

Impact de la fertilisation organique sur quelques caractéristiques du sol et les paramètres de croissance de l'hévéa (*Hevea brasiliensis* Müll Arg.) en phase d'installation à Bonoua, dans le Sud de la Côte d'Ivoire

[Impact of organic fertilization on some soil characteristics and rubber tree growth parameters (*Hevea brasiliensis* Müll Arg.) during the installation phase in Bonoua in the south of Côte d'Ivoire]

Jean Lopez Essehi¹, Jérémie Gala Bi Trazié¹, Emmanuel Kassin Koffi², Eric Francis Soumahin³, Mathurin Okoma Koffi⁴, Samuel Obouayéba⁵, and Albert Yao-Kouamé¹

¹Département Sciences du sol, Unité de Formation et de Recherche de Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny, Cocody - Abidjan, Côte d'Ivoire

²Programme Cacao, Station de recherche de Divo, Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Physiologie et de Pathologie végétale, Unité de formation et de Recherche d'Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire Central de Biotechnologie d'Adiopodoumé, Centre National de Recherche Agronomique, 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

⁵Programme Hévéa, Station de recherche de Bimbresso, Centre National de Recherche Agronomique, 01 BP 1536 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: An Agronomic test of a period of eighteen month, was conducted in the town of Bonoua, to study the effect of organic fertilizer on the vegetative growth of immature plants of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Müll Arg.), and the effect on chemical soil characteristics. A randomized complete block (BCR) of eight treatments and three repetitions, using two sources of organic manure with three levels of doses each, has been set up. The data on the growth unit (CPU), the diameter of the scion (DS) and the height (H) of plants, were observed every six months, starting from the implementation of the tests. Soil samples were also collected, with the same frequencies for analysis. The results showed that, on chemical soil characteristics, some differences relative to control without fertilizers, thus indicating some improved effects of the two types of compost on the studied soil, concerning pH, organic matter content and the cation exchange capacity. Unlike the cow manure-based compost, the increasing of the dose of compost made from chicken droppings resulted lesser effects on soil pH. Vegetative growth in plant height and diameter of the scion were also improved respectively with 24.45% and 15.60%, compared to the control (without fertilizer), through the used of 1.2 t ha⁻¹ of compost of chicken manure. So, under the conditions of this study, this manure, at this level, can be recommended on immature rubber plants.

KEYWORDS: chicken droppings, cow dung, vegetative growth, chemical soil characteristics, Ivory Coast.

RESUME: Un essai agronomique d'une durée de dix-huit mois a été conduit dans la localité de Bonoua en vue d'étudier l'effet de la fumure organique sur la croissance végétative des plants immatures d'hévéas (*Hevea brasiliensis* Müll Arg.) et sur les

caractéristiques chimiques du sol. Un dispositif en blocs complets randomisés à 8 traitements et 3 blocs utilisant deux sources de fumure organique avec 3 niveaux de doses chacune, a été mis en place. Des données sur l'unité de croissance, le diamètre du scion et la hauteur des plants ont été relevées tous les 6 mois à partir de la mise en place des essais. Des échantillons de sol ont également été prélevés selon les mêmes fréquences, pour des analyses. Les résultats ont montré, au niveau des caractéristiques chimiques du sol étudié, des différences relatives par rapport au témoin sans fertilisant, indiquant ainsi, quelques effets améliorants des deux types de compost sur le sol, notamment sur le pH, la teneur en matière organique et la capacité d'échange cationique. Contrairement au compost à base de bouse de vache, l'augmentation de la dose de compost à base de fiente de poulet a entraîné des effets moindres sur le pH du sol. La croissance végétative en hauteur des plants et le diamètre du scion ont été également améliorés respectivement de 24,45 et de 15,60 % par rapport au témoin (sans fertilisant), par l'apport de 1,2 t.ha⁻¹ de compost à base de fiente de poulet, qui peut être, dans les conditions de la présente étude, la dose et le types de compost conseillés sur des plants d'hévéa immatures.

MOTS-CLEFS: fiente de poulet, bouse de vache, croissance végétative, caractéristiques chimique du sol, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Avant les années 1990, grâce à la disponibilité d'une importante réserve forestière, aux conditions climatiques favorables et à la stratégie de diversification des cultures, la Côte d'Ivoire a assuré de manière continue et satisfaisante l'extension de l'hévéaculture sur l'espace forestier. Ce qui lui a permis d'occuper le 7^{ème} rang mondial et le 1^{er} rang africain des pays producteurs de caoutchouc naturel. Cet essor remarquable a été, possible grâce à l'appui de la recherche, à travers la sélection clonale et l'amélioration des technologies de récolte du latex des clones. L'appui de la recherche a ainsi contribué à l'amélioration de productivité de l'hévéa sans toutefois mettre l'accent sur la gestion durable de la fertilité des sols [1], [2], [3], [4]. Au cours de ces dernières décennies, face aux changements climatiques [5], [6], [7], et la baisse de la fertilité des sols due essentiellement à la faible utilisation d'engrais et à la forte pression foncière [8], il importe de recourir aux bonnes pratiques culturales par la gestion rationnelle de la fertilité des sols en valorisant les sources de matières organiques locale. Cette gestion durable du sol signifie que les éléments nutritifs exportés dans la production ou mobiliser par les plantes soient compensés par les apports, de telle sorte que l'équilibre entre éléments minéraux soit maintenu [9]. Diverses méthodes concourent à cette gestion durable des sols, entre autre, l'utilisation des fertilisants organiques. Plusieurs études menées sur la fertilisation organique des sols ont montré l'important rôle des fertilisants organiques sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et également sur le développement et le rendement des cultures [10], [11], [12], [13], [14]. Aussi, l'on assiste-t-il, de plus en plus, à l'utilisation de la fumure organique en hévéaculture, notamment, en pépinière, alors que, très peu d'études ont été consacrées à l'évaluation de l'effet de cette fumure sur les vergers d'hévéa. Cette insuffisance rend difficile toute recommandation à l'attention des paysans, quant aux systèmes de fertilisation organique en culture de l'hévéa. La présente étude se propose de rationaliser l'utilisation de la fumure organique en hévéaculture. Cet objectif général se décline en deux objectifs spécifiques, à savoir, évaluer les effets de la fumure organique sur quelques caractéristiques chimiques du sol et apprécier les effets de cette fumure sur les paramètres de croissance des hévéas immatures.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE DE L'ÉTUDE

