



RESEARCH ARTICLE

REPONSE DU CONCOMBRE (CUCUMIS SATIVUS L.1753) A LA FERTILISATION ORGANIQUE ET ORGANO-MINERALE EN CULTURE DE SAISON SECHE A L'OUEST DU BURKINA FASO

Drissa Cissé¹, Bapèné Marc Somé², Fatimata Saba², Abdoul Aziz Ouédraogo¹, Joseph Faical kiétééré Sanon³, Kalifa Coulibaly¹ et Hassan Bismarck Nacro¹

1. Université Nazi BONI (UNB)/Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol et les Systèmes De Production (LERF-SP), BP 1091 Burkina Faso.
2. Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA).
3. Ecole Nationale de Formation Agricole de Matourkou (ENFA de Matourkou).

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 06 September 2025

Final Accepted: 08 October 2025

Published: November 2025

Key words:-

organo-mineral fertilization, Biochar, Bat guano, Burkina Faso

Abstract

This research aims to evaluate the effect of organic and organo-mineral fertilizers on Cucumber (*Cucumis sativus* L.1753) growth and yield. The study was conducted at the National agricultural school of Matourkou farm in western Burkina Faso between december 2024 and march 2025. The experimental trial was a complete randomized block design with six (06) treatments and four (04) replicates. The six (06) treatments are :T0 (control without fertilizer), FM (100% recommended mineral fertilization rate), G (bat guano), GB (80% bat guano and 20% biochar), GFM (bat guano and 100% recommended mineral fertilization rate), GBFM (bat guano, biochar and 100% recommended mineral fertilization rate) The growth and yields parameters (diameter and hight) of cucumber plants were significantly enhanced in all fertilizer treated plots in comparison to the control (T0). After 60 days of growth, the results obtained showed that the effects on cucumber growth vary according to the fertilization system. The combination bat guano, biochar and 100% recommended mineral fertilization rate (GBFM), and Guano (G) used alone significantly improved the parameters studied (height, diameter and yield parameters). The best fruit yield effects were induced by GBFM and G. Thus, the organo-mineral fertilization combined bat guano, biochar and 100% recommended mineral fertilization rate and the organique fertilization with guano alone under the conditions of this trial showed great potential for improving cucumber growth and yield parameters. health.

"© 2025 by the Author(s). Published by IJAR under CC BY 4.0. Unrestricted use allowed with credit to the author."

Introduction:-

Le maraîchage constitue une source de revenus pour de nombreuses populations et joue un rôle majeur dans l'atteinte de la sécurité alimentaire et l'autonomisation financière des femmes au Burkina Faso (Rouamba *et al.*,

Corresponding Author:- Drissa Cisse

Address:- Université Nazi BONI (UNB)/Laboratoire d'Etude et de Recherche Sur la Fertilité de Sol et les Systèmes de Production (LERF-SP), BP 1091 Burkina Faso.

2024). A l'échelle micro-économique, l'activité maraîchère assure plus de 78% des revenus des ménages agricoles maraîchers (Kaboré *et al.*, 2019, Ibriga *et al.*, 2020). Son apport dans le développement social et économique demeure très important pour la population (Kouakou, 2019). En effet, avec un revenu moyen de 1 995 000 F CFA par ha, les cultures maraîchères contribuent significativement à la réduction de la pauvreté des familles et du chômage des jeunes et permettent de lutter contre l'insécurité alimentaire et nutritionnelle (Boni *et al.*, 2017, Ouédraogo *et al.*, 2022).

Plusieurs spéculations sont produites parmi lesquelles figure le concombre. Au plan mondiale la production du concombre est estimée à 80 646 131 tonnes avec un rendement variant entre 40 et 60 t/ha selon la variété (Fondio, 2022). Au Burkina Faso, elle est de 8463 tonnes avec un rendement moyen de 9,4t/ha très en deçà de la moyenne mondiale (MARAH, 2022). Les facteurs susceptibles d'expliquer ce faible rendement sont entre autres le faible niveau de fertilité des sols qui constitue la contrainte abiotique majeure à l'intensification de la production agricole au Burkina Faso (Lompo *et al.*, 2009; Coulibaly *et al.*, 2022). Et pour maintenir et accroître ces rendements, les producteurs maraîchers utilisent principalement des engrais minéraux à fortes doses et des pesticides de synthèse (Kaboré, 2014 ; Ouédraogo *et al.*, 2019).

Il est pourtant reconnu que l'emploi incontrôlé et continu des intrants chimiques dans la production conduit à la dégradation des propriétés physico-chimiques du sol (Ghoneim and El-Araby, 2003). Cette situation pose un problème de durabilité des systèmes de production d'une part et d'autre part la qualité des fruits et légumes destinés à la consommation. Face à ces enjeux environnementaux et sanitaires, il est impératif d'adopter des options de fertilisation qui garantissent une agriculture durable soucieuse de l'environnement et de la qualité des denrées produites (Kiba, 2012). En effet, la fertilisation organique est une alternative durable qui, lorsqu'elle est bien appliquée, permet de réduire l'utilisation des engrais chimiques (Cissé *et al.*, 2021). En effet, ces fertilisants organiques améliorent les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, réduisent la consommation de l'eau par les plantes, diminuent la pollution de l'environnement et améliorent la production des plantes (Kitabala *et al.* 2016, Kouyaté *et al.*, 2023). Cependant, les différentes sources de matières organiques tels que le fumier et le compost n'étant pas toujours disponibles en quantité et en qualité suffisantes (Lompo *et al.*, 2009), il est impérieux de trouver d'autres sources pour élargir la gamme des amendements organiques. Parmi ces sources alternatives figurent le guano et le biochar. Si le guano est un amendement organique essentiellement constitué de crottes de chauve-souris, le biochar est un amendement organique obtenu par pyrolyse de plusieurs matériels végétaux dont les résidus de cultures. Ces deux amendements utilisés seul ou en combinaison avec des fertilisants minéraux pourraient constituer une alternative pour les producteurs maraîchers pour peu que leurs efficacités agronomiques soient prouvées. Cette étude visait à déterminer les effets des fertilisants organiques sur les paramètres de croissance et le rendement du concombre.

