



Original Paper

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

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

Effet des fertilisants sur la productivité de trois variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) de la région de Zinder (Niger)

Rabiou ABDOU¹, Amadou Ibrahim HALILOU¹, Oumarou ZANGO¹,
Timothée Kouassi AGBO SO^{2*}, Massaoudou Idrissa YAHAYA¹ et Yacoubou BAKASSO²

¹ Université de Zinder, Faculté des Sciences et Techniques, Département des Sciences Chimiques et Biologiques, BP 656 Zinder, Niger.

² Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, BP 10662 Niamey, Niger.

*Auteur correspondant ; E-mail: kagboso@gmail.com; Tel.: 00227 90365144

Received: 11-10-2021

Accepted: 20-02-2022

Published: 28 02 2022

RESUME

Au Niger, le Gombo représente l'une des plus importantes cultures maraichères. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact de cinq types de fertilisants sur la productivité de trois variétés du gombo de la région de Zinder. L'étude a été conduite pendant la campagne agricole 2020-2021 en deux essais repartis sur deux périodes : la première pendant la saison de pluie (Juillet à Octobre 2020) et la deuxième en saison sèche froide (octobre 2020 à Janvier 2021). Le dispositif adopté est un split-plot avec trois répétitions et cinq traitements de fertilisants dont deux types de composts (Fumier de bovin et Fiente de volaille bien décomposés), deux fertilisants minéraux (NPK et Urée) et un témoin qui consistait à aucun apport de fertilisants. Les données collectées à travers 15 caractères agronomiques et morphologiques du gombo ont été analysées avec le logiciel XLSTAT version d'essai 2021. Il résulte de cette étude que les fertilisants ont eu des impacts sur la productivité des variétés du gombo. La meilleure production en biomasse et en fruits a été obtenue avec la Fiente de volaille suivie de NPK et Compost pour toutes les variétés étudiées. En effet, la fiente de volaille a augmenté de plus 70% le poids des fruits chez la variété longue. Donc la fiente de volaille et le compost pourraient constituer une bonne alternative aux engrais minéraux.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Fertilisants, biomasse, fruits, productivité, gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, Zinder.

Effect of fertilizers on the productivity of three varieties of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) from the Zinder region (Niger)

ABSTRACT

In Niger, okra is one of the most important market garden crops. This study was designed to understand the effects of five types of fertilizers on the productivity of three varieties of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) from Zinder (Niger). The study was conducted in two studies: the first during the rainy season and the second in the cold dry season. The experiments were laid out in a split-plot design with three repetitions. The main factor is the types of fertilization with five levels T0: Control; T1: Cow manure; T2: Poultry manure; T3: NPK, T4:

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i1.32>

8985-IJBCS

Urea) and a secondary factor, the varieties (AO) with three treatments (V1, V2 and V3). The data collected through 15 agronomic and morphological characters of okra were analysed with the XLSTAT 2021 (Evaluation version). The results obtained showed that the highest value of biomass and fruit production was obtained with poultry manure followed by NPK and Compost and finally with Urea and the control for all the varieties studied. It results from this study that fertilizers have an impact on the productivity of okra varieties. Indeed, poultry droppings increased more than 70% the fruit weight of the Long variety. The analysis of the water requirement combined with the effects of fertilizers would be necessary to better estimate the productivity of these three varieties of okra from Zinder (Niger).

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Fertilisers, biomass, fruits, productivity, okra, *Abelmoschus esculentus* L. Moench, Zinder.

INTRODUCTION

Au Niger, les perspectives de la sécurité alimentaire suscitent des vives préoccupations. Ainsi, le pays est soumis à des aléas climatiques tels que les sécheresses récurrentes, les déficits et irrégularités pluviométriques, ainsi que la pression démographique galopante entraînant une dégradation de l'environnement (Boubacar, 2006). Ces péjorations climatiques font que l'agriculture pluviale est caractérisée par une faible production. Pourtant, le maraîchage constitue la forme d'agriculture irriguée la plus rencontrée et complète l'agriculture pluviale en fournissant des produits, générant ainsi un revenu important aux producteurs, grâce à une forte demande de la population urbaine (Oumarou, 2008 ; Illou et al., 2018).

Le gombo, (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), est une plante exceptionnelle et originale car toutes ses parties sont valorisées sur les plans alimentaire, médicinal, artisanal et même industriel. En effet, il est parmi les légumes, une plante fournissant des produits à valeur nutritionnelle dépassant même celle de la tomate (Hamon et Charrier, 1997 ; Sawadogo et al., 2009). Ses fortes teneurs en glucides, protéines, vitamines A et C, en Fer, Phosphore, Potassium et Magnésium ont été démontrées par Hamon (1989), Koechlin (1989) et Nzikou et al. (2006). Selon Marius et al. (1997) les jeunes fruits du gombo contiennent un mucilage ayant des propriétés variées de stabilisateurs des dispersions, substitut du plasma sanguin, fluidifiant des systèmes liquides et sanguins. Les graines torréfiées de gombo sont employées dans certaines régions du Nigeria comme substitut du café (Siemonsma et Hamon, 2004).

Au Niger, la culture du gombo reste confrontée aux problèmes de la sélection variétale qui ne permet pas de mettre à la disposition des producteurs des variétés performantes, mais aussi à celui du changement climatique, des maladies et des ravageurs, de la dégradation des ressources naturelles surtout le sol (Idi-Saïdou et al., 2021). La surexploitation des terres agricole est l'une des causes de l'appauvrissement des sols et de la baisse des rendements des cultures. Si l'on veut obtenir des rendements élevés pour les cultures, il apparaît nécessaire d'apporter au sol des éléments fertilisants. Mais il est important de savoir quand, sous quelle forme et à quelle quantité il faut apporter les éléments fertilisants (Soltner, 2003).

