

Effets combinés de l'inoculum (*Japanicum*) et de la fertilisation sur le rendement de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans le territoire de Walungu au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo

Thierry CISHESA^{1*}, Anicet KAVANGE², Diana BAHATI¹, Jérôme KITEMAGU²,
Bienvenu MUGABO³ et Matthieu BASUBI⁴

¹Département d'Agronomie Générale, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV-Walungu), Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

²Département d'Environnement et Développement Durable, Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR-Shabunda), Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

³Département d'Environnement, Institut Supérieur de Développement de Kalehe (ISTD-Kalehe), Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

⁴Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Université Evangélique en Afrique (UEA-Bukavu), Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

* Correspondance, courriel : thierrycish@gmail.com

Résumé

Ce travail porte sur les effets combinés de l'inoculum (*Japanicum*) et la fertilisation sur le rendement de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans les conditions agro-écologiques de Walungu au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo. L'objectif global de ce travail est d'étudier les effets combinés de l'inoculum (*Japanicum*) et le fumier des bovins sur le rendement de culture d'arachide dans les conditions agro-écologiques de Maka au Sud-Kivu. L'essai a été conduit selon un dispositif en split-plot avec 2 facteurs, dont la fertilisation en interaction avec les facteurs agro-écologiques sous 4 niveaux (l'inoculum, fumier, combinaison inoculum et fumier et le témoin sans engrais). Les données recueillies ont porté sur les paramètres de croissance et de rendement. La saisie des données et l'analyse statistique ont été faites dans les logiciels Microsoft Excel et logiciel *Sphinx plus*² version 4.5. Les résultats trouvés montrent que Le nombre des graines en parcelle 1 où l'inoculum est appliqué elle est de 4 graines par gousse, 3 graines par gousse en parcelle 2 où la bouse est appliquée, 4 graines par gousse en parcelle 3 où il y a combinaison de la bouse et l'inoculum et enfin 3 graines par gousse dans la parcelle 4 comme champ témoin. Le rendement pondéral des graines d'arachide en parcelle 1 où l'inoculum est appliqué est de 2 Kg (soit 1250 kg/ha) des graines, 2 Kg (soit 1250 kg/ha) des graines sèches en parcelle 2 où la bouse est appliquée, 1 Kg (soit 625 kg/ha des graines sèches en parcelle 3 où il y a mélange de la bouse et l'inoculum et enfin 0,5 Kg (soit 312.5 kg/ha) des graines dans la parcelle 4 qui est le champ témoin.

Mots-clés : *inoculum, fertilité des sols, arachide, Walungu.*

Abstract

Combined effects of inoculum (*Japanicum*) and fertilization on groundnut yield (*Arachis hypogaea* L.) in the Walungu territory of South Kivu in the Democratic Republic of Congo

This work deals about the combined effects of the Inoculum (*Japanicum*) and the fertilization on the productivity of the peanuts (*Arachis hypogaea* L.) in the agro-ecological conditions of Walungu, South-Kivu, in Democratic Republic of Congo. The global objective of this work is to study the combined effects of the Inoculum (*Japanicum*) and the manure of cows on the productivity of the peanuts in the agro-ecological conditions of Maka in South-Kivu. The trial/test has been conducted according to the appliance in split-plot with 2 factors, among which the fertilization in interaction with the agro-ecological factors under 4 levels (Inoculum, manure, combination inoculum and manure and the witness without fertilizer). The collected data concerned on the growth and productivity parameters. The seizure of data and the statistical analysis have been done in the softwares Microsoft Excel and softwarw Sphinx plus2 version 4.5. The found results show that the number of grains in parcel 1 where the inoculum has been applied, comprises 4 grains per husk, 3 grains per husk where manure has been applied, 4 grains per husk in parcel 3 where there was combination of manure and inoculum and finally 3 grains per husk in the parcel 4 as Witness Field. The ponderable efficiency of peanuts grains in parcel 1 where the inoculum was applied is 2 kg, i.e 1250 kg /hectare, 2 kg i.e. 1250 kg of dry grains in parcel 2 where manure has been applied, 1 kg, i.e 625 kg / hectare of dry grains in parcel 2 where manure and inoculum have been mixed and finally 0,5 kg i.e 312,5 kg/hectares of grains in the witness field.

