

Effets des fientes de poulets sur la production des cultivars locaux d'aubergines (*Solanum* spp) sur le sable tertiaire de Brazzaville (Congo)

[Effects of chicken droppings on the production of local eggplant cultivars (*Solanum* spp) on the tertiary sand of Brazzaville (Congo)]

Mpika Joseph, Mbon Nguékou Chrichina, Ngondo Blaise Pascal, Mboussy Tsoungould Feldane Gladrich, Mboutol-Mandavo Laurine
Valérie, Silou Loukombo Aurore Vochestely, and Attibayéba

Laboratoire de Biotechnologie et Production végétales, Faculté des Sciences et Technique, Université MARIEN NGOUABI, Brazzaville,
Republic of the Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Eggplant is a vegetable fruit plant mostly consumed in Congolese daily menus. The low yield observed is due to the low content in mineral element in the soil. The chemical fertilizers used by producers are expensive and harmful to the environment. This study aims to improve the productivity of local eggplant cultivars by supplying chicken manure. Plantlet from *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* and *Solanum macrocarpon* are fertilized with 100, 200 and 300g of chicken manure, thus constituting the doses D1, D2 and D3. These treatments are compared to unfertilized one (D0). The experimental design was randomized complete block in three replicates. A block has 45 subplots and 4 plants per subplots were observed in relation to the plant height, neck diameter, the number of leaves per plant and the number of branches. They also relate to the number of fruits per plant, the fruit length and diameter, the average fruit weight. The addition of 200g of chicken manure per pocket significantly improves the vegetative growth of 4 local eggplant cultivars. At this dose, it is noted an early emission of flowers and buds, a high number of blooming flowers and 1176 fruits/plants. The C3 cultivar, *S. eathropicum gilo-anguivi*, is more productive than three others. The dose of 300g per pocket was harmful to vegetative growth, it causes flower drop and reduced yield. Chicken manures are an asset to increase eggplant productivity in the tertiary sand of Brazzaville.

KEYWORDS: eggplant, organic manures, fertilization, plant growth, yield.

RESUME: L'aubergine est un légume-fruit prisée par les congolais car entrant dans leurs menus quotidiens. Le faible rendement constaté est dû à la pauvreté du sol en éléments minéraux. Les engrais chimiques utilisés sont onéreux pour les producteurs et néfastes sur l'environnement. Cette étude vise à améliorer la productivité de cultivars locaux d'aubergine par l'apport des fientes de poulets. Les plants issus de la pépinière de *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* et *Solanum macrocarpon* sont fertilisés par les fientes de poulets. Par l'emplacement d'un plant, la quantité de 100, 200 et 300 g est amendée au fond, constituant ainsi les doses D1, D2 et D3. Ces traitements sont comparés aux plants non fertilisés (D0) dans un dispositif de trois blocs aléatoires complets (BAC). Un bloc dispose 45 parcelles élémentaires. Les observations de 4 plants par parcelle portent sur la hauteur de la tige, le diamètre au collet, le nombre des feuilles et le nombre de rameaux. Elles portent aussi sur le nombre, le diamètre, la longueur et le poids moyen des fruits. L'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet améliore la croissance végétative de 4 cultivars locaux d'aubergine. A cette dose, il est noté une précocité d'émission de boutons floraux, un nombre élevé de fleurs épanouies et 1176 fruits/pieds. Le cultivar C3, *S. eathropicum gilo-anguivi*, est plus productif. La dose de 300 g par poquet s'est relevée néfaste sur la croissance végétative, les coulures des fleurs et réduit le rendement. Les fientes de poulets sont un atout pour accroître la productivité d'aubergine dans le sol tertiaire de Brazzaville.

MOTS-CLEFS: aubergines, fumure organique, fertilisation, croissance végétale, rendement.

1 INTRODUCTION

Le plant d'aubergine (*Solanum* sp) est cultivé pour ses feuilles et ses fruits. Ces organes procurent aux consommateurs des nutriments dont les carotènes, les diverses vitamines (B et C), l'acide folique, les sels minéraux et les protéines [1]. Les feuilles ou les fruits d'aubergine sont un ingrédient essentiel dans la composition des menus congolais. Cette denrée produite en vivrier et maraîchage ne couvre pas les besoins de la population. Cela se traduit par son coût élevé sur les marchés de Brazzaville. Cette situation est due d'une part à un faible rendement largement tributaire des saisons. D'autre part, la non maîtrise par les producteurs de l'itinéraire technique et la forte pression anthropique sur les sols. Ces dernières décennies, il est noté le phénomène de dégradation des sols agricoles devenant un problème mondial significatif [2], [3]. Les zones périurbaines de Brazzaville où sont réalisées le maraîchage ne sont pas épargnées. La dégradation des sols est causée en partie par les mauvaises pratiques agricoles, ce qui conduit au déclin de leur fertilité et entraînant nombre d'impacts environnementaux négatifs [4]. En effet, le sol dégradé est caractérisé par une perte importante en éléments nutritifs et une baisse de la disponibilité en eau pour la plante [5]. Pour juguler la perte des éléments minéraux, l'apport des engrais simples ou composés est préconisé par les maraîchers de la ville de Brazzaville. Mais, le coût élevé des engrais chimiques grève le budget des producteurs. Ces engrais bien qu'efficaces pour accroître le rendement, leur usage abusif pollue les eaux de surface, l'environnement et constitue un danger, par les résidus, pour les consommateurs. Les applications de la matière organique sont une alternative durable à l'emploi des engrais de synthèse pour un plus grand équilibre du sol. Ces matières permettent la récupération des éléments nutritifs perdus tels que l'azote et le phosphore [6] pour améliorer les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du sol [7]. L'utilisation des matières organiques, de faible valeur commerciale, contribue à une agriculture durable respectueuse de la santé humaine et de l'environnement [8]. En prenant en compte le coût élevé des engrais chimiques de synthèse et leur rôle néfaste dans l'écologie des sols, l'utilisation de la fiente de poulets représente un potentiel énorme de gestion de la fertilité des sols et d'amélioration de la croissance et des rendements des cultures [9]. L'apport des fientes de poulet satisfait les exigences socioéconomiques des consommateurs en qualité nutritionnelle, de la disponibilité de fruits ou feuilles d'aubergine sur le marché et préserver le sol.

Le but de l'étude est d'améliorer la productivité de cultivars locaux d'aubergine par l'apport des fientes de poulets.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué des graines de *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* et *Solanum macrocarpon*. Ces graines sont extraites des fruits d'aubergine africaine achetés sur les marchés des arrondissements N°1 Makélékélé et N°4 Ouenzé de Brazzaville. Dans cette étude, les plants issus des graines de *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* et *Solanum macrocarpon* sont nommés respectivement « cultivar C1 », « cultivar C2 », « cultivar C3 » et « cultivar C4 ».

2.2 FERTILISANTS UTILISÉS

Le fertilisant organique utilisé au cours de cette étude est la fiente de poulets. Il est obtenu de la ferme d'élevage des poulets de l'Institut de Recherche Agronomique (IRA) de Brazzaville.

2.3 PRÉPARATION DU TERRAIN, FERTILISATION ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Cette expérimentation est réalisée à Brazzaville, dans le jardin d'essai de la présidence de l'université MARIEN NGOUABI, située dans l'arrondissement N°1 Makélékélé. Brazzaville est située entre 4°10 et 4°20 de latitude Sud, 15°10 et 15°20 de longitude Est. Elle s'étend pour un tiers (1/3) sur un plateau situé à 20 m plus haut profondément entaillé par des ravins et dominant le fleuve Congo par une corniche [10]. Le climat de la ville de Brazzaville est de type bas-congolais, comprenant deux saisons: une saison des pluies d'octobre à mai, avec un ralentissement des pluies de janvier à février, et une saison sèche de juin à septembre [11]. Ce climat englobe les températures, les précipitations, l'évaporation, l'insolation, les vents et une humidité caractéristique. Les températures moyennes sont comprises entre 21 °C et 27 °C. L'amplitude thermique annuelle est faible et oscille entre 5 °C et 6 °C. Les mois de mars et avril sont les plus chauds, ceux de juillet et août sont les plus frais [12]. La pluviométrie moyenne de la ville de Brazzaville, varie entre 1200 à 1500 mm. Les mois les plus arrosés sont généralement ceux d'octobre, de novembre et d'avril alors qu'on note une absence de pluies du mois de juin au mois d'août [10].

Sur ce site, un terrain de 710 mètres carrés est utile pour l'expérimentation. Avant la transplantation de chaque cultivar, il est mis en place une pépinière sur la planche de 3 m x 1 m après le défrichage, le labour et l'ameublissement en surface du sol. Avant le semis des graines extraites des fruits séchés à la température du laboratoire, la planche est désinfectée à l'aide d'eau bouillante à 100 °C à raison

de 10 l/m². Le semis des graines est effectué à la volé. La planche est paillée. Une combrière est érigée à 80 cm du sol après 7 jours de semis et est enlevée après trois semaines. La pépinière est régulièrement arrosée jusqu'à 60 jours après la Transplantation (JAT).

Le fertilisant organique utilisé au cours de cette étude est la fiente de poulets. Il est obtenu de la ferme d'élevage des poules de l'Institut de Recherche Agronomique (IRA) de Brazzaville. L'apport des fientes de poulets est réalisé à 10 cm de profondeur après le piquetage et la trouaison selon le dispositif expérimental. Quatre quantités des fientes de poulets constituant les doses sont apportées par emplacement du plant d'aubergine. Par l'emplacement du plant d'aubergine, la quantité des fientes de poulets de 100, 200 et 300 g est amendée au fond, constituant ainsi les doses D1, D2 et D3. Ces traitements sont comparés aux plants d'aubergine non fertilisés composant la dose D0.

