



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (*Zea mays* L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso

Alain P.K. GOMGNIMBOU^{1*}, Alimata A. BANDAOGO¹, Kalifa COULIBALY²,
Abdramane SANON¹, Souleylane OUATTARA¹ et Hassan B. NACRO²

¹Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA), Station de Farako-Bâ, 01 BP 910 Bobo 01, Burkina Faso.

²Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol (LERF), Institut du Développement Rural (IDR), Université Nazi Boni (UNB), BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

* Auteur correspondant ; E-mail : gpkalain@yahoo.fr; Tel : +22670286633

RESUME

Cette étude a été conduite pour évaluer les effets de la fiente de volaille sur les caractéristiques chimiques du sol et les rendements du maïs. Un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisé a été installé en station expérimentale avec 4 répétitions et 6 traitements (V0, V1, V2, V3, V4 et V5) à base de la fiente de volaille avec ou sans engrais minéral. Les résultats ont montré que sur les deux années d'expérimentation, le traitement V5 avec la fiente de volaille (5 T MO + 25% de la fumure minérale vulgarisée) a enregistré les meilleurs rendements en grains (3508 kg/ha à 3616 kg/ha), en biomasse des tiges (5889 kg/ha à 6932 kg/ha) et en poids de 1000 grains (212 g à 225 g). Tous les traitements à base de fientes de volaille ont eu une incidence sur les paramètres chimiques du sol pendant les deux années de l'essai. Le traitement V5 a permis une amélioration de l'acidité du sol (5,72), du carbone (0,54%), de l'azote (0,046%), du phosphore disponible (13,47 mg/kg) et de la CEC (3,1 cmol/kg) par rapport aux autres traitements (V2, V3 et V4). La fiente de volaille en association avec l'engrais minéral peut contribuer à l'amélioration de la fertilité des sols et assurer la durabilité des systèmes de culture.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Fientes de volailles, effets à court terme, rendement du maïs, chimie du sol.

Effects on short term application of poultry manure on maize (*Zea mays* L.) yield and on feralitic soil chemical carhacteristic in south – soudanian zone in Burkina Faso

ABSTRACT

This study was conducted to assess the effects of poultry manure (PM) on soil chemical properties and maize yield. A completely randomized Fisher block device was installed in the experimental station with 4 repetitions and 6 treatments: (V0, V1, V2, V3, V4 and V5) with poultry manure and/or mineral fertilizers. The results showed that over the two years of trials, the treatment V5 (5 T. PM + 25% of recommended mineral fertilizer) recorded the best grain yield (3508 kg/ha to 3616 kg/ha), stem biomass (5889 kg/ha to 6932 kg/ha)

and weight of 1000 grains (212 g to 225 g). All the treatments based on poultry manure had an impact on soil chemical parameters during the 2 years of trial. In the first year of trial, the treatment V5 increased soil acidity (5.72), carbon (0.54%), Nitrogen (0.046%), phosphorus available (13.47 mg/kg) and the CEC (3.1 cmol/kg) compared to the other treatments (V2, V3 and V4). Poultry manure combined with mineral fertilizers can improved soil fertility and sustain soil fertility.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Poultry manure, short term effect, maize yields, soil chemistry.

INTRODUCTION

L'agriculture dans les pays tropicaux d'Afrique subsaharienne (ASS) se caractérise par sa faible productivité. Les petits exploitants agricoles en ASS appliquent des quantités insuffisantes d'éléments nutritifs dans leurs exploitations, ce qui entraîne une surexploitation des stocks d'éléments nutritifs du sol par les plantes, qui conduit à un épuisement progressif des éléments nutritifs dans le sol et à leur dégradation éventuelle (Olukemi et Makinde, 2014). Au Burkina Faso, les faibles rendements des cultures s'expliquent en grande partie par la faible pluviosité et la pauvreté des sols en éléments nutritifs justifiant alors l'utilisation des engrais minéraux.

Pour Mosier et al. (2004), l'apport de fertilisants est un levier essentiel pour répondre à l'accroissement de la demande en nourriture. Pour pallier à la dégradation chimique des sols entraînant une insuffisance de nutriments pour les plantes, plusieurs auteurs (Kaho et al., 2011; Useni et al., 2014) ont montré que l'amélioration de la fertilité des sols par des apports d'éléments nutritifs sous forme minérales ou organiques permet d'augmenter l'efficacité de l'eau et les rendements des cultures.

