

Caractérisation chimique de quelques fertilisants d'origine animale dans la zone de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso

A. P. K. GOMGNIMBOU^{1,*}, K. COULIBALY^{2,3}, A. SANON¹,
H. B. NACRO², M. P. SEDOGO⁴

Résumé

Cette étude a pour objectif de faire une caractérisation chimique des fertilisants organiques utilisés en agriculture urbaine à Bobo-Dioulasso. De ce fait, sept (07) fertilisants d'origine animale ont été prélevés et analysés au laboratoire. Le fumier des caprins, des bovins, et des ovins est basique (pH variant de 7,9 à 8,3) tandis que celui des lapins, de la volaille, des porcins et des asins est neutre (pH variant de 7,6 à 7). La comparaison des teneurs moyennes de l'azote révèle que la fiente de la volaille et le fumier de porcins ont des teneurs respectives de 2,5 % et 2,6 % les plus élevées des échantillons étudiés. Les fientes de volaille (P total = 2,7 %) sont les plus riches en phosphore suivi du fumier porcin (1,4 %), alors que les déjections asines ont donné la plus faible teneur (0,7 %). Les animaux monogastriques (volaille, porcs, et lapins) ont donné les teneurs en N total, P total et le rapport C/N les plus élevées. La faible teneur en K a été obtenue dans les fumiers de lapins et de porcins (1,2 %). Ces résultats offrent des possibilités d'optimiser leur valorisation comme fertilisant des cultures ou amendements des sols.

Mots-clés : Fumier d'animaux, Teneur en éléments chimiques, Bobo-Dioulasso.

Abstract

This study has an aim to do a chemical characterization of the organic fertilizers used in the urban agriculture in Bobo-Dioulasso. For this reason, seven (07) fertilizers of animal's origin were taken away and analyzed in the laboratory. The sheep, cattle and goats manures were basic (pH varying from 7.9 to 8.3) while the ones of donkeys, pigs, poultry and rabbits were neutral (pH varying from 7.6 to 7). The comparison of the nitrogen averages shows that the poultry droppings and the pigs manure have the respective highest contents of 2.5% and of 2.6% of the studied sample. The poultry droppings (total P=2.7%) were the most affluent in phosphorus followed by the pigs manure (1.4%), while donkeys manure had the lowest content (0.7%). The monogastric animals (poultry, pigs and rabbits) had the highest contents in total N, total P and the C:N ratio. The lower content in total K was the rabbits and the pigs manure. These results give the possibility to optimize the recovering as fertilizers of the cultures or to make the soils more affluent.

Keywords: Manure, Chemical composition, Fertility, Bobo-Dioulasso.

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

2 Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol (LERF), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

3 Unité de Recherche en Production Animale (URPAN)/Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

4 Laboratoire Sol-Eau-Plante, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso.

* Auteur de correspondance: gpkalain@yahoo.fr

Introduction

L'épandage des excréments d'animaux sur les sols constitue un flux de nutriments très important, représentant l'azote, le phosphore et le potassium ingérés respectivement de 79, 66 et 92 % (LANÇON, 1978).

Quelle que soit l'espèce animale, les déjections solides sont constituées d'eau, de résidus de fourrage non digérés (fibres végétales constituées principalement d'hémicellulose, de cellulose et de lignine), de métabolites animaux, de microorganismes et de métabolites microbiens (HAYNES et WILLIAMS, 1993 ; CHEVALIER *et al.*, 2005).

Cependant, les éléments excrétés ne sont pas répartis d'une manière égale entre les déjections solides et l'urine. Dans les déjections solides, se retrouvent 26, 66 et 11 % respectivement de l'azote, du phosphore et du potassium ingérés, ainsi que la quasi-totalité des éléments non digestibles. Les déjections solides représentent donc un flux significatif de Matière Organique (MO) (Lançon 1978 ; DUPOND *et al.*, 1986 ; SIKUZANI *et al.*, 2014).

Il y'a une abondante littérature qui traite de la caractérisation analytique des déjections animales. Cette caractérisation indique les variations qui sont souvent constatées entre les mêmes espèces et le stade physiologique en ce qui concerne les teneurs en éléments majeurs (N, P et K) et les oligo-éléments (Fe, Mg, Cu, Zn, B, Mo et V) (DUPOND *et al.*, 1986 ; CULOT, 2005 ; DOURMAD et JONDREVILLE, 2007 ; MARTINEZ *et al.*, 2009 ; SIBOUKEUR, 2013).