Keywords : *inoculum, fertilization, peanuts, Walungu.*

1. Introduction

Les problèmes alimentaires sont observés et s'aggravent du jour le jour dans plusieurs coins de la planète terre et plus précisément en République Démocratique Congo ; ils sont évalués en termes de protéines, de lipides et de sels minéraux. En effet, l'augmentation de rendement des cultures et l'apport des autres étapes de la filière agricole ne suffisent pas seuls à lutter contre l'insécurité alimentaire de la population. Cette situation serait influencée par la perte des terres agricoles par érosion, la salinisation des terres ou les conditions urbanistiques, qui bloquent la satisfaction des populations en ce qui concerne la production par des pertes pré et post-récolte [1]. Cependant, la culture d'arachide bien conduite ou respectant les normes d'agriculture durable offrent des nombreux avantages sur le plan agronomique par son efficace amélioration de la fertilité des sols et sur le plan nutritionnel, par son apport à haute valeur nutritionnelle chez les hommes et les animaux [2]. L'arachide est d'une importance capitale grâce à ses vertus liées à sa composition par une valeur nutritive élevée et son goût agréable, son foin est un excellent fourrage avec une remarquable valeur bromatologique et une bonne palatabilité [5]. Elle constitue, en plus, la troisième source mondiale d'huile végétales après le soja et le tournesol grâce aux glucides, aux protéines et aux sels minéraux qu'elle contient [1] ; elle est également parmi les sources alimentaires plus concentrées qui soient avec une forte teneur en huile et en protéines (35 à 55 % d'huile et 15 à 35 % de protéines). Les avantages associés à la promotion de la filière arachide ne se limitent pas donc au seul gain financier des producteurs par son effet d'entraînement sur les différents secteurs de l'économie, mais elle apparaît plutôt bénéfique à l'ensemble de la société [7]. Bien que la culture d'arachide occupe une place de choix en agronomie, elle reste, néanmoins, une contrainte par une baisse de sa production significative dans les chefs des dépendants de cette dernière [8, 18]. Sa production est freinée par divers problèmes entre et autre le choix

dans la sélection de semences, le manque d'un plan de fertilisation adapté et celui de la conduite culturale, et la lutte phytosanitaire adéquate [9]. Malgré les potentialités que possède la zone agroécologique de l'arachide en République Démocratique du Congo, son rendement en production reste trop faible ; il couvre juste les besoins de subsistance, et incapable de satisfaire le marché interne de consommateurs [19]. La faible fertilité des sols dans notre zone est fréquemment due aux éléments nutritifs exportés qui ne sont pas remplacés dans la plupart des cas de façon adéquate [2]. Pour faire face à ce problème, l'application des amendements organiques apparaît comme une solution du fait qu'ils contribuent à l'amélioration des propriétés physiques (la capacité de rétention en eau et la capacité d'échange de cations) et biologiques du sol en lui apportant des éléments nutritifs majeurs et secondaires [22, 21] ; ce qui réduit des pertes dues aux phyto parasites, la pollution environnementale, et augmente la récolte et les rendements [23]. En vue d'accroître la fertilité de leurs sols et la prolifération des bactéries, les agriculteurs tirent parti du compostage des déchets après leur décomposition [22]. Eu égard à ce qui précède, la question sur les effets combinés de l'inoculum, les vraies contraintes et les facteurs qui freinent la production de l'arachide apparaît d'un grand intérêt. Ainsi, les effets combinés de l'inoculum et la gestion de la fertilité des sols par l'apport du fumier et le contrôle de contraintes clés définissant la production d'arachide contribueraient à promouvoir la culture d'arachide, à accompagner le processus de lutte contre la désertification agricole dans la région et à garantir la souveraineté alimentaire des ménages. Ceci constituerait un gage d'une agriculture durable et prospère. De ce fait, l'objectif de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire des ménages au Sud-Kivu à travers une évaluation des effets de l'inoculum (*Japanicum*) et du fumier sur le rendement de culture d'arachide.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