L'essai, a été conduit en milieu paysan, dans la localité de Bonoua au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, zone de forte production de caoutchouc naturel (figure 1). Le climat de cette région est de type subtropical humide, avec un régime bimodal [15]. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1700 mm [16]. Le sol est de type ferrallitique fortement désaturé selon la classification française CPCPS [17]. Ces sols ont des propriétés physiques très variables et une richesse chimique toujours faible et voire très faible. L'horizon humifère (3-6 % MO) peu épais est souvent fortement désaturé avec un pH inférieur à 5,5 [18].

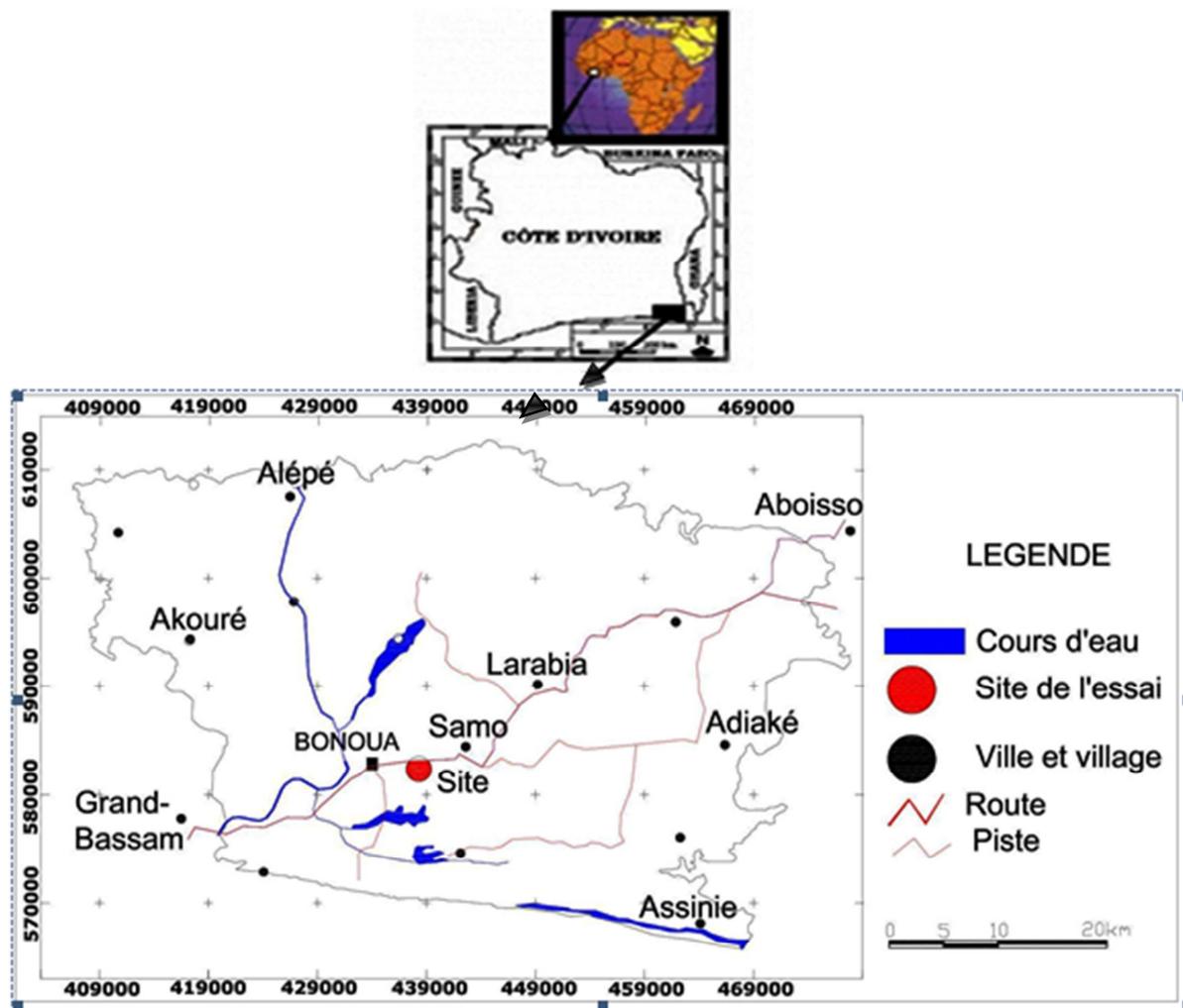


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude (Source : [16], modifié)

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué de plants de la variété IRCA 41 à 3 étages foliaires. Ce clone est haut producteur et adapté aux conditions pédoclimatiques de la Côte d'Ivoire. Il est fortement présent dans le verger ivoirien.

2.3 FUMURES

La fumure organique est constituée de deux types de compost fait à base de fiente de poulet et de bouse de vache. Le compostage a été réalisé selon la méthode "Indore" durant 6 mois dans des fosses de 3 m de longueur, 2 m de largeur et 1 m de profondeur, soit un volume de 6 m³. Des échantillons des deux types de compost ont été prélevés puis analysés au laboratoire de végétaux et de sols de l'École Supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro, selon les méthodes usuelles.

Une fumure minérale, telle que recommandée en hévéaculture en Côte d'Ivoire, a été utilisée comme un témoin relatif.

Elle comprend : l'Urée ([CO(NH₂)₂]), titrant à 46 % d'azote (N) ; le Phosphate tricalcique (Ca₃(PO₄)₂) titrant à 33 % de phosphore (P₂O₅) et le Chlorure de Potassium (KCl) titrant à 60 % de potasse (K₂O).

