



ISSN Print: 2394-7500
ISSN Online: 2394-5869
Impact Factor: 8.4
IJAR 2021; 7(1): 277-285
www.allresearchjournal.com
Received: 06-11-2020
Accepted: 25-12-2020

Kouayet Kouekéké Corine Céline
Département Des Sciences Biologiques, Laboratoire de Biodiversité et de Développement Durable, Université de Ngaoundéré, Cameroun

Dongock Nguemo Delphine
Département Des Sciences Biologiques, Laboratoire de Biodiversité et de Développement Durable, Université de Ngaoundéré, Cameroun

Ngamo Tinkeu Léonard Simon
Département Des Sciences Biologique, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Université de Ngaoundéré, Cameroun

Corresponding Author:
Kouayet Kouekéké Corine Céline
Département Des Sciences Biologiques, Laboratoire de Biodiversité et de Développement Durable, Université de Ngaoundéré, Cameroun

Effets des amendements sur les caractéristiques agromorphologiques et sur l'entomofaune d'*Abelmoschus esculentus* (L) Moench. (Malvaceae) à Ngaoundéré (Cameroun)

Kouayet Kouekéké Corine Céline, Dongock Nguemo Delphine and Ngamo Tinkeu Léonard Simon

DOI: <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i1d.8193>

Abstract

Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L) Moench. (Malvaceae) est une plante annuelle et maraîchère très importante, consommée comme légume et cultivée en zones tropicales et méditerranéennes. Le fruit de cette Malvaceae présente une grande variabilité morphologique et phénologique, sa floraison est continue mais très dépendante des stress biotiques et abiotiques. La présente étude a été menée afin de comprendre l'influence de deux modes de fertilisation et du stress (adventices) sur la phénologie, l'entomofaune et le rendement de *A. esculentus* dans la région de l'Adamaoua-Cameroun. Les travaux ont été effectués pendant la saison de pluie en 2016 et 2017 sur une superficie de 400 m² à Ngaoundéré. Trois itinéraires techniques ont été exécutés : stress (absence de fertilisation et d'entretien des cultures) ; fertilisation chimique et entretien par sarclage régulier et fertilisation au compost avec entretien par sarclage régulier. Les observations ont été faites de mois de Mai à Aout. Les plants ayant reçu un apport en compost avaient plus de feuilles ($15,45 \pm 0,35$), une surface foliaire plus importante ($10,51 \pm 0,12$), des tiges plus longues ($27,82 \pm 0,89$) avec plus de nœuds ($10,51 \pm 0,2$), un diamètre de tige plus grand ($2,53 \pm 0,04$), un nombre de fleurs plus élevé (7,98), des pièces florales plus longues ($6,8 \pm 0,45$) et un rendement en graines important ($61,85 \pm 13,81$). En ce qui concerne l'entomofaune, onze familles ont été identifiées au total sur la culture du gombo ; six contenant les insectes floricoles et les cinq autres les insectes ravageurs. Les fleurs des plants traités au compost ont reçu plus de visites d'insectes floricoles. Les feuilles des plants traités au compost étaient les plus endommagées par les insectes ravageurs. Le traitement au compost favorise le développement végétatif, le développement des pièces florales ainsi que le rendement en graines et en fruits du gombo ; cependant, les plants y attirent plus d'insectes ravageurs.

Keywords: Amendement, *Abelmoschus esculentus*, agromorphologiques, entomofaune

Introduction

Abelmoschus esculentus est une plante cultivée dans les régions tropicales et subtropicales du monde (Siddartha *et al.*, 2017) [39]. Toutes les parties (racines, tige, feuilles, fruits et graines) sont valorisées sur les plans alimentaire, médicinal, artisanal et même industriel (Marius *et al.*, 1997) [28]. Cette espèce est parmi les légumes fournissant des produits à valeur nutritionnelle appréciable (Hamon et Charrier, 1997) [17]. Les fruits frais sont riches en vitamine C et en calcium tandis que les fruits secs sont plutôt riches en protéines (N'guetta *et al.*, 2017) [33]. La production mondiale du gombo est estimée à environ 8,7 milliard de tonnes; l'Inde étant le principal pays producteur de gombo dans le monde suivi du Nigéria, du Pakistan, des Etats Unis et de l'Egypte (FAOSTAT, 2004) [14]. En 2009 au Cameroun, la production était de 47 169 tonnes pour 18 622 ha et 60 384 tonnes pour 24 004 ha en 2010 (MINADER/DESA, 2012) [31]. La culture du gombo dans plusieurs pays tropicaux fait face à de multiples contraintes qui affectent négativement sa production (Gnago *et al.*, 2010) [16]. Les cultures ont besoin d'éléments minéraux présents dans le sol pour leur développement. L'utilisation des fertilisants dans les pratiques agricoles stimule la croissance des plantes, augmente la période de floraison ainsi que la production, la matière sèche, la précocité et la résistance aux ravageurs. Cependant, les éléments fertilisants doivent également se trouver

sous des formes assimilables pour permettre aux plantes d'atteindre leur plein potentiel de croissance (FAO, 2005) [15]. Dans le monde, plusieurs travaux ont déjà été effectués pour montrer l'effet négatif des adventices sur les cultures ainsi que le moment critique où il faut les enlever (au Ghana: Ayeni et Oyekan 1992; au Nigeria: Iyagba *et al.*, 2012; Ogbomo *et al.*, 2013; Chukwuka *et al.*, 2014; en Tunisie: Sadak *et al.*, 2013; Tesfay *et al.*, 2015 en Ethiopie) [22, 35, 36, 43]. Certains travaux ont également été faits sur l'influence des fertilisants sur les cultures du gombo (Biron 2010, Akande *et al.*, 2010; en Inde: Sajid *et al.*, 2012; Mal *et al.*, 2013; Khandaker *et al.*, 2017) [1, 37, 27, 25]. De tous ces travaux réalisés de par le monde sur l'influence des fertilisants et du stress sur la phénologie et le rendement du gombo, ce champ reste encore à explorer. Au Cameroun, il existe très peu de données sur l'usage des engrains pour améliorer la culture et le rendement du gombo. Bien plus, il n'existe pas d'une manière générale de travaux sur l'effet du stress lié aux adventices sur les plantes cultivées. C'est dans

le but d'augmenter la connaissance sur l'impact des mauvaises herbes et les modes de fertilisation sur la phénologie et le rendement de *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench que s'inscrit le présent travail.

Matériels et Méthodes

Site d'étude

Les expérimentations se sont déroulées à Bini-Dang, dans la Région de l'Adamaoua située à 12 km du centre-ville de Ngaoundéré (figure 1). Cette région couvre environ 63701 km² et appartient à la zone écologique des Hautes Savanes Guinéennes (Djoufack-Manetsa, 2011) [13] avec une altitude de 1084 m. Le climat de la région est de type soudano-guinéen; les températures sont modérées, avec des moyennes mensuelles de l'ordre de 20 à 26°C (Yonkeu, 1993) [44]. La pluviométrie annuelle varie de 1051,0 mm à 1675,8 mm et la précipitation moyenne annuelle est de 1500mm par an (Letouzey, 1968) [26].

