

Effets de l'association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d'un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso

B. Koulibaly^{1*}, D. Dakuo², A. Ouattara^{1,3}, O. Traoré⁴, F. Lompo⁵, P. N. Zombré⁶ & A. Yao-Kouamé⁷

Keywords: Compost- Mineral fertilizer- Cotton and maize rotation- Yields- Burkina Faso

Résumé

L'étude a été conduite en station de recherche, de 2008 à 2010, dans le but d'améliorer la productivité d'une rotation coton-maïs-coton par la fertilisation organo-minérale. Le dispositif statistique en split-plot, comportait cinq doses de compost (0, 2, 6, 9 et 12 t de matière sèche ha⁻¹), combinées à quatre doses d'engrais minéraux. Les caractéristiques physico-chimiques du sol, les rendements ainsi que la nutrition minérale du maïs et du cotonnier, ont été évalués. Les résultats montrent que les apports de compost n'ont pas eu d'effets significatifs sur les teneurs en carbone, alors qu'ils ont parfois amélioré significativement les teneurs en P assimilable et en K disponible des sols amendés. Les amendements en compost ont amélioré la nutrition minérale, qui a été correcte pour le cotonnier, en azote et potassium, mais déficiente en azote et en phosphore pour le maïs. Par rapport au sol témoin, les apports de compost associés aux engrais minéraux ont significativement accru les rendements, avec une meilleure efficacité pour la fumure minérale vulgarisée. L'application de 2 t.ha⁻¹ de compost par an a été aussi efficace que les fortes doses de compost en deuxième année, et plus efficace que celles-ci, en troisième année. Une économie sur la dose de la fumure minérale vulgarisée pourrait être envisagée, avec un apport annuel de 2 t.ha⁻¹ de compost pour la fertilisation organo-minérale, nécessaire au maintien de la productivité des systèmes coton-céréales.

Summary

Effects of the Association of Compost and Mineral Fertilizer on the Productivity of a Cotton-Maize cropping System in Burkina Faso

To improve the productivity of a cotton-maize rotation using organic and mineral fertilization, a study was carried out in experimental station from 2008 to 2010. Five levels of compost (0, 2, 6, 9 and 12 t of dry matter ha⁻¹) combined to four rate of mineral fertilizer were compared in splitplot statistical design. The physical and chemical characteristics of soil, crop yields, as well as the mineral nutrition of maize and cotton plants were evaluated. The results show that the content of assimilable P and available K was significantly improved in amended soils by compost which had no significant effect on the carbon content. In amended soils, compost improved plants nutrition which was correct in nitrogen and potassium for cotton and deficient in nitrogen and phosphorus for maize. Compared to control soil, compost combined to mineral fertilizers increased significantly yields with a better efficacy for the recommended mineral manure. The application of 2 t ha⁻¹ of compost per year was as effective as high doses of compost in the second year, and more effective than the latter in the third year. An economy on the recommended dose of mineral fertilizer could be considered, with an annual input of 2 t ha⁻¹ of compost to the mineral fertilizers necessary to maintain the productivity of the cotton-cereal cropping systems.

¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

²Société Burkinabé des Fibres Textiles (SOFITEX), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

³INERA, Programme coton, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

⁴Union Economique et Monétaire Ouest africaine (UEMOA), Ouagadougou, Burkina Faso.

⁵INERA, Ouagadougou, Burkina Faso.

⁶Université de Ouagadougou, (UFR/SVT), Laboratoire de biologie et écologie végétale, Ouagadougou, Burkina Faso.

⁷Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Dép. des Sciences du Sol, Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant: E-mail: bazoumana@hotmail.com

Introduction

Dans la zone soudano-sahélienne, la dégradation des sols cultivés constitue une des principales contraintes de l'agriculture dont dépend une forte proportion de la population (5, 16). Cette dégradation de la fertilité est très marquée, surtout dans les zones cotonnières du Burkina Faso, où la pauvreté en matière organique des sols entraîne une faible valorisation des engrais minéraux (10). Les pratiques extensives, basées sur l'exploitation minière des sols, sont rapportées par divers auteurs pour expliquer ce phénomène (18, 19). La fertilisation des cultures est principalement basée sur les engrais minéraux au détriment des amendements calco-magnésiens et organiques, qui sont pourtant indispensables pour la protection du complexe argilo-humique sur lequel repose le maintien de la fertilité des sols (4, 20). La satisfaction des besoins minéraux du cotonnier constitue un des facteurs déterminants de la production et de la qualité de la fibre (17). Divers travaux ont montré l'intérêt d'associer des fumures minérale et organique pour assurer une bonne nutrition des cultures, et, partant, une bonne production (10, 11). Le sous-dosage de l'application des intrants est considéré comme une stratégie paysanne de gestion des risques car il permet de limiter les coûts de production. Cette pratique est citée comme une des causes de la faible productivité en zone cotonnière. Selon Dakuo et al. (5) et Hauchart (9), elle concerne particulièrement les engrais minéraux, aux coûts prohibitifs, surtout lorsque des amendements organiques sont apportés au sol.