Cet essai a été conduit dans le territoire de Walungu. Il est localisé au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo. La température moyenne oscille entre 23°C en juillet et 20°C en octobre ; l'altitude la plus basse en territoire de Walungu est de 1000 m dans la vallée de Kamanyola et de 3600 m sur les monts Cimbulungu en groupement de Kaniola, et 3400 m au sommet du mont Nidunga en groupement de Luciga. Suivant la répartition locale, ce territoire a deux grandes saisons culturales : la saison A, allant de septembre à février, et la saison B, allant de février à juin. Les recherches effectuées par l'Institut National d'Etudes et Recherches Agronomiques indiquent que Walungu est classé parmi les sols du type ferrisols. Ces sols sont caractérisés par la présence d'un horizon B, possédant une structure polyédrique bien développée, dans laquelle au moins la moitié de la surface des agrégats est recouverte par des revêtements d'argile.

2-2. Matériel

Les matériels utilisés sont :

- La semence d'arachide (variété locale) avec une capacité de germination de 9 jours, soit une semaine et deux jours ;
- L'inoculum du genre *Japanicum* été acheté dans le dépôt pharmaceutique dans la ville de Bukavu en commune d'Ibanda. Le protocole est d'appliquer 25 g d'inoculum pour 207 graines, 100 g d'inoculum pour 126 graines saines d'arachide et 70 g d'inoculum mélangé avec la bouse pour 100 graines saines d'arachide ;
- Le fumier du bovin.

2-3. Dispositif expérimental et gestion de l'essai

L'essai a été conduit pendant la saison culturale B (soit de février à juin 2018) selon un dispositif en split-plot avec 2 facteurs, dont la fertilisation biologique par l'inoculum et fertilisation biologique par fumier, sous 3 niveaux (inoculum, fumier, combinaison inoculum et fumier) comparé au témoin sans fertilisant. Chaque parcelle mesurait 2 m x 8 m et la distance entre deux parcelles était de 50 cm, les écartements étaient de 25 cm x 25 cm.

2-4. Paramètres observés

Les paramètres de croissance et de rendement ont été collectés sur les plantes d'arachides : la surface des feuilles et la hauteur des plantes (mesurées à l'aide d'un mètre ruban), le nombre de feuilles, des nodules et de gousses par plante (obtenu par un comptage manuel au moment de la récolte), et le poids parcellaire (obtenu à l'aide d'un peson de 25 Kg). Le rendement en biomasse et en graines sèches (Kg Ha^{-1}) a été obtenu, quant à lui, après extrapolation par la règle de trois simple.

2-5. Traitements des données

La saisie des données et l'analyse statistique ont été faites dans les logiciels Microsoft Excel et logiciel *Sphinx plus*² version 4.5. L'Analyse de la variance à deux facteurs a été conduite au seuil de signification de 5 % et les calculs des moyennes, coefficient de corrélation et écart-type ont intervenus.

3. Résultats

3-1. Hauteur des plantes d'arachide dans les parcelles

La **Figure 1** illustre la hauteur des plantes d'arachide dans les parcelles sous l'effet de l'inoculum mélangé au fumier.