Les plants âgés de 60 jours sont transplantés en quinconce sur l'emplacement préalablement fertilisé par les fientes de poulets. La transplantation est faite à l'écartement de 80 cm entre ligne et 60 cm entre les plants. L'entretien de la parcelle est effectué par une combinaison de trois sarclages et de quatre binages. Le dispositif expérimental est composé de trois blocs aléatoires complets (BAC). Un bloc dispose 45 parcelles élémentaires. La parcelle élémentaire contient 10 plants. Cette parcelle est de 6,4 m² soit 3,20 m de long et 2 m de large. L'expérimentation est effectuée en deux séries (les périodes).

2.4 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES

Dans une parcelle élémentaire, les observations hebdomadaires sont effectuées sur 4 plants d'aubergines. Elles portent sur la mesure de la hauteur des plants l'aide d'un mètre ruban depuis le collet jusqu'au bourgeon apical. Le diamètre au collet est mesuré à 2 cm au-dessus du sol à l'aide d'un pied à coulisse. Il est dénombré par plant le nombre de feuilles et le nombre de rameaux. Pour les variables de rendement, les mensurations portent sur le nombre, le diamètre, la longueur et le poids moyen des fruits. La longueur des fruits est déterminée à l'aide d'un mètre ruban et leur diamètre à l'aide d'un pied à coulisse. Le poids moyen du fruit a été calculé en divisant le poids total des fruits par le nombre de fruits récoltés dans la parcelle élémentaire. Le rendement est calculé en considérant le poids total des fruits récoltés par dose, suivi de l'extrapolation à l'hectare.

Les données collectées sont analysées à l'aide du logiciel SPSS version 22.0. L'analyse de variance (ANOVA) à un et deux facteurs sont faites afin de tester la significativité des différences observées entre les moyennes des traitements au niveau de chaque cultivar d'aubergine. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Le logiciel Excel a servi à l'établissement des courbes.

3 RÉSULTATS

3.1 HAUTEUR DE LA TIGE DES PLANTS

La hauteur de la tige varie selon les cultivars, qu'ils soient fertilisés ou non (figure 1). Chez les plants non fertilisés, la tige a une hauteur inférieure à 38,50 cm pour tous les cultivars. Celle des plants des cultivars C1 et C2 est, de 38,40 cm au 50^e JAT (Figure 1a). Cette hauteur est plus faible comparée à 78,51 cm et 73,84 cm observée sur les plants de cultivars C2 et C1 après de l'apport de 100 g fientes de poulets par poquet. Pour ces cultivars, les hauteurs de tige de 21,23 cm et 23,42 cm sont observées au 20 JAT. Au-delà du 20^e JAT, les hauteurs de tige augmentent chez tous les cultivars (Figure 1b). Avec 200 g des fientes de poulets par poquet, les hauteurs de 106,54 cm; 96,77 cm et 82,19 cm sont notés chez les plants des cultivars d'aubergines C2, C1 et C3 au terme des observations. Ces hauteurs sont plus élevées que celle du cultivar C4 qui est de 48,67 cm (Figure 1c). Chez les plants fertilisés avec 300 g des fientes de poulets par poquet, les hauteurs des tiges sont de 99,02 cm; 94,51 cm; 80,14 et 45,75 cm pour les plants des cultivars C2, C1, C3 et C4. Avec cette dose, ces hauteurs sont relativement faibles comparées à celles observées chez les plants fertilisés avec 200 g des fientes de poulet (figure 1d).

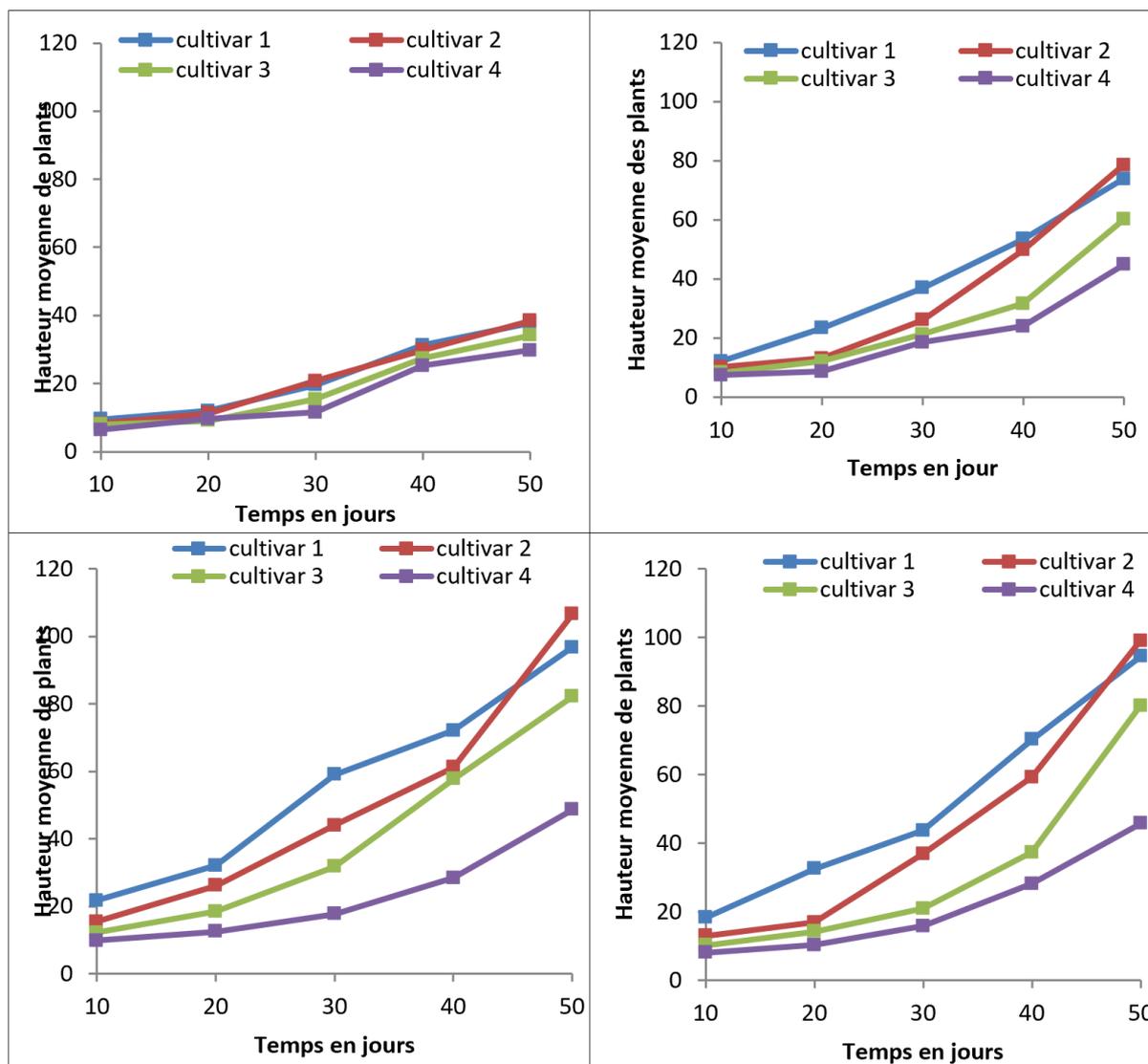


Fig. 1. Hauteur de la tige des plants des cultivars d'aubergines après l'apport des fientes de poulets par poquet. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g; d) 300 g. C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

L'analyse statistique a montré un effet « dose des fientes de poulets » significatifs sur la hauteur de tige des cultivars testés. La hauteur des plants obtenues sur les parcelles fertilisées sont supérieures ($P > 0,05$) par rapport à celles des plantes des parcelles non fertilisées. L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en 7 groupes homogènes (a, ab, abc, abcd, cd, de et e). L'effet plus marqué est observé sur les plants du cultivar C1 fertilisé avec 200 et 300 g des fientes de poulets (groupe e) (tableau 1).

Tableau 1. Classification de la hauteur de tige des plants de quatre cultivars après l'apport de fiente de poules

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Hauteur (cm)	C1D0	21,81a	11,501
	C1D1	42,70de	05,583
	C1D2	57,14e	04,330
	C1D3	54,45e	04,378
	C2D0	20,61abc	16,335
	C2D1	35,28abcd	06,495
	C2D2	42,99de	05,102
	C2D3	36,67bcd	06,384
	C3D0	19,54ab	15,160
	C3D1	26,31abcd	09,060
	C3D2	30,09abcd	08,222
	C3D3	38,75cd	06,167
	C4D0	17,86a	18,477
	C4D1	19,57ab	11,708
	C4D2	21,28abc	11,626
	C4D3	23,17abc	09,888

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g; D2 = 200 g de fientes de poulets. D3= 300 g de fientes de poulets. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.2 DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS

La figure 2 illustre le diamètre au collet des plants de quatre cultivars d'aubergine fertilisés ou non avec les fientes de poulets par poquet. Elle révèle un faible diamètre au collet des plants d'aubergine non fertilisés (Figure a). Au 10^e JAT, il est noté un diamètre au collet inférieur à 3,50 mm. Ce diamètre est inférieur à 5 mm au 30^e pour atteindre 10 mm au 50^e JAT. Ce rythme d'évolution du diamètre au collet est identique à celui des plants fertilisés. Avec 100 g des fientes de poulets, il est enregistré le diamètre au collet de 15,5 mm, 13,4 mm, 12,45 mm et 11,45 mm sur les plants d'aubergines des cultivars C1, C2, C3 et C4 (Figure 2b). Il est observé une évolution du même ordre de grandeur de diamètre au collet de plants d'aubergines de cultivars testés après l'apport de 200 et 300 g des fientes de poulets. Le diamètre au collet de de 15,77 mm et 15,75 mm est mesuré sur les plants d'aubergines du cultivar C1 fertilisés avec 200 et 300 g des fientes de poulets par poquet (Figure 2c et d).