2.4 DISPOSITIF EXPERIMENTAL, TRAITEMENTS ET EPANDAGE DU MATERIEL FERTILISANT

L'essai a été conduit selon un dispositif en Bloc Complet Randomisé (BCR) utilisant 8 traitements et 3 blocs. Chaque traitement a été identifié par un code consigné dans le tableau 1. Le nombre de plants par traitement est de 45. Les arbres

sont plantés à la densité de 555 pieds à l'hectare, soit 6 m × 3 m (6 m entre les lignes et 3 m entre les plants). Les différents blocs du dispositif ont été séparés par 2 lignes d'hévéas appelées "lignes de bordures", et les différents traitements, par 2 plants.

Le premier apport d'engrais s'est effectué au plantage (mai - juin) dans le trou de plantation. Le second s'est fait au cours de la petite saison pluvieuse (octobre-novembre), puis, le troisième, en avril de l'année suivante. Les apports d'engrais furent effectués par épandage au pied de l'arbre, dans une cuvette sarclée, de rayon variant entre 30 et 60 cm (Figure 2).

La parcelle expérimentale occupe majoritairement le sommet d'une toposéquence.

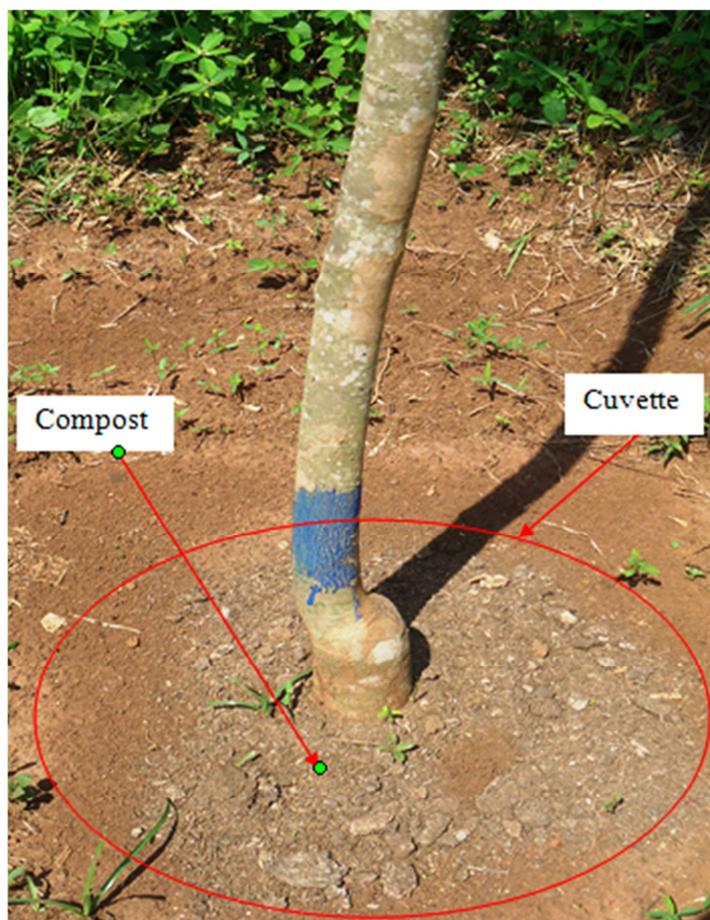


Figure 2: Apport de compost sur un pied d'hévéa

2.5 ETUDE DU SOL

Trois échantillons de sol ont été prélevés à la tarière, dans l'horizon superficiel (0 – 20 cm), sur chaque parcelle élémentaire. Le mélange de ces trois échantillons de sol a permis de constituer un échantillon composite de sol pour chaque parcelle élémentaire.

Cette opération, réalisée, 18 mois après plantage a donné au total 24 échantillons composites. Ils ont été analysés en laboratoire pour déterminer les teneurs en carbone organique (C-org), azote total (N-total), phosphore assimilable (P-ass.), capacité d'échange cationique (CEC), ainsi que le pH. Le taux de matière organique (MO) a été calculé, selon la formule : $MO (\%) = C (\%) \times 1,72$

Ces analyses ont été également réalisées au laboratoire de végétaux et de sols de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).

2.6 COLLECTE DES DONNÉES AGRONOMIQUES

La mesure des paramètres agronomiques a été effectuée sur des plants d'hévéa, au moment de la mise en place puis tous les 6 mois jusqu'au 18ème mois de l'essai. Ainsi, la hauteur des plants (H) a été mesurée à l'aide d'une règle graduée, le diamètre au scion (DS) à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Les unités de croissance (UC) ou étage foliaire des plants et le taux de mortalité, ont été également déterminés aux mêmes périodes. Mais les résultats ont porté sur les données du 18^e mois après planting.

2.7 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA un facteur) à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1. La comparaison multiple des moyennes a été faite selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Tableau 1. Quantité d'éléments apportés par la fertilisation

Traitements		Na	Engrais organique (t.ha ⁻¹)			Phosphate tricalcique Ca ₃ (PO ₄) ₂ (kg.ha ⁻¹)			Chlorure de potassium KCl (kg.ha ⁻¹)			Urée (kg.ha ⁻¹)		
Code			App 1	App 2	App 3	App 1	App 2	App 3	App 1	App 2	App 3	App 1	App 2	App 3
T1	Témoin absolu	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	Engrais minéral	45	0	0	0	41,6	0	83,2	47,2	0	47,2	0	30,6	0
T3	Com1 (½ D)	45	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	Com1 (1 D)	45	1,2	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	Com1 (2 D)	45	2,4	2,4	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	Com2 (½ D)	45	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T7	Com2 (1 D)	45	1,2	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T8	Com2 (2 D)	45	2,4	2,4	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Com1 : Compost à base de bouse de vache ;

Com2 : Compost à base de fiente de poulet;

¼ D: quart de dose ;