Ainsi, la composition des déjections varierait en fonction de l'espèce animale, de la ration alimentaire, et du fourrage (teneur en eau, teneur en sucres structuraux) (BLOOR *et al.*, 2012).

Dans notre contexte, le déficit de connaissance sur les valeurs de la teneur en éléments nutritifs contenus dans les déjections animales est à combler. En effet, la prévisibilité des teneurs peut fournir des estimations très utiles à des fins de planification.

Une bonne connaissance de la composition chimique des fumiers d'animaux domestiques est donc capitale, et donne de meilleures stratégies dans l'optique d'optimiser leur valorisation comme fertilisant des cultures ou amendements des sols.

C'est dans l'optique de remédier au déficit d'informations sur les caractéristiques physico-chimiques des fumiers ainsi que leurs concentrations réelles en éléments nutritifs, que la présente étude a été conduite.

Matériel et méthodes

Site de prélèvements d'échantillons de fertilisants d'origine animale

La zone urbaine et périurbaine de la ville de Bobo-Dioulasso a été le site de prélèvements des échantillons de fertilisants d'origine animale. Les fermes agricoles échantillonnées ont été retenues sur la base d'une étude antérieure (GOMGNIMBOU *et al.*, 2014). La méthode des quotas selon Gouet et Deroo (1992) a été utilisée pour l'échantillonnage. Cette technique empirique donne une structure analogue à la population à étudier et fixe au moins un taux de sondage de 14 %.

L'analyse des différents fertilisants a concerné les espèces animales suivantes : bovines (14), ovines (12), volaille (13), porcines (12), caprines (06), asines (05) et lapines (04), réparties dans les exploitations plus ou moins mixtes. Le prélèvement d'échantillons de déjections a été fait pour

chaque espèce animale. Dans chaque ferme, les échantillons ont été prélevés sur divers endroits et dans toute la profondeur (1 à 4 en fonction de la quantité et de la hauteur entreposée). Des échantillons composites d'environ 0,5 kg ont été effectués dans chaque ferme et par espèce animale (COFFEY *et al.*, 2000 ; BROWN, 2013). Au total soixante-six (66) échantillons ont été collectés.

Analyses de laboratoire et traitement statistique des données

Tous les échantillons collectés et séchés à l'ombre ont été acheminés au laboratoire GRN/SP de la station de recherches environnementales et agricoles de Farako-Bâ pour des analyses chimiques. Les différents paramètres ont été analysés comme suit :

- pH : suivant AFNOR (1999); un rapport substrat/solution de 1/2,5 à travers une suspension de l'échantillon respectivement dans de l'eau distillée et une solution de KCl. Dans un flacon contenant 20 g de substrats tamisé à 2 mm, une solution de 50 ml a été ajoutée. Le mélange obtenu est mis en agitation pendant une heure. Le pH est directement lu sur le pH-mètre à électrodes en verre.
- Azote total : déterminé suivant la méthode de Kjeldah modifiée (HILLEBRAND *et al.*, 1953). Après la minéralisation, 2,5 g d'échantillon de substrat ont été attaqués à chaud par l'acide sulfurique concentré. Après ajout d'une pincée de catalyseur sélénium et du H₂O₂, le produit intermédiaire a été porté progressivement à chaud jusqu'à décoloration. Le dosage a été fait par calorimétrie automatique.
- Carbone total : en suivant la méthode Walkley-Black (1934), un échantillon de 0,5 g de substrat tamisé a été oxydé à froid par du bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) 1N en présence de l'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré. L'excès de bichromate a été titré par le sel de MOHR de formule chimique Fe(SO₄)₂ (NH₄)₂ en présence d'indicateur coloré.
- Phosphore total : selon le protocole de Novozansky *et al.* (1983), le dosage est fait par colorimétrie automatique au SKALAR. Le molybdate d'ammonium et le potassium antimoine tartrate réagissent en milieu acide avec l'acide ascorbique en formant un complexe coloré en bleu en présence de phosphore dont l'absorbance est mesurée à 880 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de phosphore dans le milieu.
- Potassium total : suivant Walinga *et al.* (1989), il est dosé par un spectrophotomètre à émission de flamme après minéralisation des échantillons de substrat avec une solution d'acide sulfurique concentrée à chaud en présence d'un catalyseur.