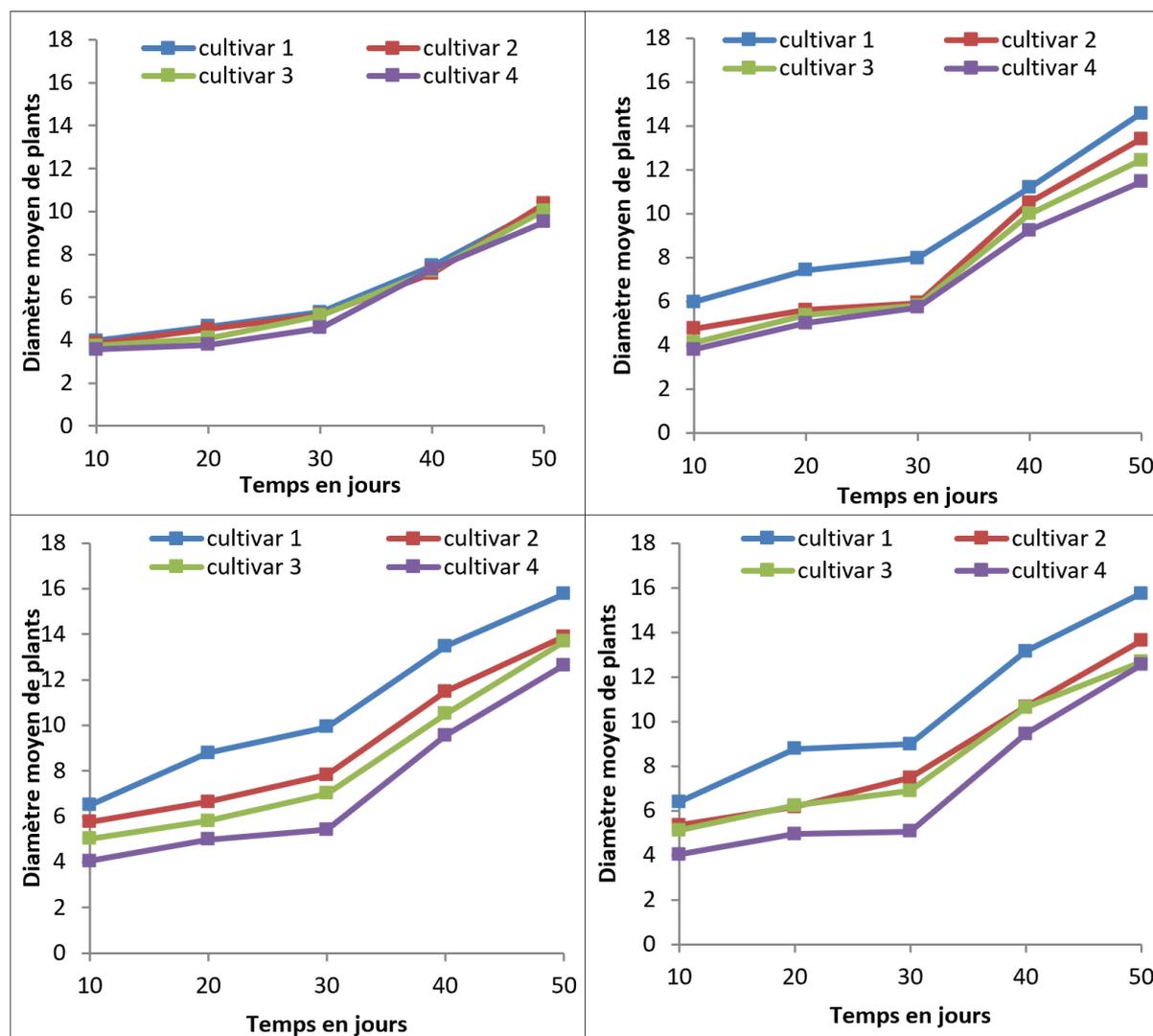


Fig. 2. Diamètre au collet des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g, d) 300 g, C1=cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

L'analyse de variance n'a montré une différence significative entre les diamètres au collet des plants de cultivars d'aubergine fertilisés par rapport aux témoins au seuil de 5%. Le diamètre au collet le plus important est notée chez les plants du cultivar C1 fertilisé avec 200 g et 300g des fientes de poulets par poquet (Tableau 2). Cette analyse de variance a permis de distinguer 4 groupes homogènes. Le groupe1 est représenté par le cultivar 4 associé à la dose zéro (sans fertilisation) avec 6,15 cm et le groupe 2 est représenté par le cultivar 4 associé à la dose de 200 g avec 7,54 cm. Le groupe 3 quant à lui est représenté par le cultivar 1 à la dose de 100 g avec 9,56 cm et le groupe 4 est représenté par le cultivar 1 associé à la dose de 200 g avec 11,21 cm.

Tableau 2. Classification du diamètre au collet de tige de plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Diamètre au collet (mm)	C1D0	06,50a	12,04
	C1D1	09,56abc	02,84
	C1D2	11,21cd	02,52
	C1D3	11,06cd	02,46
	C2D0	06,43ab	12,17
	C2D1	08,21bcd	03,18
	C2D2	09,19cd	02,72
	C2D3	08,64cd	03,09
	C3D0	06,32ab	12,39
	C3D1	07,53abcd	03,61
	C3D2	07,68abcd	03,67
	C3D3	08,83cd	03,08
	C4D0	06,15a	12,73
	C4D1	07,32abc	03,56
	C4D2	07,48abc	03,77
	C4D3	07,54abc	03,46

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g des fientes de poulets; D2 = 200 g de fientes de poulets. D3= 300 g de fientes de poulets. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.3 NOMBRE DES FEUILLES DES PLANTS

Le nombre de feuilles sur les plants d'aubergines non fertilisés est inférieur à 7 pour tous les cultivars après la transplantation (Figure 3a). Au 30^e JAT, ce nombre est de 20 feuilles par plant pour le cultivar C3. Il est inférieur à 42 feuilles par plant (Figure 3a). Pour les tous cultivars, la fertilisation par les fientes de poulets accroît le nombre de feuilles par plant à 30 jours après la transplantation. Avec l'apport de 100 g par poquet, il est dénombré 90 et 86 feuilles par plant sur les cultivars C3 et C2 au 50^e JAT. A la même période, il est noté 72 feuilles par plant chez les cultivars C1 et C4 (Figure 3b). Ce nombre est inférieur à 86 feuilles par plant dénombré sur les plants fertilisés avec 200 g des fientes de poulets par poquet (Figure 3c). Avec cette dose, les plants des cultivars C2 et C3 atteignent 102 et 95 feuilles. A la dose de 300 g des fientes de poulets par poquet, il est observé une coulure des feuilles chez tous les cultivars d'aubergines (figure 3d). Au 50^e JAT, il est dénombré 88 feuilles par plant chez le cultivar C3. Ce nombre est supérieur à celui du cultivar C2 qui est de 77 feuilles par plant. Il est enregistré 80 et 74 feuilles par plant chez les cultivars C1 et C4 (figure 3d).