½ D: demi dose;

1 D: dose normale;

2 D : double dose ;

App 1: 1^{ere} Application (au planting) ;

App 2 : 2^e Application (6 mois après planting) ;

App 3: 3^e Application (12 mois après planting);

Na : Nombre d'arbres par traitement

3 RESULTATS

3.1 TENEUR EN ELEMENTS FERTILISANTS DES DIFFERENTS TYPES DE COMPOST

L'examen des résultats de l'analyse de la teneur en éléments fertilisants des deux types de composts (Tableau 2) indique que le compost fait à base de fiente de poulet, est plus riche en carbone organique (C), en phosphore (P) et en bases échangeables, notamment, en calcium (Ca²⁺) et en magnésium (Mg²⁺) que le compost fait à base de bouse de vache. Seule la teneur en azote (N) a une tendance contraire, avec 34,89 g.kg⁻¹ de N pour la bouse de vache contre 27,28 g.kg⁻¹ de N pour la fiente de poulet.

Les deux types de compost ont des teneurs identiques potassium (K), soit 0,91% de matière sèche. Cette valeur est faible comparativement à celles des teneurs en magnésium et calcium, respectivement de 3,31 et 18,43 % de matière sèche, dans la fiente de poulet.

Au niveau de la bouse de vache, c'est le magnésium qui présente la plus faible valeur avec 0,74 % de matière sèche..

Aussi, la comparaison des deux types de compost montre-il que celui à base de fiente de poulet a un rapport C/N plus élevé (18,7) que celui à base de bouse de vache (11,4).

Tableau 2. Teneur en éléments minéraux des deux types de composts

Eléments fertilisants	Fiente de poulet	Bouse de vache
C (g.kg ⁻¹)	50,89	39,88
N (g.kg ⁻¹)	27,28	34,89
P (mg.kg ⁻¹)	13,69	1,74
K (% de matière sèche)	0,91	0,91
Mg (%de matière sèche)	3,31	0,74
Ca (%de matière sèche)	18,43	1,49
MO (g.kg ⁻¹)	87,53	68,59
C/N	18,7	11,4

3.2 EFFETS DE LA FUMURE ORGANIQUE SUR LA MATIERE ORGANIQUE ET LA CAPACITE D'ECHANGE CATIONIQUE DU SOL

L'analyse de variance des paramètres chimiques à 18 mois après plantation ne montre aucune différence significative entre les différents traitements (tableau 3) au seuil de probabilité de 5%. Cependant, certains paramètres chimiques de la fertilité du sol, tels que la matière organique (MO) et la capacité d'échange cationique (CEC), ont été légèrement améliorés avec l'apport de la fumure organique par rapport au traitement sans fertilisant (témoin absolu). Cet effet améliorant est plus perceptible à travers, les valeurs moyennes de ces deux paramètres, enregistrées pour les traitements T6, T7 et T8 du compost fait à base de fiente de poulet.

En effet, les teneurs moyennes du sol en matière organique, ont été respectivement de $3,98 \pm 1,03$; $4,07 \pm 0,40$ et $4,14 \pm 0,24$ g.kg⁻¹ pour les traitements T6, T7 et T8. Avec ces même traitements, les valeurs de la CEC ont été respectivement de $11,23 \pm 6,91$; $11,41 \pm 3,63$ à $12,81 \pm 9,88$ cmol.kg⁻¹.

L'apport de la matière organique sous forme de compost de bouse de vache et de fiente de poulet a également conduit à des valeurs moyennes de pH et d'azote, plus élevées, à l'exception de la double dose de compost à base de fiente de poulet, par rapport au témoin sans fertilisant. Contrairement, aux données de la matière organique et de la CEC, c'est le compost à base de bouse de vache qui a donnée des valeurs de pH légèrement plus élevées.

3.3 EVOLUTION DU PH DU SOL EN FONCTION DES DOSES CROISSANTE DE COMPOST

Aussi, l'évolution du pH en fonction des doses croissante des deux types de compost montre-il des tendances d'évolutions contraires. En effet, l'augmentation de la dose de compost à base bouse de vache, de la demi dose aux double de la dose recommandée, provoque une légère élévation du pH du sol, passant de 5,02 à 5,32, alors que le compost à base de la fiente de poulet, utilisé dans les mêmes conditions conduit à une légère baisse allant de 5,30 à 4,93 (figure 3).

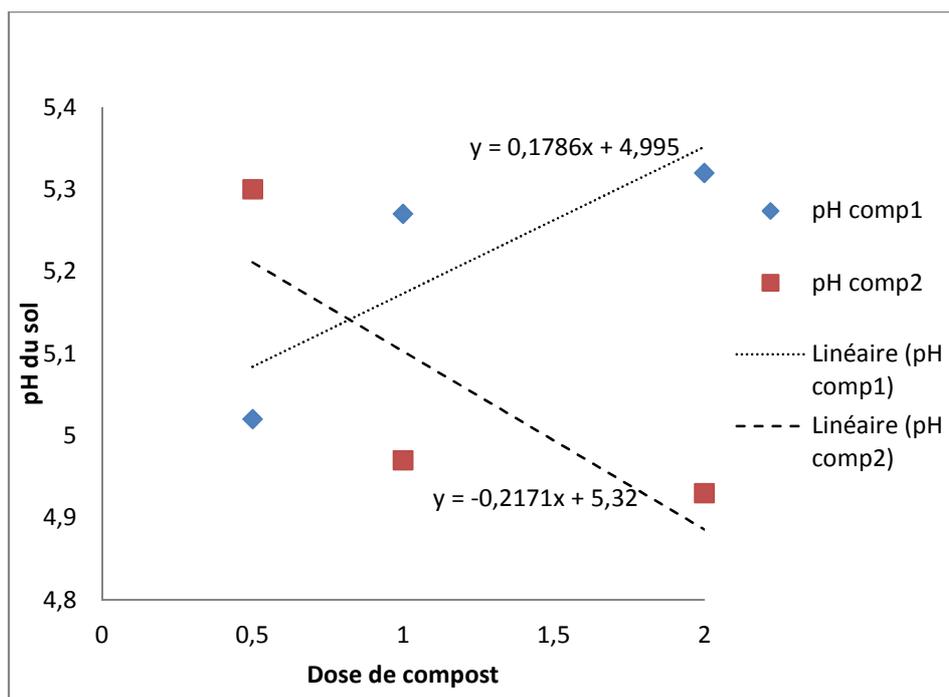


Figure 3. Evolution du pH du sol en fonction des fractions de la dose recommandée