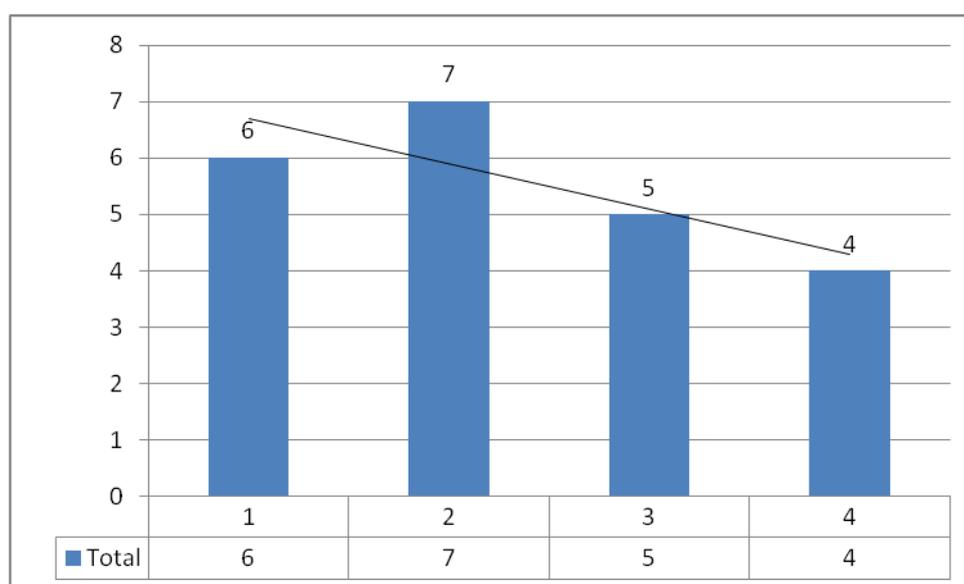


Figure 1 : Hauteur des plantes d'arachide dans les quatre parcelles sous étude

La hauteur était de 6 cm en parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué, de 7 cm en parcelle 2 où la bouse a été appliquée, de 5 cm en parcelle 3 avec combinaison de la bouse et de l'inoculum, et de 4 cm dans la parcelle où il n'y avait aucun traitement. Le coefficient de corrélation entre la hauteur de plantes d'arachide dans les quatre parcelles est de -0,28.

3-2. Surface des feuilles sur les plantes d'arachide dans les parcelles

La **Figure 2** montre la surface moyenne des feuilles sur les plants d'arachide dans les 4 parcelles traitées.

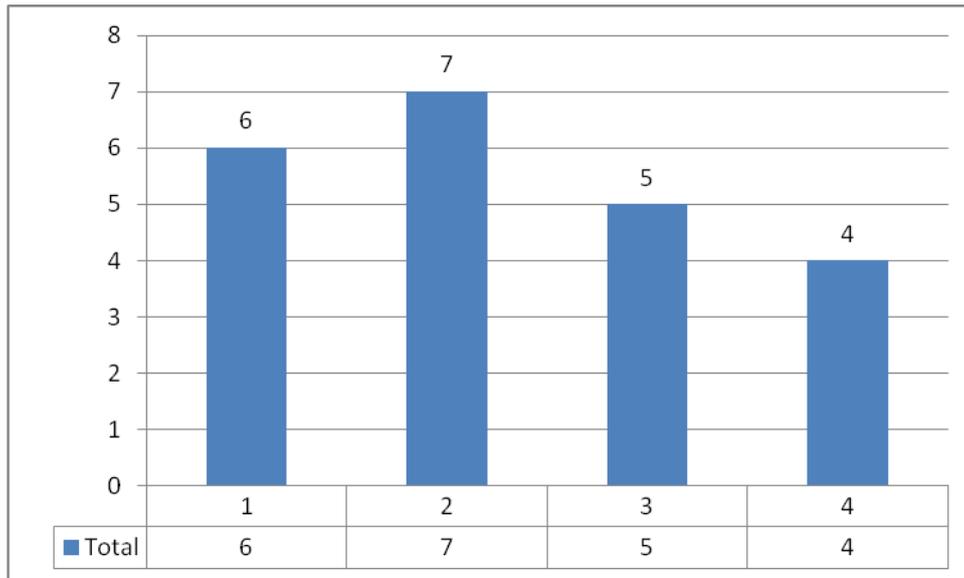


Figure 2 : *Surface foliaire sur les plants d'arachides dans les parcelles*

De cette figure, il ressort que la surface foliaire était de 6 cm dans la parcelle 1, de 7 cm dans la parcelle 2, de 5 cm dans la parcelle 3 et de 4 cm dans la parcelle 4. Le calcul de coefficient de corrélation de Pearson donne -0,41.

