



Original Paper

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

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

Effets des amendements sur la croissance, le rendement et la composition chimique de la morelle noire (*Solanum nigrum* L) en zone périurbaine de Yaoundé, Cameroun

Amina ABOUBAKAR, Bertrand ZING ZING, Aline Béatrice NZEKET,
Diane Armelle MOUSSIMA YAKA, Armelle Nadine TCHUDJO TCHUENTE,
Yvette Clarisse MFOPOU MEWOUO et Charly Raymond BIRANG A MADONG*

Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), BP: 2123 Yaoundé, Cameroun.

**Auteur correspondant ; E-mail : crbirang@yahoo.com; Tél : +237 699 622 013 / 670 101 922*

RÉSUMÉ

Une gestion efficace de la fertilité des sols en zone urbaine est un grand défi pour la production alimentaire dans les villes sub-sahariennes. La présente étude évalue l'effet de l'utilisation des engrais organiques sur les paramètres de croissance, le rendement en feuilles et la composition chimique de la morelle noire. Cette expérimentation a été faite au jardin maraîcher de Nkolbisson. Le dispositif expérimental concernait quatre traitements : le témoin sans engrais (T1), 195 kg de N/ha d'engrais chimique (T2), 6,67 t/ha de fiente de poule (T3) et 6,67 t/ha de bouse de vache (T4). Les paramètres agronomiques de croissance ont été mesurés. Des différences très significatives ($P < 0,05$) ont été observées entre les traitements. La tendance générale a montré une augmentation de la majorité des paramètres mesurés pour les traitements aux engrais. Les valeurs les plus élevées ont été obtenues pour T4. La classification des traitements en fonction de leur influence positive sur le rendement en feuille est $T4(8,77 \pm 1,15) \text{ t/ha} > T3(6,38 \pm 0,51) \text{ t/ha} = T2(5,88 \pm 1,06) \text{ t/ha} > T1(4,09 \pm 1,07) \text{ t/ha}$. L'utilisation d'engrais organiques produits dans la ville peut fournir des quantités de nutriments nécessaires pour la production des légumes feuilles noires et, par conséquent améliorer leurs rendements.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Bouse de vache, engrais minéral, fiente de poule, *Solanum nigrum*.

Effects of amendments on growth, yield and chemical composition of black nightshade in suburban areas of Yaoundé, Cameroon

ABSTRACT

Efficient soil fertility management in urban areas is a big challenge for food production in sub-Saharan cities. This study assesses the effect of using organic fertilizers on growth parameters, leaf yield and chemical composition of black nightshade. This experiment was carried out at the Nkolbisson market garden. The experimental set-up involved four treatments: the control without fertilizer (T1), 195 kg of N / ha of chemical fertilizer (T2), 6.67 t / ha of chicken droppings (T3) and 6.67 t / ha of cow dung (T4). Agronomic growth parameters were measured. Very significant differences ($P < 0.05$) were observed between the

treatments. The general trend has shown an increase in the majority of the parameters measured for fertilizer treatments. The highest values were obtained for T4. The classification of treatments according to their positive influence on leaf yield is T4 (8.77 ± 1.15) t/ha > T3 (6.38 ± 0.51) t/ha = T2 (5.88 ± 1.06) t/ha > T1 (4.09 ± 1.07) t/ha. The use of organic fertilizers produced in the city can provide quantities of nutrients necessary for the production of black leafy vegetables and therefore improve their yields.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Chicken droppings, cow dung, mineral fertilizer, *Solanum nigrum*.

INTRODUCTION

L'intensification agricole engendre une pression sur l'écosystème qui entraîne à son tour la diminution de la fertilité des sols tant chimique que biologique (Mulaji, 2011). Etant donné que le sol n'est pas inépuisable, il paraît nécessaire d'envisager des modes de gestion qui permettent une exploitation rationnelle et durable des terres à faible coût (Tshala et al., 2019). En raison de la demande alimentaire croissante et la tendance à la sédentarisation, la pratique de la jachère de longue durée a tendance à disparaître, laissant place à une jachère de courte durée ou améliorée, conduisant à la dégradation du sol et aux faibles rendements des cultures (Kimuni et al., 2014). Par ailleurs, les pratiques des feux de brousse sont récurrentes dans les savanes africaines, en raison de l'inaccessibilité par la plupart des paysans à un matériel adapté pour le travail de la terre. Bien que cette pratique conduise à un enrichissement du sol en éléments minéraux, elle détruit aussi la matière organique. Or, la dynamique de la matière organique contribue à la disponibilité des éléments minéraux dans les sols et par conséquent à l'amélioration de la productivité et de la qualité des récoltes. C'est dans cette perspective que la gestion intégrée de la fertilité du sol a été introduite (Tshala et al., 2019). Elle est considérée comme un moyen d'accroître la productivité des sols. Cela signifie une restauration et une amélioration économique de la fertilité par l'utilisation rentable des engrais organiques et minéraux (Kimuni et al., 2014; Tshala et al., 2019) afin de rendre florissant la production horticole

dans les pays subsahariens et au Cameroun en particulier. Le problème de la baisse de la fertilité des sols est une préoccupation aussi bien pour les agriculteurs qui se heurtent au coût élevé des intrants, que pour les chercheurs dont les travaux visent à trouver des stratégies de maintien et de restauration de la fertilité des sols pour une intensification de la production agricole (Biaou et al., 2017).