La présente étude évalue les effets d'une fertilisation organo-minérale à base de compost et d'engrais minéraux, sur les rendements et la nutrition minérale des cultures. Elle vise à déterminer les doses d'engrais minéraux à appliquer, en combinaison avec une fumure organique, pour améliorer les productions et maintenir durablement la fertilité des sols, dans un système de culture coton-maïs.

Matériel et méthodes

Site d'étude et matériel végétal

L'étude a été conduite pendant trois années, de 2008 à 2010, sur la station de recherches agricoles de Farako-bâ (4°20 Longitude W, 11°06 Latitude N, 405 m au dessus du niveau de la mer). Le climat est du type sud-soudanien, avec une saison pluvieuse allant de mai à octobre, et une saison sèche, de novembre à avril. Les pluviométries ont été de 1140 mm en 2008; 948 mm en 2009; et 1290 mm en 2010; réparties, respectivement, sur 40, 67 et 75 jours de pluie. Le matériel végétal comporte la variété de cotonnier FK 37, dont le cycle est de 150 jours, et le rendement potentiel; de 3,5 t.ha⁻¹ de coton-graine. Une variété améliorée de maïs FBC 6, d'un cycle de 110 jours, et d'un rendement potentiel de 3,5 t.ha⁻¹ de maïs grain, a été également utilisée. Ces deux variétés (FK 37 et FBC 6) ont été cultivées selon une rotation coton-maïs-coton.

Compost et engrais minéraux

Le compost utilisé a été obtenu par le recyclage des tiges de cotonnier, compostées en tas, durant 75 jours. Sur la base des résultats d'analyses chimiques réalisées au laboratoire, ce compost présentait des teneurs moyennes en carbone et en azote, respectives, de 490,74 (\pm 27,79) et 24,13 (\pm 4,52) g.kg⁻¹ de matière sèche. La valeur de pH eau de ce compost était de 6,37 (\pm 0,09); et le rapport C/N de 21,05 (\pm 4,76). Les teneurs en phosphore de 3,03 (\pm 1,19) g.kg⁻¹ de matière sèche, en potassium de 4,43 (\pm 1,99) g.kg⁻¹ de matière sèche et en soufre de 1,09 (\pm 0,25) g.kg⁻¹ de matière sèche, indiquaient la pauvreté du compost en ces éléments. La fertilisation minérale du cotonnier et du maïs a été assurée par l'engrais coton NPKSB, de formule 14-18-18-6S-1B, complété par l'urée [CO (NH₂)₂] titrant 46% d'azote.

Dispositif expérimental et conduite de l'étude

L'étude a été implantée après deux années de jachère naturelle, sur un sol ferrugineux tropical (lixisol) selon un dispositif statistique en split-plot, combinant cinq doses de compost à quatre doses d'engrais minéraux, suivant trois répétitions.

Les traitements principaux sont constitués de cinq doses de compost en matière sèche définies comme suit: F1= témoin sans compost; F2= 2 t.ha⁻¹ de compost par an; F3= 6 t.ha⁻¹ de compost, pour trois ans; F4= 9 t.ha⁻¹ de compost, pour trois ans et F5= 12 t.ha⁻¹ de compost, pour trois ans. Les traitements secondaires sont les quatre doses d'engrais minéraux suivantes :

T1= témoin, sans engrais minéraux, T2= 75 kg.ha⁻¹ de 14-18-18-6-1 à 15 jours après levée (jal)+ 50 kg.ha⁻¹ d'urée à 40 jal, T3= 100 kg.ha⁻¹ de 14-18-18-6-1 à 15 jal+ 50 kg.ha⁻¹ d'urée à 40 jal, T4= 150 kg.ha⁻¹ de 14-18-18-6-1 à 15 jal+ 50 kg.ha⁻¹ d'urée à 40 jal (fumure minérale vulgarisée).

En première année d'étude, en 2008, le sol a été labouré au tracteur à une profondeur moyenne de 25 cm, puis hersé. Il a été labouré par traction bovine (15 cm de profondeur) en deuxième et troisième années (2009 et 2010). Le compost, apporté en fonction des doses définies par les traitements principaux, a été incorporé au sol de 5 à 10 cm de profondeur, par un enfouissement manuel. La parcelle élémentaire était de 32 m² et comportait quatre lignes de 10 m de long, séparées de 0,80 m l'une de l'autre. Une superficie de 128 m² a été affectée à chaque parcelle principale. Le cotonnier et le maïs ont été semés en poquets, écartés de 0,40 m; puis démarqués 15 jours après la levée, à deux pieds par poquet, pour ramener ces deux cultures à une densité théorique de 62.500 plants à l'hectare. Le cotonnier a été semé le 6 juillet 2008 et le 18 juillet 2010, respectivement, en première et troisième année d'étude, tandis que le maïs, a été implanté le 14 juillet 2009. La fertilisation minérale du cotonnier et du maïs a été réalisée selon les doses ci-avant définies par les traitements secondaires. Sur ces deux cultures, l'engrais coton (14-18-18-6S-1B) a été appliqué 15 jours après la levée, et l'urée, à 40 jours. La lutte contre les mauvaises herbes, sur ces deux cultures, a été réalisée par l'application d'herbicides

chimiques, complétés par des désherbages mécaniques. La protection phytosanitaire du cotonnier en 2008 et 2010, a été assurée par les insecticides vulgarisés en culture cotonnière.