Les paramètres mesurés (pH, C, N, C/N, P, K) ont fait l'objet d'analyse de variance (ANOVA) aux fins de comparer leurs moyennes au seuil de 5 % par le test de Fisher avec le logiciel XLSTAT 7.5.2 (ADDINSOFT, 2007).

Résultats

Les résultats de l'ANOVA sur les paramètres de fertilité sont présentés dans le tableau I. Les teneurs pour l'ensemble des fumiers étudiés ont montré des différences significatives. Le fumier des animaux monogastriques est presque neutre (pH variant autour de 7) tandis que celui des animaux ruminants est légèrement basique (pH variant autour de 8).

Les teneurs en carbone (C) des fumiers de porcins (29,7 %) et de caprins (28,4 %) sont statistiquement identiques, et sont significativement plus faibles. Les fumiers de bovins et de la volaille sont aussi statistiquement identiques. Les moyennes de ces fumiers montrent une différence hautement significative selon le test de Fisher au seuil de 5 % pour le taux de C.

On note une différence hautement significative entre les déjections des animaux ($P < 0,01$) en ce qui concerne le rapport C/N. Les déjections des asins ont le rapport C/N (42,7) significativement le plus élevé tandis que le plus faible rapport C/N (12) est obtenu par le fumier de porcins.

Les teneurs en azote (N) dans les déjections de porcins et de fientes de volaille sont significativement les plus élevées, suivies des teneurs en azote dans les déjections de lapins, bovins et des ovins.

Le test de Fisher montre une différence significative entre les fertilisants pour les variables phosphore total (P en %) et potassium total (K en %).

Tableau I. Variations des paramètres chimiques

Type Fumier	Paramètres					
	pH	C (%)	N (%)	C/N	P total	K total
Fumier de bovins	8,04 ^{ab}	35,56 ^{ab}	1,96 ^b	18,12 ^b	0,96 ^{bc}	2,22 ^a
Fumier de caprins	7,90 ^{ab}	28,35 ^b	1,61 ^{bc}	17,60 ^{bc}	1,06 ^{bc}	1,36 ^b
Fumier d'ovins	8,36 ^a	36,74 ^{ab}	2,00 ^b	19,54 ^b	0,90 ^c	1,72 ^{ab}
Fumier de porcins	7,01 ^c	29,70 ^b	2,64 ^a	12,01 ^d	1,37 ^b	1,17 ^b
Fumier d'asins	7,65 ^b	41,86 ^a	0,99 ^c	42,76 ^a	0,67 ^c	1,74 ^{ab}
Fumier de lapins	6,83 ^c	37,39 ^{ab}	2,16 ^{ab}	17,53 ^{bcd}	1,22 ^{bc}	1,26 ^b
Fiente de volaille	7,00 ^c	33,07 ^{ab}	2,58 ^a	13,54 ^{cd}	2,73 ^a	1,45 ^b
Ecart-type	0,79	8,88	0,77	9,12	0,88	0,75
Probabilité	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Signification	S	HS	HS	HS	HS	HS

Les valeurs portant les mêmes lettres dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 % selon le test de Fisher.

S = Significatif, HS = Hautement significatif

Discussion

Variation du pH : Le pH a varié d'un minimum de 6,8 à un maximum de 8,3 respectivement pour les fumiers de lapins et des ovins. Cela traduit également que les fumiers dans la zone d'étude sont dans une gamme de pH légèrement neutre à basique.

Cette différence serait influencée par le régime alimentaire et le processus de digestion des aliments (VAN SOEST *et al.*, 1991 ; WÉRY *et al.*, 2003 ; WILFART *et al.*, 2006). Des travaux (WÉRY *et al.*, 2003 ; WILFART *et al.*, 2006) rapportent que la digestion de la cellulose se fait par fermentation microbienne, et ce sont les bactéries qui apportent leur faculté enzymatique pour hydrolyser les glucides. Cela s'effectue dans les proportions anatomiques chez les herbivores et omnivores.