3-3. Nombre des feuilles sur les plantes d'arachide

La **Figure 3** illustre la variation du nombre de feuilles produites par les plantes d'arachides en fonction des traitements dans les parcelles d'étude.

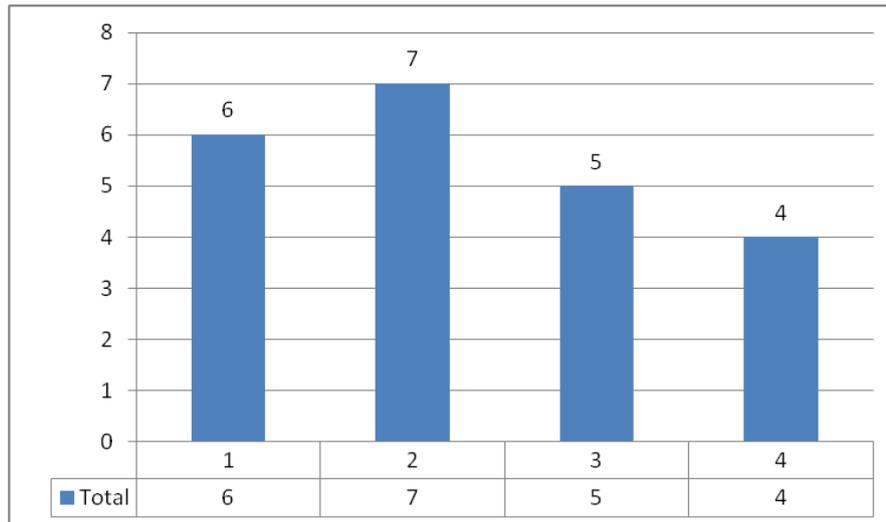


Figure 3 : *Nombre des feuilles sur les plantes d'arachide en fonction de traitements*

Il ressort de cette figure que dans la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué, 6 feuilles ont été produites ; 7 feuilles dans la parcelle 2 où la bouse a été appliquée ; 5 feuilles en parcelle 3 où il y avait combinaison de la bouse et l'inoculum ; et dans la parcelle 4 où il n'y avait aucun traitement des fertilisants, 4 feuilles ont été produites.

3-4. Nombre des fleurs sur les plants d'arachide

La **Figure 4** montre les résultats sur le nombre des fleurs sur les plantes d'arachide dans les quatre parcelles étudiées.