Tableau 3. Caractéristiques chimiques du sol du site de l'étude

Traitements	pH eau	MO (g.kg ⁻¹)	N-total (g.kg ⁻¹)	C/N	P-ass (mg.kg ⁻¹)	CEC (cmol.kg ⁻¹)
T1	4,96 ± 0,27 ^a	3,22 ± 0,27 ^a	0,18 ± 0,02 ^a	11,99 ± 2,09 ^a	88,19 ± 16,84 ^a	7,01 ± 0,23 ^a
T2	5,06 ± 0,34 ^a	3,31 ± 0,60 ^a	0,20 ± 0,03 ^a	09,85 ± 2,66 ^a	67,36 ± 9,62 ^a	7,49 ± 0,51 ^a
T3	5,02 ± 0,38 ^a	3,62 ± 0,88 ^a	0,21 ± 0,04 ^a	11,00 ± 0,35 ^a	86,81 ± 24,06 ^a	8,21 ± 2,01 ^a
T4	5,27 ± 0,18 ^a	3,67 ± 0,67 ^a	0,19 ± 0,02 ^a	11,18 ± 0,74 ^a	88,19 ± 56,72 ^a	8,03 ± 1,09 ^a
T5	5,32 ± 0,29 ^a	3,73 ± 1,59 ^a	0,21 ± 0,07 ^a	11,33 ± 0,60 ^a	67,36 ± 10,49 ^a	7,25 ± 0,54 ^a
T6	5,30 ± 0,28 ^a	3,98 ± 1,03 ^a	0,21 ± 0,06 ^a	11,13 ± 0,69 ^a	74,39 ± 17,49 ^a	11,41 ± 3,63 ^a
T7	4,97 ± 0,22 ^a	4,07 ± 0,40 ^a	0,19 ± 0,03 ^a	11,11 ± 0,54 ^a	99,31 ± 21,38 ^a	11,23 ± 6,91 ^a
T8	4,93 ± 0,30 ^a	4,14 ± 0,24 ^a	0,17 ± 0,02 ^a	11,03 ± 0,40 ^a	78,47 ± 06,36 ^a	12,81 ± 9,88 ^a
DI	7	7	7	7	7	7
MG	5,11 ± 0,29	3,72 ± 0,76	0,20 ± 0,04	11,08 ± 1,22	81,26 ± 23,64	9,18 ± 4,36
Pr < F	0,486*	0,822*	0,857*	0,735*	0,745*	0,636*

Les valeurs moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Test de SNK)

DI : Degré de liberté ;

MG : Moyenne générale ;

* : Non significatif

3.4 EFFETS DE LA FUMURE ORGANIQUE SUR LES PARAMETRES DE CROISSANCE DES PLANTS IMMATURES

Le tableau 4 met en évidence les effets de la fumure organique sur les paramètres de croissance des plants âgés de 18 mois.

3.4.1 HAUTEUR DES PLANTS IMMATURES

Les hauteurs moyennes des plants ont varié de 222,23 cm (T3) à 310,17 cm (T7). L'analyse de variance a montré une différence entre les différents traitements au seuil de probabilité de 5%. Toutefois, les traitements T5, T6, T7 et T8 ont

favorisé une meilleure croissance en hauteur des plants par rapport aux témoins absolu et relatif. Les gains de croissance en hauteur ont été de 2,4 ; 2,5 ; 7,17 et 24,45 % respectivement pour les traitements T6, T5, T7 et T8 par rapport au traitement témoin absolu (T1) et de 12,64 ; 12,75 ; 17,88 et 36,89 % par rapport au traitement témoin relatif (T2).

3.4.2 DIAMÈTRE DU SCION

Au niveau des diamètres du scion, les résultats de l'analyse de variance n'ont montré aucune différence significative selon les traitements. Les valeurs moyennes ont varié de 19,54 à 24,30 mm de diamètre. Cependant, la variation moyenne la plus élevée a été obtenue avec le traitement T7 (Dose normale de compost fait à base de fiente de poulet).

3.4.3 UNITÉ DE CROISSANCE

L'analyse de variance de la variation moyenne des unités de croissance n'a pas montré de différence significative selon les traitements au seuil de probabilité de 5%. La variation la plus faible est observée au niveau du traitement T6 (Demi-dose de compost fait à base de fiente de poulet).

Tableau 4. Variations des hauteurs moyennes, des diamètres moyens du scion et des unités de croissances moyennes des plants immatures d'hévéa du clone IRCA 41

Traitements	H (cm)	DS (mm)	UC
T1	249,22 ± 69 ^b	21,02 ± 5 ^a	3,34 ± 1 ^a
T2	226,58 ± 66 ^b	21,11 ± 6 ^a	3,60 ± 1 ^a
T3	222,23 ± 86 ^b	19,54 ± 7 ^a	3,52 ± 2 ^a
T4	237,11 ± 96 ^b	20,17 ± 6 ^a	3,18 ± 2 ^a
T5	255,49 ± 88 ^{ab}	21,56 ± 8 ^a	3,29 ± 2 ^a
T6	255,22 ± 87 ^{ab}	20,60 ± 6 ^a	3,12 ± 2 ^a
T7	310,17 ± 17 ^a	24,30 ± 7 ^a	4,12 ± 2 ^a
T8	267,09 ± 76 ^{ab}	20,04 ± 5 ^a	3,50 ± 1 ^a
DI	7	7	7
MG	252,89 ± 91	21,04 ± 7	3,34 ± 2
Pr < F	0,002 ^{**}	0,085 [*]	0,213 [*]