Si de nombreux facteurs du milieu physique influent sur la production du gombo, dont la pauvreté des sols en éléments fertilisants, il est donc nécessaire de mener des investigations pour évaluer l'impact des fertilisants organiques et minérales sur la production du gombo, d'où l'intérêt de cette étude. Le présent article analyse les effets des fertilisants organiques et minéraux sur la productivité de trois variétés du gombo de la région de Zinder au Niger. Le but de cette étude est d'identifier le fertilisant le plus productif parmi les fertilisants les plus disponibles sur les marchés de la Région.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'étude a été conduite dans le jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Zinder (UZ) du Niger pendant de la campagne agricole 2020-2021 en deux essais (Figure 1) : (i) le premier

en saison de pluie du 15 Juillet jusqu'à la première semaine d'octobre 2020 ; et (ii) le deuxième en saison sèche froide du 22 octobre jusqu'au février 2021. Le sol du site d'expérimentation est surtout du type sablo-argileux. Le climat est de type Sub-Sahélien (Mamadou, 2015).

Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de trois variétés de gombo sélectionnées dans le jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Zinder à partir des variétés locales cultivées par les producteurs de la région de Zinder. Il s'agit de la variété Courte, la variété Gazelle ou Moyenne et la variété Longue. Ces trois variétés de gombo utilisées ont des caractères morphologiques différents les unes des autres (Tableau 1).

Dispositif expérimental

La mise en place de chacun des deux essais a été réalisé après un labour à la hilaire et à la daba pour éliminer les mauvaises herbes. Le dispositif expérimental utilisé était un split-plot à trois répétitions avec comme facteurs les variétés et les types de fertilisation. Le premier niveau de traitement est constitué par les trois types de variétés du gombo de Zinder. Le deuxième niveau de traitement est représenté l'apport des fertilisants : cinq types d'apport ont été retenus (Tableau 2). Il s'agissait des fertilisants les plus couramment utilisés à Zinder tels que : deux fertilisants minéraux (complexe céréales 15-15-15 et l'urée) ; deux fertilisants organiques (fumier de bouse de vache et fiente des volailles bien compostés) et le témoin (pas d'apport de fertilisant).

Conduite de l'essai

Le semis a été effectué respectivement le 15 juillet 2020 pour la saison de pluie et le 22 octobre 2020 en saison froide et sèche en raison de quatre graines par poquet. Le démariage à deux plants par poquet a eu lieu trois semaines après le semis. La fertilisation a été effectuée en trois apports pour tous les types de traitement respectivement à partir de 30^{ème}, 50^{ème} et 70^{ème} Jour Après le Semis (JAS). Pour le premier essai, une irrigation d'appoint a été réalisée durant le mois d'octobre

en raison de deux arrosages par semaine dans le but de combler les poches de sécheresse et pour permettre au gombo de boucler son cycle.

Le système d'arrosage pour le deuxième essai a été d'une fois tous les jours du semis jusqu'à 50 jours après le semis pour permettre aux plantes de bien se fixer. De cette date, la fréquence d'arrosage est remise à une fois tous les deux jours en raison de deux litres/poquet (Nana et al., 2009). Durant tous les deux essais, des opérations d'entretien telles que le désherbage, le labour et le cerclage ont été réalisés au moment nécessaire. Aucun traitement chimique ou phytosanitaire n'a été appliqué au cours de cette expérience.

Collecte des données

Les mesures ont porté sur les paramètres morphologiques (hauteur de la plante à la floraison ; hauteur de la plante à la maturité; nombre de rameaux ; diamètre de tige à la floraison ; temps d'apparition de la fleur; nombre de fruits par plante ; longueur des feuilles ; largeur des feuilles, longueur du pétiole) et de production (nombre de fruits par plante ; longueur de fruits ; largeur de fruits ; poids de fruits ; nombre de graines par fruits ; poids de graines par fruits ; poids de mille graines). Tous ces paramètres ont été tirés du descripteur de l'IPGRI (2001) qui a été utilisé par Abdou et al. (2015) pour évaluer la diversité génétique de l'oignon du Niger (Tableau 3)

Douze poquets choisis de manière aléatoire dans chaque placette ont fait l'objet des différentes mesures. Sur chaque poquet, les mesures se sont portées sur une plante choisie au hasard.

Analyse des données

Les données collectées au cours de cette expérimentation ont été classées dans le tableur EXCEL du Microsoft Office 2016. Une analyse de variances (ANOVA) a été effectuée à l'aide du logiciel XLSTAT version d'essai 2021. Lorsqu'une différence est observée pour une variable, l'ANOVA est complétée par le test de groupement des moyennes selon la méthode de Tukey au seuil de 5% de probabilité.