L'utilisation des fumures organiques maintient ou améliore la fertilité des sols avec de très bons rendements des cultures et ce, de façon durable (Li et al., 2012; Khalid et al., 2014; Sikuzani et al., 2014). La fiente de volaille représente entre 26,46 et 35,72% de la production de fumure organique et contribue à fertiliser près de 4,50% des superficies totales cultivées des exploitations agricoles dans l'Ouest du Burkina Faso (Coulibaly et al., 2018). La fumure organique à base de la fiente de volailles est un fertilisant peu onéreux riche en azote, en phosphore et en potassium (Biekre et al., 2018) qui pourrait être utilisé en

association avec la fumure minérale pour améliorer la productivité des sols et augmenter le rendement des cultures. L'un des risques majeurs en utilisant uniquement les engrais minéraux est l'acidification des sols. C'est pourquoi la fumure animale pure ou organo-minérale de base de fumier pourrait constituer une alternative pour les producteurs (Abbas et al., 2014). Dans cette dynamique, la formulation de doses d'engrais d'optimisation de rendements de cultures et de maintien d'équilibre biologique et chimique des sols, s'impose pour une agriculture durable.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet à court terme des apports de la fiente de volailles, avec ou sans fumure minérale, sur les rendements du maïs et les paramètres chimiques du sol.

MATERIEL ET METHODES

Localisation du site d'étude

L'étude a été conduite à la station de Recherche de Farako-Bâ. Cette station de recherche est une entité de la Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest de l'INERA. Elle est située à environ 10 km au Sud de la ville de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Les coordonnées géographiques d'un point du site sont les suivantes: 04° 20' de longitude Ouest, 11° 06' de latitude Nord, 405 m d'altitude. Le climat de la zone d'étude est de type sud-soudanien avec une longue saison sèche allant de novembre à mars (Fontès et Guinko, 1995).

La période d'expérimentation a été marquée par une mauvaise répartition temporelle de la pluviométrie (Tableau 1).

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit en milieu semi contrôlé sur la variété de maïs SR 21, sur une parcelle laissée en jachère depuis 14 ans. Dans la même parcelle expérimentale, la fiente de volailles, avec ou sans engrais minéral a été

testée. Le dispositif constitué par les traitements à base de fiente de volailles (V) était des blocs de Fisher à différentes doses répétées 4 fois. Chaque parcelle élémentaire avait les dimensions 5 m x 4 m soit 20 m².

En première année, le nombre de traitements avec ou sans fumure minérale était : V0 (aucun apport de fertilisants), V1 (100% de fumure minérale vulgarisée correspondant à 150 Kg/ha de NPK + 50 Kg/ha d'Urée), V2 (2,5 T MO/ha), V3 (5 T MO/ha), V4 (2,5 T.MO/ha+50% de la fumure minérale vulgarisée) et V5 (5 T MO/ha + 25% fumure minérale vulgarisée). La fumure minérale était constituée du NPKSB (14-18-18-6-1) et de l'urée (46-0-0).

En deuxième année, chaque parcelle élémentaire, qui a reçu une fumure animale (avec ou sans fumure minérale) a été subdivisée en deux (02) sous parcelles élémentaires et séparées par une allée d'un mètre (1 m), excepté le traitement V1 (100% de fumure minérale) qui n'a reçu aucun apport répété. Dans la première sous parcelle élémentaire des traitements V2, V3, V4 et V5, la dose de la première année a été appliquée (effet répété) et dans la deuxième sous parcelle élémentaire aucun apport n'a été fait (arrière effet). Chaque traitement en deuxième année aura ainsi un double effet : son effet répété et son arrière effet.

L'essai a été conduit durant deux saisons pluvieuses (2013 et 2014). Les différentes étapes ont ponctué les itinéraires techniques (Sanou, 2006). Le maïs a été semé en lignes et démarqué à deux plants par poquet. Les lignes étaient distantes de 80 cm et les poquets de 40 cm. L'épandage du fumier a été effectué juste avant les semis, tandis que l'apport de l'engrais minéral s'est fait par fractionnement à savoir le NPK apporté au 15^{ème} et l'urée au 45^{ème} jour après semis.

Une analyse des échantillons de ces sols (Tableau 2) prélevés avant la mise en place de l'expérimentation montre qu'ils sont fortement acides ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 3,95$), faible teneur en carbone (taux = 0,38), en azote (0,034 %) et en phosphore assimilable (2,72 mg/kg), et avec une capacité d'échange cationique très basse (1,98 Cmol/kg de sol). Quant aux

fientes de volailles elles avaient un pH neutre et riche en azote (Tableau 3).

Collecte des données

Les données relatives aux paramètres chimiques des sols et les rendements de culture ont été collectées durant les deux années d'expérimentation. Avant les labours de la première année, des prélèvements d'échantillons (profondeur 0-20 cm) de sols dans chaque parcelle élémentaire ont été effectués.

Les paramètres déterminés ont été les suivants: pH_eau, Carbone (C), azote total (Nt), phosphore total (Pt), phosphore assimilable (P_{ass}), potassium total (Kt), potassium disponible (K_{dispo}), la capacité d'échange cationique (CEC) et le taux de saturation (TS).

Les méthodologies d'analyse ont été les suivantes: pH (AFNOR, 1999), azote total (Hillebrand et al., 1953), carbone total (Walkley-Black, 1934), phosphore total (Novozansky et al., 1983), potassium total (Walinga et al., 1989), matière sèche (FAO, 2012), phosphore assimilable (Bray et Kurtz, 1945), Bases échangeables et capacité d'échange cationique (Metson et al., 1956).