Les valeurs moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Test de SNK)

DI: Degré de liberté, **MG:** Moyenne générale, * : non significatif ; ** : significatif

H: Variation des hauteurs, **DS:** variation des diamètres du scion,

UC: Variation des unités de croissance

3.5 TAUX DE MORTALITE DES PLANTS

La figure 4 présente le taux moyen de mortalité des plants par traitement. Les plus forts taux ont été observés au niveau des traitements T2 (témoin relatif avec engrais minéral) et T3 (demi-dose de compost à base de bouse de vache), avec des valeurs respectives de 11,43% et 8,33 %. Les plus faibles taux de mortalité (1%) ont été observés avec les traitements T7 (dose normale de compost fait à base de fiente de poulet) et T4 (dose normale de compost fait à base de bouse de vache).

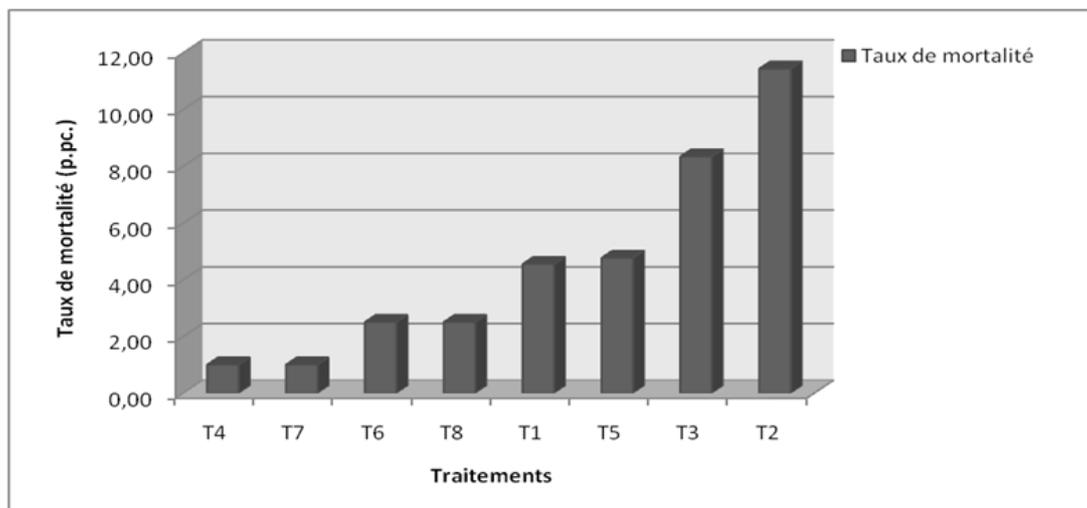


Figure 4. Taux moyen de mortalité par traitement

4 DISCUSSION

4.1 COMPOSITION DES COMPOSTS A BASE DE BOUSE DE VACHE ET DE FIENTES DE POULET

Bien que, 6 kg d'urée ait été ajouté à la bouse de vache et à la fiente de poulet, pendant la phase de compostage, pour éviter la faim d'azote [19], la forte teneur en azote indiquée par les résultats d'analyse chimique sur les compost à base de bouse de vache et de fiente de volaille, serait une qualité intrinsèque à ces sources de matière organique [20].

La plus forte teneur en azote observée pour le compost à base de bouse de vache comparativement au compost à base de fiente de poulet est contraire aux observations faites par [21]. Mais cela est à relativiser, car la concentration des éléments minéraux dans les déjections d'animaux est fonction de l'alimentation de ces derniers [22].

4.2 EFFETS DE LA FUMURE SUR LES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL

Les applications de fumure réalisées au cours de cette étude n'ont pas eu d'effet significatif sur les paramètres chimiques du sol, qui a bénéficié, si l'on considère la dose apportée au plant, de trois apports de compost en 12 mois. Cette fréquence d'apport, est supérieure à celle proposée par d'autres auteurs, pour ce type de fertilisant, à savoir une à deux applications par an [23]. Ces apports combinés à la durée de l'expérimentation (18 mois), n'ont certainement pas permis d'établir des différences significatives, dans la fourniture des éléments minéraux au sol.

Toutefois, la supériorité relative des valeurs obtenues après l'apport des différents types de composts, comparés aux deux témoins, a été également constatée par d'autres auteurs [24], relevant que les composts à base de fientes de volailles et de bouse de vache pourraient faire augmenter le pH duquel, ils sont appliqués.

La valeur élevée du rapport C/N du compost à base de fiente de poulet comparativement à celui de la bouse de vache, montre que le compost à base de bouse de vache est plus stable que le compost à base de fiente de poulet. Les réactions chimiques conduisant à une matière organique stable, pourraient continuer au niveau du compost à base de fiente de poulet, si les conditions sont réunies. Ces réactions conduisent à la libération de divers composés, entre autres, des acides carboniques [25]. Ces acides seraient responsables de la baisse du pH en fonction des doses croissantes de compost à base de fiente de poulet.

Quant au compost à base de bouse de vache, l'augmentation du pH en fonction des doses croissantes de compost montre que, ce fertilisant, à ce stade, joue le rôle d'amendement tel que rapporté par [26].

Les résultats montrent que la matière organique et la capacité d'échange cationique du sol ont été légèrement améliorées par les composts, avec un plus grand effet pour le compost fait à base de fiente de poulet. Cette légère différence observée serait due à la teneur en matière organique de la fiente de poulet qui est 1,28 fois supérieure à celle de la bouse de vache. En effet, la teneur en matière organique serait un facteur déterminant de la valeur de la capacité d'échange

cationique [27]. Par ailleurs, la fréquence et la quantité des apports de compost fait à base de fiente de poulet serait également des éléments explicatifs l'amélioration de la teneur en matière organique et capacité d'échange cationique, comme cela a été relevé par certains auteurs après l'étude des effets synergiques des engrais minéraux et de la fumure de volaille dans l'amélioration de la fertilité d'un sol ferrallitique (ferralsol) de l'Ouest de la Côte d'Ivoire [28]. La référence [29], lors de l'étude de la fertilisation organo-minérale du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et diagnostic des carences du sol, ont également fait des observations similaires.