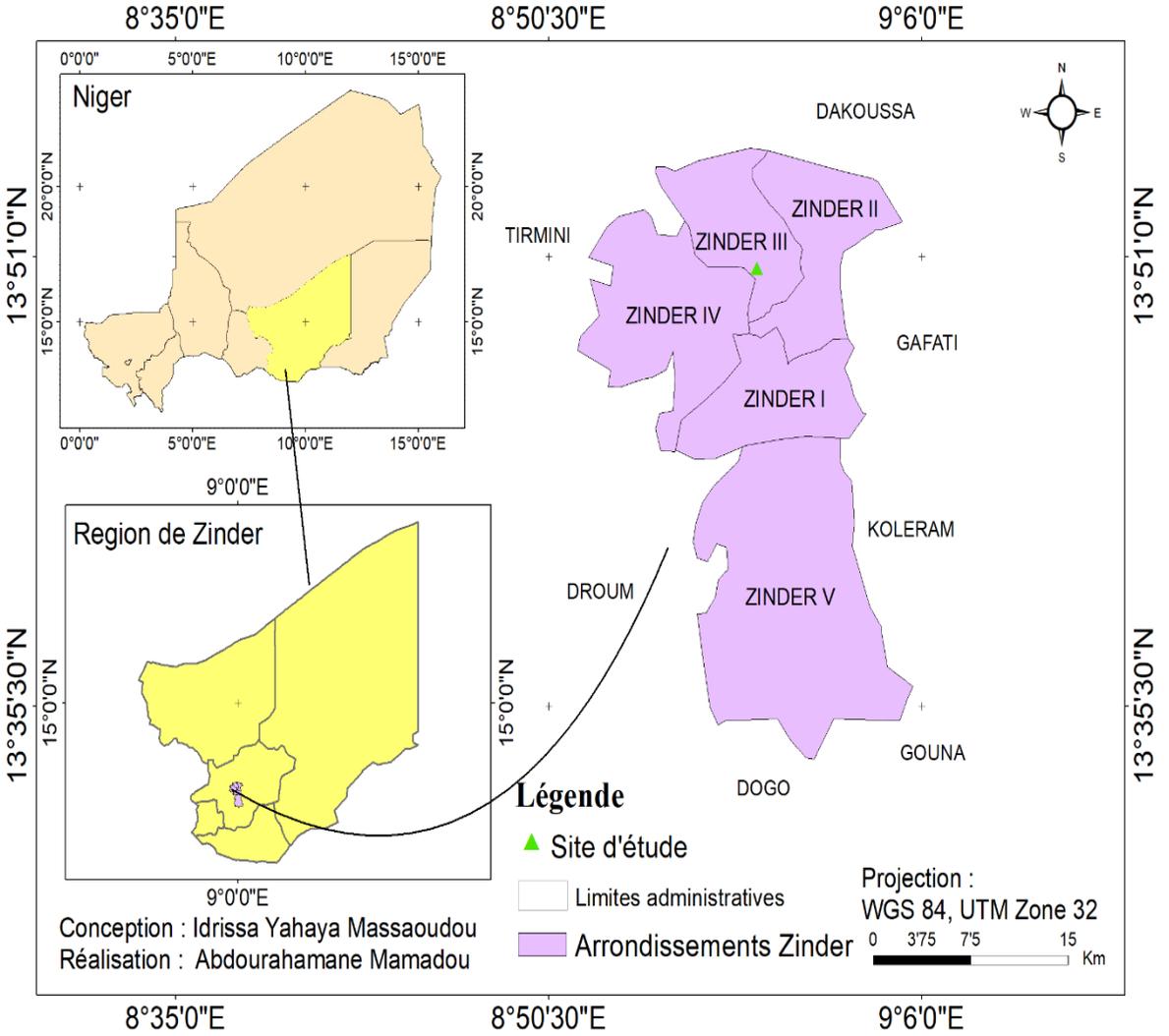


Figure 1: Localisation du site d'étude.

Tableau 1 : Caractéristiques des 3 variétés de gombos utilisées dans l'étude.

Variété	Provenance	Caractéristiques		
		Tige	Feuilles	Fruits
Courte	Zinder	Ramifiée	Larges et ovales	Très courts
Moyenne	Zinder	Ramifiée	Larges et ovales	Courts
Longue	Zinder	Non ramifiée	Digitées à bord denticulé.	Longs

Tableau 2: Liste des traitements appliqués selon les doses de fertilisants.

Traitement	Fumures organiques	Engrais minéraux
Témoin (T0)	0 t/ha	0 Kg/ha
T1 (Bouse de vache compostée)	10 t/ha	0 Kg/ha
T2 (Fiente de volaille compostée)	10 t/ha	0 Kg/ha
T3 (Urée)	0 t/ha	240 Kg/ha
T4 (NPK)	0 t/ha	240 Kg/ha

Tableau 3: Caractères quantitatifs utilisés.

Caractères	Périodes	Méthodes
Hauteur de la plante (cm) (HT)	Floraison et Maturité.	Mesure à l'aide d'une règle
Diamètre de la tige (cm) (DTFI)	Floraison et maturité	Mesure à l'aide d'un pied à coulisse
Temps d'apparition de la première fleur (TAFI)	Floraison	Comptage du nombre de jour après semis
Nombre des rameaux par plante (NRm)	70 jours après semis	Comptage
Longueur du pétiole (cm) (LoPe)	70 jours après semis	
Longueur des feuilles (cm) (LoFe)	70 jours après semis	Mesure à l'aide d'une règle
Largeur des feuilles (cm) (LaFe)	70 jours après semis	
Longueur du fruit (cm) (LoFr)	Récolte	
Largeur du fruit (cm) (LaFr)	Récolte	
Poids de fruit (g) (PFr)	Récolte	Peser avec une balance
Nombre des graines par fruit (NGrFr)	Récolte	Comptage
Poids des graines par fruit (g) (PGrFr)	Récolte	Peser avec une balance
Poids de mille graines (g) (P1000Gr)	Récolte	A partir de la formule : $PGrFr * 1000 / NGrFr$
Nombre des fruits par plante (NFrPl)	Récolte	Comptage

RESULTATS

Effet des fertilisants sur les paramètres morphologiques du gombo

Le fertilisant a significativement influencé les hauteurs de la plante à la floraison et à la maturité pendant les deux essais. Les apports en fiente et NPK ont donné la hauteur de la plante à la floraison la plus élevée au cours des deux essais et pour les trois variétés. Quant à la hauteur de la plante à la maturité, la

fiente et NPK ont donné aussi les hauteurs les plus élevées pendant les deux essais sauf pour la variété Courte chez laquelle pendant le premier essai l'urée a occupé la deuxième place après la fiente. Le nombre de rameaux, le diamètre de la tige et le temps d'apparition de la fleur ont été également influencés significativement par les différents fertilisants pendant les deux essais. Le diamètre de la tige a varié de 0,454 cm à 1,49 cm ; de 0,488 cm à 1,82 cm ; 0,483

cm à 1,75 cm respectivement pour les variétés Courte, Gazelle et Longue au cours des deux essais. Au cours du premier essai, les apports en Urée et NPK ont enregistré le plus gros diamètre de la tige avec la variété courte, le NPK et fiente ont donné le grand diamètre de la tige à la floraison pour la variété Gazelle et la fiente et le NPK ont obtenu le grand diamètre de la tige. Toutefois, les apports en fiente et NPK ont enregistré le grand diamètre pour toutes les variétés pendant le deuxième essai. L'effet des fertilisants n'a pas été identique au cours des deux essais sur le temps d'apparition de la fleur. L'effet des apports des fertilisants a montré une différence significative pour les deux essais hormis au cours du premier essai pour la variété Courte et au deuxième essai pour la variété Gazelle où un effet non significatif a été noté sur le temps d'apparition de la fleur. Les analyses statistiques de la hauteur de la plante à la floraison, la hauteur à la maturité, le nombre de rameaux, le diamètre de la tige à la floraison et le temps d'apparition de la fleur en fonction des fertilisants ainsi que les variétés montrent des différences significatives (Tableau 4).