Les trois composants de rendement retenus et suivi étaient le rendement en grains, de la biomasse aérienne (les tiges) et du poids de 1000 grains. Pour les rendements en grains et poids de 1000 grains, trois carrés de rendements ont été posés suivant la diagonale dans chaque parcelle élémentaire (dimension 1 m x 1,25 m) et tous les épis ont été récoltés et égrenés à la main. Les grains ont été ensuite séchés et pesés pour déterminer les poids.

A l'intérieur des trois carrés de rendement de chaque parcelle élémentaire, toutes les tiges ont été récoltées, mises dans des sacs et séchées. Une fois séchées, des échantillons d'un (01) kg ont été constitués et mis dans une étuve à 104 °C pour la détermination de la matière sèche.

Analyses Statistiques

Tous les paramètres mesurés ont fait l'objet d'analyse de variance (ANOVA) aux fins de comparer leurs moyennes au seuil de 5% par le test de Fisher à l'aide du logiciel XLSTAT 7.5.2.

Tableau 1 : Pluviosité (en mm) et nombre de jour de pluie durant les 2 années d’essai.

Période	Année 1		Année 2	
	Pluviosité (mm)	Nombre de jours	Pluviosité (mm)	Nombre de jours
Mars	13,7	6	0	0
Avril	84,5	6	76,2	4
Mai	44,3	6	165,4	8
Juin	137,3	9	71,6	4
Juillet	152,2	12	381,5	12
Août	195	13	153,1	11
Septembre	128	12	152,6	12
Octobre	130	9	86,04	8
Novembre	0	0	4,4	2
Décembre	0	0	3,8	1
Total	831	73	1086,8	62

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des sols de la parcelle.

Paramètres	pH _{KCl}	C%	N%	C/N	Pt (mg/kg)	Pass (mg/kg)	Kt (mg/kg)	K _{dis} (mg/kg)	SBE	CEC (Cmol/kg)	TS %
Valeur	3,95	0,38	0,034	11	80	2,72	1348	50	0,91	1,98	48

Pt = Phosphore totale, Kt = Potassium totale, Pass = Phosphore assimilable, K dis = potassium disponible, SBE = Somme des bases échangeables, CEC = Capacité d’échange cationique, TS= Taux de saturation.

Tableau 3 : Caractéristiques chimiques des fientes de volailles.

Paramètres	TH %	pH _{eau}	MS %	MM %	MO%	C%	N%	C/N	Pt (mg/kg)	Kt (mg/kg)
Valeur	6,75	6,91	93,28	28,48	64,80	37,6	3,09	12,33	2,56	1,43

TH = taux d’humidité, MS = matière sèche, MM = matière minérale, MO = matière organique, Pt = Phosphore totale, Kt = Potassium totale.

RESULTAS

Effet des amendements organo-minéraux et leurs arrières effets sur les paramètres chimiques des sols

Les données issues des deux années d’expérimentation sur l’évolution des paramètres chimiques (PH_{KCl}, C, N, P_t, P_{ass}, Kt, K_{dispo}, TS et CEC) du sol sont présentées dans le Tableau 4.

Sur les deux années d’expérimentations, les traitements à base de fientes de volailles ont eu des effets répétés et

des effets résiduels significatifs au seuil de probabilité de 5% sur les paramètres chimiques du sol. Le pH_{KCl} est acide sur l’ensemble des traitements et oscille entre 4,21 et 5,72. Le traitement V5 en première année d’application, a enregistré les plus fortes teneurs en N (0,046%), en Pt (124,5mg/Kg), en Pass (13,47mg/kg) et en CEC (3,01 Cmol/kg).

L’application répétée des fientes de volailles a induit des différences significatives dont les plus fortes teneurs en N (0,044), en Pt

(118,3) et en K_disp (98,35) ont été enregistrées avec le traitement V5. L'arrière effet de l'application des fientes de volailles n'a pas eu de différence significative sur la teneur en P_t, en K_t et en K_disp.

On constate qu'en application répétée des fientes de volailles, les traitements V1 (pH_KCl= 4,46), V3 (pH_KCl = 5,40) et V4 (pH_KCl=4,96) ont accru légèrement le pH du sol par rapport à la première année d'application. Le pH_KCl le plus élevé en première année d'application des fientes de volailles a été obtenu avec le traitement V5 (pH_KCl= 5,72).

Les teneurs les plus élevées en K_t (1510 mg/kg de sol) ont été enregistrées avec le traitement V1 en effet répété, tandis qu'en arrière effet, la teneur la plus élevée en K_t (1360 mg/kg de sol) a été enregistrée avec le traitement V4.

Effet des traitements sur le rendement en grain et tige

Le Tableau 5 montre l'effet des fientes de volailles sur le rendement grains du maïs. L'analyse statistique montre que les traitements affectent de façon significative les variables de rendements en grains. Les résultats indiquent que, durant les deux années d'expérimentation le traitement organo-minéral (V5) a enregistré les meilleures performances en rendement grains avec des valeurs de 3508 kg/ha à la première année, de 3616 kg/ha en effet répété et de 1653 kg/ha en arrière effet à la deuxième année par rapport aux traitements et au témoin absolu (V0).