Au Cameroun, les légumes feuilles jouent un rôle économique dans les stratégies de sécurité alimentaire des populations urbaines et périurbaines (Kahane et al., 2005). Les légumes feuilles sont produits et présents sur le marché toute l'année. La morelle noire apparaît comme le légume feuille le plus sollicité par les ménagères (Nchoutnji et al., 2009); elle est importante par sa contribution à l'équilibre nutritionnel et, elle procure, par sa vente, de petits revenus (Gockowski et al., 2003). Cependant, au vu des moyens financiers limités des agriculteurs camerounais et du coût élevé des engrais, l'apport des éléments chimiques fertilisants reste limité ou non approprié dans la production des cultures maraîchères. On constate une diminution des rendements après quelques années à cause de la dégradation des propriétés des sols (Useni et al., 2012). Dans cette optique, l'introduction de la gestion intégrée du sol signifie donc une restauration et une amélioration économique de la fertilité par l'utilisation rentable des engrais organiques et minéraux (Kimuni et al., 2014; Tshala et al., 2019) afin de rendre florissant la production horticole. Les études de Mulaji (2011) ont montré que les engrais organiques

peuvent contribuer à l'alimentation et à la bonne croissance des plantes. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de l'utilisation des engrais organiques sur le rendement et la qualité nutritive des feuilles de morelle noire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Description de la zone d'étude

L'étude a été réalisée en 2015 sur le site maraîcher de Nkolbisson (arrondissement de Yaoundé 7) dans la région du Centre au Cameroun. La zone est caractérisée par un climat équatorial marqué par l'alternance de deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. La pluviométrie décroît de l'Ouest à l'Est de la ville. Nkolbisson est le secteur le plus arrosé de la ville de Yaoundé avec 2050 mm/an (Mbarga, 2008). Le relief est caractérisé par des collines aux versants convexes et de multiples vallées à fonds plats (bas-fonds marécageux). Le maraîchage y est généralement pratiqué sur les sols hydromorphes, gorgés d'eau de la surface vers la profondeur. Le site d'expérimentation est une parcelle choisie en fonction de la disponibilité des parcelles sur le site maraîcher de Nkolbisson. Le précédent culturel du site est un champ de maïs. Il est principalement caractérisé par sa facilité d'accès et sa proximité à l'eau du bassin versant de l'*Abiergué* qui draine une partie de la ville. Les caractéristiques physico-chimiques du sol avant la mise en place de l'essais sont consignés dans le Tableau 2.

Matériel

La morelle noire (*Solanum nigrum L.*) a été utilisée comme matériel végétal. L'engrais spécial maraîcher NPK (12-11-18) a été utilisé comme engrais minéral. Les engrais organiques utilisées dans le cadre de cette expérimentation sont la fiente de poule et la bouse de vache provenant de la ferme expérimentale de l'Institut de Recherche

Agricole pour le Développement (IRAD) situé à Nkolbisson. Les traitements phytosanitaires ont été réalisés à l'aide des pesticides de formulation respective : Oxamyl 50 g/kg de nom commercial « Bastion Plus » (Insecticide-Nématicide-Acaride systémique) utilisé avant la transplantation des plants ; Mancozèbe 800 g/kg de nom commercial « Penncozeb 80WP » (fongicide) et Lambda-Cyhalothrine 15 g/l + Acétamipride 100 g/l de nom commercial « K-Optimal » (Insecticide). De la préparation du terrain à la récolte, de nombreux outils ont été utilisés ; parmi lesquels les machettes, les houes, les binettes, les ficelles, les pelles, les râtaux, le décimètre, le pied à coulisse, les couteaux, les arrosoirs, la balance et un pulvérisateur de 15 litres.

Méthode

Dispositif expérimental et traitements

Le dispositif expérimental utilisé pour cet essai était un bloc complètement randomisé à 3 répétitions et quatre traitements. Les traitements avaient quatre modalités : T1 (Témoin : aucune fertilisation) ; T2 (Engrais minéral à la dose de 195kg de N/ha de NPK (12-11-18) spécial maraîchage) ; T3 (Fiente de Poule à la dose de 6,67 t/ha) ; T4 (Bouse de Vache à la dose de 6,67 t/ha). Cette dose d'engrais correspond à 1/3 des doses recommandées par « Asian Vegetable Research and Development Center devenu World Vegetable Centre » (AVRDC) qui est de 200 kg/100 m². Afin de mieux apprécier les teneurs des amendements organiques appliqués, les éléments tels que le N, P et K ont été analysés au Laboratoire d'Analyse des Sols, Plantes, Eaux et Engrais (LASPEE) de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD).

Conduite de l'essai

La préparation du terrain a commencé par le défrichage suivi du labour manuel, du piquetage et la confection des unités

expérimentales (planches de 3,75 m²). L'application des engrais organiques s'est effectuée une semaine avant le repiquage des jeunes plants. Tandis que l'engrais minéral a été incorporé autour de chaque plant un mois après repiquage. La transplantation a eu lieu le 27^{iem} jour après semis en pépinière ; seuls les plants vigoureux ont été choisis puis disposés dans des poquets avec des écartements de 25 cm x 25 cm sur chaque planche. Le sarclage s'est effectué toutes les deux semaines de façon manuelle. Avant l'incorporation de la matière organique, les planches ont été traitées avec le fongicide-nématicide. Les traitements phytosanitaires fongiques et insecticides ont été appliqués en fonction de la pluviométrie. Dans cet essai, la récolte s'est effectuée une fois et simultanément sur chaque planche 45 jours après repiquage.