Ainsi, le pH neutre de fumier de volailles, des lapins et des porcins, pourraient favoriser une bonne ambiance microbienne favorable à la microflore de minéralisation et de nitrification. La valeur du pH des ovins ainsi que de la fiente de volaille est proche de celle obtenue par Toussaint et Dehareng (1998), qui ont trouvé des pH de valeurs respectives de 8,1 et 6,8. Comparativement à notre fumier de bovins (pH=8). Dupond *et al.* (1984) et Toussaint et Dehareng (1998), ont trouvé des pH de valeurs respectives 7,41 et 7,2 ; ces deux valeurs étant proches, mais légèrement basses que les nôtres.

Variation du taux de carbone (C) : La teneur en carbone total la plus élevée a été enregistrée dans les déjections asines (41,8 %). Dans les exploitations agricoles de la zone, les asins n'ont pas de ration alimentaire particulière. Ils se nourrissent généralement du foin d'herbacées et des résidus de cultures, ce qui contribuerait à augmenter le taux de lignine (GUEYDON, 1996). Par contre, les autres animaux bénéficient d'une alimentation complétementée en concentré (HAMADOU *et al.*, 2008 ; KIENDREBEOGO *et al.*, 2013 ; SANON *et al.*, 2014).

Variation de la teneur en azote (N) : La comparaison des moyennes révèle que la fiente de la volaille et le fumier de porcins ont les teneurs (2,5 % et 2,6 %) les plus élevées, et sont statistiquement identiques. Une raison probable est l'influence des rations alimentaires. Dans la zone, divers aliments concentrés sont distribués aux animaux en fonction des espèces mais aussi du niveau d'intensification de l'activité. Ainsi, le tourteau de coton, l'aliment bétail, les graines de coton, la mélasse, le son local, les graines de céréales et la drêche de brasseries (locale et industrielle) sont couramment distribués. Pourtant, ces aliments n'ont pas les mêmes valeurs nutritives (Teneur en protéines, matières azotées, etc.), alors qu'elles sont un facteur déterminant dans la concentration en azote des déjections (CHEVALIER *et al.*, 2005 ; BLOOR *et al.*, 2012). On a observé que les teneurs en N de la fiente de volaille voisines des nôtres ont été obtenues ailleurs. En effet, des taux de 2,21 % et 2,25 % de N ont été respectivement rapportés au Nigeria (ADENIYAN *et al.*, 2001) et au Kenya (CORBEELS *et al.*, 2000). Par contre, Moyin-Jesu (2004) a obtenu un taux de 5,92 % au Nigéria, et Maerere *et al.* (2001) ont enregistré en Tanzanie un taux de 1,84 %. Le taux d'azote du fumier de bovins a une valeur nettement inférieure à celle obtenue par Toussaint et Dehareng (1998) mais supérieure aux taux mesurés par Maerere *et al.* (2001) et Khan *et al.* (2008). Le taux d'azote (2,67 %) dans le fumier de lapins obtenu est similaire à ceux de Moyin-Jesu (2004), Khan *et al.* (2008) et Adeniyani *et al.* (2011) qui ont mesuré 1,4 % et 1,04 %. Il faut noter que dans les exploitations d'élevage de la zone, les porcins et la volaille sont élevés en claustration permanente et ont des rations alimentaires spécifiques (cas de la volaille) en fonction des objectifs de productions de chaque producteur.

Evolution du rapport C/N : Il est couramment admis que, plus le rapport C/N d'un produit est élevé plus ce dernier se dégrade lentement dans le sol et fournit de l'humus stable (CHEVALIER *et al.*, 2005 ; BOUAJILA *et al.*, 2014). Ces taux permettent de dire que la fiente de volaille et la fumure porcine seront rapidement minéralisées et libèreront beaucoup d'azote minéral pour les sols, tandis que le fumier de lapins, de caprins et de bovins auront une vitesse de minéralisation moyenne. A l'inverse, les déjections asines auront une vitesse de minéralisation plus lente de l'azote organique. Cette situation provoquera un besoin d'azote (fraction organique) plus important dans l'activité des microorganismes (REDDY et DRONACHARI, 2014). La variabilité du rapport C/N s'explique par la présence ou l'absence de macromolécules fortement polymérisées (humifiées) difficiles à décomposer limitant ainsi la minéralisation de l'azote (ZECH *et al.*, 1997). En outre, ce rapport C/N est influencé par la quantité de ces macromolécules contenue dans les différents fumiers qui sont eux-mêmes fortement tributaires des intrants alimentaires, l'intensité des opérations effectuées dans chaque système d'élevage et surtout par la teneur en azote contenue dans ces fumiers (CULOT, 2005 ; CHEVALIER *et al.*, 2006 ; FASAE *et al.*, 2009 ; BOUAJILA *et al.*, 2014). D'ailleurs, la variabilité de la teneur dans ces différents fumiers est clairement établie (tableau 14). En effet, les fumiers qui ont le taux d'azote le plus élevé, ont un rapport C/N le plus bas. C'est le cas du fumier de porcins (2,6 %), de lapins (2,16 %) et de la volaille (2,5 %). Cette richesse en N peut entraîner une minéralisation rapide des parties solubles