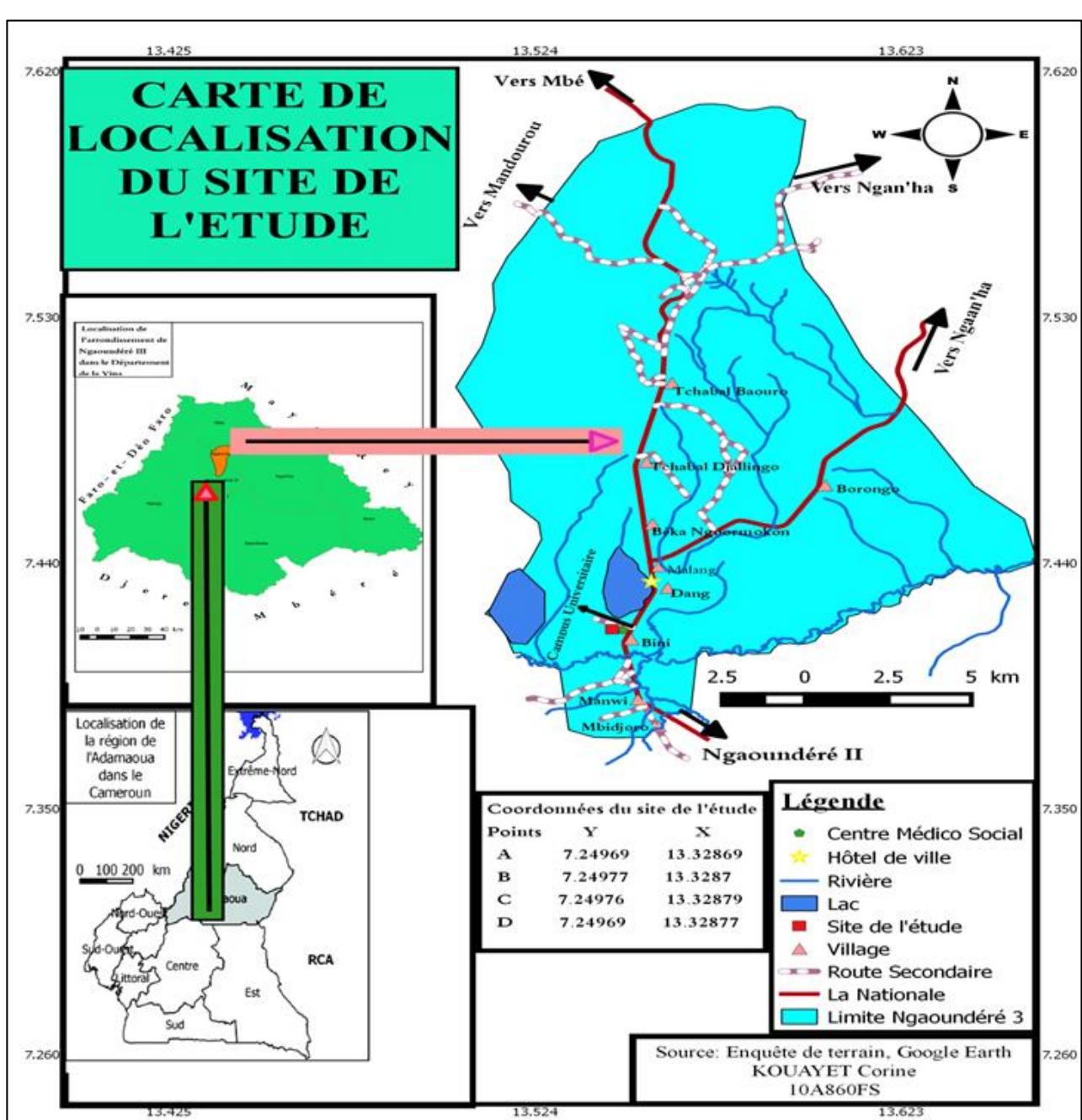


Fig 1: Carte du site d'étude

La couverture végétale est principalement constituée de savanes allant des prairies aux savanes boisées dominées par *Daniellia olivieri* et *Lophira lanceolata* ainsi que des galeries forestières (Letouzey, 1968; MINEPAT, 2002) [26]. Le milieu humain est composé de Mboum, Dii, Gbaya, Tikar, Mambila, Kaka, Babouté, Haoussa, Bororo, Péré et de Peulh (MINEF, 1994). La mise en valeur des ressources naturelles se fait principalement à travers l'agriculture, l'élevage bovin, la pêche et l'apiculture (MINEF, 1994).

Dispositif expérimental

Les travaux se sont déroulés pendant la saison de pluie en 2016 et 2017 sur une superficie de 400 m² centrée sur les coordonnées géographiques suivantes : latitude : 7°969'24''N ; longitude: 13°877'32''E ; altitude : 1092 m. Le dispositif expérimental est un bloc complètement randomisé constitué de trois traitements, chacun répété trois fois: le traitement T₀ dont les sous-parcelles n'ont reçu ni compost, ni engrais chimique et soumis au stress lié aux mauvaises herbes; le traitement T₁ dont les sous-parcelles ont reçu un apport en engrais chimique; le traitement T₂ dont les sous-parcelles ont reçu un apport en compost.

Semi et entretien des parcelles

Les graines ont été achetées chez une commerçante de la place, un tri a été effectué pour sélectionner les graines les plus fiables et bien formées. Après tri, les graines ont été trempées dans de l'eau chaude pendant 24 heures pour favoriser la germination (Hamon et Charrier, 1997) [17]. Trois graines ont été mises par poquet avec un espacement de 50 cm entre deux poquets successifs sur les lignes et 50 cm entre les lignes (Azo'o *et al.*, 2011) [6]. Le premier désherbage et le démariage ont été effectués deux semaines après le semis et un plant a été laissé par poquet. Pour chaque poquet du traitement T₂, une quantité de 100g de compost a été apportée, 10g d'urée pour les trois sous parcelle du traitement T₁. Le deuxième désherbage s'est effectué après l'épanouissement de la première fleur sur les sous parcelles des traitements T₁ et T₂. 100g de compost ont encore été apportés par poquet sur les trois sous parcelles du traitement T₂ et une cuillérée à soupe d'engrais chimique de formule N-P-K (20-10-10) apportée dans un microsillon creusé à une distance de 8 à 10 cm autour de chaque poquet sur les sous parcelles du traitement T₁.