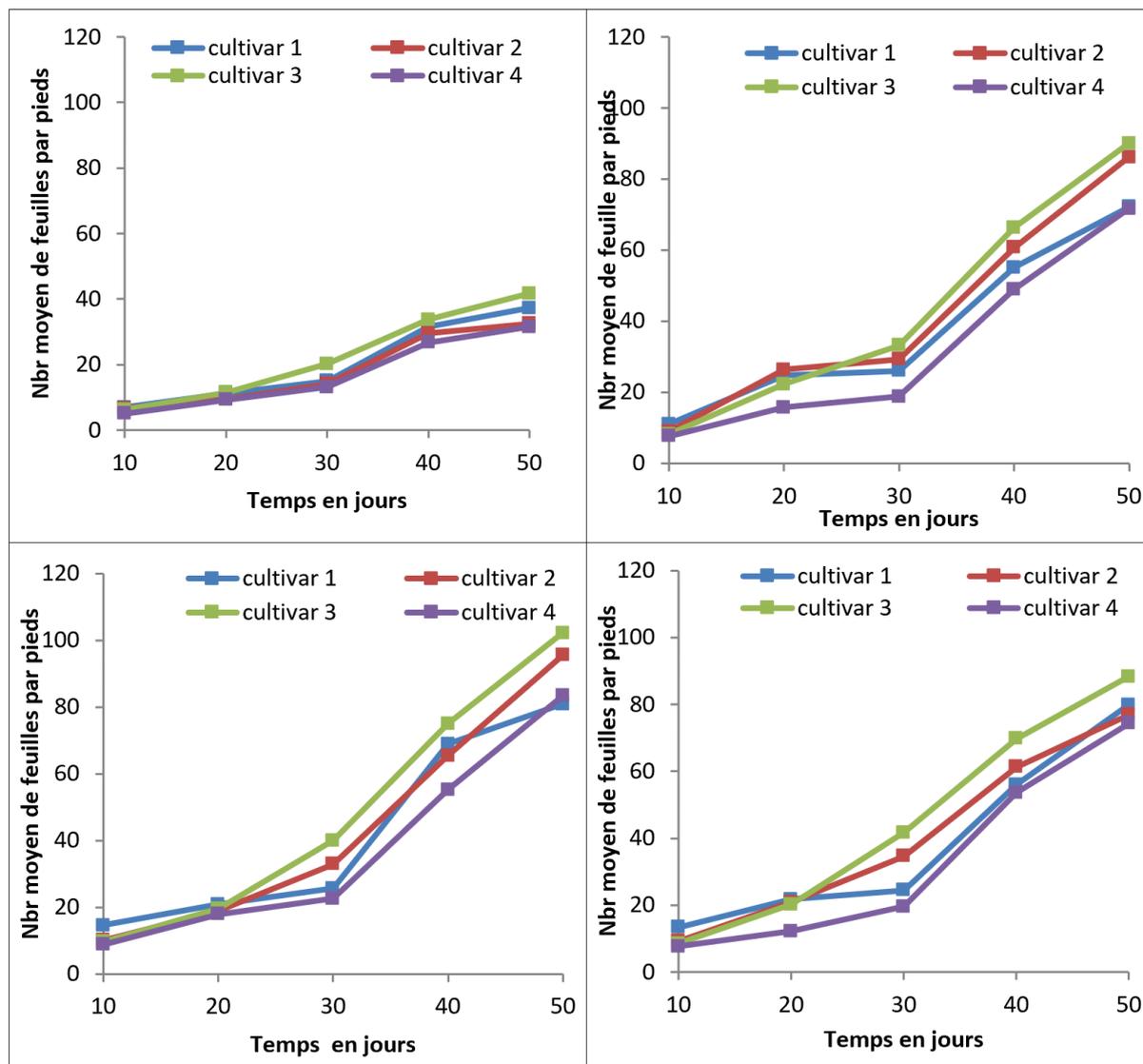


Fig. 3. Nombre de feuille des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g d) 300 g C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les analyses statistiques révèlent un effet « apport des fientes de poulets » significatif sur le dégagement foliaire des plants. Pour les plants de cultivars d'aubergine traités ou non, le nombre des feuilles varie de 23 à 50 feuilles (Tableau 3). L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en 6 groupes homogènes (a, ab, bcd, cd et d) avec la probabilité qui est supérieure au seuil de 5% ($P > 0,05$). L'effet plus marqué sur le dégagement foliaire est observé avec l'apport de 100, 200 et 300 g des fientes de poulets sur le cultivar C3 (groupe d). Dans ce groupe, les nombres de 47, 40 et 35 feuilles dénombrés, sont significativement supérieurs à 22, 20 et 19 feuilles observés avec les traitements C1D0, C2D0 et C4D0 (groupe a).

Tableau 3. Classification du nombre de feuilles émises par plant des cultivars d'aubergines après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre de feuille	C1D0	21,95a	31,48
	C1D1	38,48bcd	06,23
	C1D2	36,95cd	06,73
	C1D3	40,84cd	05,87
	C2D0	19,95a	34,63
	C2D1	47,43ab	04,86
	C2D2	38,15cd	05,78
	C2D3	41,06bcd	05,73
	C3D0	23,30abc	29,65
	C3D1	47,00d	05,10
	C3D2	34,83d	07,14
	C3D3	39,73d	06,05
	C4D0	18,60a	37,14
	C4D1	35,80bcd	06,43
	C4D2	37,86bcd	06,57
	C4D3	38,96bcd	05,91

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.4 EMISSION DES RAMEAUX DES PLANTS D'AUBERGINE

L'émission des rameaux est faible du 10^e au 30^e JAT sur les plants de tous les cultivars sans apport des fientes de poulets. Avec ces cultivars, pas plus d'une ramification est notée au 30^e JAT (Figure 4a). Au 50^e JAT, on note 7 et 4 rameaux sur les cultivars C3 et C2. Avec l'apport des fientes de poulets, on note une réduction du délai d'émission de rameaux chez les plants des quatre cultivars d'aubergines. Avec l'apport 100 et 200 g des fientes de poulets, il est dénombré 4 rameaux sur les plants des cultivars C3 et C1 (figure 4b et c) à 20 jours après la transplantation. Après le 30^e JAT, ce nombre atteint 7 et 8 rameaux sur les plants du cultivar C3. Ils atteignent 17 et 18 rameaux avec l'apport de 100 et 200 g des fientes de poulets par poquet au 50^e JAT. Avec les cultivars C1, C2 et C4, il noté 16, 15 et 14 rameaux par plant après l'apport de 100 g des fientes de poulets (figure 4b). Avec l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet, ce nombre de rameaux sur les plants varie dans les mêmes proportions (figure 4c). Il est enregistré 17, 15, 14 et 13 rameaux par plants sur les cultivars C3, C2, C1 et C3 fertilisés avec 300 g des fientes de poulets par poquet (figure 4d).

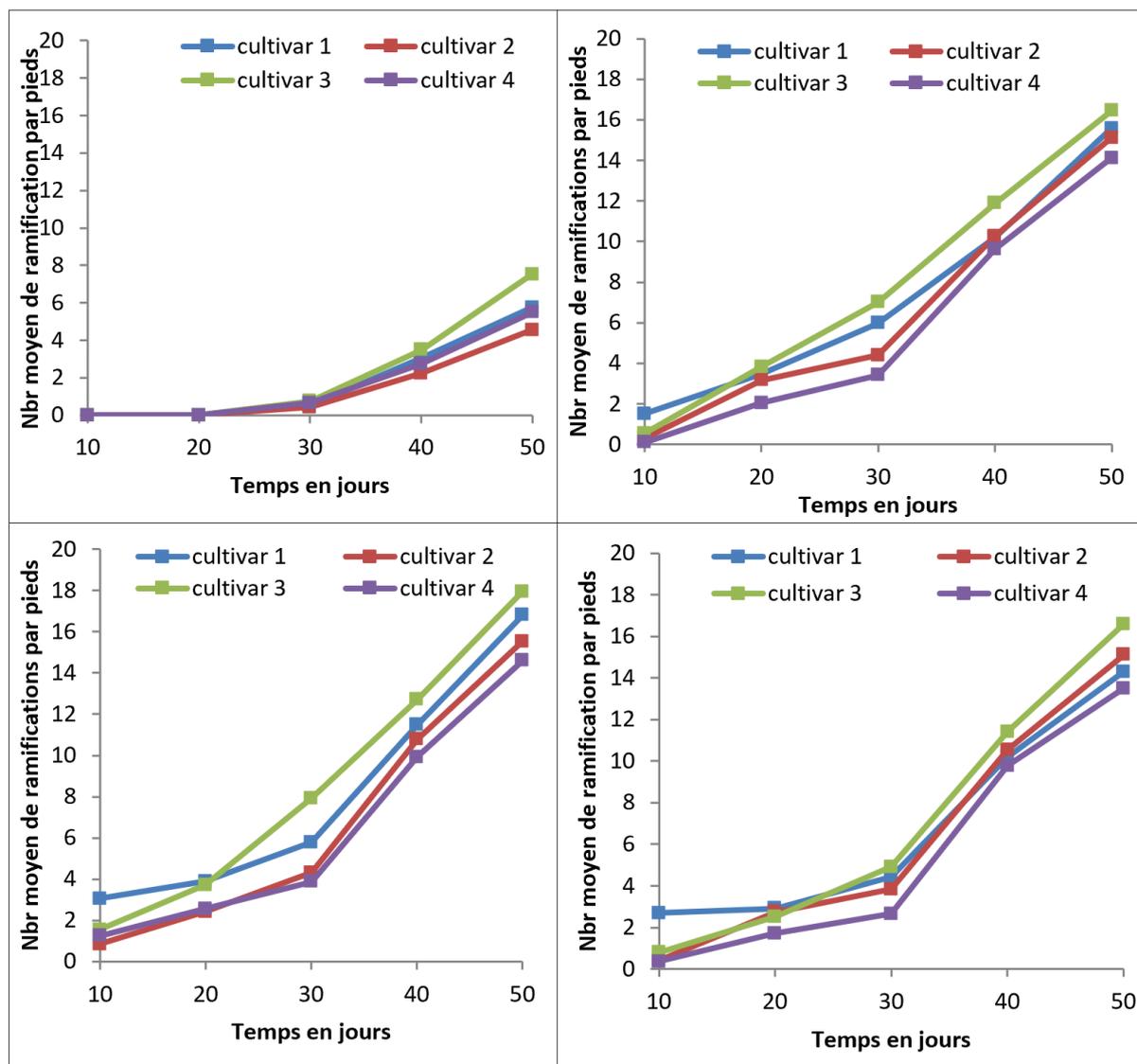


Fig. 4. Nombre de ramifications émis des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g, d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Pour les plants de cultivars d'aubergines traités, les analyses statistiques révèlent un effet « apport des fientes de poulets » significatif sur l'émission des rameaux par plant (Tableau 4). Le nombre de rameaux par plant varie de 1 à 8. L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en deux groupes homogènes (a et b) avec la probabilité qui est supérieure au seuil de 5% ($P > 0,05$). L'effet plus marqué sur le nombre des rameaux est observé avec l'apport de 100, 200 et 300 g des fientes de poulets sur tous les cultivars (groupe a). Pas plus de 3 rameaux sont dénombrés avec les traitements C1D0, C2D0, C3D0 et C4D0 (groupe a).