Méthode de collecte des données

Les observations ont porté sur les paramètres agronomiques suivants : Diamètre de la tige au niveau du collet en cm (DT) mesuré à l'aide d'un pied à coulisse ; Hauteur de la tige (HT) mesurée à l'aide d'une règle graduée ; Nombre de ramification de plus de 20 cm sur chaque plants (NR) ; Nombre de feuille par plants (NF) compté manuellement ; Longueur de la nervure centrale des 5 plus grandes feuilles par plant (LF) mesurée à l'aide d'une règle graduée ; Largeur maximale perpendiculaire à la nervure centrale des 5 plus grandes feuilles par plants (lf) mesurée à l'aide d'une règle graduée. Seules les lignes internes étaient prises en compte pour éviter l'effet de bordure. Il s'agit des 15 plants du rectangle central des planches pour chaque traitement.

Echantillonnage et prétraitement des feuilles de la morelle noire

Les prélèvements des feuilles ont été faits à la récolte. Cinq (5) plants de la morelle noire, choisis au hasard parmi les 15 plants centraux de chaque planche ont été déracinés

et transportés au laboratoire pour analyse. Une fois au Laboratoire, les plantes prélevées ont été séparées en feuilles, racines et tiges. Le poids frais des feuilles a été relevé avant le séchage à l'étuve (40 °C).

Analyse chimique

Les analyses chimiques ont été réalisées au LASPEE de l'IRAD. Le Tableau 1 récapitule toutes les méthodes d'analyse réalisées sur les feuilles de la morelle noire.

Contrôle qualité

Afin de satisfaire aux contrôles de qualité internes, chaque série d'analyse a été conçue de telle sorte que chaque échantillon soit analysé en triple ; les blancs des réactifs soient insérés ; et les matériaux de référence certifiés fournis par l'organisateur des programmes d'essais d'aptitude WEPAL, soient analysés pour valider les modes opératoires internes. Des solutions de vérifications internes ont été utilisées pour vérifier les lectures sur les équipements analytiques. Tous les réactifs chimiques utilisés étaient de qualité analytique. De l'eau désionisée a été utilisée dans les expériences analytiques.

Traitement des données

Les données ont été statistiquement analysées à l'aide du logiciel statistique IBM SPSS version 21. L'analyse descriptive des données collectées a été faite. L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA), le test de comparaison multiple (TUKEY) et le test de séparation des moyennes (DUNCAN) au seuil de 5% ont été réalisés. Les représentations graphiques de données statistiques ont été faites avec des boîtes à moustaches et des histogrammes.

Tableau 1 : Méthode d'analyse des feuilles de la morelle noire.

Paramètres	Appareillages	Méthodes	Références
Taux de cendre	Four de laboratoire (Vecstar Furnaces)	Calcination à 550 °C	Pearson, 1981
Azote total (N)	Digesteur et minéralisateur d'azote (Velp Scientifica)	Kjeldahl (par digestion, distillation et titration)	AOAC, 1984
Phosphore (P)	Spectrophotomètre UV-Visible (Jenway 6315)	Minéralisation à l'acide sulfurique et colorimétrie (Lecture des absorbances à 630 nm)	AOAC, 2005
Potassium (K)	Four de laboratoire (Vecstar Furnaces) Spectrophotomètre d'Absorption Atomique (Buck Scientific 210 AAS)	Calcination à 550°C et minéralisation à l'acide chlorhydrique (Lecture des absorbances à 766 nm)	Pearson, 1981
Carbone Organique (C)	Spectrophotomètre UV-Visible (Jenway 6315)	Oxydation sulfochromique et colorimétrie (lecture des absorbances à 585 nm)	Walkley and Black, 1934 modifié

Tableau 2 : Caractérisation physico-chimique du sol avant la mise en place de l'essai.

Paramètres	pH	C (g/kg)	N (g/kg)	CEC (cmol/kg)	K ⁺ (cmol/kg)	P (mg/kg)
Valeurs	6,395±0,468	17,518±3,888	1,988±0,115	9,253±1,199	1,322±0,362	231,368±25,009

Tableau 3 : Caractérisation physico-chimique des engrais organiques.

Type d'amendements	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)
Engrais minéral	120	48	149
Fiente de Poule	18,8	22,2	26,5
Bouse de Vache	22,8	13,6	68,6

RÉSULTATS

Caractéristiques physico-chimiques des amendements organiques

La caractérisation physico-chimique des engrais organiques, réalisée au LASPEE de l'IRAD, et utilisés dans le cadre de cette expérimentation est présenté dans le Tableau 3. Ces résultats indiquent que dans 6,67 t/ha de fiente de poule il y'a 125 kg de N/ha et dans 6,67 t/ha de bouse de vache il y'a 152 kg de N/ha. Ces doses en N sont inférieures à celle de l'engrais minéral NPK (12-11-18) qui était de 195 kg de N/ha.