4.3 EFFETS DE LA FUMURE SUR LES PARAMETRES AGRONOMIQUES DES HEVEAS IMMATURES

Après dix-huit mois d'essai, les résultats ont montré un effet significatif de l'application de la fumure organique sur la croissance végétative des plants immatures d'hévéa. L'effet positif de l'application du compost observé, a déjà été signalé dans plusieurs travaux, dont les études de l'influence de la fumure organique, du NPK et du mélange des deux fertilisants sur la croissance de *Moringa Oleifera* L. [30], des effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso [31], de même que l'étude de la fertilisation organo-minérale du manioc [28]. Comparativement aux deux témoins (absolu et engrais minéral seul), les apports de composts ont amélioré la croissance en hauteur des hévéas immatures, notamment, le compost fait à base de fiente de poulet, et c'est le traitement T7 (dose normale de compost fait à base de fiente de poulet) qui a donné le meilleur résultat. Des résultats similaires ont été obtenus au Nigéria, relativement à la croissance du théier [32] et en Côte d'Ivoire, sur la croissance et le développement du cocotier en pépinière [14]. Cette croissance végétative induite par l'application de la fiente de poulet serait donc meilleure, comparée à celle induite par la fumure minérale ou même le compost fait à base de bouse de vache. En effet, l'application de compost fait à base de fiente de poulet, de par sa structure spongieuse et poreuse, mais aussi, de ses caractéristiques chimiques intéressantes pour l'amélioration de la structure du sol, serait responsable de cette croissance végétative. Cependant, le retard de croissance observé sur la micro parcelle ayant reçu l'engrais minéral serait dû au fort taux de mortalité observé, qui probablement pourrait s'expliquer par l'apport élevé de chlorure de potassium ($47,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) lors du planting.

4.4 EFFET DE LA FUMURE ORGANIQUE SUR LE TAUX DE MORTALITE DES PLANTS D'HEVEA IMMATURES

Les plus faibles taux de mortalité observés avec la dose complète des composts à base de fiente de poulet et de bouse de vache, par rapport aux témoins absolu et relatif, montre que la fumure organique pourrait réduire la mortalité des plants d'hévéa, en phase d'installation. Cela pourrait s'expliquer par l'amélioration du milieu trophique de la plante. Toutefois, l'augmentation des doses de fumure organique pourrait accroître le taux de mortalité, rendant ces doses néfastes aux plants [33]. Cela est observé avec les doubles doses des fumures organiques (T5 et T8). Cette tendance est plus forte avec le compost à base de bouse de vache et se justifierait par la forte teneur en azote de ce compost [33]. Cependant, la supériorité du taux de mortalité obtenue avec la demi-dose du compost à base de bouse de vache, par rapport à la double dose de ce compost et au témoin absolu, montre la mortalité des plants serait la résultante de plusieurs facteurs.

5 CONCLUSION

Les résultats des travaux effectués au cours de cette étude, ont montré que, l'application de fumure organique, bien que n'ayant pas eu d'effets statistiquement significatifs sur les paramètres chimiques du sol à court terme, a néanmoins conduit à des différences relatives au niveau du pH, de la matière organique et de la capacité d'échange cationique.

Toutefois, sur les paramètres de croissance végétative des plants, des effets positifs préliminaires sont notés. La dose fractionnée de $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de compost, fait à base de fiente de poulet, au regard des paramètres de croissance, du faible taux de mortalité et de certaines caractéristiques du sol, telle que le phosphore assimilable, serait le meilleur traitement.

Par ailleurs, les résultats témoignent de la nécessité de conduire les essais de fertilisation organique à base de compost, sur une période plus longue, afin de mieux apprécier les gains, tant au niveau du sol que des cultures pérennes.