Effet des fertilisants sur les paramètres de production

Les apports de NPK ont enregistré la plus grande longueur des feuilles (21,13 cm), largeur des feuilles (24,81 cm) et longueur du pétiole (24,46 cm) chez la variété Courte pendant la première saison. Cependant, pendant la deuxième saison, et pour toutes les variétés, les plantes qui ont la longueur et la largeur des feuilles ainsi que la longueur de pétiole plus développées sont observées dans les poquets fertilisés avec la fiente de volaille et le NPK (Tableau 4). Ces différences de la longueur des feuilles, largeur des feuilles ainsi que la longueur du pétiole en fonction des fertilisants et les variétés sont significatives quel que soit la saison (Tableau 4). Les apports de fiente et du NPK ont donné le nombre de fruits par plante le plus élevé sur les deux essais pour toutes les variétés. Le nombre de fruits était plus élevé chez la variété Gazelle et plus

faible chez la variété Longue (Tableau 5). Le poids des fruits a été significativement affecté par le fertilisant pendant les deux essais. Les fruits les plus lourds ont été observés dans les poquets fertilisés avec la fiente et le NPK pour les deux essais pour toutes les variétés. En effet, la fiente et le NPK ont permis de noter respectivement des gains 38,46% et 37,66% (variété Courte), 64,54% et 62,84% (Variété Gazelle), 73,83% et 65,96% (Variété Longue) des poids de fruits par rapport au témoin au cours du premier essai. Les fertilisants a eu un effet significatif sur la longueur des fruits (LoFr) et la largeur des fruits (LaFe) pour les deux essais. Les valeurs obtenues avec les quatre fertilisants sont toutes supérieures à celles obtenues avec le témoin (Tableau 5). Les plus longs et plus lourds fruits ont été obtenus avec la variété Longue tandis que la variété courte présente les plus grandes valeurs pour la largeur des fruits. Le test ANOVA montre que l'effet du fertilisant a influencé significativement le nombre de fruit par plante (Tableau 5).

Les résultats des caractères relatifs aux nombre de graines par fruit ont montré une différence significative entre les fertilisants pour les deux saisons. Le nombre de graine par fruit les plus élevé ont été noté avec les plantes soumises à la fiente et au NPK sans qu'il ait une différence significative entre ces derniers. L'analyse du poids des graines par fruits a montré aussi une différence significative entre les fertilisants. La fiente a augmenté de 38,96% (Variété Courte), 61,80% (Variété Gazelle) 70,33% (Variété Longue) le poids des grains par fruits par au rapport au témoin. Les résultats sur le poids de 1000 graines montrent des différences significatives pour toutes les variétés au cours du premier essai tandis qu'aucune différence n'a été observée pendant le deuxième essai (Tableau 5). En ce qui concerne, le premier essai, les valeurs obtenues avec les quatre fertilisants étaient supérieures à celles obtenues avec le témoin ; les graines les plus lourdes ont été observées avec la fiente et le NPK pour toutes les variétés pendant le premier essai.

Tableau 4 : Effet des fertilisants sur les paramètres de croissances des 3 variétés de gombo.