Collectes des données

Un mois après le semis, soixante plants ont été étiquetés par traitement. Les données ont été enregistrées trois semaines

après germination jusqu'à la phase de fructification et ceci toutes les deux semaines sur les pieds étiquetés. La collecte des données a été faite en fonction des phases phénologiques.

Les paramètres de feuillaison ont porté sur le nombre, la longueur et la largeur des feuilles, le nombre de nœuds, la hauteur de la tige ainsi que le diamètre de la tige. Ces paramètres ont été enregistrés pendant quatre mois. Le nombre de feuilles et le nombre de nœuds ont été comptés. La longueur et la largeur de la feuille, la hauteur de la tige ont été mesurées à l'aide du mètre ruban.

Les paramètres de floraison ont été enregistrés tous les jours sur cinq fleurs des plants sélectionnées au hasard pour chaque traitement pendant la floraison. Il s'agissait du nombre de stigmates, du nombre et de la longueur des sépales, des pétales, du style et du pédoncule. Le nombre de stigmates et nombre de sépales ont été enregistrés par comptage alors que la longueur des sépales, des pétales, du style et du pédoncule ont été mesurées à l'aide d'un mètre ruban. Le nombre de fleurs a été déterminé par comptage direct pour chaque traitement.

Collecte des insectes

Des observations ont été faites tous les jours pendant un mois sur les fleurs des différents traitements durant la période de floraison de *A. esculentus*. Chaque sous-parcelle des traitements était parcourue plusieurs fois pendant chacune des tranches horaires. A chaque passage, les différents insectes rencontrés sur les fleurs étaient identifiés et recevaient un code.

Evaluation du rendement

Pendant la phase de fructification, 100 fruits ont été prélevés sur les plants de chaque traitement. La longueur et la largeur de chaque fruit ont été mesurées à l'aide du mètre ruban. Les rendements en fruits ont été évalués à l'état frais et sec. Le nombre de fruits par plant a été compté en champ puis récolté et amené au laboratoire pour effectuer des pesées. Pour les fruits frais, les poids ont été mesurés à l'aide d'une balance de marque SKREBBA, made in Germany. Après séchage, le nombre de loges par fruit, le nombre de graines par loge et le nombre de graines par fruit ont été comptés. Le taux de graines anormales a été évalué suivant la formule (Tchuenguem, 2005) [42] : % de graines anormales = Nombre de graines anormales/ Nombre de graines total x 100.

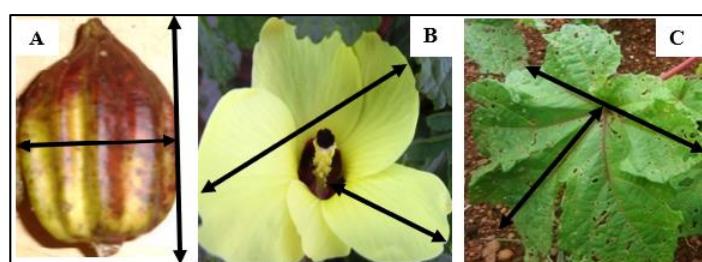


Fig 2: Mesures des paramètres morphologiques sur le fruit (A), les pétales des fleurs (B) et les feuilles (C) de *Abelmoschus esculentus*

Analyse statistique

Les données obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel Excel (2010) pour la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart - types et pourcentages) et le logiciel

STATGRAPHICS 5.0 pour la comparaison des moyennes de plus de deux échantillons (ANOVA : F).

Résultats et discussions

Caractéristiques végétatives de *Abelmoschus esculentus*

Les caractéristiques de croissance du végétal varient significativement en fonction des traitements (figure 3). Les plants à compost ont présenté un nombre élevé de feuilles ($15,45 \pm 0,35$), une surface foliaire plus importante ($10,51 \pm 0,12$), des tiges plus longues ($27,82 \pm 0,89$) avec plus de nœuds ($10,51 \pm 0,2$) et un diamètre de tige plus grand ($2,53 \pm 0,04$) que les plants du traitement à engrais ($11,86 \pm 0,31$; $9,34 \pm 0,17$; $19,40 \pm 0,69$; $1,69 \pm 0,03$; $8,77 \pm 0,15$) et ceux non entretenus ($5,95 \pm 0,16$; $5,69 \pm 0,13$; $16,26 \pm 0,67$; $1,28 \pm 0,04$; $6,61 \pm 0,14$) avec une différence hautement significative ($P < 0,01$) entre les traitements. Ces résultats sont différents de ceux de Attigah *et al.* (2013) qui ont obtenus les paramètres de croissances les plus élevés dans les traitements où il y'a eu combinaison de 175 kg NPK + 4t de compost fait à base de fientes de volaille. Les

travaux de Iyagba *et al.* (2012) au Nigéria ont montré que le gombo infesté par les adventices présente moins de feuilles, une surface foliaire réduite, ce qui corroborent aux résultats que nous avons obtenu. De même, Biron, (2010) note également la présence que chez *Glycine max*, la présence d'une grande quantité d'azote dans les fertilisants favoriserait l'augmentation du nombre de feuilles, de la surface foliaire ainsi que de la longueur et du diamètre de la tige. Imolaome (2013) [21] au Nigeria a montré que les plants de *A. esculentus* soumis à la pression des adventices pendant trois semaines ont des tiges plus longues et comparables aux plants qui n'ont pas subi de stress pendant leur croissance. Il a été noté par Konate *et al.* (2016) un effet dépressif sur la croissance verticale des plantes stressées de *A. esculentus*, une dépression plus marquée au stade végétatif qu'en période de floraison.

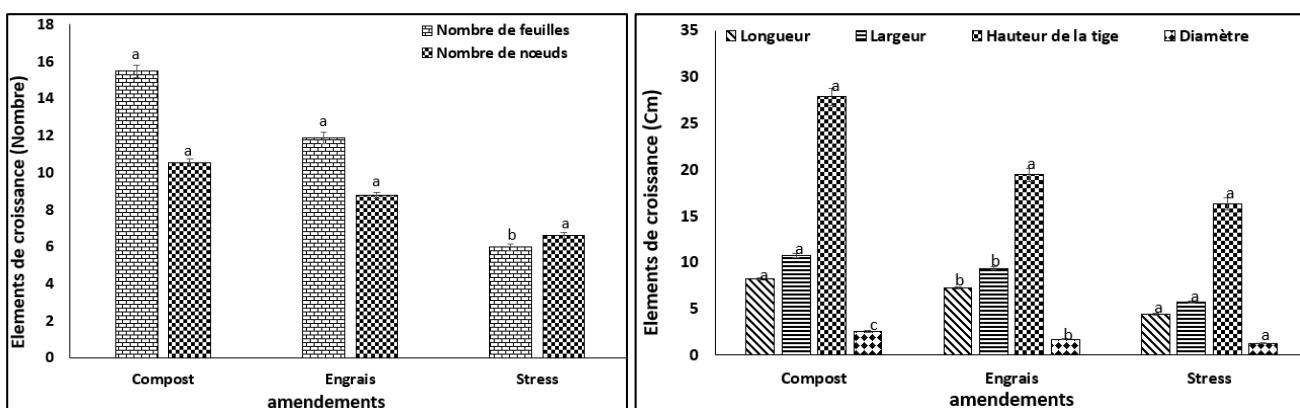


Fig 3: Caractéristiques de *Abelmoschus esculentus* pendant la phase végétative en fonction des traitements