Matériel et Methodes:-

Description du site d'étude:

L'étude a été conduite dans le domaine de l'Ecole nationale de formation agricole de Matourkou situé à 10 kilomètres au sud de la ville Bobo-Dioulasso, entre 11°4'47,04" et 11°6'54,76" de Latitude Nord et, 4°22'55,72" Ouest et 4°20'1,01" de Longitude Ouest, dans la commune de Bobo-Dioulasso à l'Ouest du Burkina Faso (Figure 1). Le climat de la zone est de type sud-soudanien caractérisé par une alternance entre une saison sèche de sept (07) mois et une saison humide de cinq (05) mois (Fontes et Guinko, 1995). La pluviosité moyenne annuelle des dix (10) dernières années (2015-2024) a varié de 750 mm à 1350 mm (INERA, 2024). Les sols dominants de la zone d'étude sont de types ferrugineux tropicaux (lixisols) à texture limono-argileuse (BUNASOLS, 2003).

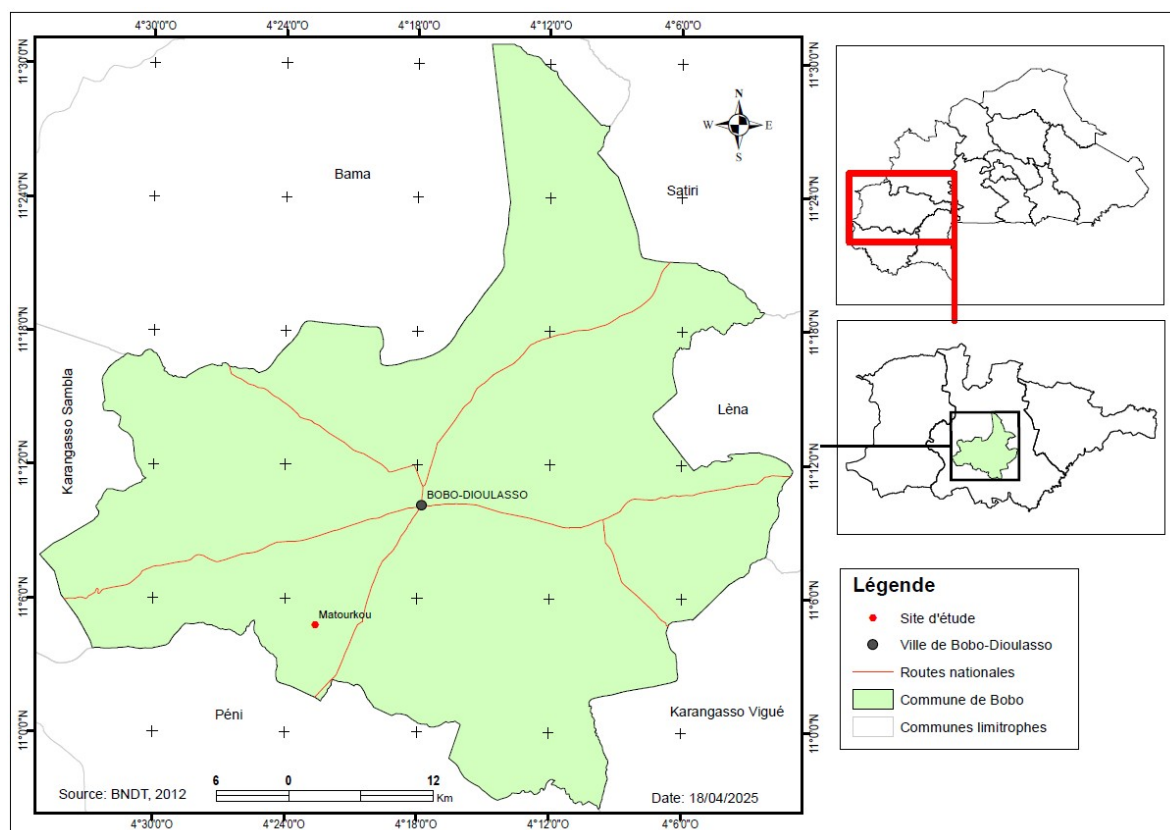


Figure 1: Site d'étude

Matériel:-

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette étude était constitué de la variété Poinsett de concombre. La variété Poinsett est précoce avec un cycle de 40 à 45 Jours après semis (JAS) et un rendement potentiel de 25 à 80 t/ha (Berton et Gourmel, 2020). C'est aussi une variété adaptée pour une production en toute saison en zone tropicale, au rendement optimal, tolérante aux maladies telles que le mildiou, l'oïdium et l'anthracnose. La semence de cette cultures a été achetée à NAFASO. Le biochar de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit et le guano de chauves-souris étaient

les fertilisants organiques. Le biochar a été produit à l'ENAFa de Matourkou avec le four Top-Lit Updraft (TLUD) et le guano de chauves souris a été collecté dans la grotte du village de San dans la commune de Pompoï à l'Ouest du Burkina Faso. Leurs caractéristiques chimiques sont consignées dans le tableau 1. Les fertilisants chimiques étaient composés d'engrais minéraux tels que le complexe NPK (14-23-14) et l'urée (46 % N) achetés sur le marché à Bobo-Dioulasso.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des fertilisants organiques utilisés

Amendements	Paramètres physico-chimiques						
	pH _{H2O}	C_org (%)	MO (%)	N_tot (%)	C/N	P_tot (mg.kg ⁻¹)	K_tot (mg.kg ⁻¹)
Biochar	10,3	31,3	43,97	6,3	55	2867	24872
Guano	7,36	22,27	38,40	29,28	8	9684,03	14822,35

Legende: C_org : carbone organique total ; MO : matière organique ; N_tot : azote total ; C/N : rapport carbone/azote ; P_tot : phosphore total ; K_tot : potassium total

Méthodologie:-

Dispositif expérimental:

Le dispositif expérimental utilisé dans le cadre de cette étude est un bloc complètement randomisé (BCR) (figure 2) avec six (06) traitements et quatre (04) répétitions. La superficie de chaque parcelle élémentaire était de 1,5 m². Les traitements étaient : T0 (aucun apport de fertilisants), FM (100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹ d'Uree), G (15t.ha⁻¹ de guano), GB (13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar de *Hyptis suaveolens*); GFM (15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée), GBFM (13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar de *Hyptis suaveolens* + 100% de fumure minérale vulgarisée)