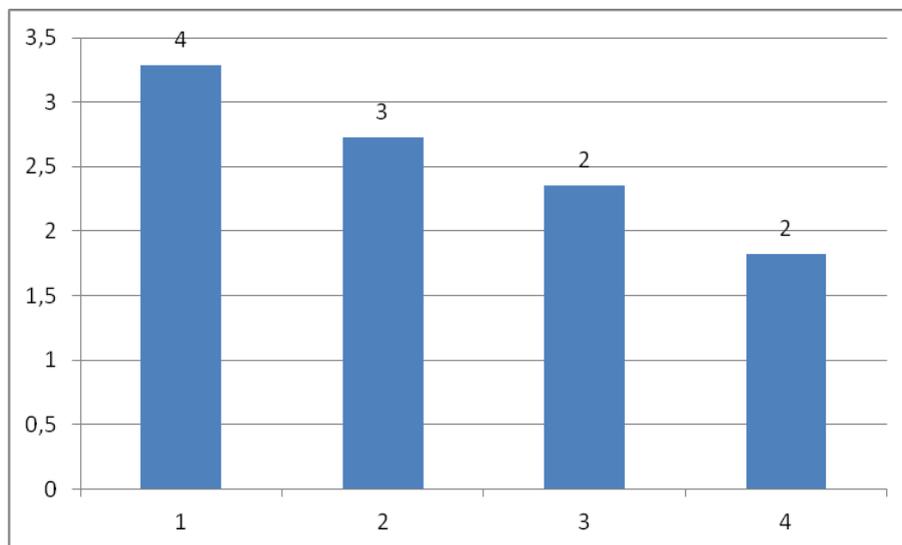


Figure 4 : *Nombre des fleurs sur les plantes d'arachide dans les parcelles*

Dans la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué, on avait observé une moyenne de 4 fleurs par plant, de 3 fleurs dans la parcelle 2 où la bouse a été appliquée, de 2 fleurs dans la parcelle 3 où il y avait combinaison de la bouse et de l'inoculum, et de 2 fleurs dans la parcelle 4 où il n'y avait aucun traitement.

3-5. Nombre des nodules dans les parcelles

Le nombre des nodules des plantes dans les parcelles est représenté dans la **Figure 5**.

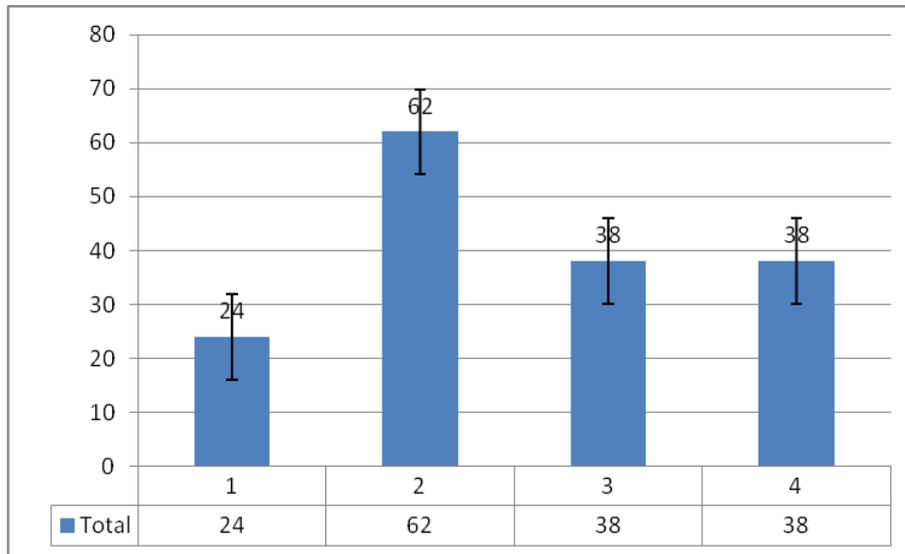


Figure 5 : *Nombre des nodules sur les plantes d'arachide dans les parcelles*

De cette figure, on observe que le nombre des nodules sur les plantes d'arachide dans les quatre parcelles étudiées se présentent de la manière suivante : 24 nodules dans la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué, 62 nodules dans la parcelle 2 où la bouse a été appliquée et 38 nodules dans la parcelle 3 où il y avait combinaison de la bouse et l'inoculum. On a observé, par contre, que dans la parcelle 4 où il n'y avait aucun traitement, 2 nodules seulement étaient présentes.

3-6. Longueur des gousses

La **Figure 6** illustre la longueur des gousses produites par les plantes d'arachides.