Caractéristiques florales de *A. esculentus*

Les plants du traitement à compost ont produit plus de fleurs ($8,08 \pm 0,66$) comparés à ceux soumis à l'engrais ($6,55 \pm 0,42$) et ceux non entretenus ($6,35 \pm 0,35$). Ces résultats sont contraires à ceux de Bunani (2006) au Congo qui a obtenu moins de fleurs chez les plants de tomates qui ont reçu un apport en compost.

Les dimensions et le nombre des pièces florales : sépales, pétales, styles, stigmates et pédoncules varient en fonction des traitements et avec le temps (figure 4). Il a été noté que le compost favorise l'augmentation du nombre de stigmates ($8,1 \pm 0,06$), de sépales ($6,65 \pm 0,05$), ainsi que la longueur des pétales ($6,57 \pm 0,08$) en comparaison à ceux des plants à engrais ($8,06 \pm 0,07$; $6,50 \pm 0,05$; $6,46 \pm 0,08$) et sous stress ($7,28 \pm 0,10$; $6,22 \pm 0,08$; $5,25 \pm 0,11$) avec une différence hautement significative ($P < 0,01$). Par contre, pour le nombre de sépales, il n'y a pas de différence entre les parcelles fertilisées ; la différence est hautement significative entre les fleurs à compost et les fleurs sous stress ($P < 0,01$).

Les fleurs des plants issus du traitement à engrais ont un pédoncule plus long ($3,90 \pm 0,05$) et un diamètre de corolle plus grand ($4,82 \pm 0,06$) comparé à ceux des fleurs des plants ayant reçu un apport en compost ($3,65 \pm 0,15$; $4,72 \pm 0,06$) et ceux non entretenus ($2,54 \pm 0,04$; $3,46 \pm 0,05$) avec une différence hautement significative. Ces résultats sont contraires à ceux de Ige et Eludire (2014) [20] qui ayant travaillé sur la biologie florale de *A. esculentus* ont observé que la longueur du pédoncule varie entre 2 et 2,5 cm, le diamètre de la corolle à sensiblement 5 cm, et porte 5 sépales. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les plants ont reçu un apport en fertilisant lors de nos travaux. Bien que les fleurs des plants à engrais aient un style plus long ($2,50 \pm 0,08$) que celle des fleurs sous compost ($2,41 \pm 0,01$) et sous stress ($2,03 \pm 0,02$), il n'existe pas de différence significative entre la longueur du style des fleurs des trois traitements ($P > 0,05$). Ces résultats corroborent avec les travaux de Hamon et Charrier (1997) [17] qui affirment la longueur du style chez *A. esculentus* varie entre 3 et 5 cm de long et est entouré d'une colonne staminale qui peut porter plus d'une centaine d'anthères.

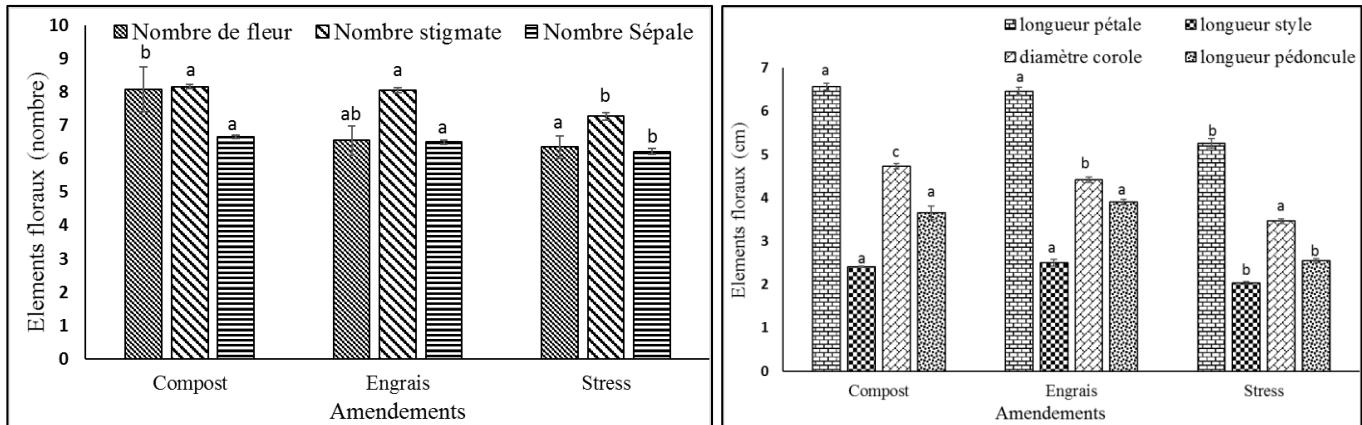


Fig 4: Caractéristiques florales de *Abelmoschus esculentus* en fonction des traitements

Phase de fructification

Durant la période de fructification, les plants ayant subis des traitements ont produit des fruits. La longueur et la circonférence de ces fruits ont cependant été influencées par les traitements. Les fruits sous stress ($7,05 \pm 1,16$; $6,24 \pm 1,08$) sont de petite taille comparés aux fruits à compost ($8,43 \pm 0,93$; $7,85 \pm 1,1$) et ceux à engrais ($8,25 \pm 1,02$; $7,63 \pm 1,17$). La circonférence des fruits issus du traitement à compost ($13,87 \pm 1,25$; $11,3 \pm 1,2$) est plus grande que ceux des fruits à engrais ($13,49 \pm 0,9$; $10,79 \pm 1,3$) et ceux sous stress ($11,68 \pm 1,44$; $9,59 \pm 1,29$). Il y'a une différence très hautement significative ($P < 0,001$).