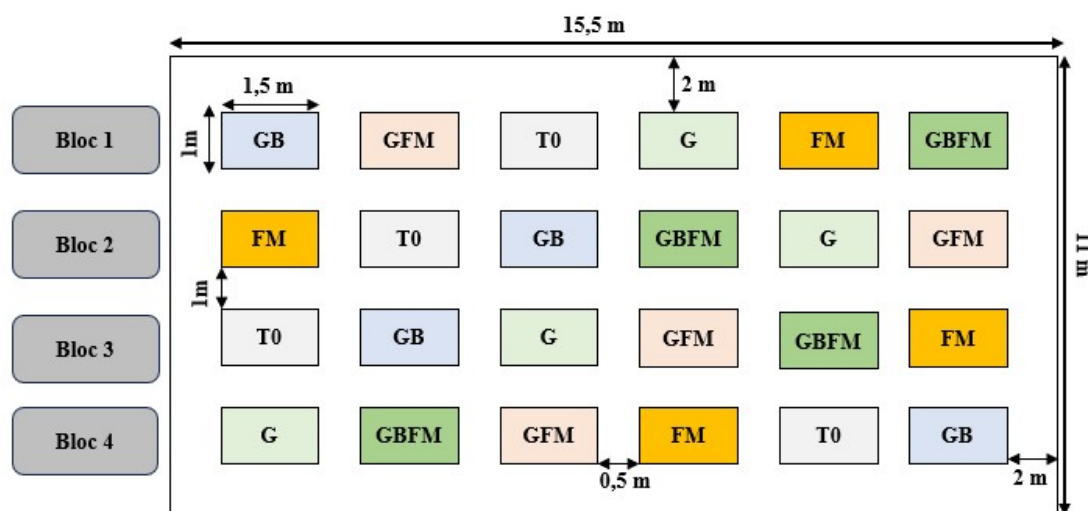


Figure 2 : Dispositif expérimental

Legende: T0 : aucun apport de fertilisants ; FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹ d'Uree ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée

Conduite de l'essai:

L'essai a été mis en place le 17 décembre 2024. Un labour à plat dans la profondeur 0-20 cm du sol à l'aide de la traction animale a d'abord été effectué suivi d'un nivellement à la bêche. Des planches creuses à bordures surélevées ont été réalisées pour éviter le transfert d'éléments nutritifs d'une parcelle élémentaire à l'autre par les eaux de ruissellement et dans le but de conserver l'eau et maintenir l'humidité pendant longtemps. Les fertilisants organiques (tableau 1) ont été apportés en fumure de fonds sept (07) jours avant semis à raison de 15t.ha⁻¹. Ils ont été enfouis à une profondeur de 10 à 15 cm à l'aide de la daba dans les parcelles élémentaires qui ont ensuite été arrosées abondamment.

Le semis a été effectué le 25 décembre 2024 à raison de deux graines par poquet à une profondeur de 2 à 3 cm environ et aux écartements de 50 cm x 50 cm, soit une densité de plantation de 80 000 plants/ha. Un repiquage a été fait pour combler les poquets manquants. Le NPK et l'urée ont été apportés en fumure de couverture. Le NPK (14-23-14) a été apporté en deux fractions au 15^{ème} et 30^{ème} JAS à raison de 100kg.ha⁻¹ par fraction. L'urée a été apporté au 45^{ème} JAS en une seule fraction à raison de 100kg.ha⁻¹

L'entretien cultural a consisté en un binage, à l'aide d'une binette tous les 14 jours pour contrôler les mauvaises herbes et assurer un bon drainage du sol. L'apport d'eau a été réalisée très tôt le matin au pied de la plante durant les 40 premiers JAS à raison de 2 litres par plante par jour soit 1 litre par plante le matin et 1 litre par plante le soir. Après le 45^{ème} JAS correspondant à la période de nouaison, l'apport d'eau se faisait à raison de 2 litres par plante dans la matinée et 1 litre par plante le soir. Pour contrôler les insectes ravageurs, un traitement au K-optimal a été

effectué chaque deux semaines à la dose recommandée d'11.ha⁻¹. Les traitements ont été arrêtés 15 jours avant les premières récoltes

Un tuteurage pour soutenir les plantes de concombre a été réalisé. Il s'est fait à partir du 28^{ème} jour avec des fils. Le fil est attaché au collet de la plante puis enroulé autour de la plante et attaché à un piquet passant au-dessus de la planche.

Collecte des données:

Avant le labour du sol, des échantillons de sols ont été prélevés à une profondeur de 10-20 cm dans les diagonales de la parcelle d'expérimentation. Ces échantillons ont été mélangés pour constituer un échantillon composite qui a été analysé en vue de déterminer les caractéristiques chimiques du sol avant la mise en place de l'essai (tableau 2). L'échantillon a été séché à l'ombre au laboratoire pendant 72 heures. Les méthodes d'analyse suivantes ont été utilisées pour déterminer les paramètres chimiques du sol : Méthode AFNOR, ISO 10390:2021 (2022) pour la détermination du pH, la méthode de Walkley et Black (1934) pour le carbone organique, la méthode de Kjeldahl décrite par Hillebrand *et al.* (1953) pour déterminer l'azote total, le phosphore total par la méthode Bray et Kurtz (1945) et le potassium total par la méthode photométrique.

Les paramètres de croissance et les composantes de rendement retenus et suivi étaient la hauteur, le diamètre au collet, le nombre de boutons floraux, le nombre de fruit par plante, le rendement en fruit et le rendement en tige. Les mesures des paramètres de croissance, le nombre de boutons floraux et le nombre moyen de fruit par plante ont été faites sur l'ensemble des six (06) plantes de chaque parcelle élémentaire. La hauteur et le diamètre au collet des plantes ont été mesurés à 15 JAS, 30 JAS, 45 JAS et 60 JAS. Sur chaque plante la mesure de la hauteur se faisait du niveau du sol jusqu'au dernier bourgeon apical à l'aide d'une règle graduée. Pour le diamètre la mesure se faisait au collet de chaque plante à l'aide d'un pied à coulisse.