Effet des traitements sur les paramètres de croissance et sur les rendements

Le Tableau 4 présente le récapitulatif des résultats de l'analyse statistique descriptive réalisée sur les observations agronomiques (DT, HT, NR, NF, LF et lf). Le Tableau 5 montre qu'une différence hautement significative ($P < 0.001$) est observée entre les différents traitements pour tous les paramètres agronomiques étudiés. Pour les 4 traitements, à l'exception du NR et NF dont les CV sont compris entre 50 % et 100 %, les autres paramètres présentent des CV inférieur à 50 %. Les tests de Tukey et de Duncan ont montré des différences significatives au niveau 0,05 entre le témoin, l'engrais minéral et les engrais organiques (Figure 1). La différence n'est pas significative entre la fiente de poule et la bouse de vache pour les paramètres DT et NR (Figure 1a et Figure 1c). Alors qu'elle est significative au niveau 0,05 entre ces deux engrais organiques pour HT, NF, LF et lf. Bien qu'il y'ait des différences significatives entre le traitement à la fiente de poule et celle à l'engrais minéral pour les paramètres DT et LF, les deux traitements ne sont pas significativement différents dans l'ensemble. Les engrais organiques influencent de façon significative le diamètre de la tige au niveau du collet (Figure 1a). La Figure 1c montre que la fertilisation augmente considérablement le nombre de ramifications par plant. Le nombre de feuille a significativement été influencé par l'application des fertilisants, les plus grands nombres étant observés sur le traitement à la

bouse de vache (Figure 1d). Les graphiques en boîte et moustaches générés (Figure 1) pour les paramètres agronomiques mesurés indiquent la présence de plusieurs valeurs aberrantes supérieures dans l'ensemble de données, correspondant aux plants les plus impactés par l'application des engrais. Les boîtes à moustache correspondant au traitement témoin présentent, à contrario, des valeurs aberrantes inférieures dans l'ensemble des données ; ce qui indique que les engrais favorisent l'augmentation des valeurs des paramètres mesurés. D'après le Tableau 5, l'analyse de la variance montre qu'il existe une différence très significative entre les traitements ($F = 11.568$; $P = 0.003$). La figure 2 montre les rendements des feuilles de la morelle noire traitées à la bouse de vache ($8,77 \pm 1,15$ t/ha) sont meilleurs que ceux de la fiente de poule ($6,38 \pm 0,51$ t/ha), de l'engrais minéral ($5,88 \pm 1,06$ t/ha) et du témoin ($4,09 \pm 1,07$ t/ha).

Effet des traitements sur la composition physico-chimique des feuilles de la morelle noire

Les résultats du Tableau 6 montrent des caractéristiques à tendance similaires des feuilles de la morelle noire quel que soit le traitement pour le taux de cendre, le Phosphore et le Carbone. Une différence significative entre les traitements est observée pour les éléments N ($F = 5.387$; $P = 0.025$) et K ($F = 4.875$; $P = 0.033$). Par contre, elle ne l'est pas pour les autres paramètres tels que les éléments C, P et Taux de cendre (Tableau 5). Les résultats obtenus indiquent que les teneurs en N sont plus élevées dans les planches traitées à l'engrais minéral avec des valeurs allant de 53,47 g/kg à 65,73 g/kg avec une moyenne de ($59,29 \pm 6,16$) g/kg. Quant aux teneurs en K, les valeurs dans les feuilles de morelle noire sont significativement élevées dans planches fertilisées quel que soit le traitement. Le Tableau 6 présente également les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques obtenues dans les feuilles de morelle noire indépendamment des traitements.

Tableau 4 : Récapitulatif statistique des observations agronomiques.

Paramètres	Traitements	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type	Kurtosis	Asymétrie	CV (%)
DT	Témoin	45	0,85	0,60	1,20	0,16	-0,23	0,44	18,56
	Engrais Minéral	45	1,07	0,90	1,40	0,12	0,76	1,34	10,96
	Fiente de Poule	45	1,20	0,90	1,50	0,18	-0,85	0,33	14,70
	Bouse de Vache	45	1,24	1,00	1,90	0,23	0,49	0,98	18,10
	Total	180	1,09	0,60	1,90	0,2303	0,587	0,427	21,11
HT	Témoin	45	37,97	25,00	51,50	5,97	-0,49	0,16	15,72
	Engrais Minéral	45	45,37	27,50	85,00	13,60	0,71	1,12	29,98
	Fiente de Poule	45	43,60	18,50	76,50	14,86	-0,27	0,45	34,08
	Bouse de Vache	45	55,78	30,00	99,00	18,06	0,21	1,16	32,38
	Total	180	45,68	18,50	99,00	15,178	1,949	1,333	33,23
NR	Témoin	45	1,76	0,00	4,00	1,33	-1,16	-0,07	75,80
	Engrais Minéral	45	2,67	0,00	7,00	1,91	-0,78	0,13	71,42
	Fiente de Poule	45	3,20	0,00	7,00	1,73	0,38	0,37	53,97
	Bouse de Vache	45	2,96	0,00	7,00	2,23	-0,87	0,27	75,17
	Total	180	2,64	0,00	7,00	1,893	-0,327	0,363	71,70
NF	Témoin	45	47,87	14,00	109,00	27,75	-0,67	0,67	57,98
	Engrais Minéral	45	64,31	14,00	147,00	32,17	-0,56	0,49	50,02
	Fiente de Poule	45	65,02	10,00	190,00	36,01	2,14	1,13	55,38
	Bouse de Vache	45	84,09	22,00	190,00	41,05	0,33	0,98	48,82
	Total	180	65,32	10,00	190,00	36,635	1,104	0,99	56,09
LF	Témoin	225	18,69	13,00	22,80	1,80	1,45	-1,23	9,62
	Engrais Minéral	225	18,30	14,60	27,80	2,36	3,04	1,28	12,88
	Fiente de Poule	225	19,42	14,40	25,70	2,46	-0,29	0,37	12,67
	Bouse de Vache	225	20,29	15,10	28,20	2,57	0,11	0,33	12,68
	Total	900	19,18	13,00	28,2,	2,4336	0,783	0,494	12,69
If	Témoin	225	12,80	8,60	14,80	1,40	0,62	-0,94	10,94
	Engrais Minéral	225	12,35	10,00	17,10	1,31	1,38	1,06	10,60
	Fiente de	225	12,49	9,00	17,40	1,77	-0,19	0,58	14,19