Variétés	Traitements	HT1 (cm)		HT2 (cm)		NRm		DTFl (cm)		LoFe (cm)		LaFe (cm)		LoPe (cm)		TAFI (JAS)	
		Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2
COURTE	Compost	24,92 ^b	9,875 ^{ab}	36,67 ^c	10,442 ^{ab}	4,08 ^{ab}	3,667 ^{ab}	1,03 ^b	0,533 ^{bc}	14,08 ^b	4,903 ^b	16,89 ^b	6,064 ^b	13,46 ^b	4,150 ^b	52,08	46,167 ^b
	Fiente	39,03 ^a	11,625 ^a	53,33 ^a	12,525 ^a	4,92 ^a	4,417 ^a	1,42 ^a	0,700 ^a	18,91 ^a	8,039 ^a	22,24 ^a	9,614 ^a	21,63 ^a	6,392 ^a	53,08	46,583 ^b
	NPK	40,50 ^a	10,958 ^a	40,00 ^b	11,958 ^a	4,00 ^{ab}	3,417 ^{ab}	1,47 ^a	0,638 ^{ab}	21,13 ^a	7,897 ^a	24,81 ^a	9,306 ^a	24,46 ^a	5,933 ^a	53,25	48,083 ^{ab}
	Témoin	22,58 ^c	8,125 ^b	33,00 ^c	8,417 ^b	3,00 ^b	2,600 ^b	0,86 ^b	0,454 ^c	13,64 ^b	3,797 ^c	16,03 ^b	4,131 ^c	13,02 ^b	2,931 ^c	52,00	49,083 ^{ab}
	Urée	38,58 ^{ab}	9,640 ^{ab}	46,83 ^{ab}	9,800 ^{ab}	4,25 ^{ab}	2,667 ^b	1,49 ^a	0,560 ^{bc}	20,46 ^a	5,387 ^b	24,70 ^a	6,233 ^b	22,18 ^a	3,860 ^{bc}	52,83	51,400 ^a
			*	***	*	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	ns
GAZELLE	Compost	27,63 ^b	13,208 ^{bc}	48,42 ^b	15,833 ^{bc}	3,25 ^{ab}	3,083 ^b	1,43 ^b	0,571 ^b	18,14 ^b	9,325 ^b	21,20 ^b	10,300 ^{bc}	19,65 ^b	5,386 ^b	50,83 ^b	45,667 ^a
	Fiente	42,28 ^a	18,000 ^a	89,58 ^a	24,125 ^a	4,42 ^a	4,167 ^a	1,82 ^b	0,750 ^a	25,63 ^a	13,894 ^a	30,74 ^a	15,039 ^a	28,93 ^a	8,089 ^a	47,00 ^c	44,667 ^a
	NPK	46,59 ^a	15,083 ^{ab}	83,92 ^a	16,542 ^b	3,92 ^{ab}	3,667 ^{ab}	1,93 ^a	0,729 ^a	25,26 ^a	10,506 ^b	30,38 ^a	12,619 ^{ab}	31,51 ^a	5,778 ^b	49,92 ^c	45,833 ^a
	Témoin	10,83 ^c	10,158 ^c	15,58 ^c	12,000 ^c	1,75 ^c	1,833 ^c	0,56 ^c	0,488 ^c	9,58 ^c	6,700 ^c	11,64 ^c	6,528 ^d	8,59 ^c	3,739 ^c	55,75 ^a	46,083 ^a
	Urée	42,15 ^a	13,000 ^{bc}	62,17 ^b	14,167 ^{bc}	3,67 ^{ab}	2,917 ^b	1,73 ^a	0,488 ^b	24,30 ^a	8,917 ^{bc}	27,77 ^a	8,589 ^{cd}	27,45 ^a	4,831 ^{bc}	49,83 ^c	47,167 ^a
			***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
LONGUE	Compost	30,84 ^b	21,958 ^{ab}	39,67 ^c	35,042 ^{bc}	0,092 ^a	0,083 ^a	0,59 ^b	0,625 ^{ab}	13,32 ^b	8,797 ^b	14,36 ^b	10,300 ^{bc}	11,06 ^c	7,208 ^b	51,58 ^a	48,250 ^{ab}
	Fiente	83,92 ^a	27,167 ^a	108,67 ^a	54,333 ^a	0,688 ^a	0,667 ^a	1,75 ^a	0,742 ^a	26,83 ^a	12,947 ^a	28,94 ^a	15,039 ^a	30,36 ^a	10,811 ^a	46,17 ^b	46,833 ^b
	NPK	71,75 ^a	20,667 ^{bc}	94,58 ^a	41,708 ^b	0,093 ^a	0,083 ^a	1,42 ^a	0,675 ^a	23,34 ^a	10,900 ^{ab}	26,10 ^a	12,619 ^{ab}	24,46 ^b	7,761 ^b	49,92 ^{ab}	49,917 ^{ab}
	Témoin	31,03 ^b	15,333 ^c	32,63 ^c	23,125 ^d	0,020 ^a	0,010 ^a	0,54 ^b	0,483 ^c	11,86 ^b	5,681 ^c	13,86 ^b	6,528 ^d	10,52 ^c	5,147 ^d	52,08 ^a	48,167 ^{ab}
	Urée	36,08 ^b	16,667 ^{bc}	57,42 ^b	25,500 ^{cd}	0,230 ^a	0,250 ^a	0,75 ^b	0,529 ^{bc}	15,07 ^b	7,297 ^{bc}	16,39 ^b	8,589 ^{cd}	14,20 ^c	5,147 ^c	47,75 ^{ab}	51,167 ^a
			***	***	***	***	ns	Ns	***	***	***	***	***	***	***	***	**

Les valeurs portant les mêmes lettres dans une colonne sont statistiquement égales avec la méthode de tukey ; **ns** : non significatif à 5% ; ******* : très hautement significatif à 5% ; ****** : hautement significatif à 5% ; ***** : significatif à 5% ; **HT1** : hauteur de la plante à la floraison ; **HT2** : hauteur de la plante à la maturité ; **NRm** : nombre de rameaux ; **DTFl** : diamètre de tige à la floraison ; **TAFI** : temps d'apparition de la fleur ; **LoFe** : longueur des feuilles ; **LaFe** : largeur des feuilles ; **LoPe** : longueur du pétiole.

Tableau 5 : Effet des fertilisants sur le rendement et ses composantes des 3 variétés de gombo.