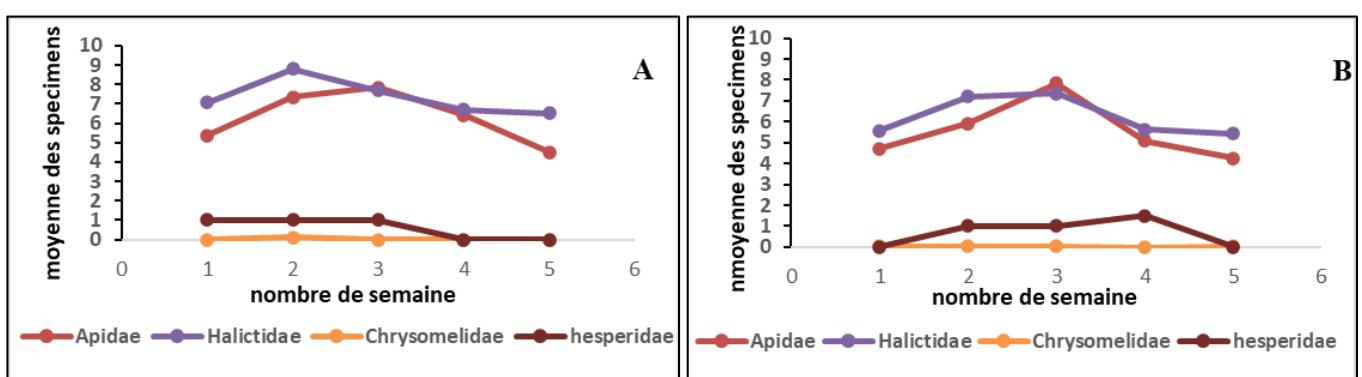
Ces résultats sont similaires à avec ceux de Tesfay *et al.* (2015)^[43] en Ethiopie qui ont constaté que les épis de maïs qui ont subi l'action des adventices ont présenté une circonférence et une longueur plus petite comparés aux épis des parcelles qui ont été désherbées. En effet, les adventices étant en compétition avec *A. esculentus* pour les éléments nutritifs et la lumière, cela entraîne la formation des fruits de petite taille ainsi que de circonference réduite. Selon les travaux de Atijegbe *et al.* (2014)^[4] les plants de gombo amendés avec le compost ont des fruits plus longs et une circonference plus grande.

Impact de l'amendement sur l'entomofaune de *Abelmoschus esculentus*

Polliniseurs

Après un mois d'observation pour chaque campagne, six familles d'insectes ont été recensées sur les fleurs de *A. esculentus*: Les Apidae, les Halictidae, les Hesperidae, les Megachillidae, les Chrysomelidae et les Meliidae. La

famille des Halictidae est plus présente sur les fleurs lors des investigations avec une moyenne allant de 5,08 pour les fleurs des plants sous stress à 7,35 pour ceux ayant reçu un apport en compost. Il existe une différence significative entre les traitements à compost et ceux sous stress ($P < 0,01$). L'occurrence de la famille des Apidae est plus élevée sur les fleurs des plants à compost (6,29) que sur celles à engrais (5,56) et celles sous stress (2,99). Il existe une différence significative entre les traitements. La famille des Chrysomelidae est la moins représentée sur les fleurs des plants ayant reçu un apport en fertilisant et elle est presque inexistant sur les fleurs soumis au stress. Ces résultats sont différents de ceux de Azo'o *et al.* (2011)^[6] effectués dans la région de l'Extrême-Nord Cameroun, où les insectes de la famille des Apidae visitaient plus les fleurs de *A. esculentus*. selon Klein *et al.*, 2000, les Apidae de l'Ordre des Hyménoptères sont les insectes les plus réputés dans la pollinisation des plantes à fleur. D'une manière générale, les fleurs des plants traités au compost et à l'engrais chimique sont plus attractives pour la famille des Halictidae et celle des Apidae (figure 3). La qualité de nutriment présent dans le sol pourrait influencer positivement l'abondance des pollinisateurs sur la plante ainsi que la qualité des ressources florales (Cardoza *et al.*, 2012)^[10]. Par contre, les travaux de (Burkle et Irwin, 2010) sur l'impact de la fertilisation à l'azote sur l'interaction plante-pollinisateur dans un écosystème naturel ont montré que l'azote n'avait aucun effet sur la diversité des insectes polliniseurs et encore moins sur le taux de visite par fleur bien que cet apport ait eu une influence positive sur le rendement.



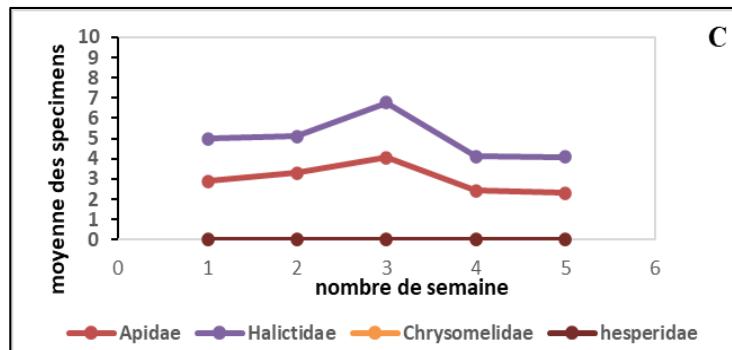


Fig 5: familles des principaux insectes floricoles de *Abelmoschus esculentus* en fonction des traitements: compost (A); engrais chimique (B); non entretenu (C).

Ravageurs

Un total de six familles d'insectes a été identifié sur les feuilles de *A. esculentus* lors de ses investigations : les Chrysomelidae, les Aleyrodidae, les Coccinellidae, les Tenebrionidae, les Pyrrocoridae et les Formicidae. La famille des Chrysomelidae est plus représentée sur les plants avec une moyenne allant de 25,45 sur les plants sous stress à 221,32 sur les plants ayant reçu un apport en compost avec une différence très hautement significative entre les traitements ($P < 0,001$). Cette famille est présente sur les plants dès le stade deux feuilles et le nombre de spécimen augmente avec le temps pour les plants ayant subi un apport en fertilisants. Ces résultats sont similaires à ceux de Etienne *et al.* (1992) au Sénégal qui considère les Chrysomelidae comme la famille la plus présente sur les espèces de la famille des Malvacées et cause plus de dégât sur le genre *A. esculentus*. Ils sont suivis par la famille des Aleyrodidae qui est beaucoup plus présente sur les plants à compost et à engrais que sur ceux sous stress, et ceci tout au long des investigations ; la différence est très hautement significative entre les traitements ($P < 0,001$). La famille des Pyrrocoridae est présente sur les plants des trois traitements, cependant le nombre moyen de spécimen vari d'un traitement à l'autre avec une abondance remarquable sur les plants du traitement sous stress (2,62) que sur les autres

traitements. Sur les plants à compost cette famille est présente dès quatre semaines et disparaît vers la fin des observations (figure 4). D'une manière générale, lors de ces travaux, la densité est plus élevée sur les feuilles des plants traités au compost comparé au stress et à l'engrais chimique. Les travaux réalisés par Mochiah *et al.*, (2011) [32] sur les choux ont montré que les plants ayant été fertilisés avec l'engrais chimique reçoivent plus d'attaques des ravageurs que ceux au compost. Des travaux effectués par Karnataka (2008) ainsi que Surekha et Rao (2001) [41] montrent que l'amendement au compost réduit significativement la population des Aphidae sur la culture du gombo. Ces résultats sont contraires à nos observations ou les parcelles fertilisées au compost étaient les plus attaquées. Selon les travaux de Baiddoo et Mochiah (2011) [7] sur le gombo, les paramètres phénologiques étaient d'une manière générale plus élevés chez les plants ayant reçu un apport en engrais chimique que ceux ayant fertilisés compost, ce qui a entraîné une attraction des ravageurs qui trouvaient une occasion favorable pour leur survie et leur reproduction. Setamou *et al.* (1995) [38] quant à eux ont démontré que les dégâts causés par les insectes ravageurs augmentent en fonction de la quantité des fertilisants (engrais chimique ou compost) utilisés.