Poule								
Bouse de Vache	225	13,64	10,10	20,00	1,95	0,44	0,71	14,28
Total	900	12,82	8,60	20,00	1,7014	0,928	0,626	13,27

*DT : Diamètre de la Tige au niveau du collet, HT : Hauteur de la tige principale, NR : Nombre de Ramifications de plus de 20cm, NF : Nombre Feuilles par plants, LF : Longueur de la nervure centrale des plus grandes feuilles par plants, lf : Largeur maximale perpendiculaire à la nervure centrale des plus grandes feuilles par plants, CV : Coefficient de Variation

Tableau 5 : Résultat d’analyse de la variance (ANOVA) entre les différents traitements.

	Paramètres	F	Signification
Agronomiques	Longueur de la nervure centrale des plus grandes feuilles par plants	32,112	1,02E-19
	Largeur maximale perpendiculaire à la nervure centrale des plus grandes feuilles par plants	28,289	1,76E-17
	Diamètre de la Tige au niveau du collet	46,609	3,21E-22
	Hauteur de la tige principale	12,968	1,08E-07
	Nombre de Ramifications de plus de 20 cm	5,375	1,45E-03
	Nombre Feuilles par plants	8,247	3,64E-05
	Rendement (t/ha)	11,568	0.003
Chimiques	N (g/kg)	5,387	0,025
	P (g/kg)	0,799	0,528
	C (g/kg)	0,912	0,477
	K (g/kg)	4,875	0,033
	Taux de Cendre (%)	0,621	0,621

Tableau 6 : Caractérisation physico-chimique des feuilles de morelle noire.

Traitements	Cendre (%)	N (g/kg)	P (g/kg)	C (g/kg)	K (g/kg)
Témoin	17,39±1,11 a	45,73±2,60 a	3,64±2,07 a	350,37±4,63 a	3,90±0,35 a
Engrais Minéral	17,71±0,64 a	59,29±6,16 b	2,27±1,83 a	394,07±24,48 a	4,81±0,82 ab
Fiente de Poule	16,47±1,90 a	49,33±2,77 a	3,60±1,94 a	334,07±30,17 a	5,55±0,51 b
Bouse de Vache	17,40±0,57 a	49,87±4,72 a	4,49±1,13 a	344,44±87,55 a	5,95±0,97 b
Moyenne	17,24±1,12	51,06±6,40	3,50±1,73	355,74±47,36	5,05±1,02

Pour chaque traitement, les Moyennes ± écart-type suivies des mêmes lettres dans chaque colonne ne sont pas significativement différentes par le test de Duncan à P = 0,05.