Variétés	Traitements	NfrPI		Pfr (g)		LoFr (cm)		LaFr (cm)		NGrfr		PGrFr (g)		P1000G	
		Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2	Essai1	Essai2
COURTE	Compost	4,75 ^b	4,000 ^c	7,56 ^b	2,522 ^b	8,27 ^b	5,658 ^b	2,33 ^{bc}	1,938 ^a	73,14 ^b	31,417 ^b	4,31 ^b	1,883 ^{bc}	59,87 ^{ab}	62,822 ^a
	Fiente	10,33 ^a	8,333 ^a	11,31 ^a	3,711 ^a	10,09 ^a	6,867 ^a	2,71 ^a	2,106 ^a	97,81 ^a	40,722 ^a	5,98 ^a	2,503 ^a	62,04 ^a	63,631 ^a
	NPK	7,25 ^{ab}	8,333 ^b	10,22 ^a	3,889 ^a	9,38 ^a	6,167 ^{ab}	2,63 ^a	2,042 ^a	92,53 ^a	38,098 ^a	5,46 ^a	2,378 ^{ab}	60,97 ^a	61,138 ^a
	Témoin	3,75 ^b	2,833 ^c	6,96 ^b	2,122 ^c	7,81 ^b	4,417 ^c	2,28 ^c	1,731 ^b	69,33 ^b	22,139 ^c	3,65 ^b	1,375 ^c	51,91 ^b	61,437 ^a
	Urée	7,50 ^{ab}	4,000 ^c	10,98 ^a	2,693 ^b	9,27 ^a	5,820 ^b	2,61 ^{ab}	1,913 ^{ab}	95,75 ^a	31,733 ^b	5,83 ^a	1,793 ^{bc}	61,23 ^a	61,041 ^a
		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	ns
GAZELLE	Compost	27,63 ^b	6,000 ^c	10,56 ^b	3,775 ^b	12,35 ^b	8,008 ^b	2,21 ^a	1,717 ^b	84,08 ^c	34,222 ^b	5,29 ^b	2,364 ^{ab}	63,63 ^a	67,239 ^a
	Fiente	42,28 ^a	12,167 ^a	15,74 ^a	5,325 ^a	16,42 ^a	9,617 ^a	2,42 ^a	1,892 ^a	111,42 ^a	42,861 ^a	7,54 ^a	2,592 ^a	68,30 ^a	67,969 ^a
	NPK	46,59 ^a	8,583 ^b	15,02 ^a	3,828 ^b	15,64 ^a	7,544 ^b	2,38 ^a	1,600 ^{bc}	106,19 ^{ab}	34,722 ^b	7,10 ^a	2,382 ^{bc}	67,22 ^a	55,763 ^a
	Témoin	10,83 ^c	3,417 ^d	5,58 ^c	2,586 ^c	9,46 ^c	7,003 ^c	1,69 ^b	1,575 ^{bc}	53,08 ^d	26,194 ^c	2,88 ^c	1,642 ^c	55,81 ^b	60,619 ^a
	Urée	42,15 ^a	5,000 ^{cd}	11,01 ^b	3,928 ^b	13,03 ^b	8,278 ^{ab}	2,22 ^a	1,700 ^{bc}	92,86 ^{bc}	36,833 ^b	5,66 ^b	2,047 ^{bc}	62,41 ^{ab}	59,148 ^a
		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	ns
LONGUE	Compost	30,84 ^b	3,583 ^c	8,69 ^c	6,672 ^b	16,27 ^b	12,217 ^{ab}	1,73 ^c	1,900 ^{ab}	13,32 ^b	50,389 ^a	4,06 ^c	3,244 ^a	64,41 ^{bc}	64,215 ^a
	Fiente	83,92 ^a	6,750 ^a	18,65 ^a	9,731 ^a	24,37 ^a	13,172 ^a	2,40 ^a	2,044 ^a	26,83 ^a	58,611 ^a	8,26 ^a	3,581 ^a	80,74 ^a	66,203 ^a
	NPK	71,75 ^a	5,417 ^b	14,34 ^b	6,003 ^{bc}	21,44 ^a	10,649 ^{bc}	2,16 ^b	1,928 ^{ab}	23,34 ^a	38,250 ^b	5,94 ^b	2,414 ^b	72,91 ^{ab}	63,996 ^a
	Témoin	31,03 ^b	2,500 ^d	4,88 ^d	3,540 ^d	12,27 ^c	9,983 ^c	1,58 ^c	1,644 ^c	11,86 ^b	32,125 ^{bc}	2,45 ^d	2,086 ^b	50,96 ^d	62,666 ^a
	Urée	36,08 ^b	3,917 ^c	10,85 ^c	5,053 ^c	17,62 ^b	11,158 ^{bc}	1,97 ^b	1,778 ^{bc}	15,07 ^b	36,806 ^b	4,06 ^c	2,133 ^b	59,09 ^{cd}	61,453 ^a
		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	ns

Les valeurs portant les mêmes lettres dans une colonne sont statistiquement égales avec la méthode de tukey. ns : non significatif à 5% ; *** : très hautement significatif à 5% ; ** : hautement significatif à 5% ; * : significatif à 5% ; NFrPI : nombre de fruits par plante ; LoFr : longueur de fruits ; LaFr : largeur de fruits ; PFr : poids de fruits ; NGrFr : nombre de graines par Fruits ; PGrFr : poids de graines par fruits ; P1000Gr : poids de mille graine.

DISCUSSION

Le manque de quantités suffisantes de nutriments tels que Azote (N), Phosphore (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Sodium (Na) et Soufre (S) chez les plantes entraînent une mauvaise performance dont le développement est affecté, entraînant ainsi un faible rendement (Kaka et al., 2020 ; Chandan et al., 2021 ; Pale et al., 2021). Aussi ; les déjections animales sont une excellente source de nutriments et peuvent être incorporées comme fertilisants. En raison de leur faible teneur en éléments chimiques, elles peuvent être utilisées en grande quantité pour améliorer les sols en toute sécurité (Gomgnimbou et al., 2019).

Les résultats expérimentaux ont révélé pour la plante de gombo que la plupart des caractères ont été influencés par l'apport des fertilisants. En effet, tous les traitements ont donné des résultats supérieurs au témoin. Les paramètres de la croissance végétative mesurés tels que la hauteur de la plante à la floraison et à la maturité, le diamètre de la tige à la floraison et le nombre de rameaux sur la tige ont présenté un développement plus croissant chez les plantes issues des parcelles traitées avec la fiente de volaille. Les plus hautes plantes avec un plus gros diamètre de tige se trouvent dans les parcelles avec de la fiente de volaille ou des engrais NPK. Ceci pourrait être attribué à l'amélioration de l'engrais du sol, qui à son tour a augmenté la hauteur de la plante et aussi le diamètre de la tige comme rapporté par Jonah et al. (2017) et Coulibaly et al. (2020). L'apport de fiente a permis d'obtenir les plus grandes plantes portant beaucoup de ramifications. Cette action de la fiente pourrait être justifiée par le fait qu'elle libère les minéraux progressivement, ce qui peut assurer leur disponibilité au moment du besoin effectif par la plante (Le villio et al., 2001 ; Ali et al., 2014). Les besoins en nutriments des plantes fertilisées avec la fiente de volaille sont ainsi couverts durant tout le cycle de production. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Akande et al. (2010) et Isola et al. (2020) sur le gombo au cours des études réalisées au Nigeria. Aussi, des résultats similaires ont été trouvés par Adhikari et Piya (2020) qui ont montré que la fiente de volaille a enregistré la

valeur la plus élevée en nombre de branches par plante et était significativement différent des autres traitements, à savoir bouse de chèvre, urée et le témoin.