Les résultats des effets des fientes de volailles sur le rendement en tige sont présentés dans le Tableau 6. Les moyennes obtenues sont très hautement et significativement différentes au seuil de 5% de probabilité sur les deux années de l'essai. Les données révèlent que le traitement organo-minéral V5 a enregistré les rendements en tiges les plus élevés sur les deux années d'expérimentation avec 5889 kg/ha en première année d'application, 6932 kg/ha en effet répété à la deuxième année et 4261 kg/ha en arrière effet. Comparativement aux témoins absolus V0, le traitement V5 a connu un surplus de 4803 kg/ha en première année et de 5669 kg/ha en effet répété à la deuxième année d'application. En outre, on note que l'arrière effet du traitement V5 (5T MO+25% fumure minérale vulgarisée) augmente significativement le rendement en tige de 2998 kg/ha par rapport au témoin absolu V0.

Les traitements aux fientes de volailles ont montré des différences significatives au seuil de probabilité de 5% pour le poids de 1000 grains. Les fortes performances ont été enregistrées par les traitements V5 (225 g/1000 grains en première année et 212 g/1000 grains en arrière effet à la deuxième d'application) et par le traitement V1 (218 g/1000 grains en effet répété). L'application répétée des fientes de volailles n'induit pas d'effet positif sur le poids de 1000 grains (Tableau 7).

Tableau 4 : Effet des fientes de volailles sur les paramètres chimiques du sol.

Traitements	PH_KCl	C%	N%	P_t (mg/kg)	P_ass (mg/kg)	K_t (mg/kg)	K_dis (mg/kg)	CEC (Cmol/kg)
Année 1								
V0	4,31 ^{cd}	0,52 ^{ab}	0,043 ^{ab}	83,40 ^{bc}	1,41 ^c	1635 ^a	89,18 ^a	2,15 ^{cd}
V1	4,21 ^d	0,50 ^{ab}	0,039 ^b	81,85 ^c	1,46 ^c	1547 ^{ab}	78,54 ^{ab}	1,91 ^d
V2	4,89 ^b	0,51 ^{ab}	0,041 ^{ab}	102,8 ^{abc}	5,83 ^b	1360 ^b	76,55 ^{ab}	2,07 ^d
V3	5,35 ^a	0,46 ^b	0,039 ^b	111,6 ^{ab}	11,31 ^a	1376 ^b	89,19 ^a	2,45 ^{bc}
V4	4,69 ^{bc}	0,46 ^b	0,041 ^{ab}	114,0 ^a	4,38 ^{bc}	1348 ^b	64,17 ^b	2,52 ^b
V5	5,72 ^a	0,54 ^a	0,046 ^a	124,5 ^a	13,47 ^a	1348 ^b	81,51 ^{ab}	3,01 ^a

P	< 0,001	<0,05	<0,05	<0,01	< 0,001	<0,05	<0,05	< 0,001
Signification	THS	S	S	HS	THS	S	S	THS
Année 2 : Effet répété								
V0	4,55 ^c	0,46 ^b	0,034 ^{cd}	86,95 ^c	1,22 ^c	1522 ^a	70,36 ^b	2,38 ^{ab}
V1	4,45 ^c	0,41 ^c	0,033 ^d	83,60 ^c	1,21 ^C	1509 ^a	67,13 ^b	2,07 ^{bc}
V2	4,86 ^b	0,49 ^b	0,037 ^{bc}	89,00 ^c	3,80 ^b	1210 ^c	71,35 ^b	1,90 ^c
V3	5,40 ^a	0,54 ^a	0,04 ^{ab}	112,55 ^{ab}	10,21 ^a	1247 ^{bc}	81,50 ^{ab}	2,79 ^a
V4	4,96 ^b	0,46 ^b	0,039 ^b	97,8 ^{bc}	3,66 ^b	1447 ^{ab}	73,82 ^b	2,13 ^{bc}
V5	5,53 ^a	0,46 ^b	0,044 ^a	118,3 ^a	10,19 ^a	1372 ^{abc}	98,35 ^a	1,99 ^{bc}
P		<						
P	< 0,001	0,001	< 0,001	<0,01	< 0,001	< 0,05	< 0,01	<0,01
Signification	THS	THS	THS	HS	THS	S	HS	HS
Année 2 : arrière effet								
V0	-	-	-	-	-	-	-	-
V1	-	-	-	-	-	-	-	-
V2	4,80 ^c	0,43 ^{bc}	0,033 ^b	89,90 ^a	2,62 ^{ab}	1310 ^a	67,63 ^a	1,97 ^b
V3	4,99 ^b	0,48 ^a	0,034 ^b	88,51 ^a	3,25 ^a	1310 ^a	66,64 ^a	2,19 ^{ab}
V4		0,45 ^{ab}						
	4,76 ^c	^c	0,038 ^a	85,35 ^a	1,68 ^{bc}	1360 ^a	71,35 ^a	2,34 ^{ab}
V5	5,28 ^a	0,42 ^{bc}	0,036 ^{ab}	98,4 ^a	3,05 ^a	1335 ^a	76,55 ^a	2,30 ^{ab}
P	< 0,001	< 0,01	< 0,01	> 0,05	< 0,01	> 0,05	> 0,05	< 0,05
Signification	THS	HS	HS	NS	HS	NS	NS	S