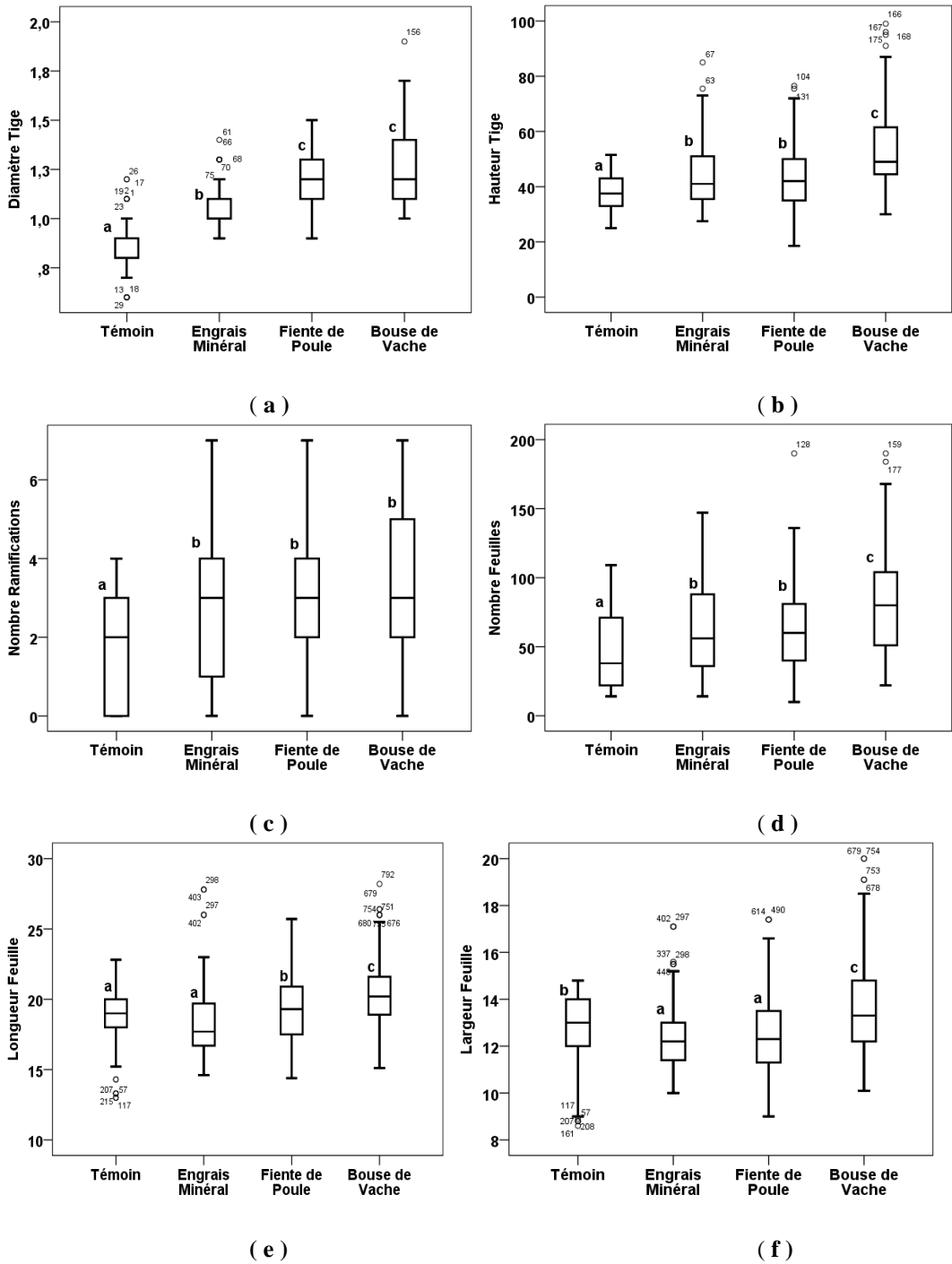


Figure 1 : Effets des traitements sur les paramètres agronomiques : le diamètre de la tige (a), hauteur de la tige (b), le nombre de ramifications (c), nombre de feuilles par plant (d), longueur de la nervure centrale des plus grandes feuilles par plant (e), largeur maximale perpendiculaire à la nervure centrale des plus grandes feuilles par plant (f). Les boîtes à moustache identifiées par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes suivant le test de Duncan. Le cercle (o) montre les valeurs aberrantes légères dans l'ensemble de données.

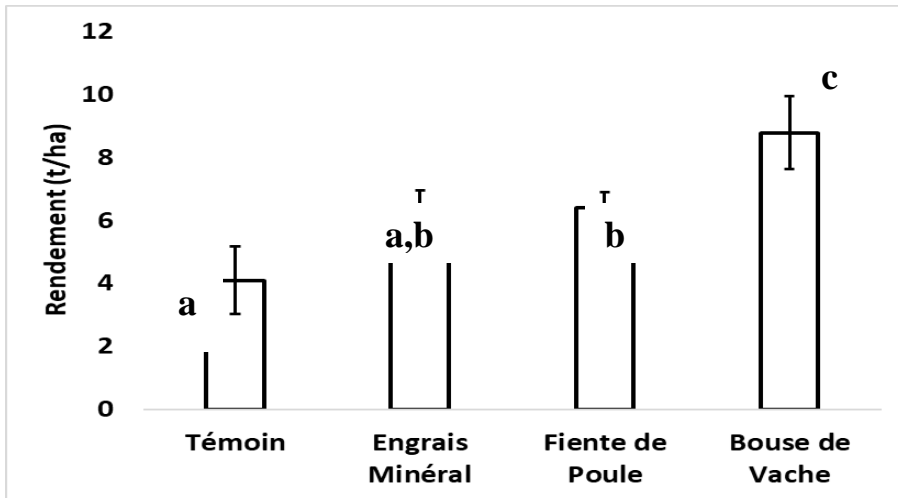


Figure 2 : Effet des traitements sur le rendement en feuille de morelle noire (tonne/hectare). Les histogrammes identifiés par les mêmes lettres ne sont pas significativement différents suivant le test de Duncan.

DISCUSSION

Les résultats de cette étude révèlent que l'application des engrais a montré des effets hautement significatifs sur tous les paramètres du rendement de la morelle noire. Le nombre de feuille a significativement été influencé par les traitements. Les engrais organiques améliorent le rendement des cultures. Dans leurs travaux, Biaou et al. (2017) ont montré que les composts enrichis aux engrais organiques (fiente de poule et déjection d'ovins) avaient des effets très significatifs sur le rendement de la carotte. Dans le cadre de ce travail, la fiente de poule et l'engrais minéral ont présenté les mêmes effets sur tous les paramètres étudiés, sauf sur le diamètre de la tige. Les effets des engrais organiques sont plus prononcés sur la grosseur de la tige. Ce résultat corrobore celui de Batamoussi et al., (2016) qui a montré que les engrais organiques (déjections de caprin, déjections de vache et déjections de poulet) augmentaient significativement la hauteur, la circonférence au collet, le nombre de sarments des plants et le nombre de fruits de la tomate. Des résultats similaires ont été obtenus sur le chou de Chine dont les paramètres de croissance végétative étaient améliorés avec l'apport des fertilisants organiques tel que le