L'apport des fertilisants a eu une influence sur la longueur des feuilles, la largeur des feuilles et la longueur des pétioles. Ces résultats concordent avec ceux de Jobin et Petit (2004) qui affirment que les engrais organiques et minéraux accélèrent l'augmentation de la surface foliaire. Les grandes valeurs pour le nombre de fruits par plante, la longueur, la largeur et le poids des fruits, le nombre et le poids des graines par fruits ainsi que le poids de 1000 graines ont été obtenues avec la fiente de volaille. Le nombre de fruits par plante a été significativement influencé par le fertilisant. Les apports de fiente et de NPK ont apporté le nombre de fruits le plus élevé. Des résultats similaires ont été soulignés par Shovit et al. (2020), Ngegba et al. (2020) et Musa et al. (2021). La variété longue qui a un développement végétatif important produit peu de fruits ; chez cette variété, les réserves auraient été détournées vers les organes végétatifs au détriment des organes reproducteurs. Lafon et al. (1998) expliquent ce phénomène comme une corrélation négative entre organes. La longueur et la largeur des fruits ont été élevées avec les apports de fientes. Ces résultats sont en conformité avec ceux obtenus par Jaja et Ibeawuch (2015). Des résultats similaires ont été constatés par Dauda et al. (2009) qui ont noté une augmentation des valeurs des paramètres des fruits par plante suite à l'application de la fiente de volaille chez *Citrullus lanatus* par rapport aux autres traitements et par Tiamiyu et al. (2012) chez le gombo.

Globalement, le NPK et le compost ont présenté les meilleurs résultats après la fiente de volaille. Pour le cas du NPK, cela est dû au fait que les engrais minéraux ont une efficacité agronomique plus grande parce que leurs éléments sont disponibles et facilement absorbés par les cultures. Ceci serait attribuable à la libération rapide des éléments nutritifs pour les sols et les plantes, tels que démontré par Bhardwaj et al. (2000) dans une étude comparant la rentabilité économique des

fertilisants inorganiques et organiques en culture de gombo et de chou. Cependant, l'Urée présente des résultats inférieurs au NPK du fait qu'il soit constitué essentiellement d'azote tandis que le NPK est la combinaison d'au moins trois éléments (Azote, Phosphore et Potassium). Ce résultat s'explique par le fait que les plantes n'ont pas besoin que d'azote mais en revanche de beaucoup d'autres éléments comme principalement le phosphore et le potassium.

Conclusion

L'étude a consisté à évaluer l'impact de quatre types de fertilisants dont deux organiques et deux minéraux, ainsi que l'impact de la saison sur la productivité de trois variétés de gombo de la région de Zinder. Les résultats ont révélé que la productivité varie d'un traitement à un autre et en fonction de la saison. En outre, cette étude a montré que les amendements organiques sont aussi efficaces que les engrais minéraux car ils ont tous donné des résultats supérieurs au témoin. Ainsi, la fiente de volaille a donné le meilleur résultat par rapport aux autres traitements. Ces résultats montrent qu'il est possible d'améliorer la productivité du gombo par l'utilisation de la fumure organique. Donc la fiente de volaille et le compost pourraient constituer une bonne alternative aux engrais minéraux qui ne sont d'ailleurs pas à la portée de la plupart des paysans de la région.

CONFLITS D'INTERETS

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

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MIY a rédigé le protocole, a conduit les essais sur le terrain, a fait l'analyse statistique des données et a rédigé le manuscrit de l'article. RA et TKAS ont contribué à la rédaction du protocole, la supervision des essais, l'interprétation des résultats et la correction du draft du manuscrit. BY, OZ et AIH ont participé à l'installation et au suivi des essais sur le terrain et la correction du draft du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier et logistique du Programme alimentaire mondial (PAM).

REFERENCES

- Abdou R, Malice M, Bakasso Y, Saadou M, Baudoin JP. 2015. Variabilité morphologique et agronomique des écotypes d'oignon (*Allium cepa* L.) identifiés par les producteurs du Niger. *Tropicult.*, **33**(1): 3-18.
- Adhikari A, Piya A. 2020. Effect of Different Sources of Nutrient on Growth and Yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Monech). *Inter. J. Environ. Agricult. Res.*, **6**(1): 45-50. DOI: 10.5281/zenodo.3633590
- Akande MO, Oluwatoyinbo FI, Makinde EA, Adepoju AS, Adepoju IS. 2010. Response of okra to organic and inorganic fertilization. *Nat. Sci.*, **8**(11): 261-266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0166-6>
- Ali MB, Hamma IL, Saidu MS, Hayatudden MA. 2014. Effect of organic manure and sowing date on the growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) in Samaru, Zaria, Nigeria. *Inter. J. Agro. Agricult. Res.*, **5**(5): 111-117.
- Bhardwaj ML, Harender R, Koul BL. 2000. Yield response and economics of organic sources of nutrients as substitute to inorganic sources in tomato (*Lycopersicon esculentum*), okra (*Hibiscus esculentus*), cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) and cauliflower (*B. oleracea* var *botrytis*). *Ind. J. Agri. Sci.*, **70**(10): 653-656.
- Boubacar O. 2006. Diversification des cultures irriguées dans les cuvettes oasiennes de Mainé saraoua : cas d'Adebour et Tchaballam. Mémoire d'Ingénieur, Faculté d'Agronomie du Niger, Niger, 59 p.
- Chandan SA, Avadhesh PS, Ravindra N, Verty P. 2021. Assessments Effect of Nitrogen and Phosphorus on the Phenological and Fruit Characters of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Int. J. Curr. Microbiol.*