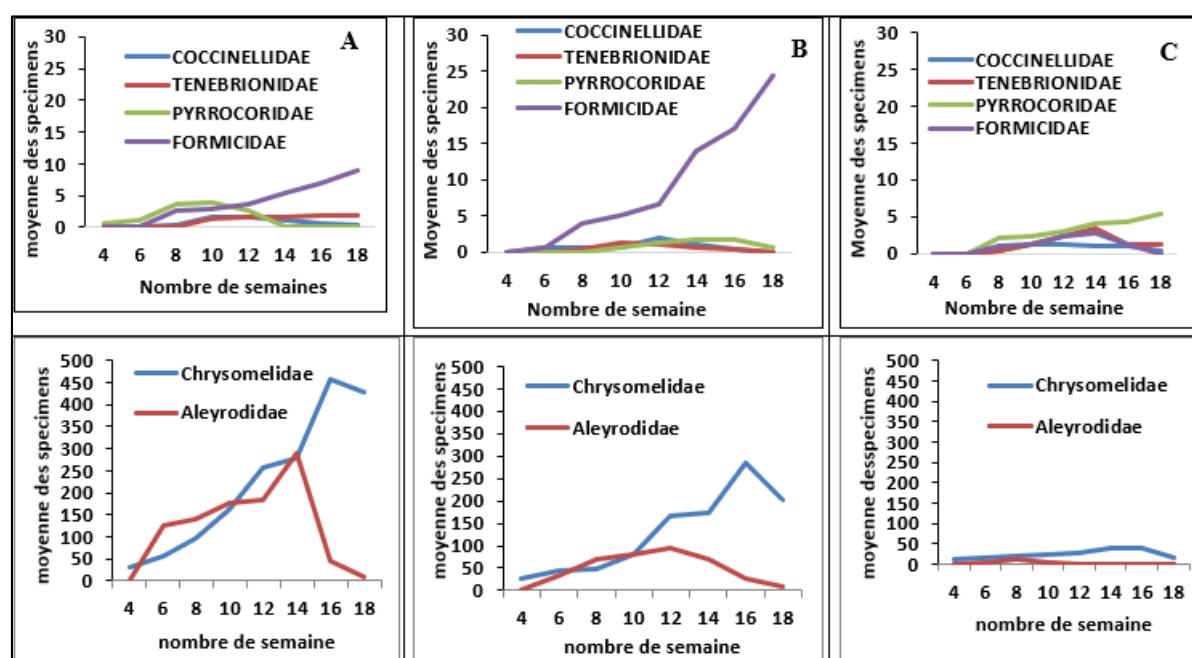


Fig 6: familles d'insectes ravageurs recensés sur les feuilles de *Abelmoschus esculentus* en fonction des traitements; A): compost; B): engrais chimique; C): stress.

Rendements en fruits et en graines

Les rendements en fruits et en graines ont été influencés dans le temps et en fonction des traitements. L'engrais à positivement amélioré le nombre de fruits par plant ($5,85 \pm 3,05$) ainsi que le nombre de loges par fruits ($8,54 \pm 1,09$) comparé à ceux du compost ($5,17 \pm 3,80 ; 8,22 \pm 1,14$) et à ceux sous stress ($2,33 \pm 1,37 ; 7,16 \pm 1,04$). Les plants ayant effectué leur croissance dans les conditions de stress ont un rendement très faible comparé aux plants qui ont reçu un apport en engrais ou en

compost. Il existe une différence très hautement significative ($P < 0,001$). Ces résultats sont contraires à ceux de Akande *et al.* (2010) ^[1] qui ont plutôt obtenu un rendement du gombo en champs plus élevé dans le traitement combiné de $60 \text{ kg N} + 2,5 \text{ Mt} \cdot \text{ha}^{-1}$ de compost au Nigéria. La densité des adventices dans un champ entraîne une compétition rude avec la plante cultivée pour la lumière, ce qui va réduire le nombre de stomates, l'habileté de la plante à faire la photosynthèse et par conséquent entraîner un faible rendement en champ (Fabro et Rhodes, 1980) ^[14].

Tableau 1: Rendements en fruits et en graines des différents traitements

	Traitements		
	Compost	Engrais	Stress
Nombre de fruits / plant	$5,17 \pm 3,8$	$5,85 \pm 3,05$	$2,33 \pm 1,37$
Poids frais (cm)	$284,62 \pm 30,20$	$259,72 \pm 23,24$	$190,55 \pm 24,76$
Nombre de loges	$8,22 \pm 1,14$	$8,54 \pm 1,09$	$7,16 \pm 1,04$
Nombre de graines / loge	$7,98 \pm 1,53$	$7,60 \pm 1,52$	$5,98 \pm 2,11$
Nombre de graines / fruit	$61,85 \pm 13,81$	$60,88 \pm 12,21$	$50,03 \pm 17,66$
% de graines normales	99,86	98,47	94,36
% de graines anormales	0,14	1,53	5,64

Le traitement à compost a produit des fruits ayant un poids supérieur ($284,62 \pm 30,20$), plus de graines ($61,85 \pm 13,81$) et un taux de graines normales supérieur (99,86%) à ceux des traitements à engrais ($259,72 \pm 23,24$; $60,88 \pm 12,21$; 98,47%) et sous stress ($190,5 \pm 24,76$; $(50,03 \pm 17,66$; 94,36%). La différence est très hautement significative ($P < 0,01$). Les adventices influencent négativement la culture de *A. esculentus* en ce sens que les fruits issus du traitement sous stress ont un poids, un nombre de loge, un nombre de graines, un taux de graines normales plus petit et un taux de

graines anormales plus élevé. Au Nigéria, Ogbomo *et al.* (2013) ^[35] ont montré que les fruits de *A. esculentus* ont un poids plus petit dans le traitement où les adventices n'ont pas été contrôlées. En Ethiopie, les travaux effectués par Tesfay *et al.* (2015) ^[43] montrent que les épis de maïs ont moins de graines lorsque la culture est abandonnée aux adventices. Ces résultats sont aussi similaires à ceux de Sadak *et al.* (2013) ^[36] qui ont montré que le gombo cultivé en présence des substrats issus du compost a un impact positif sur le rendement en fruits de *A. esculentus*.