Tableau 4. Classification du nombre de ramification émis par plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poules

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre ramification	C1D0	01,75a	18,71
	C1D1	07,45b	06,25
	C1D2	07,84b	07,16
	C1D3	06,80b	06,05
	C2D0	01,50a	18,67
	C2D1	05,11b	06,38
	C2D2	06,80b	06,38
	C2D3	06,36b	06,85
	C3D0	02,65a	17,33
	C3D1	06,76b	06,98
	C3D2	08,34b	07,73
	C3D3	07,42b	07,37
	C4D0	02,56a	18,00
	C4D1	06,12b	06,95
	C4D2	06,61b	07,64
	C4D3	06,51b	07,54

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.5 PRODUCTION DES BOUTONS FLORAUX

Sans apport des fientes de poulets, tous les cultivars émettent les boutons floraux au 40^e et 50^e JAT. On y dénombre 4 et 6 boutons floraux par plant sur les cultivars C3 et C2 (Figure 5a). Au 60^e JAT, on compte 20 et 15 boutons floraux par plant chez les cultivars C3 et C2. Une précocité d'émission florale est remarquable sur les plants de tous les cultivars après l'apport des fientes de poulets. Avec l'apport de 100 et 200 g par poquet, les plantes du cultivar C3 émettent 2 et 7 boutons floraux au 40^e JAT (Figure 5b et c). Au 60^e JAT, ce nombre atteint 24 et 28 par plant. A la même période d'observation, il est enregistré 23, 24 et 26 boutons floraux par plant chez les cultivars C4, C2 et C1 fertilisés avec 200 g des fientes de poulets par poquets (figure 5c). Avec 300 g des fientes de poulet, une coulure des boutons floraux est observée sur les plants du cultivar C3. Sur ce cultivar, il est dénombré 26 boutons floraux par plant au 60^e JAT. Cette coulure varie dans les mêmes proportions sur les plants des cultivars C1, C2 et C4 (Figure 5d).

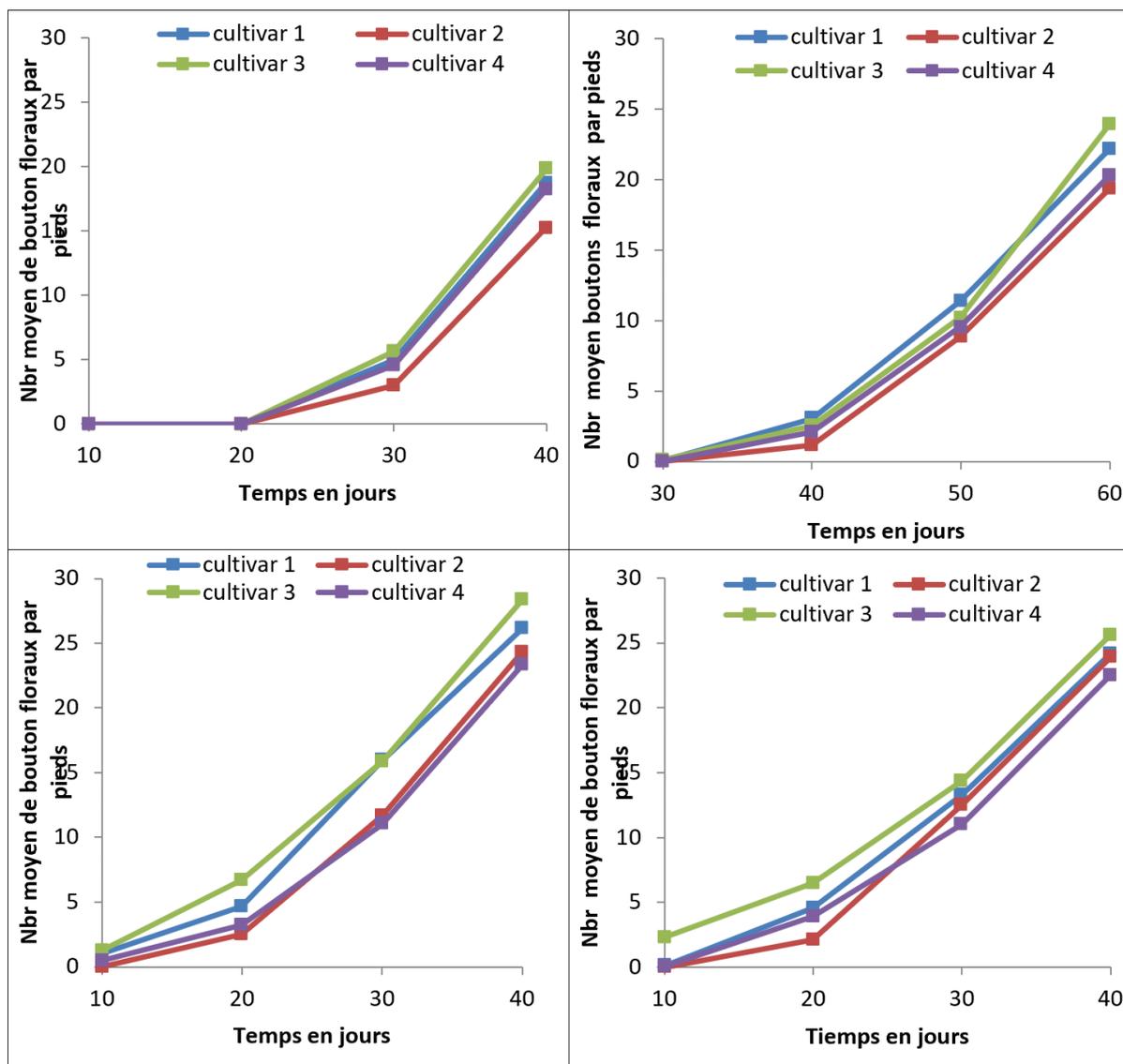


Fig. 5. Nombre de boutons floraux des plants des cultivars d'aubergine avec l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g, d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les résultats de l'analyse statistique révèlent aucun effet significatif des doses des fientes de poulets sur le nombre de boutons floraux par plants des cultivars d'aubergine testés (tableau 5).

Tableau 5. Classification du nombre de boutons floraux produits par plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV(%)
Bouton floraux	C1D0	05,94a	13,39
	C1D1	09,50a	09,41
	C1D2	09,45a	10,97
	C1D3	08,76a	09,16
	C2D0	04,62a	15,70
	C2D1	08,37a	10,26
	C2D2	08,14a	10,09
	C2D3	08,99a	09,75
	C3D0	06,62a	18,88
	C3D1	06,98a	12,81
	C3D2	10,26a	11,22
	C3D3	08,47a	10,59
	C4D0	05,62a	15,77
	C4D1	07,75a	11,08
	C4D2	08,42a	11,00
	C4D3	07,31a	11,748

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.6 DÉNOMBREMENT DES FLEURS ÉPANOUIES PAR PLANT

L'épanouissement des fleurs est observé au 51^e JAT sur les plants de cultivars C3 et C4. Sur ces cultivars, il est dénombré 2 fleurs épanouies par plant sans apport des fientes de poulets. Ce nombre atteint 21 fleurs épanouies par plant chez le cultivar C3. A la même période, il est enregistré 17 et 15 fleurs épanouies par plant chez les de cultivars C1, C4 et C2 (figure 6a). Avec l'apport des fientes de poulets, excepté le cultivar C2, il est observé un épanouissement des fleurs au 45^e JAT des plants (Figure 6b, c et d). Cet épanouissement s'est accru avec le temps d'observation. Pour le cultivar C3, il est dénombré pas plus de 2 fleurs épanouies par plant au 45^e JAT. Ce nombre est inférieur à 32 et 50 fleurs épanouies par plant après l'apport de 100 et 200 g des fientes de poulets par poquet au 84^e JAT. A la même période et avec les mêmes doses, ce nombre est de 22 et 35 fleurs épanouies par plant chez le cultivar C2 (figure 6bet c). Avec l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet, une coulure des fleurs épanouies est observée sur les plants de cultivars testés. Au 84^e JAT, il est dénombré 39, 35, 31 et 28 fleurs épanouies par plant chez les cultivars C3, C1, C4 et C2 (Figure 6d).