Paramètres mesurés

A la mise en place de l'essai en 2008, des prélèvements de sol sur 0-20 cm de profondeur, ont été réalisés à la tarière en 12 points de sondage, qui ont été ensuite regroupés pour constituer un échantillon de sol composite. En 2009 et 2010, avant les semis du maïs et du cotonnier, 30 échantillons de sol composites ont été prélevés sur 0-20 cm, sur les cinq parcelles principales, répétées trois fois. Tous les échantillons de sol ont été broyés et tamisés à 2 mm pour analyser au laboratoire les caractéristiques physiques et chimiques. Au total, sur les cotonniers, 60 échantillons de feuilles, issus des parcelles secondaires, ont été prélevés au 70^e jour après les semis, pour évaluer les teneurs en azote, en phosphore et en potassium.

Le prélèvement sur le cotonnier concerne les feuilles situées sur le premier noeud d'une branche fructifère, à l'aisselle d'une fleur ouverte le jour du prélèvement. Sur le maïs, 60 échantillons de feuilles ont été prélevés à 60 jours après les semis, selon la méthode du diagnostic foliaire décrite par Loué (12). Les échantillons ainsi prélevés ont été séchés à l'étuve, à 70 °C, et broyés, pour déterminer les teneurs en azote, phosphore et potassium. Les échantillons de sol et de plantes ont été analysés au laboratoire du Bureau National des Sols du Burkina Faso. Les rendements des cultures ont été évalués par la récolte des deux lignes centrales de chacune des parcelles élémentaires.

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA), à l'aide du logiciel XL STAT 2007. Le test de Fisher a été utilisé pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements, au seuil de probabilité de 5%.

Résultats

Evolution des caractéristiques physico-chimiques du sol

Les caractéristiques physiques et chimiques du sol ont peu évolué après les amendements en compost (Tableau 1). Avec une texture limoneuse à limono-sableuse, ce sol se caractérise par de relativement faibles teneurs en argile (196 g.kg^{-1}) et en limons (353 g.kg^{-1}), qui baissent légèrement en deuxième et en troisième années de culture. Dans le sol témoin, tout comme dans les sols amendés par des doses croissantes de compost, les teneurs en carbone et en azote, bien que statistiquement homogènes, ont baissé en deuxième et troisième année, avec des rapports C/N compris entre 10,5 et 12,6. En outre, ce sol a révélé de faibles teneurs en P total, P assimilable, K total et K disponible. Le P total du sol, dont la teneur initiale était de 128 mg.kg^{-1} , n'a pas été significativement influencé par les amendements en compost, qui, par contre, ont amélioré les teneurs en P assimilable et en K disponible par rapport au sol témoin sans compost (F1). En troisième année, les teneurs en P assimilable et le K disponible ont été améliorées de façon significative dans les amendés par les doses de compost. Le sol témoin et les sols amendés en compost étaient fortement acides, avec des valeurs de pH eau inférieures ou égales à 5,6. Les valeurs de pH KCl se situant autour de 4,2 dénotent une importante acidité de réserve pour ce sol (Tableau 1).

Effets du compost et des engrais minéraux sur la nutrition minérale du cotonnier et du maïs

Les teneurs en éléments minéraux des feuilles de cotonnier et de maïs, ont été statistiquement homogènes, les deux premières années après les apports de compost (Tableau 2). Il s'est produit, au bout de la première année, une amélioration des teneurs en azote et en potassium des feuilles de cotonnier, qui sont passées de 4,72 et 5,05% dans le sol témoin non amendé (F1); à, respectivement, 5,79 et 5,70%, dans le sol amendé par 12 t.ha^{-1} de compost (F5). Dans les sols amendés en compost ou non, la nutrition minérale du cotonnier a été

correcte pour l'azote et le potassium, alors qu'elle a été déficiente en phosphore, avec des teneurs inférieures à 0,3%. Les teneurs en N et P des feuilles de maïs ont été améliorées par le compost, mais se sont révélées déficientes (Tableau 2). A l'exception des sols amendés par 2 t.ha^{-1} de compost par an (F2) et par 6 t.ha^{-1} de compost, tous les trois ans (F3), la nutrition potassique du maïs a aussi été déficiente pour des teneurs inférieures à 2,5%.

La nutrition minérale du cotonnier et du maïs, notamment les teneurs en azote et en phosphore, ont été améliorées de façon significative par les doses croissantes d'engrais minéraux (Tableau 2). Par rapport au témoin, les engrais minéraux ont d'autant amélioré la nutrition minérale que les doses apportées étaient élevées.