et insolubles de la matière organique en passant par une dépolymérisation. Cette dépolymérisation rendra les composants disponibles pour l'absorption microbienne et le métabolisme (FONTAINE *et al.*, 2003).

Teneur en phosphore total (P total) : Les fumiers de bovins et des ovins ont donné des teneurs égales (0,9 %). Les fientes de volaille (P total = 2,7 %) sont les plus riches en phosphore, suivi du fumier porcine (1,4 %), alors que les déjections asines ont donné la plus faible teneur (0,7 %). Le fait notable est que la teneur des fumiers en phosphore total des ovins, des bovins et des caprins n'a guère excédé 1 %. Ces résultats témoignent de la grande variabilité des teneurs en phosphore contenues dans le fumier des animaux. Cette différence s'observe au sein de la même catégorie d'animaux, mais aussi selon la saison et les aliments distribués (DUPOND *et al.*, 1984 ; DIALLO *et al.*, 2002 ; FASAE *et al.*, 2009). Fasae *et al.* (2002) ont constaté que la teneur en phosphore total des déjections des agneaux à l'engraissement, est plus élevée que celle des déjections de brebis. Usman et Burt (2013) ont obtenu des teneurs en phosphore total chez les bovins (0,42 %), les ovins (0,68 %), les caprins (0,7 %) et les asins (0,7 %). Ces teneurs sont dans l'ensemble moins élevées des nôtres. Des basses teneurs ont été également relevées au Kenya chez la volaille, les caprins, les ovins les bovins et les asins (CORBEELS *et al.*, 2000). Par contre, Adeniyen *et al.* (2011) au Nigéria sont parvenus à des teneurs similaires aux nôtres trouvées dans les fumiers de bovins, de volaille, de lapins et de porcins.

Teneur en potassium total (K total) : Le fumier de bovins (K total=2,2 %) a une teneur moyenne, le reste des six fumiers ont une teneur pauvre en K₂O (teneur < 5 kg/tonne produit brut) Chevalier *et al.* (2006). Les plus basses teneurs ont été enregistrées dans les déjections porcines et les lapins. En effet, de nombreux auteurs (CHEVALIER *et al.*, 2006 ; KATUROMUNDA *et al.*, 2012 ; BROWN, 2013) ont indiqué que la teneur de potassium dans les fumiers est généralement lié aux urines. Dans notre contexte, le facteur explicatif de cette pauvreté constatée de ces fumiers en K pourrait être le système de collecte et de stockage des déjections. Si les déjections bovines sont mélangées aux urines par rapport aux autres fumiers, elles auront sans doute une teneur plus élevée en K, ce qui est observé dans le cas de cette étude.

Conclusion

Cette étude sur la composition chimique des fumiers a permis de noter une variabilité entre les différents fertilisants étudiés. Les fumiers d'animaux monogastriques (volaille, porcs, et lapins) ont donné les teneurs en N total et P total les plus élevées et le rapport C/N le plus bas.

Le régime alimentaire des différentes espèces étudiées a été le facteur le plus explicatif des différentes teneurs en éléments chimiques.

Comme conséquences agronomiques de ce travail, nous dirons que les fertilisants bruts des animaux monogastriques (porcins, lapins et volaille) en général et la fiente de volaille en particulier, constituent un bon fertilisant organique pour les cultures et pourraient se comporter comme l'engrais minéral NPK. Cependant, pour optimiser sa richesse en N ammoniacal, un épandage suivi d'enfouissement immédiat est nécessaire. En revanche, les déjections asines pourraient être un bon amendement organique des sols.