Le nombre de boutons floraux a été déterminé à 45 JAS, 60 JAS et 90 JAS.

Le nombre de fruits par plante a été obtenu en déterminant le nombre moyen des fruits des six (06) plantes par parcelle élémentaire.

Le rendement fruits a été déterminé par la formule suivante : $RDT \text{ (kg/ha)} = \frac{PMFPE \cdot 10000 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m}^2}$

RDT : rendement à l'ha ;

PMFPE : poids moyen de fruits par parcelle élémentaire.

Pour le rendement en tige, toutes les six (06) plantes de chaque parcelle élémentaire ont été récoltées, mises dans des sacs et séchées pendant deux semaines à l'ombre avant d'être pesées.

Analyse statistique:

Le logiciel R version 4.4.2 a été utilisé pour effectuer les analyses statistiques. Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée afin de déterminer l'effet du type de fertilisation sur les paramètres étudiés. La séparation des moyennes a été faite par le test de Tukey lorsque l'ANOVA a révélé des différences significatives entre les modalités au seuil de probabilité de 5 %.

Résultats:-

Les résultats ont concerné la caractérisation du sol avant la mise en place de l'essai, le suivi phénologique et le rendement du concombre.

Caractéristiques physico-chimiques du sol:

Les résultats consignés dans le tableau 2 montrent les caractéristiques physico-chimiques du sol du site expérimental. Il ressort que le sol est acide (pH_{H2O} = 5,2) avec une faible teneur en carbone total (0,3%) et en éléments totaux (azote, phosphore et potassium).

Tableau 2: Caractéristiques chimiques du sol du site de l'expérimentation avant la mise en place des cultures

Paramètres	pH _{H2O}	pH _{KCl}	C org(%)	N tot(%)	C/N	P tot (mg.kg ⁻¹)	K tot (mg.kg ⁻¹)
Valeur	5,2	3,97	0,3	0,04	8	19,62	960,42

Effets des fertilisants sur la croissance en hauteur des plantes de concombre:

Le tableau 3 présente l'évolution de la hauteur moyenne des plantes de concombre au 15^{ème}, 30^{ème}, 45^{ème} et au 60^{ème} JAS. L'analyse de variance révèle une différence significative entre les traitements à toutes les dates d'observation.

Le traitement au guano combiné au biochar et à la fumure minérale (GBFM) a enregistré les meilleures hauteurs aux 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAS avec 3,84 ($\pm 0,41$) cm, 43,81 ($\pm 6,60$) cm et 107,56 ($\pm 14,46$) cm respectivement. Au 60^{ème} JAS, la meilleure hauteur a été enregistrée avec le traitement guano associé à la fumure minérale (GFM) avec une valeur de 146,68 ($\pm 23,26$) cm. Le traitement témoin (T0) présente la hauteur moyenne la plus faible quel que soit la période d'observation.

Tableau 3: Variation de la hauteur des plantes de concombre (cm)

Traitements	15JAS	30JAS	45JAS	60JAS
T0	2,55 ^a ($\pm 0,54$)	10,50 ^a ($\pm 4,46$)	32,56 ^a ($\pm 17,13$)	63,10 ^a ($\pm 20,39$)
FM	2,90 ^{ab} ($\pm 0,64$)	17,56 ^{ab} ($\pm 4,64$)	67,64 ^b ($\pm 9,36$)	122,50 ^b ($\pm 3,20$)
G	3,66 ^{ab} ($\pm 0,44$)	32,90 ^{bc} ($\pm 12,55$)	97,00 ^{bc} ($\pm 23,73$)	140,81 ^b ($\pm 25,85$)
GB	3,10 ^{ab} ($\pm 0,45$)	30,43 ^{bc} ($\pm 7,82$)	94,56 ^{bc} ($\pm 12,41$)	145,62 ^b ($\pm 13,60$)
GFM	3,40 ^{ab} ($\pm 0,49$)	34,18 ^{bc} ($\pm 8,73$)	103,62 ^c ($\pm 8,93$)	146,68 ^b ($\pm 23,26$)
GBFM	3,84 ^b ($\pm 0,41$)	43,81 ^c ($\pm 6,60$)	107,56 ^c ($\pm 14,46$)	144,93 ^b ($\pm 8,21$)
Pr(>F)	0,018	<0,001	<0,001	<0,001
Signification	S	THS	THS	THS

Légende : T0 : aucun apport de fertilisants ; FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹d'Uree ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée; S: significatif; THS: très hautement significatif.

Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

Effets des fertilisants sur la croissance du diamètre des plantes de concombre:

La variation du diamètre des plantes de concombre aux 15^{ème}, 30^{ème}, 45^{ème} et au 60^{ème} JAS est présentée dans le tableau 4. Il ressort de ce tableau que les diamètres ont significativement varié entre les différents traitements à toutes les dates d'observation. Les plus grandes valeurs en termes de diamètre ont été obtenues avec le traitement GBFM (guano combiné au biochar et à la fumure minérale) aux 15^{ème}, 30^{ème}, 45^{ème} et 60^{ème} JAS avec 3,88 ($\pm 0,35$) mm, 11,69 ($\pm 1,07$) mm, 15,34 ($\pm 1,35$) mm et 17,55 ($\pm 0,56$) mm respectivement. Il est suivi par le traitement GFM ((guano combiné à la fumure minérale) avec des valeurs de 3 ($\pm 0,02$) mm, 11,5 ($\pm 1,25$) mm, 14,54 ($\pm 1,41$) mm et 16,91 ($\pm 1,69$) mm respectivement aux mêmes dates d'observation. La plus faible valeur a été obtenue avec le traitement T0 à toutes les dates d'observation.