compost de fumiers de poules (Kimuni et al., 2014). Kpangba et al. (2020) ont montré que d'autres types de fertilisant comme la terre des termitières seule sans association améliorerait les paramètres de croissance (hauteur de la tige, le diamètre au niveau du collet et le nombre des feuilles émis chez les plants) de trois cultivars de la morelle noire, du fait de l'action favorable de la présence de l'azote et du phosphore contenue dans la terre des termitières. L'apport d'engrais est considéré comme une pratique de gestion durable des sols du fait que les engrais permettent l'augmentation de la production de biomasse végétale et ont des effets sur le rendement des cultures (Bacye et al., 2019). Dans la présente étude, la bouse de vache a présenté les meilleurs résultats sur plusieurs paramètres de croissance de la morelle noire. Cela s'explique par le fait que les concentrations en éléments nutritifs N et K dans la bouse de vache étaient supérieures à celles dans la fiente de poule. L'azote accroît la croissance des feuilles, le phosphore quant à lui favorise le développement du système racinaire et contribue ainsi à augmenter la vigueur des tiges.

La teneur en N dans les feuilles du traitement à l'engrais minéral est

significativement plus élevée ($59,29 \pm 6,16$) g/kg par rapport à celles obtenue dans les feuilles des autres traitements. Cette différence peut être due au fait que les engrais minéraux ont une efficacité agronomique plus grande car les éléments sont disponibles et faciles à absorber par les plantes (Kimuni et al., 2014). Mais aussi, l'accumulation de N observée dans les plantes traitées à l'engrais minéral, s'expliquerait par le fait que, la dose de N appliquée (195 kg/ha) via engrais minéral au départ était nettement plus élevée que celles apportées par les engrais organiques dont les doses étaient de 125 kg de N/ha pour la fiente de poule et 152 kg de N/ha pour la bouse de vache. En outre, l'engrais minéral a été appliqué un mois après repiquage, alors que les engrais organiques ont été appliqués une semaine avant le repiquage des jeunes plants. De plus, l'urée n'a pas été appliqué dans le traitement à l'engrais minéral. Bien que la concentration de N soit élevée dans l'engrais minéral NPK utilisé, la quantité d'azote supplémentaire appliquée, aurait subi un lessivage. De plus, on conseille de plus en plus de limiter l'utilisation d'engrais qui concourent à l'acidification des sols.

Les taux de cendre dans les feuilles de morelle noire variant de 14.47% à 18.54% quel que soit le traitement, ces teneurs sont proches de celle obtenue par (Vodouhe et al., 2012) dans les légumes-feuilles traditionnels *Solanum macrocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum*, et par (Ngo Bogmis et al., 2018) dans feuilles de morelle noire cultivées dans les sites de la région du littoral au Cameroun; à contrario, ces teneurs sont beaucoup plus faibles que celles obtenues dans le site de Nkolbisson (21,25%) de la région du Centre au Cameroun (Ngo Bogmis et al., 2018). Les valeurs en K obtenues dans les feuilles de la morelle noire dans cette étude sont beaucoup plus faibles que celles obtenues par (Ocho-Anin Atchibri et al., 2012). Les teneurs en P ne présentent pas de différence significative entre les différents traitements. La valeur moyenne de ($3,50 \pm 1,73$) g/kg est très faible par rapport à celles

obtenues lors de l'étude de Ngo Bogmis et al. (2018) au Cameroun dont les valeurs moyennes variaient considérablement de 6,01 g/kg à 92,56 g/kg entre les 25 sites étudiés répartis dans 5 régions du Cameroun. Alors que cette valeur moyenne obtenue est plus élevée que celle obtenue par Ocho-Anin Atchibri et al., 2012 (158,42 mg/100g) pendant l'étude des feuilles de morelle noire sur le site maraîcher du Port-Bouet en Côte d'Ivoire. Les différences relevées sont influencées par les différentes techniques culturales mise en place et la qualité des intrants utilisées dans les différents sites. De plus, les valeurs des teneurs en éléments nutritifs diffèrent et évoluent selon plusieurs paramètres tels que les saisons, la fertilisation et le stade de développement des plants (Ngo Bogmis et al., 2018).

Conclusion

La présente étude a été réalisée en vue d'évaluer les effets des engrais organiques sur le rendement, la croissance et les caractéristiques physico-chimique de la morelle noire. Les résultats ont montré que les paramètres agronomiques ont significativement été influencés par l'application des fertilisants. Les engrais organiques (fiente de poule et bouse de vache) augmentent significativement le rendement en feuille de morelle noire. Dans les conditions de cet essai, la bouse de vache présente un grand potentiel pour l'amélioration du rendement et de la croissance de la morelle noire ; cependant, sa disponibilité et son accessibilité ne sont pas aussi accrues que celles de la fiente de poule dans la ville de Yaoundé. Les résultats obtenus avec le traitement à la fiente de poule étaient comparables à ceux obtenues avec le traitement à l'engrais minéral, malgré la dose en azote plus élevé dans l'engrais minéral par rapport à celle dans la fiente de poule ; cet engrais organique constitue à cet effet une bonne alternative compte tenu des coûts élevés des engrais minéraux. Les teneurs en éléments nutritifs ne présentent pas de différences significatives entre les différents

traitements fertilisés, excepté pour l'azote dont les teneurs dans les feuilles traitées à l'engrais minéral sont significativement supérieures. Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires pour étudier d'une part la durabilité des effets des engrais organiques ainsi que leurs combinaisons aux engrais minéraux sur le rendement des légumes feuilles, et d'autre part, la composition nutritionnelle de la morelle noire.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