- App. Sci.*, **10**(02): 1918-1925. DOI: 10.20546/ijcmas.2021.1002.229
- Coulibaly SS, Touré M, Kouamé AE, Kambou IC, Soro SY, Yéo KI, Koné S, Zoro BIA. 2021. Vermicompost as an alternative to inorganic fertilizer to improve okra productivity in Côte d'Ivoire. *Open J. Soil Sci.*, **11**: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojss.2021.111001>
- Dauda SN, Ajayi FA, Ndor E. 2008. Growth and yield of water melon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. *J. Agric. Soc. Sci.*, **4**(3): 121-124. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.229>
- Gomgnimbou AP, Bandaogo AA, Kalifa C, Sanon A, Ouattara S, Nacro HB. 2019. Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (*Zea mays* L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(4): 2041-2052. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i4.11
- Hamon S, Charrier A. 1997. *Les gombos. L'Amélioration des Plantes Tropicales*. Coédition CIRAD-ORSTOM : France.
- Hamon S. 1989. Etude de la variabilité génétique des espèces cultivées et des espèces spontanées du genre *Abelmoschus* (Gombo) non originaires d'Afrique de l'Ouest. ORSTOM, IBPGR, 84 p.
- Illou M, Bonkougou J, Souley K, Oumarou S. 2018. Analyse des contraintes foncières et culturelles du maraîchage dans le département de Kantché au Niger : Cas du périmètre irrigué de Tassaou. *Eu. Sci. Journal*, **14**(30): 240-255.
- IPGRI. 1991. *Okra Descriptor, Diversity for Development*. International Plant Genetic Resource Institut: Rome.
- Isola J, Ibiyeye D, Smart M, Adesida O, Abiodun F, Adeniji I. 2020. Effect of Different Fertilizer Types On Soil Physical Properties, Growth and Yield of Okra (*Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench in Southwest Nigeria. *Ethiopian J. Env. Studies Management*, **13**(1).
- Jaja ET, Ibeawuch I. 2015. Effect of Organic and Inorganic Manure mixture rates on the productivity of okra. *Int. J. Agric. Rural Dev.*, **18**(1): 2085-2091.
- Jobin PJ, Petit. 2004. *Les Amendements Organiques: Fumiers et Composts*. Éditions du Marais : France.
- Jonah PM, Timon F, Bongu AD, Mibzar R, Mshelmbula BP. 2017. Growth and yield traits of okra (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench), as influenced by NPK 15: 15: 15 and poultry manure in Mubi, Adamawa State. *Int. J Innovative Res. Advanced Studies*, **4**(7): 399-404.
- Kaka KBK, Moussa M, Maârouhi IM, Abasse AT, Atta S, Bakasso Y. 2019. Effet d'un apport de Di-Ammonium Phosphate sur les paramètres agromorphologiques des écotypes d'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.) dans deux zones agro-climatiques du Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(3): 1596-1612.
- Koechlin J. 1989. Les gombos africains (*Abelmoschus* ssp) : Etude de la diversité en vue de l'amélioration. Thèse de Doctorat, Université de Paris-Grignon, France, 180p.
- Lafon JP, Tharaud-prayer C, Levy G. 1998. *Biologie des Plantes Cultivées : Physiologie du Développement et Amélioration*. Editions Lavoisier : France.
- Le villio M, Arrouays D, Deslais W, Daroussin J, Le Bissonais Y, Clergeot D. 2001. Estimation des quantités de matière organique exogène nécessaires pour restaurer et entretenir les sols limoneux français à un niveau organique donné. *Etude et Gestion des Sols*, **8**(1): 47-63.
- Mamadou I. 2014. La gestion des eaux de pluie et risques d'inondation dans la ville de Zinder au Niger. *Revue Territoires, Sociétés et Environnement*, **9**: 28.
- Marius C, Gerard V, Antoine G. 1997. Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench une source possible de phospholipides. *Agronomie et Biotechnologies, Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, **4**(5): 389-392.

- Musa M, Abdulaziz BK, Musa A. 2020. Influence of NPK Fertilizer and Poultry Manure on the Growth of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) in Northern Sudan Savanna Region of Nigeria. *Inter. J. Horti. Agri. Food Sci.*, **4**(6): 196-204.
- Nana R, Tamini Z, Sawadogo M. 2009. Effets d'un stress hydrique intervenu pendant le stade végétatif et la phase de floraison chez le gombo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(5): 1161-1170. DOI: 10.4314/ijbcs.v3i5.51094
- Ngegba PM, Kanneh SM, Quee DD. 2020. Assessment of different rates of NPK fertilizer on the growth and yield components of two exotic okra (*Abelmoschus esculentus* L.) western urban of Sierra Leone. *Inter. J. Hort. Sci.* **26**: 55-59. DOI: <https://doi.org/10.31421/IJHS/26/2020/5439>.
- Nzikou JM, Mvoula T, Matouba E, Ouamba JM, Kapseu C, Parmentier M, Desobry S. 2006. A study on gumbo seed grown in Congo Brazzaville for its food and industrial applications. *African J. Biotechn.*, **5**(24): 2469-2475.
- Oumarou S. 2008. Etude comparative de l'irrigation goutte à goutte à basse pression JPA et de l'arrosage manuel sur la production de la laitue en zone sahélo soudanienne du Niger, Mémoire de Fin de Cycle, 51 pages.
- Pale S, Barro A, Koumbem M, Sere A, Traore H. 2021. Effets du travail du sol et de la fertilisation organo-minérale sur les rendements du mil en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(2): 497-510. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.10>
- Pizongo INW. 2014. Réponse de variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus* L) aux engrais chimiques et à la fumure organique. Mémoire de master, Université Polytechnique De Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- Sani IS, Haougui A, Ousseini IS, Kumar S, Ali M, Bakasso Y. 2021. Screening of okra (*Abelmoschus species*) genotype for resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne species*). *African J. Agri. Res.*, **17**(1): 173-188.
- Shovit K, Jaya PD, Ritesh KY, Kamal NP, Avinash S, Priyanka J. 2020. Response of okra [*Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench] to nitrogen dose and spacing on growth and yield under mulch condition in Chitwan, Nepal. *Journal Cl. Was*, **4**(1): 40-44
- Shukla VL, Nalk B. 1993. *Agro-Technique for Malvaceae Vegetables: Ifovanse in Horticulture*. Malhotra Publishing House: New Delhi- India; 399-425.
- Siemonsma JS, Hamon S. 2004. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench : *Ressources Végétales de l'Afrique Tropicale*. Fondation PROTA : Wageningen-Pays-Bas ; 25-30.
- Soltner D. 2003. *Les Bases de la Production Végétale: le Sol et son Amélioration* (23^e edn). Editions Poitiers: France.
- Tiamiyu RA, Ahmed HG, Muhammad AS. 2012. Effect of sources of organic manure on growth and yields of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in Sokoto, Nigeria. *Nigerian J. Basic Appl. Sci.*, **20**(3): 213-216.