Tableau 4 : Variation du diamètre des plantes en fonction des traitements (mm)

Traitements	15JAS	30JAS	45JAS	60JAS
T0	2,11 ^a ($\pm 0,23$)	6,36 ^a ($\pm 1,39$)	8,45 ^a ($\pm 1,36$)	10,42 ^a ($\pm 2,39$)
FM	2,12 ^a ($\pm 0,27$)	8,69 ^{ab} ($\pm 0,331$)	12,09 ^b ($\pm 1,26$)	14,51 ^b ($\pm 1,24$)
G	3,50 ^b ($\pm 0,53$)	10,66 ^{bc} ($\pm 1,35$)	14,02 ^{bc} ($\pm 0,93$)	15,97 ^b ($\pm 2,00$)
GB	3,00 ^{ab} ($\pm 0,02$)	11,50 ^{bc} ($\pm 1,25$)	14,54 ^{bc} ($\pm 1,41$)	16,91 ^b ($\pm 1,69$)
GFM	3,45 ^b ($\pm 0,86$)	10,83 ^{bc} ($\pm 1,97$)	14,05 ^{bc} ($\pm 1,35$)	16,68 ^b ($\pm 1,62$)
GBFM	3,88 ^b ($\pm 0,35$)	11,69 ^c ($\pm 1,07$)	15,34 ^c ($\pm 1,35$)	17,55 ^b ($\pm 0,56$)
Pr(>F)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Signification	THS	THS	THS	THS

Légende : T0 : aucun apport de fertilisants ; FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹d'Uree ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée; THS: très hautement significatif.

Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

Effets des fertilisants sur le nombre de boutons floraux des plantes de concombre:

Les résultats sont présentés dans la figure 3. L'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements mis en comparaison. Les traitements à base de fumure organique (G et GB) et organo-minérale (GFM et GBFM) ont donné les meilleurs résultats en termes de nombre de boutons floraux comparativement au traitement à base de fumure minérale seule (FM) et le témoin absolu (T0). Le meilleur traitement a été le traitement GFM avec

61($\pm 7,8$) boutons floraux en moyenne suivi du traitement G avec 60,2 ($\pm 17,4$) boutons floraux en moyenne. Le T0 avec 20 ($\pm 9,8$) boutons floraux est le traitement qui a été le moins performant.

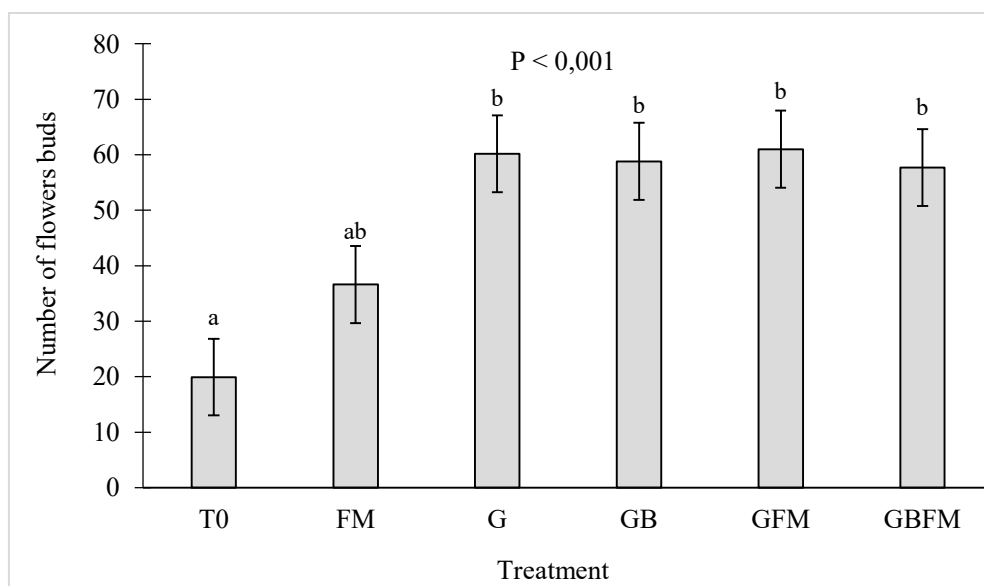


Figure 3: Variation du nombre de boutons floraux en fonction des traitements

Légende: T0 : aucun apport de fertilisants ; FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹ d'Uree ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée. p<0,001: très hautement significatif.

Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

Effets des fertilisants sur le nombre moyen de fruits par plante:

La figure 4 présente la variation du nombre moyen de fruit par plante en fonction des traitements. L'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements. Le plus grand nombre moyen de fruits a été obtenu avec traitement G qui a donné 10,2 ($\pm 1,4$) fruits en moyenne par plante. Il est suivi par les traitements GFM et GBFM qui ont donné 9 ($\pm 1,6$) et 8,9 (± 3) fruits en moyenne par plante respectivement. Le traitement T0 a donné le plus faible nombre moyen avec 2,5 fruits en moyenne par plante.

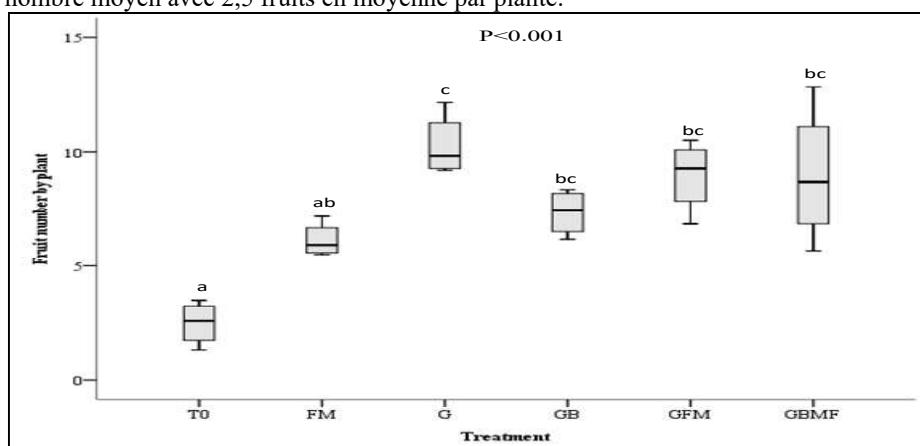


Figure 4: Variation du nombre moyen de fruit par plante en fonction des traitements

Légende : T0: aucun apport de fertilisants ; FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹d'Urée ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée. $p<0,001$: très hautement significatif.

Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

Effet des types de fertilisants sur le rendement du concombre:

L'apport des différents types de fertilisants a influencé significativement ($P < 0,05$) le rendement en fruit et en tige du concombre (tableau 5). Pour les fruits on observe que le traitement GBFM a enregistré le meilleur rendement avec 12983,33 ($\pm 5473,87$) kg.ha⁻¹. Il est suivi par le traitement G qui a donné un rendement en fruit de 12195,43 ($\pm 2669,65$) kg.ha⁻¹. Le rendement obtenu avec le traitement T0 a été le plus faible de tous les traitements avec 2139,49 ($\pm 917,07$) kg.ha⁻¹. Pour le rendement en tige, le guano seul (G) a donné le meilleur résultat avec un rendement de 10200 ($\pm 2556,03$) kg.ha⁻¹. Il est suivi du traitement FM avec 7650 ($\pm 2801,78$) kg.ha⁻¹. Le traitement T0 a donné le plus faible rendement avec 1500 ($\pm 702,37$) kg.ha⁻¹.

Tableau 5: Variation des rendements fruit et tige du concombre en fonction des traitements

Traitements	Rendement fruit (kg /ha)	Rendement tige (kg /ha)
T0	2139,49 ^a ($\pm 917,07$)	1500 ^a ($\pm 702,37$)
FM	7499,93 ^{ab} ($\pm 1206,47$)	7650 ^{ab} ($\pm 2801,78$)
G	12195,43 ^b ($\pm 2669,65$)	10200 ^b ($\pm 2556,03$)
GB	9935,98 ^b ($\pm 1330,49$)	7250 ^{ab} ($\pm 3725,13$)
GFM	9650,66 ^b ($\pm 4011,57$)	4650 ^{ab} ($\pm 1857,41$)
GBFM	12983,33 ^b ($\pm 5473,87$)	7050 ^{ab} ($\pm 5441,50$)
Pr(>F)	0,001	0.001
signification	THS	THS

Légende : T0: aucun apport de fertilisants ; FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹d'Uree ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée. THS: très hautement significatif.

Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

Gain supplémentaire de rendement dû aux fertilisants tests:

La figure 6 présente le gain additionnel de rendement dû aux types de fertilisants appliqués par rapport au traitement témoin. Ce graphique montre que la combinaison guano-biochar-fumure minérale et le guano seul permettent d'atteindre des gains de rendement records de 506,84% et 470,02% respectivement par rapport au témoin. Comparé à la fumure minérale seule ces mêmes traitements ont entraîné des augmentations de rendement en fruits de plus de 60%. Enfin, le classement des traitements selon leur influence positive sur le rendement du concombre par rapport au témoin est le suivant GBFM > G > GB > GFM > FM

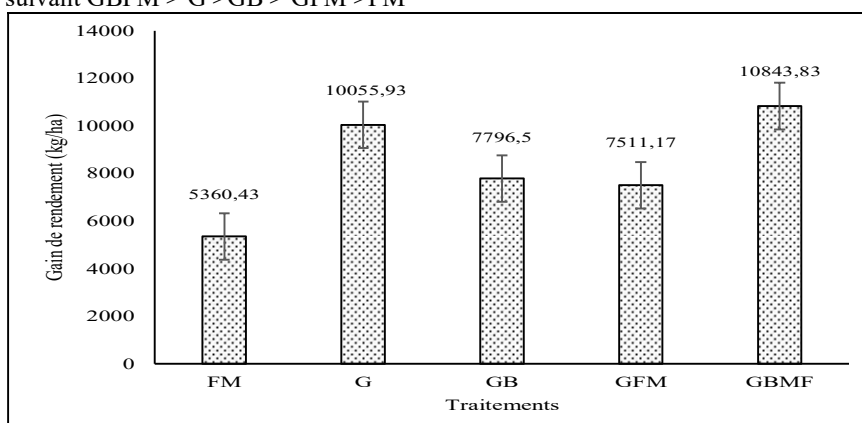


Figure 5: gain supplémentaire de rendement fruit par rapport au traitement témoin

Légende : FM : 100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 200 kg.ha⁻¹ de NPK + 100 kg.ha⁻¹ d'Urée ; G : 15t.ha⁻¹ de guano ; GB : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar; GFM : 15t.ha⁻¹ de guano + 100% de fumure minérale vulgarisée ; GBFM : 13 t.ha⁻¹ de guano + 3t.ha⁻¹ de biochar + 100% de fumure minérale vulgarisée

Discussion:-

Les résultats de l'étude montrent, de façon générale, une performance de la fertilisation organo-minérale et organique sur les paramètres morphologiques mesures et le rendement en fruit du concombre avec des différences hautement significatives ($P < 0,001$) entre les traitements. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les traitements ayant reçu les combinaisons engrais minéral et fertilisants organiques suivi des fertilisants organiques seuls par rapport au traitement témoin sans apport de fertilisants. La faible performance du témoin sans apport de fertilisants est certainement liée aux paramètres chimiques du sol. Les résultats d'analyse de sol de départ montrent une tendance acide et une pauvreté en matière organique et en éléments minéraux majeurs N, P et K comparativement aux normes du BUNASOLS (1990). Cela s'explique par la pauvreté originelle des sols tropicaux en éléments nutritifs liée à la forte chaleur tropicale qui accélère la décomposition de la matière organique par les micro-organismes, réduisant le taux de matière organique totale dans le sol (Bassolé *et al.*, 2023). La mise en culture pendant de nombreuses années sans une véritable stratégie de maintien ou d'amélioration de leur fertilité par des amendements organiques pourrait aussi être à l'origine de la pauvreté de ce sol (Traoré *et al.*, 2019).

L'observation des résultats de l'analyse statistique des paramètres agro-morphologiques du concombre ont fortement varié en fonction des traitements aux 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAS ($P > 0,05$) quelle que soit la combinaison des fertilisants. Les plantes ayant reçu du guano, du biochar seul ou associés ou non à la fumure minérale ont présenté des hauteurs et des diamètres supérieurs à ceux du traitement à la fumure minérale seule et du témoin. Cette amélioration initiale est attribuable à une meilleure nutrition minérale et à une stimulation précoce du système racinaire. Agegnehu *et al.* (2017) ont montré que l'application des fertilisants organiques notamment le biochar augmente la disponibilité en phosphore et améliore la croissance végétative des cultures. Une étude de Yin *et al.* (2022) a également révélé que le biochar combiné à un autre fertilisant organique augmente le diamètre racinaire et la biomasse totale des céréales de 17 à 73% par rapport au témoin, en raison de l'amélioration de la capacité d'échange cationique (+60%) et de la disponibilité du potassium. La plus grande hauteur notée chez les plantes issues des parcelles traitées avec le guano associé à la fumure minérale peut être liée à la quantité importante d'azote contenue dans le guano (29,28%) et celle du NPK (14-23-14) qui a certainement stimulé la croissance des plantes (Diallo *et al.*, 2019). En outre la matière organique constitue une source supplémentaire d'éléments nutritifs et améliore l'efficacité des engrais minéraux sur la hauteur et le diamètre au collet (Djin et Ngaryam, 2023).