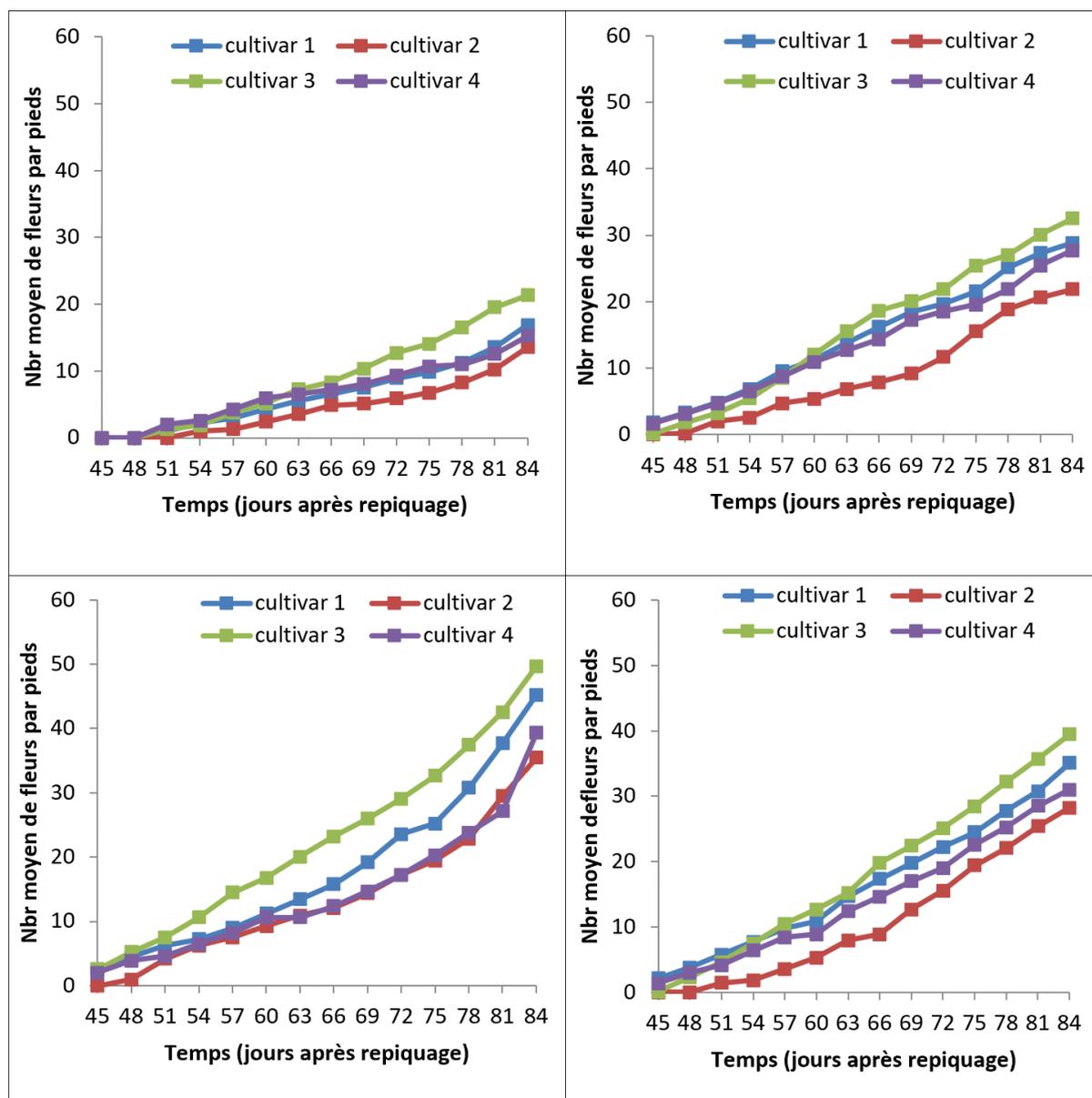


Fig. 6. Nombre des fleurs épanouies produites des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g d) 300 g, C1=cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les analyses statistiques révèlent un effet « apport des fientes de poulets » significatif sur l'émission du nombre de fleurs émises par plant (Tableau 6). Le nombre de fleurs émises par plant varie de 8 à 49. L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en quatre groupes homogènes (a, b, bc et c) avec la probabilité supérieure au seuil de 5% ($P > 0,05$). L'effet plus marqué sur le nombre de rameaux est observé avec l'apport de 200 g des fientes de poulets sur les plants du cultivar C3 (groupe bc). Au plus, 49 fleurs épanouies par plant sont dénombrées avec les traitements C3D2 (tableau 6).

Tableau 6. Classification du nombre de fleurs émises par plant de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre de fleurs	C1D0	11,50a	23,08
	C1D1	28,51bc	03,23
	C1D2	32,28bc	03,38
	C1D3	30,13c	03,06
	C2D0	08,25a	32,17
	C2D1	21,89b	04,04
	C2D2	27,47b	03,94
	C2D3	24,26b	03,89
	C3D0	11,50a	23,08
	C3D1	37,57bc	03,34
	C3D2	48,64bc	03,34
	C3D3	40,18bc	03,39
	C4D0	11,00a	24,13
	C4D1	27,69bc	03,20
	C4D2	32,65bc	03,59
	C4D3	29,03bc	03,27

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.7 PRODUCTION DES FRUITS PAR PLANT

Sur les plants des cultivars d'aubergine non fertilisés, le premier fruit est observé au 93^e JAT. Le cultivar C1 n'a produit pas plus de 2 fruits par plant (figure 7a). Ce nombre passe à 19 fruits par plant au 135^e JAT. A la même période, les plants du cultivar C3 portent chacun 20 fruits. Ce chiffre est plus élevé si on le compare avec ceux des cultivars C2 et C4 qui sont de 11 et 13 fruits chacun (figure 7a). Au-delà du 135^e JAT, une réduction du nombre de fruits par plant est notée sur les cultivars testés. Avec le cultivar C3, il est enregistré 16, 13, 10 et 7 fruits par plant au 142^e, 149^e, 156^e et 163^e JAT (figure 7a). Après l'apport des fientes de poulets par poquet, il est apparu des fruits dès le 79^e JAT sur les plants de cultivars d'aubergine (Figure 7b, c et d). Au 79^e JAT, au plus 2 fruits par plant est dénombré sur le cultivar C1. Du 79^e au 128^e JAT, les cultivars C3 et C1 sont plus productifs comparés aux cultivars C2 et C4. Le nombre de 30 fruits par plant est atteint au 128^e JAT chez le cultivar C1 fertilisés avec 100 g de fientes de poulets par poquet. Avec la même dose, on note 31 fruits par plant chez le cultivar C3 au 135^e jour après la transplantation (Figure 7b). Ce chiffre est inférieur à celui de 37 fruits par plant obtenu au 128^e JAT après l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet. A cette même période et à la même dose, il est dénombré 35 fruits par plant chez le cultivar C1 (Figure 7c). Pour les cultivars C2 et C4, il est noté 29 et 30 fruits par plant. Avec l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet, il est observé une réduction du nombre de fruits par plant chez tous les cultivars testés. Au 128^e JAT, il est dénombré 31 et 32 fruits par plant chez les cultivars C3 et C1 (Figure 7d).

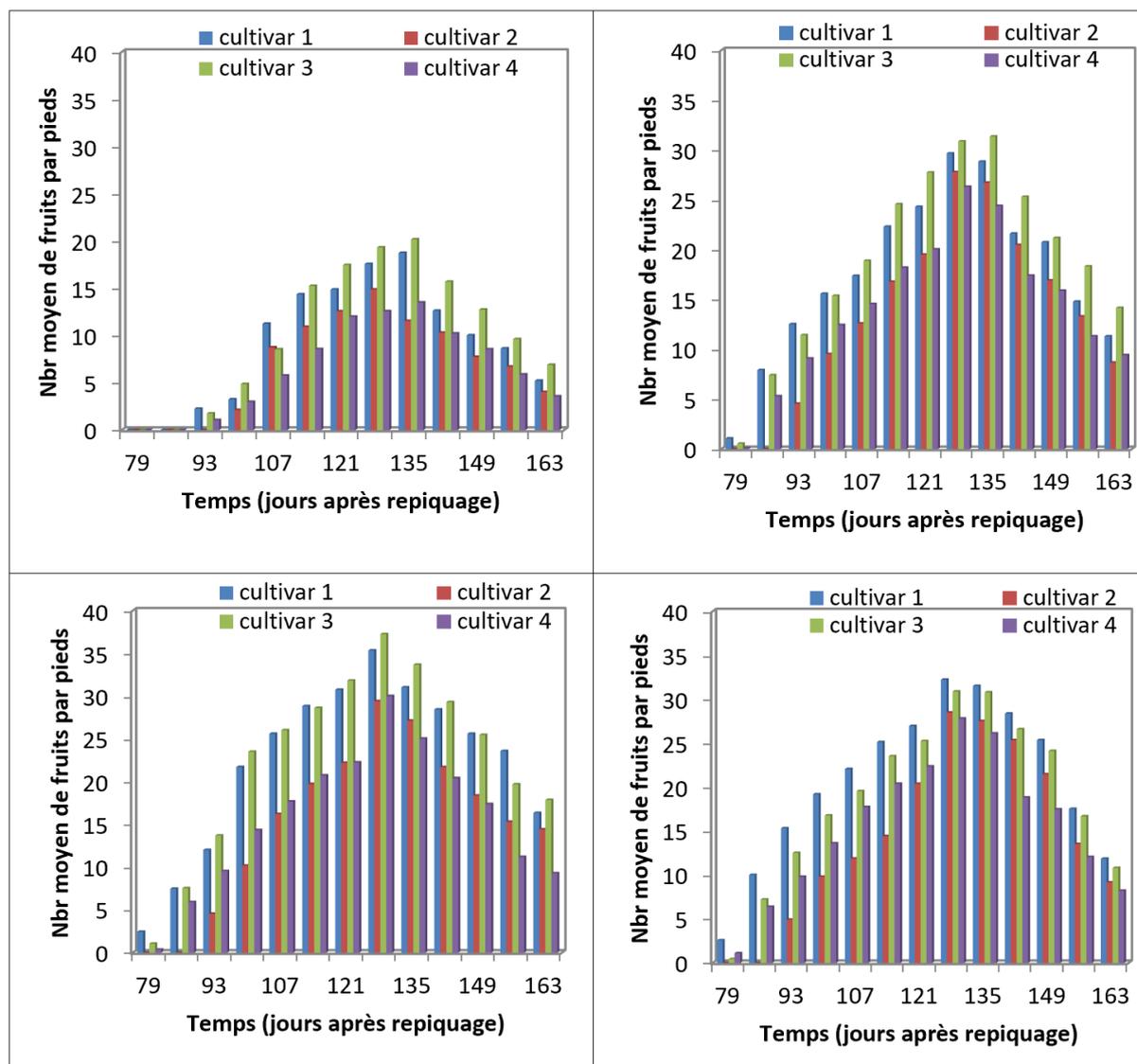


Fig. 7. Nombre de fruits produits des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les analyses statistiques de variance montrent un effet « doses des fientes de poulets » significatif sur le nombre de fruits par plant chez les cultivars testés (Tableau 7). Les analyses de variance mettent en évidence l'existence de 7 groupes (a, b, c, d, de, ef, f et g). L'effet le plus marqué est observé avec l'apport de 200 g des fientes de poulets sur les plants du cultivar C1, soit 25 fruits par plant (groupe g). Ce nombre est significativement supérieur à 9 fruits (groupe a), 10 fruits (groupe a), 11 fruits (groupe b) et 12 (groupe b) fruits par plant enregistrés sur les plants sans apport des fientes de poulets chez les cultivars C4, C2, C1 et C3.