REFERENCES

- [1] J.M. Eschbach et M. Tonnelier, "Influence de la méthode de la stimulation, de la concentration du stimulant et de la fréquence de son application sur la production du clone GT 1 en Côte d'Ivoire", In : C.R. Coll. Expl. Physiol. Amél. Hévéa, IRCA-CIRAD, ed., Montpellier, France, 295-306, 1984.
- [2] J.C. Prévôt, J.N.L. Jacob, R. Lacrotte, A. Vidal, E. Serrès, J.M. Eschbach and J. Gigault, "Physiological parameters of latex from *Hevea brasiliensis*. Their use in the study of the laticiferous system. Typology of functioning production mechanisms. Effects of stimulation", In : IRRDB physiology and Récolte de latex Meeting, Hainan, 1986, Pan Yanqing and Lhao Canwen Eds, South China Academy of Tropical Crops of functioning (Hainan), 136-157, 1986.
- [3] R. Lacrotte, "Etude des relations entre la teneur en sucres du latex et la production. Approche des mécanismes du chargement en saccharose des laticifères d'*Hevea brasiliensis* Muell. Arg", Thèse de Doctorat d'Université, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II, 266 p, 1991.
- [4] S. Obouayéba, "Contribution à la détermination de la maturité physiologique de l'écorce pour la mise en saignée d'*Hevea brasiliensis* Muel. Arg. (Euphorbiacées) : Normes d'ouverture". Thèse de Doctorat Unique. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 225 p., 2005.
- [5] Y.T. Brou, F. Akindès, et S. Bigot, La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles, Cahiers Agricultures vol. 14, n°6, novembre-décembre 2005, pp. 533 -540, 2005.
- [6] A.M. Kouassi, K.F. Kouamé, B.T.A. Goula, T. Lasm, J. Paturel, J. Biemi, "Influence de la variabilité climatique et de la modification de l'occupation du sol sur la relation pluie-débit à partir d'une modélisation globale du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire". Rev., Ivoir., Sci., Technol., 11 (2008) 207-229., 2008
- [7] T. Brou, 2010. "Variabilité climatique, déforestation et dynamique agrodémographique en Côte d'Ivoire", Sécheresse, Vol. 21, n°4, pp. 327 -329, 2010
- [8] Y.S. Affou, et K. Tano, "Situation foncière et émigration dans la boucle du cacao (Côte d'Ivoire) ", Agronomie africaine Volume III (1) : 35 – 43, 1991.
- [9] R. Manlay, "Dynamique de la matière organique à l'échelle d'un terroir agropastoral de la savane –ouest africaine (Sud-Sénégal) ". Thèse Doctorat ès Sciences de l'environnement. Ecole Nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts. Université de Montpellier, 246 p., 2000.
- [10] A. Gros, "Engrais – Guide pratique de la fertilisation". 6ème édition Revue et complétée. La maison Rustique, 436 p., 1974.
- [11] C. Piéri, "Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara". Ministère de la Coopération et du développement, Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Paris, France, 444 p., 1989.
- [12] D. Soltner, "Les bases de la production végétales". Tome I : le sol et son amélioration, 23è eds. Poitiers (France) : Sciences et Techniques Agricoles, 472 p., 2003.
- [13] D.M. Djéké, T.K.P. Angui, et Y.J. Kouadio, "Décomposition des broyats de coques de cacao dans les sols ferrallitiques de la zone d'Oumé, centre-ouest de la Côte d'Ivoire : Effets sur les caractéristiques chimiques des sols", Biotechnol. Agron. Soc. Environ., Vol. 15 (2011) n°1: pp. 109-117., 2011.
- [14] M. Zadi, "Effet de deux types d'engrais organiques sur la croissance et le développement du cocotier (*Cocos nucifera* L.) Hybride PB 113+ en pépinières". Mémoire de DEA. Abidjan (Côte d'Ivoire) : Université d'Abobo – Adjamé, UFR des Sciences de la nature ; 60 p., 2013.
- [15] M. Eldin, Le climat. In Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. ORSTOM Paris, pp. 73-108., 1971.
- [16] Aké G. E., Kouadio B. H., Adja M. G., Ettien J-B., Effebi K. R., et Biémi J., "Application des méthodes DRASTIC et SI pour l'étude de la vulnérabilité à la pollution par les nitrates (NO₃-) de la nappe de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) ", Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(5) : pp. 1676 – 1692., 2010.
- [17] AFES, "Classification des sols, travaux CPCS 1963 – 1967", édition 1967, 100 p., 2011.
- [18] Perraud A., "La matière organique des sols forestiers de la Côte d'Ivoire". Thèse, Nancy, 134 p., 1971.
- [19] CFPPA du Morvan, "Broyage, paillage et compostage – Le guide pratique, tout savoir sur la valorisation de nos déchets verts après broyage", Conseil Général de la Nièvre, 8 p., 2012.
- [20] B. Leclerc, "Guide des matières organiques". Tome 1, Deuxième édition, ITAB pp. 115-119, 2001.
- [21] D. Ziegler et M. Héduit, "Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion et environnement", ITCF, ITP, ITEB, France, 35 p, 1991.
- [22] E. Lorinquer, P. Ponchant et P. Levasseur, "Composim : le calculateur de la quantité et de la composition des effluents porcs, bovins et volailles, Notice d'emploi et guide méthodologique", IFIP, IDELE, ITAVI, 36 p., 2014.
- [23] E. Bouvier, G. Gazeau et D. Jammes, Adapter les apports organiques au sol, Les sols vivants, Matières organiques, Fiche n°3, 8 p., 2012.

- [24] S. Dragon et C. Icard, "Effet d'apport de différents amendements organiques sur les propriétés du sol - Bilan de 15 années d'essai en culture légumière à la SERAIL", *Echo-MO* n° 81, 5 p., 2010.
- [25] I.E.A. Znaïdi, "Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes", *Mémoire de Master, C.I.H.A.M. Méditerranéen Agronomic Institute of Bari*, 91 p., 2002.
- [26] A. Weill et J. Duval, "Les amendement organiques : fumiers et composts, Module 7 : Amendement et fertilisation, In : Guide de gestion globale de la ferme maraichère biologique et diversifiée", *Equiterre*, 19 p., 2009.
- [27] G. Huber et C. Schaub, "La fertilité des sols : L'importance de la matière organique", *Agricultures et Territoires*, 42 p., 2011.
- [28] Akanza K., P. et Yoro G., "Effets synergiques des engrais minéraux et de la fumure de volaille dans l'amélioration de la fertilité d'un sol ferrallitique de l'Ouest de Côte d'Ivoire", *Agronomie Africaine*, Vol. 15 (3). pp. 135 – 144., 2003.
- [29] Akanza K. P. et Yao-Kouamé A., "Fertilisation organo-minérale du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et diagnostic des carences du sol", *J. Appl. Biosci.* 46 : pp. 3163 – 3172., 2011.
- [30] Pamo E.T., Boukila B., Tonfack L.B., Momo M.C.S., Kana J.R. et Tendonkeng F., "Influence de la fumure organique, du NPK et du mélange des deux fertilisants sur la croissance de *Moringa oleifera* LAM. Dans l'Ouest Cameroun". *LRRD News* 3 : pp. 53 – 62., 2005.
- [31] Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Zombré P.N., "Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009 13(1), 103-111, 2009.
- [32] Ipinmoroti R.R., Iremiren G.O., Olubamiwa O., Fademi A.O., and Ipinmoroti, R R., Adeoye G.O. and Makinde E.A., "Effects of urea-enriched organic manures on soil fertility, tea seedling growth and pruned yield nutrient uptake in Ibadan, Nigeria", *Bulg. J. Agric.Sci.*,14: pp. 592 – 597, 2008.
- [33] V.I. Tchabi, D. Azocli et G.D. Biaou, "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, 2012.