Quant au rendement en fruits, l'analyse de variance au seuil de 5% a révélé une différence significative entre les différents traitements. Le rendement le plus élevé a été de 12 983,33 kg.ha⁻¹ obtenu avec le traitement GBFM. Ces résultats pourraient être liés à l'effet combiné des fertilisants organiques et les engrais minéraux. En effet, l'ajout de la fumure minérale peut augmenter la solubilité des minéraux contenus dans la matière organique du guano et du biochar (Zeinabou *et al.*, 2014). Par ailleurs, la combinaison des engrais organiques et minéraux créent de meilleures conditions de production par le fait que la matière organique améliore les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol alors que les engrais minéraux apportent aux plantes les éléments nutritifs qui leur sont nécessaires pour accroître l'efficacité agronomique des différents paramètres notamment les rendements (Useni *et al.*, 2012 ; Tchaniley *et al.*, 2020).

En effet, dans le cadre de cette étude, l'association des fertilisants organiques aux fertilisants minéraux permet d'augmenter les quantités des éléments nutritifs N, P et K dans le sol surtout que le biochar a une forte teneur en phosphore qui stimule le développement des racines, la floraison et la fructification et le guano a une forte teneur en potassium utile à la circulation de la sève et à l'assimilation des éléments nutritifs par la plante. Le NPK (14-23-14) étant un complexe synthétique permet de satisfaire les besoins nutritifs de la plante d'où l'augmentation du rendement pour le traitement GBFM. Les composantes de rendement ont été généralement faibles avec le traitement témoin n'ayant reçu aucun fertilisant. Cela s'expliquerait par le faible niveau de fertilité qui est une caractéristique des sols de la zone Ouest du Burkina Faso (Bado, 2002).

Conclusion:-

La présente étude avait pour objectif d'évaluer les performances agronomiques des différentes combinaisons de fertilisants organiques et minéraux sur la productivité du concombre. Les résultats obtenus ont montré que le traitement constitué de l'association de Guano-biochar-fumure minérale (GBMF) a augmenté le rendement fruit du concombre suivi du traitement constitué de guano seul (G) puis du traitement guano+biochar. Ces traitements ont donné respectivement un surplus de produit de 506,84%, 470,02% et de 364,41% par rapport au traitement témoin (T0). La variété de concombre utilisée ayant un cycle court, la combinaison guano-biochar et fumure minérale comme système de fertilisation serait mieux indiquée pour obtenir un rendement élevé. Toutefois l'utilisation du guano seul, riche en azote dont la libération est rapide, serait économiquement mieux indiquée pour cette culture.

Remerciements:-

Les auteurs tiennent à remercier le Directeur général de l'ENAF de Matourkou pour avoir donné son autorisation pour la conduite de l'étude au sein de sa structure. Les auteurs adressent également leur remerciement au technicien du Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la fertilité du sol et les Systèmes de Production (LERF/SP) ainsi que les stagiaires qui ont contribué à la conduite de cette étude.

Conflits d'intérêts

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

Contributions des auteurs

DC et AAO :conduite des travaux de terrain, collecte et analyses statistiques des données, rédaction du manuscrit.
BMS, FS, JFKS, KC et HBN :encadrement, orientation de l'étude et correction du manuscrit.

Références bibliographiques :-

1. AFNOR, 2022. Normes nationales et documents normatifs nationaux : propriétés chimiques des sols, n°2, 16p
2. Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I., 2017. Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543(A), 295-306.
3. Bado B.V., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Doctorat de troisième cycle, l'Université de Laval, Québec, 166 p.
4. Bassolé, Z., Yanogo, I.P. et Idani, F.T., 2023. Caractérisation des sols ferrugineux tropicaux lessivés et des sols bruns eutrophes tropicaux pour l'utilisation agricole dans le bas-fond de Goundi-Djoro (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17(1): 247-266. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i1.18>
5. Berton, A. et Gourmel, C. 2020. Protection intégrée du concombre en Guyane. *Chambre d'agriculture de Guyane*, Guyane, France, 26p
6. Boni, B. Y, Pierre, S, Assogba K F, Mensah A., Alabi T, Verheggen F, et Francis F., 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 21(4): 288–304
7. Bray, R.H., Kurtz, L.T., 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59, 39–46. <https://doi.org/10.1097/00010694-194501000-00006>
8. BUNASOLS, 1990. Manuelle pour l'évaluation des terres, Documentation technique n°6. Ouagadougou, Burkina Faso. 178p
9. BUNASOLS, 2003. Etude pédologique du domaine du Centre Agricole Polyvalent de Matourkou. Echelle : 1/10000ème, Rapport Technique n°132, BUNASOLS
10. Cissé, D., Cornelis, J., Traoré, M., Saba, F., Coulibaly, K., Lefebvre, D., Colinet, G., Nacro, H.B., 2021. Co-composted biochar to decrease fertilization rates in cotton–maize rotation in Burkina Faso. *Agronomy Journal* 113, 5516-5526. <https://doi.org/10.1002/agj2.20867>
11. Coulibaly, A., Ouédraogo, J., Nacro, S.R. et Sermé, I., 2022. Effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au Centre Nord du Burkina Faso. *Af. SCE* 21(4) : 10-27
12. Diallo, M.D., Diate, B., Diedhiou, P.M., Diedhiou, S., Goalbaye, T., Doelsch ; E., Diop, A. et Guisse, A., 2019. Effets de l'application de différents fertilisants sur la fertilité des sols, la croissance et le rendement du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. dans la commune de Gandon au Sénégal. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* ; 2(2), 7-15