Tableau 7. Classification du nombre de fruits produits par plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre de fruits	C1D0	11,31b	09,20
	C1D1	19,94d	01,81
	C1D2	25,17g	01,49
	C1D3	22,94f	01,57
	C2D0	09,57a	10,86
	C2D1	16,74c	02,07
	C2D2	18,14c	01,83
	C2D3	17,17c	02,06
	C3D0	11,88b	08,75
	C3D1	20,54de	01,76
	C3D2	22,83ef	01,64
	C3D3	21,22def	01,70
	C4D0	09,21a	11,30
	C4D1	16,51c	02,10
	C4D2	17,45c	02,14
	C4D3	17,84c	01,94
C4D3	17,84c	01,94	

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g des fientes de poulets; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

4 DISCUSSION

Cette étude a permis d'évaluer l'effet des fientes de poulets sur la croissance végétative et la production de quatre cultivars locaux d'aubergine. L'apport des fientes de poulets a accru la croissance des aubergines locales cultivées au Congo. Le cultivar C2 a exprimé une bonne hauteur de 106,53 cm après l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet. Cette hauteur est supérieure à 38,42 cm chez les plants non fertilisés. Pour le diamètre au collet, il est observé une bonne vigueur du cultivar C1. Avec ce cultivar, il est noté un diamètre de 15,77 mm avec l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet 50° JAT. A cette même période, le diamètre au collet est de 10 mm chez les plants non fertilisés. Après l'apport de 200 g des fientes de poulets, une bonne émission foliaire est observée avec le cultivar C3. Ce cultivar a émis 102 feuilles par plant au 50° JAT. Pour les plants du cultivar C3, il est dénombré 42 feuilles sur les plants non fertilisés. Une forte ramification est enregistrée chez les plants du cultivar C3 ayant reçu 200 g des fientes de poulets. Avec cette dose, 18 rameaux par plant ont été dénombrés avec cultivar C3. Sur le même cultivar, ce nombre est supérieur à 8 rameaux observé sur les plants non fertilisés. L'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet a amélioré la hauteur de la tige, le diamètre au collet, le nombre des feuilles et la ramification de quatre cultivars locaux d'aubergine testés. Nos résultats sont analogues à ceux obtenus par [13]. Ces auteurs ont montré que les engrais organiques (déjections de caprin, déjections de vache et déjections de poulets) augmenteraient la hauteur, la circonférence au collet, le nombre de ramification des plants de tomate. Cet important développement végétatif résulterait de l'action favorable de l'azote contenu dans les fientes des poulets [14]. En outre, le fumier de volaille à une forte valeur agronomique car 60 à 90% de son contenu azoté serait présent sous forme minérale, et donc directement disponible pour la plante [15]. L'azote est le moteur de la croissance végétale et contribue au développement végétatif des parties aériennes de la plante. Ces fientes des poulets, matière organique améliore la croissance en abaissant le pH de la rhizosphère, ce qui se traduit par une meilleure solubilisation des nutriments et une disponibilité élevée pour les plantes [16], [17]. L'azote favorise aussi l'activité photosynthétique [18]. Par ailleurs, il était montré par [19] que l'apport des fientes de poulets améliore de façon significative les propriétés du sol, les rendant ainsi plus productifs.

L'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet a accru la croissance végétative de quatre cultivars locaux d'aubergine. A cette dose, la hauteur de 106,53 cm notée est plus importante comparée à 78,50 cm sur les plants du cultivar C2 fertilisés avec 100 g des fientes de poulets par poquet au 50°JAT. Ainsi, la hauteur de la tige a augmenté avec la dose des fientes de poulets. Ces résultats corroborent ceux de [20] sur la laitue après l'apport de bouse de vaches. Par ailleurs, l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet a décri la hauteur de la tige des quatre cultivars locaux d'aubergines. Cette décroissance de la hauteur de la tige serait due à l'excès de l'azote contenu dans les fientes de poulets. Cette observation est similaire à celle faite par [21] qui affirment que les doses supérieures à la dose optimale sont préjudiciables à la plante à cause de l'excès d'azote. Avec l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet, la hauteur de 106,53 cm est observée chez les plants du cultivar C2 au 50° JAT. Cette hauteur de la tige est plus importante comparée à

96,77cm, 82,19 cm et 48,67 cm enregistrée respectivement sur les cultivars C1, C3 et C4. Cette différence s'expliquerait non seulement, par la vitesse de libération des éléments nutritifs contenus dans ces matières organiques, mais aussi, par la quantité apportée. Ces fertilisants organiques ont induit une meilleure croissance des plants par rapport au témoin. Cette croissance serait due à la bonne teneur de ces fertilisants organiques en éléments nutritifs notamment l'azote, le phosphore et le potassium et à l'amélioration des propriétés physicochimiques et biologiques des sols.

L'apport des fientes de poulets a aussi amélioré la production florale, l'épanouissement des fleurs et la fructification de quatre cultivars locaux d'aubergine. Avec le cultivar C3, il est observé une précocité d'émission florale après l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet. Nos résultats sont similaires avec ceux obtenus par [22] sur l'aubergine. En effet, 40 JAT, il est dénombré 7 boutons floraux sur les plants fertilisés et un sur les plants non fertilisés. Avec la même dose, il est noté la présence de 28, 26, 24 et 23 boutons floraux sur les plants du cultivar C3, C1, C2 et C4 au 60^e JAT. L'épanouissement des fleurs est amorcé à partir du 45^e JAT pour les plants fertilisés et au 51^e JAT sur les plants non fertilisés chez les cultivars locaux d'aubergines. Au 84^e JAT, il est dénombré 50 fleurs épanouies sur les plants du cultivar C3 après l'apport de 200 g des fientes de poulets. Avec la même dose et à la même période, ce nombre est de 45, 39, 35 fleurs par plant chez le cultivar C1, C4 et C2. Au 128^e JAT, il y a production de 37 fruits sur les plants du cultivar C3, fertilisés avec 200 g des fientes poulets contre 20 fruits sur les plants non fertilisés. L'amélioration de toutes les variables de production est due à l'apport des éléments minéraux contenus dans la matière fertilisante des fientes de poulets. Il est montré par [23], la présence du potassium et du phosphore dans les fientes de poulets. Ces minéraux contribueraient à l'initiation des boutons floraux et la fructification chez l'aubergine. Outre ces minéraux, l'azote contenu dans la fiente de poulets serait déterminant pour un rendement élevé chez la tomate et le piment [24], [25]. La minéralisation étant un phénomène progressif, des effets résiduels cumulatifs pourraient se manifester en faveur de l'amélioration de la fertilité du sol, donc de l'augmentation des rendements en fruits au cours des cycles de culture successifs [26]. L'apport de 200 g des fientes de poulets a augmenté le nombre de boutons floraux, de fleurs épanouies et de fruits par plant. Pour ces variables, cette dose serait optimale pour tous les cultivars locaux d'aubergine. Nos résultats corroborent ceux de [27] qui ont montré qu'un taux de nitrate élevé se révèle comme un facteur limitant de la croissance et du développement des plantes. Par ailleurs les travaux menés par [28] ont montré que le potassium appliqué à faibles doses, sous forme de sulfate de potassium a accru le rendement sur la tomate. L'apport de 300 g des fientes de poulets entraîne la faible émission florale et la coulure de celles-ci entraînant la perte de rendement. Pour le cultivar C3, il est dénombré 31 fruits après l'apport de 300 g des fientes de poulets contre 37 avec 200 g. Cette perte de rendement s'expliquerait par une forte concentration de potassium et phosphore. Nos résultats sont analogues à ceux trouvés par [28] qui affirment que les apports importants de potassium n'ont aucun effet sur les rendements de trois variétés de tomate testés. De même, [29] a rapporté qu'un apport élevé de potassium induirait une déficience du magnésium ainsi que la répression dans la formation des fleurs de plants de la tomate. L'apport de 300 g des fientes de poulets contiendrait une quantité importante d'azote pour tous les cultivars locaux d'aubergines testés. Il est démontré par [30], [31] que les apports importants d'azote ont eu un effet dépressif sur les rendements des variétés de tomates. De même, l'apport excessif de l'azote inhibe l'absorption de l'eau qui réduirait en même temps l'absorption des autres minéraux dont le potassium, le phosphore et le magnésium [32]. Cette inhibition influencerait négativement le rendement de ces variétés. Le cultivar C3 est plus productif par rapport aux trois autres cultivars. Cette différence résulterait de l'exploitation du potassium du sol qui dépend beaucoup de la masse des racines et de leur morphologie, qui relève du patrimoine génétique. Nos résultats corroborent ceux de [33] qui ont obtenu les rendements les plus élevés avec le *S. eathiopicum gilo* et *S. eathiopicum gilo-anguivi*. Au-delà du 135^e JAT, la production des fruits sur les plants de tous les cultivars d'aubergines locaux baisse significativement jusqu'au 163^e JAT. Cela s'expliquerait par le fait que la plante a épuisé tous les éléments nutritifs apportés par la fiente de poulets dans le sol, notamment l'azote et le potassium [31]. Les récoltes successives provoqueraient aussi la réduction de fruits formés. Les résultats obtenus sur la fertilisation des plants d'aubergines à base de fientes de poulets corroborent avec celles des études réalisées par [19], [34] qui ont montré que la fiente de poulets augmente la croissance et les rendements des plantes.