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

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AA a contribué à l'élaboration du protocole, la mise en place du dispositif expérimental et le suivi des essais sur le terrain. Elle a réalisé la collecte, le traitement et l'analyse des données ainsi que la rédaction de la première version du manuscrit. BZZ, ABN, DAMY et ANTT ont contribué à la rédaction de l'article. YCMM a veillé à la conformité des résultats et au suivi de la rédaction du manuscrit. CRB a élaboré le protocole de recherche et corrigé le manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le projet C2D-PAR-Horticulture de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) pour le financement des activités de cette étude et le Laboratoire d'Analyse des Sols, Plantes, Eaux et Engrais (LASPEE) pour son support technique.

RÉFÉRENCES

AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis* (14th edn). Association of Official Chemists: Arlington, VA; 11.

AOAC. 2005. *Phosphorus in Fruits and Fruit Product. Spectrophotometric Molybdo-vanadate Method* (18th Edn). Association of Official Chemists: Arlington, VA; 8-9.

Bacye B, Kambire SH, Some SA. 2019. Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un

sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(6): 2930-2941. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i6.39

Batamoussi MH, Tovihoudji PG, Tokore OMSBJ, Boulga J, Essegnon MI. 2016. Effet des engrais organiques sur la croissance et le rendement de deux variétés de tomate (*Lycopersicum Esculentum*) dans la commune de Parakou (Nord Bénin). *Int. J. Sci.*, **24**(1): 86-94.

Biaou ODB, Saidou A, Bachabi FX, Padonou GE, Balogoun I. 2017. Effet de l'apport de différents types d'engrais organiques sur la fertilité du sol et la production de la carotte (*Daucus Carota L.*) sur sol ferrallitique au Sud Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5) : 2315-326. DOI: 10.4314/ijbcs.v11i5.29

Gockowski J, Mbazo'o J, Mbah G, Moulende FT. 2003. African traditional leafy vegetables and the urban and peri-urban poor. *Food Policy*, **28**(3): 221-235. DOI: 10.1016/S0306-9192(03)00029-0

Kahane R, Temple L, Brat P, Bon HDE. 2005. Les légumes feuilles des pays tropicaux: diversité, richesse économique et valeur santé dans un contexte très fragile. In *Les légumes: un patrimoine à transmettre et à valoriser. Thème III: Utilisation et perception*. P. 9

Kimuni NL, Mwali KM, Mulembo MT, Lwalaba WLJ, Lubobo KA, Katombe NB, Mpundu MM, Baboy LL. 2014. effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de chine (*Brassica Chinensis L.*) installé sur un sol acide de Lubumbashi. *J. Appl. Biosci.*, **77**:6509- 6522. DOI: 10.4314/jab.v77i1.4

Kpangba TPMK, Mpika J, Makoundou A, Bitá MA, Attibayéba. 2020. Effet de la terre des termitières sur la croissance de trois cultivars de la morelle noire (*Solanum Nigrum L.*: Solanaceae) cultivée à Brazzaville (Congo). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(1): 192-203. DOI: 10.4314/ijbcs.v14i1.16

- Mbarga JE. 2008. Évaluation sur le terrain de l'impact de l'application de la fiente de poule sur quelques paramètres d'un sol sous culture de la laitue et sur le rendement de la laitue. Mémoire de DEA en Biologie Animale. Université de Yaoundé 1. 65p
- Mulaji KC. 2011. Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Liège- Gembloux Agro-Biotech, 220p.
- Nchoutnji I, Fofiri Nzossié EJ, Olina Bassala JP, Temple L, Kameni A. 2009. Systèmes maraîchers en milieu urbain et périurbain des zones soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Cameroun: Cas de Garoua et Ngaoundéré. *Tropicultura*, 27(2) 98-104
- Ngo Bogmis MN, Ngwa FA, Manga GA. 2018. Evaluation nutritionnelle de la morelle africaine au Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12(1):62-74. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i1.5
- Ocho-Anin Atchibri AL, Soro LC, Kouame C, Agbo EA, Kouadio KKA. 2012. Valeur Nutritionnelle des Légumes Feuilles Consommés En Côte d'Ivoire." *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6(1) : 128-135. DOI: 10.4314/ijbcs.v6i1.12
- Pearson D. 1981. The chemical analysis of foods (6th Edn). Ed. J. & A. Churchill, Ltd.: London; 575.
- Tshala UJ, Kitabala MA, Kasongo MLE, Kimuni NL. 2019. Effets des composts ménagers sur les propriétés du sol et sur la productivité des cultures légumières : cas de la tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13(7): 3411-3428. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i7.35
- Useni SY, Baboy LL, Kimuni NL, and Mpundu MM. 2012. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea Mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. 54 : 3935–3943.
- Vodouhe S, Dovoedo A, Anihouvi VB, Tossou RC, Soumanou MM. 2012. Influence du mode de cuisson sur la valeur nutritionnelle de *Solanum Macrocarpum*, *Amaranthus Hybridus* et *Ocimum Gratissimum*, trois légumes feuilles traditionnels acclimatés au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6(5): 1926-1937. DOI: 10.4314/ijbcs.v6i5.3
- Walkley, A., Black, I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37 : 29-38.