NB : a>b>c>d ; Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% par le test de Fisher. THS : Très hautement significatif, HS : Hautement significatif, S : significatif, NS : non significatif. Pt = Phosphore totale, Kt = Potassium totale, Pass = Phosphore assimilable, K dis = potassium disponible, SBE = Somme des bases échangeables, CEC = Capacité d'échange cationique, TS= Taux de saturation

Tableau 5: Effet de la fumure de volailles sur le rendement (Rdt) grains du maïs.

Traitements	Rdt (kg/ha) Année 1	Rdt (kg/ha) Année 2	
		Effet répété	Arrière effet
V0	158 ^e	142 ^e	-
V1	1365 ^d	1334 ^{cd}	-
V2	1744 ^d	1755 ^{bc}	877 ^d
V3	3039 ^b	3091 ^{ab}	1139 ^c
V4	2261 ^c	2290 ^b	1346 ^b
V5	3508 ^a	3616 ^a	1653 ^a
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Signification	THS	THS	THS

NB : a>b>c>d ; Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% par le test de Fisher. THS : Très hautement significatif, HS : Hautement significatif, S : significatif, NS : non significatif.

Tableau 6 : Effet de la fiente de volailles sur le rendement tige du maïs.

Traitements	Rdt (kg/ha) Année 1		Rdt (kg/ha) Année 2	
			Effet répété	Arrière effet
V0	1086 ^c		1263 ^d	-
V1	3305 ^b		3552 ^c	-
V2	4083 ^b		3593 ^c	2940 ^c
V3	5639 ^a		5170 ^b	3977 ^b
V4	4027 ^b		5284 ^b	3409 ^{bc}
V5	5889 ^a		6932 ^a	4261 ^a
P	< 0,0001		< 0,0001	< 0,0001
Signification	THS		THS	THS

NB : a>b>c>d ; Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% par le test de Fisher. THS : Très hautement significatif, HS : Hautement significatif, S : significatif, NS : non significatif.

Tableau 7 : Effet des fientes de volailles sur le poids 1000 grains du maïs.

Traitements	Poids (g) Année 1		Poids (g) Année 2	
			Effet répété	Arrière effet
V0	138,74 ^d		158,95 ^d	-
V1	171,33 ^c		218,35 ^a	-
V2	199 ^b		158,40 ^d	177,42 ^{bc}
V3	222,22 ^a		193,35 ^{abc}	174,12 ^{bc}
V4	210,65 ^{ab}		209,12 ^{ab}	178,77 ^b
V5	225,43 ^a		194,67 ^{abc}	212,55 ^a
P	< 0,0001		< 0,05	< 0,05
Signification	THS		HS	HS

NB : a>b>c>d ; Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% par le test de Fisher. THS : Très hautement significatif, HS : Hautement significatif, S : significatif, NS : non significatif.

DISCUSSION

Les meilleures performances en rendement grains du maïs (3616 kg/ha) ont été enregistrées par le traitement V5 par rapport au traitement V0 (témoin absolu) et comparativement aux autres traitements. Ces performances en rendements grains obtenues par le traitement V5 s'expliquent par le fait que la fiente de volailles associée à de l'engrais minéral libère d'importants éléments nutritifs indispensables à la croissance du maïs et assure une forte capacité de rétention en eau. En effet, l'utilisation combinée de ces fumures permettraient d'améliorer la disponibilité en éléments nutritifs et de créer des conditions favorables (disponibilités en eau et en air) pour le bon développement des

racines. Žydelis et al. (2019) et Jan (2018) ont démontré que l'utilisation combinée de la fiente de volailles et de la fumure minérale augmenteraient le rendement de la plante de maïs par rapport à l'application seule de fumure organique ou minérale. L'effet synergétique de ces deux fumures entraîne l'augmentation de la production de biomasse qui se traduit par des rendements élevés. Selon Nyembo et al. (2014), les fumiers de volaille présentent un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs du sol et la fourniture de nutriments nécessaires à la culture du maïs. En effet, l'apport des fientes de volailles (5 t/ha) additionné aux engrais minéraux (37,5 Kg) augmente fortement la disponibilité des

éléments nutritifs et favorise une accumulation d'eau. Ainsi, l'apport combiné des fientes de volailles et des engrais minéraux permet de réduire les pertes d'éléments nutritifs et d'augmenter l'efficacité des engrais azotés (Jan, 2018).