Efficacité des doses de compost sur les rendements des cultures

Les apports de compost à 2 t.ha^{-1} par an (F2) et à 6, 9 et 12 t.ha^{-1} tous les trois ans, ont amélioré significativement les rendements du cotonnier et du maïs par rapport au sol témoin (F1) (Tableau 3). Après les amendements, l'augmentation des rendements en première année a été de 388 à 701 kg.ha^{-1} de coton graine, soit 34 à 65%, avec, respectivement, 2 et 9 t.ha^{-1} de compost. Des accroissements de rendement plus modérés, de 279 à 458 kg.ha^{-1} de maïs grain, ont été notés en deuxième année, sur les sols amendés, la dose de 2 t.ha^{-1} de compost par an (F2) se révélant aussi efficace que les fortes doses (6, 9 et 12 t.ha^{-1} de compost, tous les trois ans). La dose de 2 t.ha^{-1} de compost par an, qui a permis d'accroître de 414 kg.ha^{-1} , le rendement en coton graine, a été plus efficace que les fortes doses de compost, en troisième année. L'efficacité des fortes doses de compost (6, 9 et 12 t.ha^{-1}) sur les rendements était en moyenne de +57% en première année, contre seulement +22%, en troisième année.

Tableau 1
Evolution des caractéristiques physico-chimiques du sol (0-20 cm).

Années	Traitements	Argile	Limons	Sables	C	N	C/N	P tot	P ass	K tot	K disp	pH eau	pH KCl
		g kg ⁻¹											
		mg kg ⁻¹											
2008		196 ± 13	353 ± 14	451 ± 14	4,19 ± 0,25	0,38 ± 0,03	11,6 ± 1,4	128 ± 11	3,4 ± 0,8	1454 ± 74	64 ± 3	5,2 ± 0,2	4,2 ± 0,2
	F1	157 ± 28	333 ± 41	510 ± 71	4,16 ± 0,57	0,40 ± 0,04	10,5 ^b ± 1,0	123 ± 12	3,4 ± 1,3	1412 ± 161	75 ± 16	5,3 ^{ab} ± 0,2	4,1 ^{ab} ± 0,1
	F2	157 ± 14	314 ± 42	529 ± 28	4,92 ± 0,92	0,44 ± 0,09	11,2 ^{ab} ± 0,4	130 ± 17	4,1 ± 1,3	1452 ± 194	95 ± 21	5,6 ^a ± 0,4	4,6 ^a ± 0,5
	F3	167 ± 43	363 ± 42	470 ± 28	4,23 ± 0,27	0,35 ± 0,01	12,0 ^a ± 1,0	128 ± 14	4,3 ± 1,4	1457 ± 132	77 ± 5	5,3 ^{ab} ± 0,2	4,2 ^{ab} ± 0,2
	F4	177 ± 35	333 ± 43	490 ± 42	4,32 ± 0,65	0,37 ± 0,04	11,7 ^{ab} ± 0,7	120 ± 8	4,6 ± 1,0	1422 ± 153	71 ± 2	5,5 ^{ab} ± 0,2	4,3 ^{ab} ± 0,1
F5	157 ± 42	314 ± 21	529 ± 50	4,60 ± 0,53	0,41 ± 0,04	11,3 ^{ab} ± 0,1	138 ± 21	4,5 ± 0,9	1567 ± 282	79 ± 5	5,2 ^b ± 0,1	4,0 ^b ± 0,1	
Probabilité (5%)		0,592	0,568	0,368	0,634	0,367	0,036	0,635	0,924	0,856	0,661	0,048	0,039
Signification		(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(s)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(s)	(s)
2010	F1	177 ± 42	372 ± 28	451 ± 14	3,77 ± 0,62	0,35 ± 0,01	10,8 ± 2,1	118 ± 5	2,4 ^b ± 0,1	1387 ± 161	66 ^b ± 5	5,6 ± 0,1	4,3 ± 0,1
	F2	196 ± 55	353 ± 28	451 ± 28	4,62 ± 0,68	0,39 ± 0,01	11,8 ± 1,8	118 ± 2	3,9 ^a ± 0,1	1459 ± 170	118 ^a ± 38	5,6 ± 0,2	4,4 ± 0,2
	F3	176 ± 42	353 ± 28	471 ± 28	4,17 ± 0,28	0,35 ± 0,02	11,8 ± 0,1	126 ± 21	3,2 ^{ab} ± 0,3	1410 ± 150	91 ^{ab} ± 7	5,4 ± 0,2	4,2 ± 0,2
	F4	176 ± 28	353 ± 42	471 ± 14	4,30 ± 0,27	0,36 ± 0,03	12,1 ± 0,3	140 ± 3	3,6 ^a ± 0,6	1432 ± 216	89 ^{ab} ± 9	5,5 ± 0,1	4,2 ± 0,2
	F5	157 ± 55	372 ± 43	471 ± 14	4,49 ± 0,79	0,35 ± 0,04	12,6 ± 1,4	128 ± 7	3,2 ^{ab} ± 0,2	1485 ± 133	86 ^{ab} ± 11	5,4 ± 0,1	4,3 ± 0,1
Probabilité (5%)		0,162	0,376	0,340	0,589	0,337	0,689	0,468	0,006	0,327	0,024	0,421	0,841
Signification		(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(s)	(s)	(s)	(ns)	(ns)

P tot= Phosphore total - P ass. = Phosphore assimilable ; K tot= Potassium total - K disp = Potassium disponible.