5 CONCLUSION

Cette étude a révélé l'efficacité des fientes de poulets sur la croissance végétative et la production de tous les cultivars locaux d'aubergines testés. Le cultivar C1 s'est montré plus vigoureux dans les conditions culturales. Il est noté chez le cultivar C2, C3 et C1 une bonne performance en termes de croissance végétative. Le cultivar C3 est plus productif avec des rendements de 1176 fruits/pieds. L'apport de 200 g de fientes de poulets est la dose optimale pour la croissance végétative et le rendement pour tous les cultivars. Une dépréciation de toutes les variables de croissance et de rendement sont observé avec l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet.

REFERENCES

- [1] J. M. C. Stevels, Solanaceae. Ln: légumes traditionnels du Cameroun, une étude agrobotanique. Wageningen Agricu. Univ., vol.90, no.1, pp.201-220, 1990.
- [2] A. Mekuriaw, A. Heinimann, G. Zeleke, and H. Hurni, "Factors influencing the adoption of physical soil and water conservation practices in the Ethiopian highlands", *International Soil and Water Conservation Research*, vol. 6, pp. 23-30, 2018.
- [3] T. G. Pham, J. Degener and M. Kappas, "Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam", *International Soil and Water Conservation Research* vol.6, pp. 99-110, 2018.
- [4] V. Prasannakumar, H. Vijith, S.N.G. Abinod, "Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology", *Geoscience frontiers*, vol.3, no.2, pp.209-215, 2011.
- [5] B.P. Ganasri and H. Ramesh, "Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin". *Geoscience Frontiers*, vol.7, pp.953-961, 2016.
- [6] J.E. Gilley and B. Eghbal, "Residual effects of compost and fertilizer applications on nutrients in runoff.", *Transactions of the ASAE*, vol.45, no.2, pp.1905-1910, 2002.
- [7] M. Ayuso, T. Hernandez, C. Garcia and J.A. "Pascual, Biochemical and chemical structural characterization of different organic materials used as manures", *Bioresource Technology*, vol.57, no.2, pp. 201-207, 1996.
- [8] FAO Les engrais et leurs applications. Précis à l'usage des agents de vulgarisation agricole. Quatrième édition. Rabat. 84pp, 2003.
- [9] B.P.K. Yerima, A.Y. Tiamgne and E. Van Ranst, "Réponse de deux variétés de tournesol (*Helianthus* sp.) à la fertilisation à base de fiente de poule sur un Hapli-Humic Ferrasol du Yongka Western Highlands Research Garden Park (YWHRGP) Nkwen-Bamenda, Cameroun, Afrique centrale". *Tropicultura*, Vol.32, no.4, pp.168-176, 2014a.
- [10] P. Vennetier, *Atlas de la République Populaire du Congo*, Californie. 67p, 1977.
- [11] Samba-Kimbata, *Le climat du bas Congolais*. Département de science. Bour-gogne: Université de Bour-gogne. 280p, 1978.
- [12] E. J. Adjanohoun, A.M.R. Ahyi, L. Ake Asi, J. Baniakina, P. Chibon, G. Cusset, V. Doulou, A. Enzanza, J. Eyeme, E. Goudote, E. Keita, C. Mbemba, J. Mollet, J.-M. Moutsambote, J. Mpati and P. Sita, *Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Congo: médecine traditionnelle et pharmacopée*, Paris. 605p, 1988.
- [13] M. H. Batamoussi, P. G. Tovihoudji, O. Tokore, J. Boulga and M.I. Essegnon, "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.*, vol.24, no.1, pp.86-94, 2016.
- [14] D.J. Walker and M.P. Bernal, "The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil", *Bioresource technology*, Vol. 99, no.2, pp. 396-403, 2008.
- [15] N. Shankara, J. Van Lidt De Jeude, M. De Goffau, M. Hilmi, B. Van Dam and Wageningen, *La culture de la tomate production, transformation et commercialisation*, *Agrodok 17*, © Fondation Agromisa et CTA. 105p., 2005.
- [16] O. P. Choudhary, A. S. Josan, M. S. Bajwa and M. L. Kapur, "Effect of sustained sodic and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions". *Field Crops Research* Vol.87, no.2, pp.103-116, 2004.
- [17] M. M. Abou EL-Magd, M.F. Zaki, and S.D. Abou-Hussein, "Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel". *Australian Journal of basic and applied sciences*, Vol.2, no.1, pp.90-98, 2008.
- [18] M. E. Eleiwa, S.A. Brahim and M. F. Mohamed, "Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (*Solanum tuberosum* L.)". *African Journal of Microbiology Research*, Vol.6, no.24, pp. 5100-5109, 2012.
- [19] B. P. K. Yerima, A.Y. Tiamgne and E. Van Ranst, "Réponse de deux variétés de tournesol (*Helianthus* sp.) à la fertilisation à base de fiente de poule sur un Hapli-Humic Ferrasol du Yongka Western Highlands Research Garden Park (YWHRGP) Nkwen-Bamenda, Cameroun, Afrique centrale". *Tropicultura*, Vol. 32, no.2, pp. 168-176, 2014b.
- [20] V. I. Tchabi, D. Azocli and D. G. Biaou, "Effet de différentes doses de bouse de vache sur le rendement de la laitue (*Lactuca sativa* L.) à Tchatchou au Bénin", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol.6, no. 6, pp. 5078-5084, 2012.
- [21] M. Sou, H. Yacouba and A. Mermoud, *Valorisation du pouvoir fertilisant des eaux usées en agriculture maraîchère*. EIER, Ouagadougou, Burkina Fasso. 13p., 2007.
- [22] K. T. Alla, E. L. Bomisso, G. Ouattara and A. E. Dick, "Effets de la fertilisation à base des sous-produits de la pelure de banane plantain sur les paramètres agromorphologiques de la variété d'Aubergine F1 kalenda (*Solanum melongena*) dans la localité de Bingerville en Côte d'Ivoire". *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.38, no.3, pp. 6292-6306, 2018.
- [23] K. Lumpungu, *Notes de cours de fertilisation et techniques des engrais*. 1er grade, faculté des sciences agronomiques UNIKIN, inédit, Kinshasa, R.D. Congo. 130p., 2006.

- [24] J. A. Quaggio, D. M. Junior and R. M. Boaretto, "Sources and rates of potassium for sweet orange production" *Scientia Agricola*, Vol.68, no. 3, pp. 369-375, 2011.
- [25] J.S. Akoa, A E. Youmbi and J. Njoya, "Effet de la fertilisation minérale et organique sur le rendement en fruits du piment (*capsicum annum* l.; *solanaceae*) en zone forestière de basse altitude au Cameroun". *Agronomie Africaine*, Vol. 24, no.3, pp. 231 – 240, 2012.
- [26] F. Kaho, M. Yemefack, P. Feujio-Teguefouet and J.C. Tchantchouang, "Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun", *Tropicult*. Vol. 29, no. 1, pp. 39 - 45, 2011.
- [27] R. Boughaba, Étude de la gestion et valorisation des fientes par le lombricompostage dans la willaya de Constantine. Master en Ecologie et Environnement, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Département de Biologie et Ecologie). Université de Mentouri Constantine Algerie. 98p., 2012.
- [28] J. Mpika, Attibayeba, A. Makoundou and D. Minani, "Influence d'un apport fractionné en potassium et en azote sur la croissance et le rendement de trois variétés de tomate de la zone périurbaine de Brazzaville en République du Congo", *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 94, pp. 8789 – 8800, 2015.
- [29] P. Adams, Mineral nutrition, In: JG, R. J. Atherton (Ed.), *The tomato crop: a scientific basis for improvement*. London/New York: Chapman and Hall.. pp.281-334,1986.
- [30] H. Masom and S. Kazemi, "Effects of ammonium sulphate and urea fertilizers on the growth and yield of tomato", *Journal of Novel Applied Sciences*, Vol. 3, no. 2, pp. 148-150, 2014.
- [31] S. A. C. Babai, M. R. Alizadeh, C. Jahansooz, M. Rahimian and M. Certain, "Egyptian broomrape management using nitrogen fertilizers on tomatoes", *Journal of Weed Science*, 4 (2): 79-89, 2010.
- [32] S. Chaillou, J. F. Morot-Gaury, L. Salsac, C. Lesaint and E. Joilivet, "Compared effects of NO₃-and NH₄+on growth and metabolism of french bean", *Physiol. Veg.*, Vol.24, no. 6, pp. 679-687, 1986.
- [33] L Fondio, L.N. N'tamon, F.N. Hala, and H.A Djidji, "Evaluation agronomique de six cultivars d'aubergine africaine (*solanum* spp.) de la nouvelle collection des plantes legumieres du CNRA. *Agronomie Africaine*, Vol.20, no. 1, pp. 69-79, 2008.
- [34] T. M Agbede, S. O. Ojeniyi and A. J. Adeyemo, "Effect of poultry manure on soil physical and chemical properties, growth and grain yield of sorghum insouthwest, Nigeria", *American Eurasian Journal Sustainable Agriculture*, Vol.2, no.1, pp.72-77. 2008.