13. Djinet, A.I et Ngaryam, B., 2023. Mise en évidence des valeurs nutritionnelles de la patate douce (*Ipomoea batatas* (L.)) soumise aux traitements de fiente de poules et de l'engrais minéral à Bongor au Tchad. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 17 (5): 1951-1959. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i5.14>
14. Fondio, D., 2022. Entomofaune de la culture du concombre (*Cucumis sativus* L.1753, Cucurbitaceae), bioécologie et lutte à base d'extraits aqueux de plantes locales contre *Leptoglossus membranaceus* Fabricius, 1781 (Coreidae), principal ravageur du concombre à Daloa, Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat unique en entomologie agricole, Université Jean Lorougnon GUÉDE, Daloa, RCI, 202 p.
15. Fontes, J, Guinko S. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso : Notice explicative. Université de Ouagadougou, Ouagadougou. p. 67.
16. Ghoneim, I.M. and El-araby, S.M., 2003. Effect of organic manure source and biofertilizer type on growth, productivity and chemical composition of jew's mallow (*Corchorus olitorius* L.) Plants J. Agric. & Env. Sci. 2(2): 88-105. <https://doi.org/10.4000/vertigo.24637>
17. Hillebrand, W.F., Lundel, G.E.F., Bright, H.A., Hoffman, J.I., 1953. Applied Inorganic Analysis, 2nd Edition. ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
18. Ibriga A., Kambiré S.H., Dama-Balima M.M., Thiombiano B. A., Zidouemba P.R., Toé P., Somda I., 2020. Contribution des cultures maraîchères aux revenus et à la sécurité alimentaire des ménages maraîchers de la Vallée du Sourou au Burkina Faso. Science et technique, Sciences naturelles et appliquées, 39 (1) : 111-122
19. Kaboré P.D, 2014. Financial profitability and technical efficiency of horticultural crops in the Nakanbe River Watershed in Burkina Faso, Journal of Development and Agricultural Economics 6(9): 405-411. DOI:10.5897/JDAE2013.0531
20. Kaboré, PN, Barbier, B., Ouoba, P., Kiema, A., Somé, L., Ouédraogo, A., 2019. Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. Vertigo, 19 (1), 28 p.
21. Kiba, D.I., 2012. Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, périurbaine et rurale au Burkina Faso. Thèse de doctorat IDR/Bobo, Burkina Faso. 120p
22. Kitabala M.A., Tshala V., Kalenda M.A., Tsbijika I. M., et Mufind K.M., 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 (RD Congo). Journal of Applied Biosciences 102 : 9669-9679.
23. Kouakou J-K., Gogbeu JS, Yao BK, Kone PLS, Sika EA, Dogbo, OD, 2019. Production of two varieties of cucumber (*Cucumis sativus* L.), Poinsett and F1 Tokyo, grown on soils amended with chicken and hog manure. International Journal of Innovation and Applied studies, 27 (1) : 178-189
24. Kouakou P.A., 2019. Déterminants de la productivité, de la rentabilité économique et impact social du maraîchage dans la commune de Boundiali, au Nord de la Côte d'Ivoire. Rev. Mar. Sci. Agron. Vet. 8(1): 93-102
25. Kouyaté A.B., Koné, S., Dembelé, S.G. et Famanta, M., 2023. Effets de différentes doses d'engrais inorganiques sur le rendement et la performance économique du cotonnier. Int. J. Biol. Chem. Sci. 17(7): 2971-2983. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i7.28>
26. Lompo F., Segda Z., Gnankambary Z., et Ouandaogo N., 2009. Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. Tropicultura 27 (2) : 105-109
27. MARAH, 2022. Annuaire des statistiques agricoles 2021. Ouagadougou, Burkina Faso, 582p.
28. Ouedraogo F., Kagambèga L., Kaboré/Konkobo M., 2022. Retombées socio-économiques de l'organisation des producteurs maraîchers sur la filière maraîchère au Burkina Faso: cas de Bobo-Dioulasso, Ouagadougou et Ouahigouya. Rev Sc&tech, lettres, schum & soc, 38(2): 279-298
29. Ouédraogo R. A., Kambiré F. C., Kestemont M. et Bielders C. L., 2019. Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. Cah. Agric, 28: 20 <https://doi.org/10.1051/cagri/2019021>
30. Rouamba S., Dao A.Z., Nama M., Guissou S. D., et Zoma M., 2024. Culture maraîchère, une pratique agroécologique dans la commune rurale de Didyr au Burkina Faso. Journal des Sciences Sociales, 28: 120-131
31. Sawadogo, J., Coulibaly, P.J-A., Traore, B., Ouedraogo J.P., Diarra, A. et Legma, J.B., 2022. Caractérisations physico-chimiques d'un sol hydromorphe amendé par un biofertilisant dans un système de culture à base de cucurbitacées au Burkina Faso. Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(5): 2457-2469
32. Tchaniley, L., Ayisah, K.D., Dewa Kassa, K.A., 2020. Effet de la combinaison des fertilisants organiques et minéraux (NPK 15-15-15 et uree) sur le rendement de la laitue (*Lactuca sativa* L.) dans le sud du Togo. J. Appl. Biosci. 151: 15540-15549

33. Traoré, A., Yameogo, P.L. Nambon, D.I.A., Traoré, K., Bazongo, P., et Traoré, O., 2019. Utilisation du tourteau de neem (*Azadirachta indica*) et de la micro-dose d'engrais minéraux pour la production du maïs en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. Int. J. Biol. Chem. Sci. 13(6): 2618-2626,
34. Walkley, A., Black, I.A., 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Science 37, 29–38.
<https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>
35. Yin, S., Suo, F., Zheng, Y., You, X., Li, H., Wang, J., Zhang, C., Li, Y. and Cheng, Y., 2022. Biochar-compost amendment enhanced sorghum growth and yield by improving soil physicochemical properties and shifting soil bacterial community in a coastal soil. Front. Environ. Sci. 10:1036837 : 1-13. doi:10.3389/fenvs.2022.1036837
36. Zeinabou, H., Mahamane, S., Nacro, H.B., Bado, B.V., Lompo, F., Bationo, A., 2014. Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(4): 1620-1632. DOI :<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.24>