates d'observation

Différents effets significatifs ont été observés à différentes dates sur la croissance et le développement des plants après application des différents types et doses de composts. L'amélioration des paramètres de croissance (le diamètre au collet et la hauteur des plants ainsi que le nombre de feuilles) sur les plants fertilisés avec la fiente de volaille compostée est observée déjà à partir du 14^{ème} JAR, contrairement à celles fertilisées à la bouse de vache compostée. Cette observation peut s'expliquer par la minéralisation rapide de la fiente de volaille (Iqbal et al., 2014). Si l'influence des doses de 30 et 40 t.ha⁻¹ de la bouse de vache compostée a été plus accentuée sur le nombre de repousses et le diamètre des plants, cela pourrait s'expliquer par la convenance de ce type de fertilisant avec sa dose pour l'obtention spécifique de ces paramètres. De pareils résultats ont été observés par Ognalaga et al. (2015) sur les autres paramètres de croissance (le diamètre au collet et la hauteur des plants ainsi que le nombre de feuilles) de l'amarante après application de 20 t.ha⁻¹ de bouse de vache, d'une part, et 20 à 30 t.ha⁻¹ de fumier de porc d'autre part dans le but de la restauration de la fertilité du sol au Gabon. En plus de l'influence des apports de 30 et 40t.ha⁻¹ de bouse de vache compostée, il ressort que la faible dose (20t.ha⁻¹) de la fiente de volaille compostée influence aussi le nombre de repousses chez l'amarante. Un phénomène d'antagonisme d'ions dans le milieu peut être à l'origine de ce genre de réaction vu la richesse en éléments chimiques de ces fertilisants. Ces constats ont été aussi identifiés sur la surface foliaire de l'amarante par Ognalaga et al. (2015) avec de faibles doses de bouse de vache et de fumier de porc.

En somme, les résultats de la présente étude ont montré une augmentation de la croissance de l'amarante à travers la présence d'une source d'azote que représentent les

différents types et doses de composts organiques. L'azote est l'élément fertilisant le plus capitale pour la croissance de l'amarante (Koussihouédé et al., 2016). Cela pourrait expliquer la grande taille et le nombre élevé de feuilles enregistrés avec la fiente de volaille compostée comparativement à la bouse de vache compostée. De pareilles améliorations à travers l'action de l'azote ont été observées par Hu et al. (2014) et Rahman et al. (2013) sur l'augmentation en taille et en nombre de talles du riz.

Effets du type et dose de compost sur la productivité de l'amarante

Les résultats de la présente l'étude ont montré que les différents types et doses de composts utilisés ont influencé la quantité de biomasse produite par l'amarante. Seule la fiente de volaille compostée et appliquée à une dose de 30 t.ha⁻¹ a significativement augmenté le rendement de l'amarante à la première et à la deuxième coupe comparativement à la bouse de vache compostée. Ce résultat serait dû aux conditions du sol qui se sont retrouvées améliorées par la fiente de volaille compostée d'une part et de sa teneur élevée en éléments nutritifs indispensables au développement de l'amarante. Ceci est en accord avec les conclusions tirées de l'efficacité de la fiente de volaille compostée par Biaou et al. (2017) et Saïdou et al. (2012) sur les rendements de carotte et laitue au Bénin. De la première à la deuxième coupe, le rendement de la fiente de volaille compostée a évolué à la baisse tandis que celui de la bouse de vache a augmenté. Cette fluctuation enregistrée avec les différents types de fertilisant est du aux différents type d'azote que contient chacun d'eux (l'azote ammoniacal à minéralisation rapide chez la fiente de volaille compostée et l'azote organique à minéralisation lente chez la boue de vache compostée). Une amélioration plus positive du rendement de l'amarante était enregistrée sous la fiente de volaille compostée et appliquée à 30 t.ha⁻¹ comparativement à la dose élevée de 40 t.ha⁻¹ qui devrait influencer de façon plus importante vu sa dose plus élevée. La raison qui expliquerait cette baisse serait le fait qu'à cette dose, l'azote qui étant en excès a été nocif

pour la plante, laissant deviner que la décomposition de l'azote contenu dans le compost à base de fiente de volaille n'a pas été totale vu la quantité apportée. C'est ainsi que Atta et al. (2010) ont aussi trouvé après application de 100 kg N/ha, une baisse considérable du rendement en semences et en calices de *Hibiscus sabdariffa* L. Plusieurs autres études ont montré ce genre de résultats sur d'autres cultures (Ognalaga et al., 2015 ; Biaou et al., 2017), ce qui révèle que l'azote est nécessaire pour la croissance des plantes jusqu'à une dose en-dessus de laquelle l'excès de l'azote restera inutilisable par la plante. En effet, en étant inutilisable, l'excès d'azote risque de s'accumuler dans les plantes ou polluer le sol, ce qui ne favorise pas une culture durable de l'amarante. Face à cet état de chose, l'application raisonnée d'une dose de 30 t.ha⁻¹ de fiente de volaille compostée serait raisonnable en production horticole.