Références bibliographiques

- ADENIYAN O.N., OJO A.O., AKINBODE O.A. et ADEDIRAN J.A., 2011.** Comparative study of different organic manures and NPK fertilizer for improvement of soil chemical properties and dry matter yield of maize in two different soils. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 2(1):9-13.
- AFNOR (Agence Française de Normalisation), 1999.** Détermination du pH. (Association Française de Normalisation) NF ISO 103 90, AFNOR Qualité des sols, Paris, France, pp. 339-348.
- BLOOR J.M.G., JAY-ROBERT P., LE MORVAN A. et FLEURANCE G., 2012.** Déjections des herbivores domestiques au pâturage : caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies. *INRA Prod. Anim.*, 25:45-56.
- BOUAJILA K., BEN JEDDI F., TAAMALLAH H., JEDIDI N. et SANAA M., 2014.** Effets de la composition chimique et biochimique des résidus de cultures sur leur décomposition dans un sol Limono-Argileux du semi-aride. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (1):159-166.
- BROWN C., 2013.** Concentration et valeur des éléments nutritifs assimilables contenus dans le fumier de différents types d'élevages. Fiche technique n°13-044, AGDEX 538, Ontario, Canada, 7p.
- CHEVALIER D., AUBERT C., LEVEQUE M. et GADAIS C., 2005.** Caractérisation de fumiers issus de poulets de labels et estimation de rejets en azote, phosphore, potassium, zinc et cuivre. *Sciences et Techniques Avicoles*, 52 :16-20.
- COFFEY R.D., G.R. PARKER, LAURENT K.M. et OVERHULTS D.G., 2000.** Sampling animal manure. Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Kentucky. ID-148: 130-137. 2000. <http://www2.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id148/id148.pdf> (15/02/2014)
- CORBEELS M., SHIFERAW A. et HAILE M., 2000.** Farmers' knowledge of soil fertility and local management strategies in Tigray, Ethiopia. *Managing Africa's Soils* n°10, 30p.
- CULOT M., 2005.** Filières de valorisation agricole des matières organiques. Faculté Universitaires des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 72p.
- DIALLO N.M., VACHON M. et GOULET F., 2002.** Évaluation de la quantité et de la valeur fertilisante des fumiers ovins. Rapport CEPOQ, Quebec, Canada, 28p.
- DOURMAD J.Y. et JONDREVILLE C., 2007.** Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. *Livestock Science*, 112 :192-198.
- DUPOND J., DIONNE J.L. et GAGNE R., 1986.** Le fumier dans le bassin de la rivière St-François Composition chimique, quantités produites, utilisation. Direction Générale de la Recherche Agriculture, Canada, 100p.
- FASAE O.A., EMIOLA O.S. et ADU I.F., 2009.** Production of manure from West African dwarf sheep. *Arch. Zootec.*, 58 (Supl. 1): 601-604.
- GOMGNIMBOU A.P.K., NACRO H.B., SANON H.O., KIENDRÉBÉOGO K., SIEZA Y., SEDOGO M.P., MARTINEZ J. 2014.** Enquête et diagnostic sur la gestion des déjections animales dans la zone de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : structure des élevages, perception de l'impact environnemental et sanitaire, perspectives. *Cahiers Agricultures*, 23(6): 393-402.
- GUEYDON C., 1996.** Variations de la valeur fertilisante des fumiers et lisiers de bovins. Influence de la complémentation, du niveau de production et du type de déjections animales. *Fourrages*, 129 :59-71.
- HAMADOU S., TOU Z. et TOÉ P., 2008.** Le lait, produit de diversification en zone périurbaine à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Cahiers Agricultures*, 17(5): 473-478.
- HAYNES R.J. et WILLIAMS P. H., 1993.** Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Adv. Agron.*, 49 :119-99.
- HILLEBRAND W.F., LUNDELL G.E.F., BRIGHT H.A. et HOFFMAN J.I., 1953.** Applied inorganic analysis, 2ème ed. John Wiley and SONS, INC., New York, USA, 1034p.
- KANNAN N., GURUSWAMY T. et KUMAR V., 2003.** Design, Development and Evaluation of Biogas Plant using Donkey-dung and Selected Biomaterials as Feedstock. *IE (I) Journal*, 84:17-23.
- KATUROMUNDA S., SABIITI E.N. et BEKUNDA A.M., 2012.** Effect of method of storing cattle faeces on the physical and chemical characteristics of the resultant. composted cattle manure. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, 13 (2): 95-106.