F1 = Témoin sans compost ; F2 = 2 t ha⁻¹ de compost par an ; F3 = 6 t ha⁻¹ de compost, pour trois ans ; F4 = 9 t ha⁻¹ de compost, pour trois ans et F5 = 12 t ha⁻¹ de compost, pour trois ans. ns: non significatif, s: significatif.

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% selon le test de Fisher ; les valeurs précédées du signe ± représentent les écarts types, nombre de répétitions = 3.

Tableau 2

Teneurs en azote, phosphore et potassium des feuilles de cotonnier (70 jours) et de maïs (60 jours).

Doses de compost	Cotonnier (2008)			Maïs (2009)		
	N	P	K	N	P	K
	% (ms)					
F1- (sans compost)	4,72 ± 0,95	0,22 ± 0,03	5,05 ± 0,28	1,94 ± 0,11	0,40 ± 0,08	2,39 ± 0,10
F2- compost (2 t ha ⁻¹ /an)	4,78 ± 0,62	0,22 ± 0,04	5,48 ± 0,50	2,27 ± 0,24	0,49 ± 0,06	2,66 ± 0,11
F3 - compost (6 t ha ⁻¹ /3ans)	5,20 ± 0,49	0,22 ± 0,01	5,43 ± 0,65	2,32 ± 0,12	0,48 ± 0,05	2,59 ± 0,12
F4- compost (9 t ha ⁻¹ /3ans)	5,09 ± 0,80	0,25 ± 0,06	5,30 ± 0,68	1,99 ± 0,24	0,44 ± 0,05	2,45 ± 0,19
F5 - compost (12 t ha ⁻¹ /3ans)	5,79 ± 0,66	0,24 ± 0,01	5,70 ± 0,84	2,11 ± 0,37	0,47 ± 0,08	2,42 ± 0,27
Probabilité (5%)	0,276 (ns)	0,683 (ns)	0,668 (ns)	0,871 (ns)	0,672 (ns)	0,338 (ns)
Doses d'engrais minéraux						
T1 - Témoin sans engrais	4,66 ^b ± 0,86	0,22 ^{ab} ± 0,02	5,52 ^a ± 0,38	1,86 ^a ± 0,21	0,38 ^c ± 0,03	2,29 ^b ± 0,31
T2- 75 kg ha ⁻¹ 14-18-18-6-1 + 25 kg ha ⁻¹ d'urée	4,68 ^b ± 0,50	0,21 ^b ± 0,02	5,41 ^a ± 0,98	1,97 ^a ± 0,22	0,42 ^{bc} ± 0,06	2,40 ^{ab} ± 0,16
T3 -100 kg ha ⁻¹ 14-18-18-6-1 + 50 kg ha ⁻¹ d'urée	5,29 ^{ab} ± 0,59	0,25 ^a ± 0,05	5,33 ^a ± 0,52	2,08 ^a ± 0,32	0,43 ^{ab} ± 0,08	2,44 ^{ab} ± 0,20
T4- 150 kg ha ⁻¹ 14-18-18-6-1 + 50 kg ha ⁻¹ d'urée	5,83 ^a ± 0,41	0,25 ^{ab} ± 0,02	5,30 ^a ± 0,52	2,09 ^a ± 0,26	0,48 ^a ± 0,06	2,54 ^a ± 0,18
Probabilité (5%)	0,023 (s)	0,033 (s)	0,946 (ns)	0,167 (ns)	0,005 (s)	0,015 (s)

N= teneur en azote ; P= teneur en phosphore ; K= teneur en potassium (exprimées en % de matière sèche) ; ns : non significatif, au seuil de probabilité de 5% selon le test de Fisher.

Les valeurs précédées du signe ± représentent les écarts types, nombre de répétitions = 3.

Tableau 3

Rendements en coton graine et maïs grain selon les doses de compost dans la rotation coton-maïs-coton.

Traitements principaux (Doses de compost)	Rendements		
	Coton graine (2008)	Maïs grain (2009)	Coton graine (2010)
	kg ha ⁻¹		
F1 - (Témoin sans compost)	1132 ^b ± 352	1176 ^b ± 306	624 ^b ± 177
F2- compost (2 t ha ⁻¹ /an)	1520 ^a ± 296	1588 ^a ± 426	1038 ^a ± 213
F3 - compost (6 t ha ⁻¹ /3 ans)	1714 ^a ± 489	1634 ^a ± 312	749 ^{ab} ± 253
F4- compost (9 t ha ⁻¹ /3 ans)	1833 ^a ± 617	1535 ^a ± 480	773 ^{ab} ± 386
F5 - compost (12 t ha ⁻¹ /3 ans)	1770 ^a ± 355	1455 ^{ab} ± 253	764 ^{ab} ± 257
Probabilité (5%)	0,036	0,004	0,016
Signification	s	s	s

s= significatif. Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% selon le test de Fisher ; les valeurs précédées du signe ± représentent les écarts types, nombre de répétitions = 3.

Tableau 4

Rendements en coton graine et maïs grain selon les doses d'engrais minéraux.