Les données ont révélé que le traitement V5 en application répétée, a induit les meilleures performances quant à la biomasse des tiges (6932 Kg/ha). Farhad (2009) a démontré que le poids de la biomasse des tiges augmente avec la quantité de dose des fientes de volaille. Ces fortes performances obtenues au niveau du traitement V5 pourraient s'expliquer par le fait que les fientes de volaille ont libéré des éléments nutritifs indispensables à la nutrition des plantes ce qui s'est traduit par la grande quantité de biomasse (Kolawole et al., 2009). En effet, plusieurs auteurs (Zeinabou et al., 2014 ; Somda et al., 2017) ont montré que l'association la fumure minérale et la fumure organique permettait une augmentation des rendements de plantes.

Les résultats de la deuxième année ont montré un accroissement des rendements principalement avec les traitements V4 et V5. Cela s'explique par le fait l'application répétée de la fumure organo-minérale permet de restituer les éléments nutritifs et d'assurer la productivité des sols à long terme (Bhattacharyya et al., 2008 et Bi et al., 2009 ; Ouattara et al., 2018).

Les meilleures performances en poids de 1000 grains ont été enregistrées par les traitements V5 (225 g) et V3 (222 g) en première année d'application. Cela s'explique par le fait que ces traitements ont fourni de bonnes conditions et des éléments nutritifs nécessaires aux plantes leurs permettant d'accumuler de grandes quantités de substances nutritives. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Farhad (2009) qui a montré que les forts rendements en poids de 1000 grains ont été enregistrés par les traitements ayant reçu les doses les plus élevés de fientes de volaille. Ce même auteur a également démontré que le poids de 1000 grains était fonction de la dose appliquée.

Quant aux paramètres chimiques du sol, l'application de la fiente de volaille a affecté significativement le pH du sol à la première campagne agricole. De façon générale les caractéristiques des sols au départ étaient fortement acides ($pH_{eau}=5,10$) selon les normes de BUNASOLS (1990). En effet, l'acidité des sols est significativement plus faible dans les traitements V4 et V5 de la fiente de volaille combinée avec peu de fumure minérale. Ces résultats sont dans la tendance de ceux obtenus par d'autres chercheurs (Rasnake et al., 2000 ; Citak et Sonmez, 2011). Ils peuvent s'expliquer par la quantité plus importante des ions échangeables notamment le calcium (Ca) dans les substrats organiques de volailles appliqués. Ceci met en avant les processus de réduction de l'acidification des sols, phénomène généralement observé après l'application de la fiente de volaille compostée ou non (Mandal et al., 2013). De même, Enujoke (2013) a montré que les apports répétés des fientes de volaille contribuent à élever le niveau du pH des sols par rapport aux traitements sans apports mais, celui-ci reste toujours acide.

Les résultats ont révélé des fortes valeurs en CEC (3,10 Cmol/kg de sol) enregistrées par le traitement V5 en première année d'application. Ces résultats s'expliquent par le fait que les fientes de volailles sont facilement décomposables (Enujoke, 2013), permettant au complexe absorbant de fixer et de libérer facilement les éléments nutritifs. De même, Dean et al. (2000) sont parvenus au fait que l'application à court et moyen termes de fiente de volaille augmentait l'azote total et phosphore assimilable. Cela pourrait s'expliquer par la minéralisation de ces substrats organiques favorisant une disponibilité dans le sol en azote total et phosphore assimilable. Les fientes de volailles appliquées seules ou en combinaison aux engrais minéraux améliorent le niveau de la teneur en potassium et en azote (Nyembo et al., 2014). Ces résultats sont en accord avec ceux de Fourrie et al. (2005) qui ont mis en évidence que la forte teneur en azote et en phosphore des fumiers de volailles est due au fait qu'ils sont facilement décomposables,

libérant ainsi immédiatement les éléments minéraux. L'apport de la fiente de volailles reste donc recommandé pour les cultures à besoin immédiat de fertilisants, car cela augmente le niveau de richesse des éléments majeurs, la CEC et améliore ainsi le niveau structural et textural du sol (Adeleye et al., 2010). L'application combinée de la fumure organique et minérale est de plus en plus reconnue comme l'un des moyens appropriés de lutter contre l'épuisement de la fertilité des sols, en particulier dans les systèmes à faibles intrants et fait partie intégrante de la gestion intégrée de la fertilité des sols.