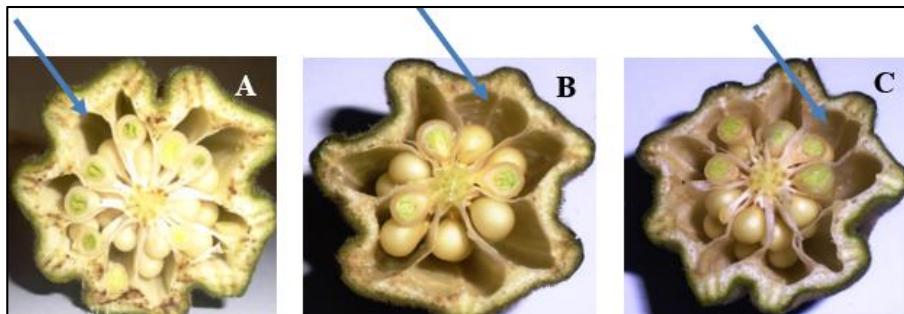


Fig 7: Coupe transversale des fruits de *Abelmoschus esculentus* illustrant le nombre de loges en fonction des traitements: A) compost; B) Engrais; C) stress.

Relation entre la croissance et le rendement

Au regard de la matrice de corrélation de Pearson, chez les plantes ayant reçu un apport en fertilisant, (Tableau 2A et 2B), des corrélations négatives et très significatives sont observées entre tous les paramètres de croissance. Cependant, chez les plantes non entretenues (Tableau 2C), il existe une corrélation positive et très significative entre le

nombre de loges et le nombre de feuilles et une corrélation négative non significative entre le nombre de feuilles et le poids frais des fruits ainsi que le nombre de fruits formés en champ.

Tableau 2: Matrice de corrélation entre les paramètres de croissance et de rendement.

Tableau 2A: Traitement à compost

Variables	Nombre de feuilles	Longueur tige	Diamètre	Nombre de noeuds	Nombre de loge	Nombre fruit formé	Poids frais
Nombre de feuilles							
Longueur tige	0,674						
Diamètre	0,378	0,520					
Nombre de noeuds	0,665	0,842	0,541				
Nombre de loge	-0,404	-0,424	-0,376	-0,559			
Nombre fruit formé	-0,310	-0,388	-0,360	-0,478	0,700		
Poids frais	-0,157	-0,135	-0,173	-0,209	0,287	0,028	

Tableau 2B: Traitement à engrais

Variables	Nombre de feuilles	Longueur tige	Diamètre	Nombre de nœuds	nombre de loge	Nombre fruit formé	poids frais
Nombre de feuilles							
Longueur tige	0,769						
Diamètre	0,277	0,348					
Nombre de nœuds	0,714	0,820	0,589				
Nombre de loge	-0,322	-0,342	-0,527	-0,534			
Nombre fruit formé	-0,245	-0,247	-0,380	-0,425	0,677		
Poids frais	-0,124	-0,111	-0,164	-0,209	0,292	0,315	

Tableau 2C: Traitement sous stress

Variables	Nombre de feuilles	Longueur tige	Diamètre	Nombre de nœuds	Nombre de loge	Nombre fruit formé	Poids frais
Nombre de feuilles							
Longueur tige	0,368						
Diamètre	0,011	0,368					
Nombre de nœuds	0,441	0,860	0,570				
nombre de loge	0,205	-0,244	-0,480	-0,299			
Nombre fruit formé	-0,002	-0,210	-0,375	-0,315	0,681		
poids frais	-0,036	-0,097	-0,226	-0,164	0,319	0,309	

Conclusion

Le travail a consisté en une étude sur l'effet des amendements sur la croissance de *Abelmoschus esculentus* dans trois conditions de cultures : fertilisation à l'engrais chimique, au compost et une absence totale d'entretien pour créer un stress. Les investigations menées pendant deux ans ont permis de montrer que, d'une manière générale, la phénologie de *A. esculentus* est améliorée par les apports en fertilisants. Quoiqu'il n'y ait pas de différence entre le diamètre de la tige et le nombre de nœuds, la tige des plants sous stress est plus longue que celle des plants traités à l'engrais ou à compost. Le compost a un effet positif sur le rendement en champs et en graine. De tous ces paramètres enregistrés, les fleurs du traitement sous stress semblent être affectées par les adventices, par contre, les apports en compost et en engrais ont un effet positif sur le développement des pièces florales. D'une manière générale, le compost favorise le développement végétatif, le développement des pièces florales et la présence des insectes polliniseurs. Cependant, favorise également la présence des insectes ravageurs qui causent des dégâts considérables sur les plantes.

Références

1. Akande OM, Oluwatoyinbo FI, Makinde EA, Adepoju AS, Adepoju IS. Response of Okra to Organic and Inorganic Fertilization. Nature and Science 2010;8(11):261-266. (ISSN: 1545-0740).
2. Arapitsas P. Identification and quantification of polyphenolic compounds from okra seeds and skins. Food Chem 2008;110:1041-1045.
3. Attigah AS, Asiedu EK, Agyarko K, Dapaah HK. Growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*) as affected by organic and inorganic fertilizers. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 2013;8(12):766-769 (ISSN 1990-6145).
4. Atijegbe SR, Nuga BO, Lale NES, Osayi RN. Effect of organic and inorganic fertilizers on okra (*Abelmoschus esculentus* L. moench) production and incidence of insect pests in the humid tropics. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). 2014. ISSN: 2319-2380, Volume 7, Issue 4 Ver. III, PP 25-30.
5. Adeyemi OR, Fabunmi TO, Adedeji VO, Adigun JA. Effects of time of weed removal and cropping system on weed control and crop performance in okra/amaranthus intercrop. American Journal of Experimental Agriculture 2014;4(12):1697-1707.
6. Azo'o EM, Tchuenguem FFN, Messi J. Influence of the foraging activity of the entomofauna on Okra (*Abelmoschus esculentus*) seed yield. International Journal of Agriculture & Biology 2011;13(5):761-765.
7. Baidoo PK, Mochiah MB. Influence of nutrients on pests and natural enemies of pests of okra. Journal of Applied Biosciences 2011;41:2765-2771. ISSN 1997-5902.
8. Bunani SMP. Evaluation du potentiel de rendement en semences chez la tomate *Lycopersicon esculentum* dans les conditions écologiques de l'Hinterland de Kinshasa 2006; Mémoire on line.
9. Burkle LA, Irwin RE. The effects of nutrient addition on floral characters and pollination in two subalpine plants, *Ipomopsis aggregata* and *Linum lewisii*, Plant Ecology 2010;203(1):83-98
10. Cardoza YJ, Harris GK, Grozinger CM. Effects of Soil Quality Enhancement on Pollinator-Plant Interactions. I D 2012, 581458, 8 pages. doi:10.1155/2012/581458
11. Charland M, Cantin S, St-Pierre MA, Laurent C. Recherche sur les avantages à utiliser le compost 2001; (vol. 27158). Quebec.
12. Chouhim KME. Interaction salinité et gibberelline sur les activités physiologique et biochimique au cours de la germination du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) 2011, 14-22.
13. Djoufack-Manetsa V. Étude multi-échelle des précipitations et du couvert végétal au Cameroun: Analyses spatiales, tendances temporelles, facteurs climatiques et anthropiques de variabilité du Normalized Difference Vegetation Index. 2011; Thèse de Doctorat d'État, Université de Yaoundé I-Université de Bourgogne, 321 p.
14. Fabro LE, Rhodes RC. On farm trails on weed control in legumes. Weed science report. 1980; 1979-80. Department of Agronomy University of Philippines, Loss Baros. College, Lagara pp. 62-66FAOSTAT 2004. <http://faostat.Fao.Org/>, consulté le 12/02/2009.
15. FAO. Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols. Nyamey 2005
16. Gnago JA, Danho M, Agneroh TA, Fofana IK, Kohou AG. Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*)