Traitements secondaires (Doses d'engrais minéraux)	Rendements		
	Coton graine (2008)	Maïs grain (2009)	Coton graine (2010)
	kg ha ⁻¹		
T1- Témoin sans engrais	1286 ^b ± 426	1138 ^b ± 240	575 ^b ± 202
T2- 75 kg ha ⁻¹ 14-18-18-6-1 + 25 kg ha ⁻¹ d'urée	1604 ^{ab} ± 470	1357 ^b ± 274	780 ^{ab} ± 271
T3 -100 kg ha ⁻¹ 14-18-18-6-1 + 50 kg ha ⁻¹ d'urée	1770 ^a ± 534	1706 ^a ± 357	790 ^{ab} ± 262
T4- 150 kg ha ⁻¹ 14-18-18-6-1 + 50 kg ha ⁻¹ d'urée	1715 ^a ± 436	1709 ^a ± 336	950 ^a ± 281
Doses d'engrais minéraux	0,004 (s)	0,012 (s)	0,014 (s)
Probabilité (5%)			
Inter. compost x engrais minéraux	0,030 (s)	0,027 (s)	0,997 (ns)

ns= non significatif, s = significatif, Inter. = interaction.

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité 5% selon le test de Fisher, les valeurs précédées du signe ± représentent les écarts types, nombre de répétitions = 3.

Effets des doses de fumures minérales sur les rendements

Sur les sols amendés ou non en compost, les doses d'engrais minéraux apportés ont permis d'accroître les rendements du cotonnier et du maïs par rapport au témoin sans engrais (Tableau 4). L'accroissement des rendements par les engrais minéraux a été de 484 kg.ha⁻¹ de coton graine sur le cotonnier, et de 571 kg.ha⁻¹ de maïs grain sur le maïs. Par rapport au témoin sans engrais (T1), la plus faible dose d'engrais minéraux (75 kg.ha⁻¹ NPKSB +25 kg.ha⁻¹ d'urée), a permis des suppléments de production de 205 à 318 kg.ha⁻¹ de coton graine et de 219 kg.ha⁻¹ de maïs grain.

Cette dose, par rapport à la fumure minérale vulgarisée (T4), entraîne des baisses de rendement de 21% et 18%, respectivement, sur le maïs et le cotonnier, en deuxième et troisième années de rotation. L'apport de 100 kg.ha⁻¹ de NPKSB et de 50 kg.ha⁻¹ d'urée (T3), présente, sur les rendements, une efficacité statistiquement équivalente à celle de la fumure minérale vulgarisée (T4).

Effets de l'interaction entre les doses de compost et les doses d'engrais minéraux sur les rendements

Selon l'analyse de variance (Tableau 4), l'interaction entre les doses de compost et les doses d'engrais minéraux a été significative sur les rendements des cultures en première année ($p=0,030$) et en deuxième année ($p=0,025$). En revanche, cette interaction s'est révélée non significative en troisième année ($p=0,997$). Pendant les deux premières années (2008 et 2009), les rendements ont été significativement améliorés par les plus fortes doses de compost (6 à 12 t.ha⁻¹) combinées aux doses croissantes d'engrais minéraux. L'efficacité des doses d'engrais minéraux sur les rendements est d'autant améliorée en première et deuxième année, que les doses initiales de compost appliqué sont fortes. Bien que l'interaction entre les doses de compost et les doses d'engrais minéraux soit non significative en troisième année (2010), la dose annuelle de 2 t.ha⁻¹ de compost (F2) a été plus efficace sur les rendements.

Discussion

En trois années, les caractéristiques physico-chimiques des sols ont peu évolué sous les différentes doses de fumures minérales et organiques, ce qui confirme la difficulté de mettre évidence les modifications, souvent lentes, de ces paramètres (1, 20). Les amendements en compost n'ont pas eu d'effets significatifs sur les teneurs en carbone dans la couche 0-20 cm du sol. Cette difficulté à rehausser, en profondeur, la teneur en carbone du sol, dénote une faible séquestration du carbone en zone tropicale (8, 21), attribuée aux pertes intenses par minéralisation de la matière organique. De plus, divers travaux sur les restitutions organiques au Burkina Faso (5, 15, 16), rapportent que l'incorporation au hersage du compost, généralement, pratiquée, limite son efficacité dans la couche superficielle du sol. Par ailleurs, les rapports C/N, compris entre 10,5 et 12,6 dans ces sols, indiquent une vitesse de minéralisation normale de la matière organique (3, 16), qui conduit à une baisse du taux de carbone. Les amendements en compost n'ont pas influencé le P total, mais ils ont amélioré le P assimilable ainsi que le K disponible, ce qui pourrait résulter de l'amélioration des propriétés chimiques du sol par une meilleure rétention des nutriments pour l'alimentation des cultures (2, 22). L'acidité du sol, qui est restée élevée, même après les apports de compost, suggère le recours à des amendements calco-magnésiens pour corriger le pH (7). Dans les sols amendés en compost ou non, la nutrition minérale du cotonnier a été satisfaite pour l'azote et le potassium, contrairement à la nutrition phosphatée qui est déficiente, avec des teneurs inférieures au seuil de 0,3% (13).

L'amélioration de la nutrition minérale du cotonnier et du maïs après les apports de compost, confirme l'amélioration des propriétés du sol par cet amendement, qui peut servir de nutriment pour les cultures (6).