- KHAN M.J., HANNAN M.A., ISLAM S. et ISLAM M.N., 2008.** Effects of different nitrogen sources on yield, chemical composition and nutritive value of Dalgrass (*Hymenachne amplexicaulis*). *The Bangladesh Veterinarian*, 25(2):75-81.
- KIENDRÉBÉOGO T., MOPATE L.Y., IDO G. et KABORÉ-ZOUNGRANA C.Y., 2013.** Procédés de production d'aliments non conventionnels pour porcs à base de déchets de mangues et détermination de leurs valeurs alimentaires au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 67 : 5261-5270.
- LANÇON J., 1978.** Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets. *Fourrages*, 75 : 55-88.
- MAERERE A.P., KIMBI G.G. et NONGA D.L.M., 2001.** Comparative effectiveness of animal manures on soil chemical properties, yield and root growth of amaranthus (*Amaranthus cruentus* L.). *AJST*, 1(4): 14-21.
- MARTINEZ J., DABERT P., BARRINGTON S. ET BURTON C., 2009.** Livestock waste treatment systems for environmental quality, food safety, and sustainability. *Bioresources. Technology*, 100:5527-5536.
- MOYIN-JESU E.I., 2004.** Effects of Sole and Amended Agricultural by Products on Soil Fertility and the Growth and Chemical Composition of Budded Rubber. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 27(2):91-99.
- NOVOZANSKY I.V., HOUBA J.G., VAN ECK R. et VAN VARK W., 1983.** "A novel digestion technique for multi-element analysis". *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 14:239-249.
- REDDY C. et DRONACHARI N., 2014.** Physical and Frictional Properties of Donkey Manure at various Depths in Compost Pit. *Journal of Academia and Industrial Research*, 2, (9): 503-506
- SANON H.O., DRABO A., SANGARÉ M., KIENDREBEOGO T. et GOMGNIMBOU A., 2014.** Caractérisation des pratiques d'embouche bovine dans l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(2):536-550.
- SIBOUKEUR A., 2013.** Appréciation de la valeur fertilisante de différents types de fumier. Mémoire de fin d'étude, Université Kasdi Merbah-Ouargla, faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers, Algérie, 77p.
- SIKUZANI Y.U., ILUNGA G.M., MULEMBO T.M, KATOMBE B.N., LWALABA J.L.W., LUKANGILA M.A.B., LUBOBO A.K. et LONGANZA L.B., 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. *Journal of Applied Biosciences*, 77:6523-6533.
- TOUSSAINT B. et DEHARENG D., 1998.** La gestion des effluents d'élevage. Les livrets de l'agriculture n°2. Ministère de la Région Wallonne/Direction Générale de l'Agriculture, Belgique, 31p.
- USMAN S. et BURT P.J.A., 2013.** Preliminary experimental assessments of 12 different organic materials for soil quality and soil fertility management exercises. *Int. J. Cur. Res. Rev.*, 5 (06): 7-15.
- VAN SOEST P.J., ROBERTSON J. et LEWIS B.A., 1991.** Methods for dietary fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.*, 74 :3583-3597.
- WALKLEY A. et BLACK J.A., 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.
- WÉRY O., THÉWIS A. et BECKERS Y., 2003.** Valorisation du froment d'hiver dans l'alimentation du poulet de chair. *Filière Avicole et Cunicole*, 7 :7-11.
- WILFART A., MONTAGNE L., NOBLET J. et VAN MILGE J., 2006.** La teneur en fibres alimentaires affecte la digestibilité des nutriments dans tous les segments du tube digestif chez le porc. *Journées Recherche Porcine*, 38 :193-200.
- ZECH W., SENESI N., GUGGENBERGER G., KAISER K., LEHMANN J., MIANO T.M., MILTNER A. et SCHROTH G., 1997.** Factors controlling humification and mineralization of Soil organic matter in the tropics. *Geoderma*, 79 :117-161.

Remerciements

Les auteurs remercient le PPAO-BF à travers la coordination du Centre National de Spécialisation – Fruits et Légumes (CNS-FL) pour l'appui financier.