Conclusion

L'objectif de la présente étude était d'évaluer les effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs et les paramètres chimiques du sol. Conduite en station de recherche expérimentale sur deux années, l'étude a montré que la fumure organo-minérale identifiée par le traitement V5 (5 T.MO + 25% de la fumure minérale vulgarisée) a permis d'enregistrer les meilleurs rendements en grains (3616 kg/ha), en biomasse des tiges (6932 kg/ha) et en poids de 1000 grains (225 g). Il ressort également de l'étude que les traitements à base de fientes de volailles ont amélioré les paramètres chimiques des sols en effets répétés notamment avec le traitement V5. Ces résultats suggèrent d'une part la limite d'optimiser l'apport seul de la fiente de volaille qui se minéralise plus vite et de la nécessité de son association avec les fumures minérales pour accroître les rendements des cultures céréalières. Cependant, la courte durée et les conditions pédologiques de l'expérimentation imposent de la poursuivre dans le moyen et le long temps pour en tirer le meilleur bénéfice de la valorisation de cette ressource fertilisante locale et améliorer durablement la fertilité des sols et les rendements des cultures.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêts liés à la présente publication.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

APKG a conçu le protocole d'étude, superviser la collecte et à l'analyse statistique des données. AAB, KC, AS et SO ont contribué à la révision du protocole, à l'analyse des données et à la mise en forme. HBN a supervisé la collecte des données, orienté le travail et à la correction du manuscrit.

REFERENCES

- Abbas MA, Elamin SDM, Elamin EAM. 2011. Contribution of chicken manure on soil chemical and physical properties compared with urea + superphosphate fertilizers. *JST.*, **12**(4): 9-16. DOI: <http://repository.sustech.edu/handle/123456789/16237>.
- Adeleye EO, Ayeni LS, Ojeniyi SO. 2010. Effect of Poultry Manure on Soil Physico-Chemical Properties, Leaf Nutrient Contents and Yield of Yam (*Dioscorea rotundata*) on Alfisol in Southwestern Nigeria. *J. Am. Sci.*, **6**(10):871-878. DOI: 10.7537/marsjas061010.103
- AFNOR (Agence Française de Normalisation). 1999. *Détermination du pH*. AFNOR Qualité des sols : Paris ; 339-348.
- Bhattacharyya R, Kundu S, Prakash V, Gupta HS. 2008. Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean-wheat system of the Indian Himalayas. *Eur. J. Agron.*, **28**(1):33-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2007.04.006>
- Bi L, Zhang B, Liu G, Li Z, Liu Y, Ye C, Yu X, Lai T, Zhang J, Yin J. 2009. Long-term effects of organic amendments on the rice yields for double rice cropping systems in subtropical China. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **129**: 534-541. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.11.007>.

- Biekre AHT, Tra B, Denezon T, Dogbo O. 2018. Caractéristiques physico-chimiques des composts à base de sous-produits de ferme de Songon en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 596-609. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.45>
- Bray RH and Kurtz LT. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science*, **59**: 39-45.
- BUNASOLS (Bureau national des sols). 1990. Manuel technique pour l'évaluation des terres, documentations techniques n°6. BUNASOLS, Ouagadougou, Burkina Faso, 181p.
- Citak S, Sonmez S. 2011. Effects of chemical fertilizer and different organic manures application on soil pH, EC and organic matter content. *J. Food, Agri. Environ.*, **9** (3-4):739-741. DOI: <https://doi.org/10.1234/4.2011.2313>
- Dean DS, Earl CS, Raymond EK. 2000. Irrigation management for corn in the northern Great Plains, USA. *Irrig. Sci.*, **19**: 107-114. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/PL00006709>
- Enujeke EC. 2013. Response of grain weight of maize to variety, organic manure and inorganic fertilizer in Asaba area of delta state. *Asian j. agric. rural dev.*, **3**(5): 234-248. <https://ideas.repec.org/a/ags/ajosrd/198120.html>
- FAO. 2012. Méthodes d'analyse pour la détermination de la teneur en matière sèche (section 9) (projet de norme pour les avocats) rep11/ffv, appendice II. FAO.
- Farhad WMF, Saleem MAC, Hammad HM. 2009. Effects of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). *J. Anim. Plant Sci.*, **19** (3):122-125. <http://www.thejaps.org.pk/Volume/2009/19-3/default.php>
- Fontès J, Guinko S. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Centre national de la recherche scientifique de l'université de Toulouse III/ Institut de développement rural, Faculté des sciences et techniques de l'université de Ouagadougou, Ministère de la coopération Française, Projet campus 88313101, 65p.
- Fourrie L, Latrille AC, Aubert C. 2005. Caractérisation de la biodégradabilité de la matière organique d'un fumier de dindes et d'un compost d'un mélange fumier de dindes / déchets ligneux, Paris ; 126-130.
- Jan MF. 2018. Impact of Integrated Potassium Management on Plant Growth, Dry Matter Partitioning and Yield of Different Maize (*Zea Mays* L.) Hybrids. *Pure Appl. Bio.*, **7**(4). DOI: <https://doi.org/10.19045/bspab.2018.700148>.
- Ghosh PKP, Ramesh KK, Bandyopadhyay AK, Tripathi KM, Hati AK, Misra ACL. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. *Bioresour. Technol.*, **95**: 77-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.02.011>.
- Hillebrand WF, Lundell GEF, Bright HA, Hoffman JI. 1953. *Applied inorganic analysis* (2ème ed.). JOHN WILEY and SONS INC: New York, USA.
- Kaho F, Yemefack M, Feujoy-Tegwefouet P, Tchanthaouang JC. 2011. Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*, **29**(1): 39-45. <http://www.tropicultura.org/text/v29n1/39.pdf>.
- Coulibaly K, Sankara F, Pousga S, Philippe J. N, Nacro HB. 2018. Pratiques avicoles et