Les amendements en compost, même à fortes doses (9 et 12 t.ha⁻¹), n'ont cependant pas empêché la déficience en phosphore sur le cotonnier, ni les déficiences en azote, en phosphore et en potassium sur le maïs (12).

Ces déficiences nutritionnelles sur les cultures, traduisent le déficit des nutriments apportés par les doses de fumure minérale, souvent réduites, qui ont été associées au compost, dont la seule minéralisation ne permet pas de satisfaire les besoins minéraux des cultures (6, 11). Les résultats ont montré que l'apport de compost, même à faible dose, a un effet positif sur les rendements des cultures. Les plus fortes doses de compost ont permis d'obtenir les meilleurs rendements en première année d'application; ce qui montre que l'efficacité du compost est proportionnelle à la dose initiale apportée (2, 18). En ce qui concerne les rendements, l'efficacité des doses de compost a baissé surtout, en troisième année, au cours de laquelle, elle a été réduite de moitié, à cause du processus de minéralisation de la matière organique, très intense en zone tropicale (21). Comparativement aux fortes doses de compost (6, 9 et 12 t.ha⁻¹), qui ont été appliquées seulement en première année d'étude, l'apport d'une dose de compost de 2 t.ha⁻¹ chaque année s'est révélé plus efficace en troisième année, du fait du renouvellement du stock de matière organique, qui stimule les propriétés bio-physico-chimiques du sol, favorables aux rendements (8).

Cela suggère que la minéralisation de ces fortes doses de compost s'est faite de façon rapide, surtout durant les deux premières années, et, pourrait expliquer leur faible efficacité sur les rendements en troisième année, marquée par une mauvaise répartition pluviométrique avec des poches de sécheresse alternées d'excès d'eau. L'effet positif sur le rendement des fortes doses de compost (6, 9 et 12 t.ha⁻¹) n'a pratiquement pas dépassé deux années après leur application; ce qui devrait correspondre à leur durée d'action (14).

L'efficacité de la fertilisation minérale a été mise en évidence par l'accroissement des rendements qu'elle permet d'obtenir, quelles que soient les doses de compost considérées. Les gains de rendement sont proportionnels aux quantités d'engrais minéraux. Cela signifie que toute réduction de la dose d'engrais entraîne une baisse de rendement d'autant plus importante que la dose appliquée est plus faible. L'accroissement des rendements par la fertilisation minérale dénote une

bonne réponse du sol aux engrais minéraux, surtout après les amendements organiques (4, 18). De ce fait, les interactions positives notées sur les rendements durant les deux premières années traduisent une meilleure efficacité des engrais minéraux après les amendements organiques par le compost. La réduction des doses correspondant au sous-dosage des engrais minéraux, souvent pratiqué par les paysans, serait la cause des faibles rendements, surtout en zone cotonnière (5, 14). Après des amendements en compost, à défaut d'appliquer la fumure minérale vulgarisée (T4), la dose de 100 kg.ha⁻¹ d'engrais coton, complétés par 50 kg.ha⁻¹ d'urée (T3), pourrait être utilisée en raison de son efficacité sur le rendement, et de l'économie de 50 kg.ha⁻¹ d'engrais coton qu'elle permet.

Conclusion

L'étude a montré que les amendements en compost permettent d'améliorer les niveaux de P assimilable et de K disponible, sans, pour autant, atténuer significativement l'acidité dans les sols amendés. Dès lors, il apparaît nécessaire de recourir à des amendements calco-magnésiens pour gérer durablement la fertilité de ces sols. Les apports de compost bien qu'améliorant la nutrition minérale du cotonnier et du maïs, doivent être associés à une dose de fumure minérale appropriée. Il est envisageable d'utiliser 100 kg.ha⁻¹ d'engrais coton et 50 kg.ha⁻¹ d'urée, même si les amendements en compost ne justifient pas, à priori, une réduction de la dose de fertilisation minérale recommandée. La durée de l'effet de l'application d'une dose unique allant de 6 à 12 t.ha⁻¹ de compost sur les rendements dépasse à peine deux années, même pour les plus fortes doses de compost, rarement disponibles en milieu paysan. C'est pourquoi, l'étude recommande de privilégier des apports de 2 t.ha⁻¹ de fumure organique, chaque année, et suggère d'établir un bilan minéral pour évaluer, à travers des tests multi-locaux, la pertinence d'une telle pratique sur la gestion durable de la fertilité du sol.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement l'Association Interprofessionnelle du Coton du Burkina Faso (AICB) et le Projet d'Appui à la Filière Coton Textile (PAFICOT), pour leur contribution au financement de ce travail.