Effets du type et dose de compost sur la rentabilité économique de l'amarante

Comparé à la bouse de vache compostée, la fiente de volaille compostée a un coût d'achat élevé. Cela serait dû aux faibles nombres d'éleveurs de volaille (6 en moyenne) dans le milieu d'étude avec très peu d'expérience en élevage. Néanmoins, les coûts liés à l'épandage du compost à base de fiente de volaille sont réduits comparativement à ceux liés à l'épandage de la bouse de vache compostée. Cela peut s'expliquer par le poids plus élevé de la bouse de vache compostée lors des transports pour l'épandage entraînant ainsi une augmentation du coût de la main d'œuvre. Ceci rejoint l'observation de Kimuni et al. (2014) précisant l'augmentation du coût de production avec les fortes doses de fertilisants organiques au détriment du profit économique. Ensuite, seule la fiente de volaille compostée et appliquée à 30 t.ha⁻¹ a accru le bénéfice brut avec un indice d'acceptabilité excellent dû à son rendement supérieur par rapport à celui des autres traitements. De pareilles études conduites au Kenya par Muna-Mucheru et al. (2007) et à Lubumbashi par Useni et al. (2012) ont révélé de similaires bénéfices accrus avec des fertilisants organiques comparés à ceux

procurés par les fertilisants inorganiques ou organo-minéraux.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de contribuer à l'amélioration de la production de l'amarante par la valorisation des effluents d'élevage à travers leur compostage. Au terme de l'étude, il a été constaté que l'apport de la fiente de volaille compostée à une dose maximale de 30 t.ha⁻¹ a permis d'accroître le rendement de l'amarante, le niveau de fertilité du sol ainsi que le bénéfice brut permettant une rentabilité économique satisfaisante. Il y a eu des effets positifs de ce fertilisant et à cette dose de 30 t.ha⁻¹ sur les caractères agromorphologiques tels que le nombre feuille, la hauteur et le diamètre au collet des plants d'amarante. Ainsi, la dose de 30 t.ha⁻¹ de la fiente de volaille compostée demeure celle recommandée pour un meilleur rendement agroécologique de l'amarante. Dans le cadre d'une agriculture durable et protectrice de l'environnement, il conviendrait d'étudier l'impact de la répétition de ce type de fertilisation au cours du temps et du nombre de cultures sur une même parcelle afin d'émettre une conclusion plus raisonnable.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AMRG a réalisé l'expérimentation, sa conduite et a rédigé le premier draft du manuscrit. MCCZ a soutenu la collecte et l'analyse des données, l'interprétation des résultats et a contribué à la rédaction du manuscrit. NB, SAOG et MTA ont participé à la revue documentaire, à l'analyse, à l'interprétation des résultats et à la correction du manuscrit. FAK et PH supervisé l'ensemble des travaux. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

REMERCIEMENTS

Par ce canal, nous remercions tous les acteurs qui ont contribué à l'amélioration qualitative de ce manuscrit en passant par

l'ONG Centre Béninois pour l'Environnement et le Développement Economique et Social (CEBEDES) qui a mis tous les moyens financiers et matériels pour la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- Ahouangninou C. 2013. Durabilité de la production maraîchère au sud-Bénin : un essai de l'approche écosystémique. Thèse de doctorat : Gestion de l'environnement. Environnement, santé et développement durable, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, p. 349.
- Abdou N, Ousmane N, Baboucar B, Moustapha G, Oumane S. 2019. Effets de la fertilisation organo- minérale sur la croissance et le rendement du « mil sanio » (*Pennisetum glaucum* L. R. Br) en Haute Casamance (Sénégal). *European Scientific Journal.*, **15**(33): 155–170. DOI:10.19044/esj.2019.v15n33p155.
- Atta S, Sarr B, Bakasso Y, Aissa BD, Issaka L, Saadou M, Robert HG. 2010. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) yield and yield components in response to nitrogen fertilization in Niger. *Indian J. Agric. Res.*, **44**: 96-103. DOI: 10.18505/IJARE.ARCC1055
- Biaou ODB, Saidou A, Bachabi F-X, Padonou G. E, Balogoun I. 2017. Effet de l'apport de différents types d'engrais organiques sur la fertilité du sol et la production de la carotte (*Daucus carota* L.) sur sol ferrallitique au sud Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5): 2315-2326. DOI : 10.4314/ijbcs.v11i5.29
- DePee S, Talukder A, Bloom M. 2008. Homestead food Production for Improving Nutritional Status and Health. In *Nutrition and Health in Developing Countries* (2nd edn), Semba RD, Bloem MW (eds). Humana Press: Totowa, NJ, USA; 195-205. DOI: <https://doi.org/10.1177/156482650502600102>
- FAO. 2016. Légumineuses: des graines pour un avenir durable. Rome. DOI: <https://doi.org/10.4060/i5528f>
- FAO. 2015. The state of food insecurity in the world. Rome; 62p. DOI: 978-92-5-108785-5
- Grubben GJH. 1975. La culture de l'amarante, légume-feuille tropicale. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, Nederland*, p6-75.
- Gazeau G, Bouvard F, Leclerc B. 2012. Fientes de volaille. (Matière Organique Fiche N°19) 2P. Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier 13626 Aix-en-Provence Cedex 1. Septembre 2012.
- Gomgnimbou APK, Coulibaly K, Sanon A, Bacye B, Nacro BH, Sedogo PM. 2016. Study of the Nutrient Composition of Organic Fertilizers in the Zone of Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *IJSRSET*, **4**(2): 617-622. DOI: 10.32628/IJSRSET1624127
- Gomgnimbou APK, Bandaogo A, Coulibaly K, Sanon A, Ouattara SH, Nacro B. 2019. Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (*Zeamays* L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(4): 2041-2052.
- Hu Y, Yang J, Yamin N, He J. 2014. SPAD value and Nitrogen Nutrition Index for the Evaluation of Rice Nitrogen Status. *Plant Produ. Sci.*, **17**(1). DOI: 10.1626/pp.s.17.8.
- Iqbal S, Khan HZ, Ehsanullah, Yaseen M. 2014. Impact of level and source of compost based organic material on the productivity of autumn maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Agri. Sci.*, **51**(1): 41-47. DOI: 10.21162/PAKJAS/21.1541
- Koussihouédé HKI, Assogba-Komlan F, Aholoukpè NSH, Amandji GL. 2016. Influence comparée de la litière de volaille et des déjections compostées de petits ruminants sur la productivité de l'amarante (*Amaranthus cruentus* L.) sur terre de barre au Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. BRAB.*, **80**: 14-23.
- Kimuni LN, Mwali MK, Mulembo TM, Wa Lwalaba JL, Lubobo AK, Katombe BN, MichelMM, Louis BL. 2014. Effets de

- doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine (*Brassicachinensis L.*) installé sur un sol acide de Lubumbashi. *J. App. Biosci.*, **77**: 6509–6522. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v77i1>.
- Kitabala MA, Tshala UJ, Kalenda MA, Tshijika IM, Mufind KM. 2016. Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba. *J. App. Biosci.*, **102**: 9669 – 9679. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v102i1>.
- Kwadjo KE, Kra KD, Douan BG, Angoua KH, Doumbia M. 2018. Insectes des stocks de voandzou, *Vigna subterranean* (L.) Verdc. (Fabaceae) dans le district d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Revue de l'Environnement et de la biodiversité-PASRES.*, **2**(3): 32-41. DOI : 10.32637/PASRES/21.0069
- Loué. 1979. Importance de l'interaction azote x potassium dans l'appréciation de la réponse la potasse. (Note présentée par M. Drouineau). Académie d'Agriculture de FRANCE. FD Imprimerie Alençonnaise. p 720-731.
- Muna-Mucheru M, Mugendi D, Kung'u J, Mugwe J, Bationo A. 2007. Effects of organic manure and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District, Kenya. *Agrofor. Syst.*, **6**: 189-197. DOI : 10.1007/s10457-006-9027-4
- Ognalaga M, Messa M'Akoué D, Daudet MMS, Ovono OP. 2017. Effet de la bouse de vaches, du NPK 15 15 15 et de l'urée à 46% sur la croissance et la production du manioc (*Manihot esculenta* Crantz var 0018) au Sud-Est du Gabon (Franceville). *J. Anim. Plant Sci.*, **31**(3): 5063-5073.
- Ognalaga M, Odjogu PIO, Azi AO, Ndzoutsji J. 2015. Restoration of soil fertility by using organic and mineral amendments: the case of the urban perimeter of Franceville (Gabon). *IJAAR.*, **7**(2): 163-172.
- Rahman SM, Kakuda K, Sasaki Y, Makabe-Sasaki S, Ando H. 2013. Early growth stage water management effects on the fate of inorganic N, growth and yield in rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, **59**, 921-932. DOI 10.1080/00380768.2013.865509
- Saïdou A, Bachabi SFX, Padonou GE, Biaou ODB, Balogoun I, Kossou D. 2012. Effet de l'apport d'engrais organiques sur les propriétés chimiques d'un sol ferrallitique et la production de laitue au Sud Bénin. *Rev. CAMES-Série A*, **13**(2): 281-285. DOI : <https://doi.org/10.35759/JABs.151.3>
- Tshimbombo J, Kankolongo M, Tshizembe M, Bongali B, Banga Banga M, Kasongo K, Badibanga M, Nam' a Mbaji K. 2018. L'influence des fertilisants organiques liquides D.I. GROW et inorganiques NPK 17-17-17 + Urée sur le rendement et la rentabilité de la culture du maïs à Ngandajika. *J. Appl. Biosci.*, **122** : 12267-12273. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v122i1.6>
- Useni SY, Longanza BL, Kimuni NL, Mubemba MM. 2012. Effets des apports combinés de bio déchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zeamays L.* cultivées dans la région de Lubumbashi. *J. Appli. Biosci.*, **54** : 3935– 3943.
- Vincent IT, David A, Gilbert DB. 2012. Effet de différentes doses de bouse de vache sur le rendement de la laitue (*Lactuca sativa L.*) à Tchatchou au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **6**(6): 5078-5084. DOI: 10.4314/ijbcs.v6i6.26