- et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (Brassicaceae) en Côte d'Ivoire. International Formulae Group 2010; All Right Reserved. 4: 953-965.
17. Hamon S, Charrier A. Les gombo. In: Charrier A, Jacquot M., Hamon S. & Nicolas D. (editors). L'amélioration des plantes tropicales. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) & Institut française de recherche scientifique pour le développement de la coopération (ORSTOM), Montpellier, France 1997, 313-333.
18. Hannachi A, Fenni M. Etude floristique et écologique des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna (Algérie). Revue Agriculture 2013;05:24-36.
19. Hasanuzzaman M. Crop-Weed Competition 2015, 1-6.
20. Ige OE, Eludire MO. Floral Biology and Pollination Ecology of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). American International Journal of Biology. ISSN: 2334-2323; 2014;2(2):01-09.
21. Imoloame EO. Critical period of weed interference in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) in a humid forest and Rainforest-Savanna transition zones of Eastern and Western Nigeria: A Review. International Journal of Agricultural Sciences. ISSN: 2167-0447 2013;3(8):610-614.
22. Iyagba AG, Onuegbu BA, Ibe AE. Growth and Yield Response of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) Varieties to Weed Interference in South-Eastern Nigeria. Global Journal of Science Frontier Research 2012;12:7.
23. Jones HG, Flowers TJ, Jones MB. Plants under stress. Cambridge University Press 1989.
24. Karnataka. Effect of organic manures and inorganic fertilizers on insect pests infesting okra. Journal of Agricultural Sciences 2008;21(2):287-289.
25. Khandaker MM, Jusoh NH, Ismail SZ. The effect of different types of organic fertilizers on growth and yield of *Abelmoschus esculentus* L. Moench (okra). Journal of Agricultural Sciences 2017;23(1):119-125
26. Letouzey R. Etude phytogéographique du Cameroun. Paris, Ed. Paul Lechevalier. Ed Paris 1968, 511 p.
27. Mal B, Mahapatra, Mohanty PS, Mishra HN. Growth and yield parameters of okra (*Abelmoschus esculentus*) influenced by Diazotrophs and chemical fertilizers Journal of Crop and Weed 2013;9(2):109-112.
28. Marius C, Gerard V, Antoine G. Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, une source possible de phospholipides. Agronomie et Biotechnologies, Oléagineux, corps gras, lipides 1997;4(5):389-392.
29. Marque C, Galaud JP, Mazars C. Les plantes: un fabuleux potentiel d'adaptation 2002.
30. Mick AB, lukangila AM, Augustin EO, Meschac IT, Maki IM, Karine KK, et al. Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R. D. Congo [Inventory of weeds associated with common bean c. International Journal of Innovation and Applied Studies 2015;10(2):678-686.
31. Minader/Desa. Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagne 2009 & 2010. AGRI-STAT 2012;(16):98.
32. Mochiah MB, Baidoo PK, Owusu-Akyaw M. Nutrient applications on insect populations and damage to cabbage. Journal of Applied Biosciences 2011;38:2564-257. ISSN 1997-5902.
33. N'guettia CA, Ouali-N'goran M, Fatogoman S, Kone D. Distribution of insects according to the phenological Stages of okra (*Abelmoschus esculentus*) and phytosanitary Practices in anna (bingerville, côte d'ivoire) 2017.
34. Oerke EC, Dehne HW. Safe guarding production-losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection* 2004;23:275-285.
doi:10.1016/j.cropro.2003.10.001.
35. Ogbomo KE, Osaigbovo AU, Ewansiha SU. Responses of okra (*Abelmoschus esculentus*) to various periods of weed interference in a humid tropical environment. Int'l Journal Of Agric. and Rural Dev 2013.
36. Sadak V, Elouaer MK, Dhahri M. Production et croissance des plants de Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) sur substrats de culture issus d'un mélange de Tourbe et de Compost dans une pépinière maraîchère hors sol en Tunisie. Revues, Nature et Technologie 2013;N°9(B):27-34.
37. Sajid M, Khan MA, Rab A, Shah SNM, Arif M, Jan I, et al. Impact of nitrogen and phosphorus on seed yield and yield components of okra cultivars. The Journal of Animal & Plant Sciences 2012;22(3):704-707. ISSN: 1018-7081.
38. Setamou MSF, Bosque-Perez NA, Odjo AT. The effect of stem and Sesamia calamistis Hampson (Lepidoptera: cob borers on maize subjected to different Nitrogen and Silica, with special reference to Noctuidae). Entomologia et Applicata 1995;77:205-210.
39. Siddartha D, Kotikal YK, Venkateshalu, Sanjiv D. Seasonal incidence of sucking pests on okra. Global journal of bio-science and biotechnology 2017;6(2):245-250.
40. Siemonsma JS, Hamon S. *Abelmoschus caillei* (A.Chev.) Stevles [Internet] Record from Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. < <http://database.prota.org/search.htm>> 2004.
41. Surekha J, Rao PA. Management of Aphids on bhendi with organic sources of NPK and certain insecticides. Andhra Agric. J 2001;48:56-60.
42. Tchuenguem FFN. Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun); *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 2005, 103 p
43. Tesfay A, Amin M, Mulugeta N, Frehiwot S. Effet of weeds control methods on weeds density and maize (*Zea mays*) yield in West Shena Orimia Ethiopia. African Journal of Plant Science 2015;9(1):8-12.
44. Yonkeu S. Thèse de doctorat, Sciences Biologiques, Université de Rennes 1. (Rennes, France) 1993.