Références bibliographiques

1. Agoumé V. & Birang A.M., 2009, Impact of land-use systems on some physical and chemical soil properties of an oxisol in the humid forest zone of southern Cameroon, *Tropicultura*, 27, 1, 15-20.
2. Annabi M., Bahri H. & Latiri K., 2009, Statut organique et respiration microbienne des sols du nord de la Tunisie, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2009, 13, 3, 401-408.
3. Arrouays D., Jolivet C., Boulonne L, Bodineau G., Ratié C., Saby N. & Grolleau E., 2003, Le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) de France, *Et. Gestion Sols*, 10, 4, 241-250.
4. Berger M., Bélem P.C., Dakouo D. & Hien V., 1987, Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage, *Cot. Fib. Trop.*, 42, 3, 201-211.
5. Dakuo D., Koulibaly B., Tiahoun C. & Lompo F., 2011, Effet de l'inoculum «Compost plus» sur le compostage des tiges de cotonnier et les rendements en coton au Burkina Faso, *Agron. Afr.*, 23, 1, 69-78.
6. Elherradi E., Soudi B. & Elkacemi K., 2003, Evaluation de la minéralisation de l'azote de deux sols amendés avec un compost d'ordures ménagères. *Et. Gestion Sols*, 10, 3, 139-154.
7. Fabre B. & Kockmann F., 2002, La pratique du chaulage. De la construction du référentiel régional à la démarche de conseil en exploitation. *Et. Gestion Sols*, 9, 3, 213-224.
8. Feller C., Albrecht A., Blanchart E., Cabidoche Y.M., Chevallier T., Hartmann C., Eschenbrenner V., Larré-Larrouy M.C. & Ndandou J.F., 2001, Soil organic carbon sequestration in tropical areas. General considerations and analysis of some edaphic determinants for lesser Antilles soils, *Nutr. Cycles Agroecosyst.*, 61, 19-31.
9. Hauchart V., 2006, Le coton dans le Mouhoun (Burkina Faso), un facteur de modernisation agricole : perspectives de développement? *Agric.*, 15, 3, 285-291.
10. Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Zombré P.N. & Bondé D., 2010, Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-mais-sorgho au Burkina Faso, *Tropicultura*, 28, 3, 184-189.
11. Lompo F., Segda Z., Gnankambary Z. & 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.
12. Loué A., 1984, Méthode de contrôle de la nutrition minérale du maïs. In: Martin-Prevel P., Gagnard J., Gautier P. (Ed). *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Techniques et documentation*, Lavoisier. Paris, pp. 598-631.
13. Olina Bassala J.P., M'Biandoun M., Ekorong J.A. & Asfom P., 2008, Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier céréales au Nord Cameroun : diagnostic et perspectives. *Tropicultura*, 26, 4, 240-245.
14. Ouattara B., Ouattara K., Serpentié G., Mando A., Sédogo M.P. & Bationo A., 2006, Intensity cultivation induced effects on soil organic carbon dynamic in the western cotton area of Burkina Faso, *Nutr. Cycles Agroecosyst.*, 76, 331-339.
15. Ouattara A., 2011, Etude de l'association de la fumure minérale au compost dans une rotation coton-maïs. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option agronomie. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), 52.
16. Pallo F.J.P., Sawadogo N., Zombré N.P. & Sédogo P.M., 2009, Statut de la matière organique des sols de la zone nord soudanienne au Burkina Faso, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13, 1, 139-142.

-
17. Pettigrew W.T. & Meredith W.R., 2009, Seed quality and planting date effects on cotton lint yield, yield components, and fiber quality, *J. Cotton Sci.*, 13, 37–47.
18. Sawadogo H., Bock L., Lacroix D. & Zombré N.P., 2008, Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12, 3, 279- 290.
19. Schipper L.A. & Sparling G.P., 2000, Performance of soil condition indicators across taxonomic groups and land uses, *Soil Sci. Soc. of Ame. J.*, 64, 300-311.
20. Shepherd G., Bureh R.J. & Gregory P.J., 2000, Land use affects the distribution of soil inorganic nitrogen in smallholder production systems in Kenya, *Biol. Fertil. Soils*, 31, 348-355.
21. Vagen T.-G., Lal R. & Singh B.R., 2005, Soil carbon sequestration in sub-saharan africa: a review, *Land Degrad. Develop.*, 16, 53–71.
22. Weil R.R. & Magdoff F., 2004, Significance of soil organic matter to soil quality and health, pp 1-43, in: F. Magdoff & R.R. Weil, *Soil organic matter in sustainable agriculture*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 405 .
-

B. Koulibaly, Burkinabè, PhD, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Chef de Programme coton, Chargé de Recherche, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

D. Dakuo, Burkinabè, PhD, Société Burkinabé des Fibres Textiles (SOFITEX), Directeur du développement de la production cotonnière, Chargé de Recherche, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

A. Ouattara, Burkinabè, DEA, chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme coton, Burkina Faso.

O. Traoré, Burkinabè, PhD, Maître de recherche, Expert Agronome, Union Economique et Monétaire Ouest africaine (UEMOA), Ouagadougou, Burkina Faso.

F. Lompo, Burkinabè, PhD, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Directeur de Recherche, Directeur, Ouagadougou, Burkina Faso.

Prosper N. Zombré, Burkinabè, PhD, Professeur Titulaire, Université de Ouagadougou, Laboratoire de biologie et écologie végétale, Unité de formation des sciences de la vie et de la terre (UFR/SVT), Ouagadougou, Burkina Faso.

A. Yao-Kouamé, Ivoirien, PhD, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny, Département des Sciences du Sol, UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Abidjan, Côte d'Ivoire.