- gestion de la fertilité des sols dans les exploitations agricoles de l'Ouest du Burkina Faso. *J Appl. Biosci.*, **127**: 12770-12784. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/jab/article/view/181682>
- Khalid AA, Tuffour HO, Bonsu B, Mensah PQ. 2014. Effects of Poultry Manure and NPK Fertilizer on Physical Properties of a Sandy Soil in Ghana. *IJSRAS.*, **1**(1):1-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.12983/ijrsras-2014-p0001-0005>.
- Kolawole ELO, Samson UR. 2009. Growth and Yield of Maize as Influenced by Sowing Date and Poultry Manure Application. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, **37**(1): 199-203. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjss2010-046>.
- Li XH, Han XZ, Li HB, Song C, Yan J, Liang Y. 2012. Soil chemical and biological properties affected by 21-year application of composted manure with chemical fertilizers in a Chinese Mollisol. *Can. J. Soil Sci.*, **92**(3): 419-428. DOI: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/cjss2010-046#.XT35Mej7TIU>
- Mandal M, Chandran SR, John CS. 2013. Amending Subsoil with Composted Poultry Litter-I: Effects on Soil Physical and Chemical Properties. *Agronomy*, **3**: 657-669. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy3040670>.
- Metson AJ. 1956. Methods of chemical analysis for soil survey sample. *NZ Soil Bur Bull* n°2.
- Mosier AR, Syers JK, Freney JR. 2004. *Agriculture and the Nitrogen Cycle: assessing the impacts of fertilizer Use on food production and the environment*. Island Press.
- Novozansky IV, Houba JG, Van ER, Van Vark W. 1983. A novel digestion technique for multi-element analysis. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **14**:239-249. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103628309367359>
- Nyembo NKL, Useni SY, Chinawej KMD, Kaboza Y, Mpundu MM, Baboy LL. 2014. Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l'apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (*Zea mays* L. variété Unilu). *J. Appl. Biosci.*, **74**: 6121-6130. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v74i1.7>
- Olukemi TA, Makinde EA. 2014. Soil nutrient dynamics, growth and yield of green maize and vegetable cowpea with organic-based fertilization. *Arch. Agron. Soil Sci.*, **60**(2): 183-194. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2013.775422>
- Ouattara VT, Konate Z, Messoum GF, Kassin EK, Tahi MG, Koko LA, Kone B, Dick E A, Camara M. 2018. Effets de la fertilisation organo-phosphatée sur la fertilité en matière organique et complexe adsorbant d'un ferralsol sous cacaoyers dans la région de Divo (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(6): 2901-2921. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.33>
- Rasnake M, Sikora F, Murdock L. 2000. Nutrient accumulation and movement in soils following the use of poultry litter. In: *Animal, Agricultural and Food Processing Wastes. Proceedings of the Eighth International Symposium*. Des Moines, USA; 562-567.
- Sanou J. 2006. Fiche technique de production de maïs de consommation. Variété SR 21. CNRST/INERA/DPV/CT, Ouagadougou, Burkina Faso
- Sikuzani YU, Ilunga GM, Mulembo TM, Katombe BN, Lwalaba JLW, Lukangila MAB, Lubobo AK, Longanza LB. 2014. Amélioration de la qualité des sols acides de Lubumbashi (Katanga, RD Congo) par l'application de différents niveaux de compost de fumiers de poules. *J. Appl. Biosci.*, **77** : 6523-6533.

- DOI:
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v77i1.3>
- Somda B B, Ouattara B, Serme I, Pouya MB, Lompo F, Taonda SJB, Sedogo PM. 2017. Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(2): 670-683. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.11>
- Useni SY, Baboy LL, Kanyenga LA, Assani BL, Mbuyi KM., Kasanda MN, Mbayo Kyongo LJ, Mpundu MM, Nyembo KL. 2014. Problématique de la valorisation agricole des biodéchets dans la ville de Lubumbashi : identification des acteurs, pratiques et caractérisation des déchets utilisés en maraîchage. *J. Appl. Biosci.*, **76**: 6326-6337. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v76i1.5>.
- Walinga I, Van Vark W, Houba VJG, Van Der Lee JJ. 1989. Plant analysis procedures. Dpt. Soil Sc. Plant Nutr. Wageningen Agricultural University Syllabus, Part 7: 197-200.
- Walkley A, Black JA. 1934. An examination of the Detjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromatic acid titration method. *Soil Science*, **37**: 29-38.
- 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>
- Žydelis R, Sigita L, Jonas V, Virmantas P. 2019. Effect of Organic and Mineral Fertilisers on Maize Nitrogen Nutrition Indicators and Grain Yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, **106**(1): 15-20. http://www.zemdirbyste-agriculture.lt/1061_str2/.