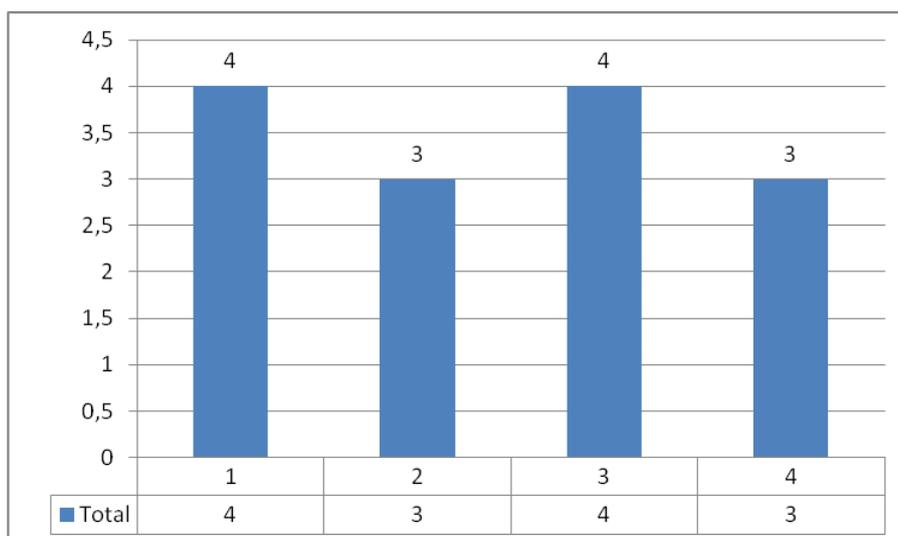


Figure 6 : *Longueur des gousses d'arachide en cm*

De cette figure, on observe qu'il existe une variabilité en longueur dans la production des gousses par les plantes d'arachide dans les quatre parcelles étudiées. En effet, elle a été de 4 cm dans la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué et dans la parcelle 3 où il y a combinaison de la bouse et l'inoculum, et de 3 cm dans la parcelle 2 où la bouse est appliquée et dans la parcelle 4 où il n'y avait aucun traitement. Une corrélation positive a été observé (Coefficient de Pearson, $Cor = 0,59$).

3-7. Le nombre des graines dans les parcelles

Le nombre de graines produites par les plantes d'arachides dans les parcelles est repris dans la **Figure 7**.

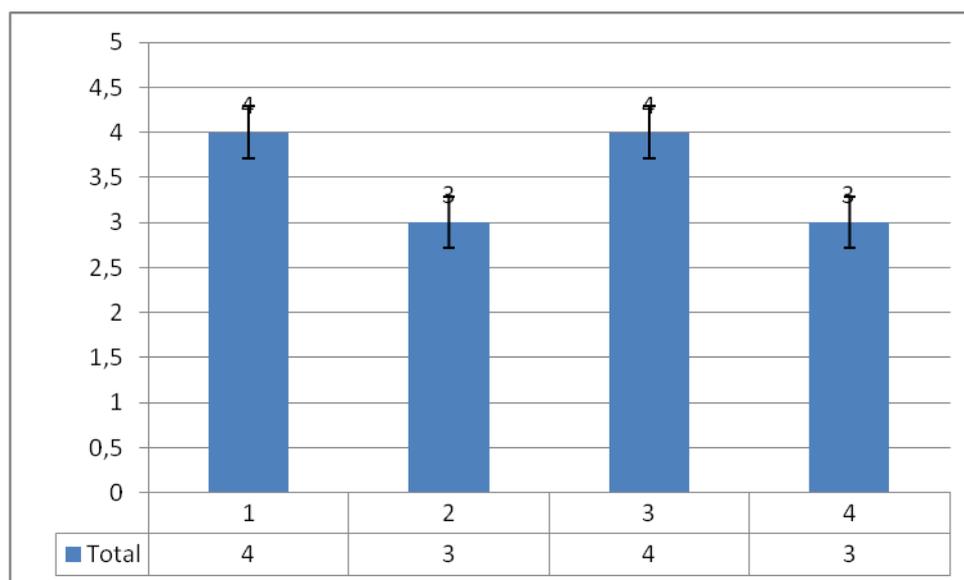


Figure 7 : Nombre des graines par gousse

Il a été observé une différence mineure dans la production de graines chez les plantes d'arachide dans les parcelles étudiées. Le nombre de graines produites par les plantes d'arachide dans la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué et 3 où il y avait combinaison de la bouse et l'inoculum était de 4 graines par gousse, tandis que dans les parcelles 2 où la bouse a été appliquée et 4 où aucun traitement n'a été appliqué, il était de 3 graines par gousse.

3-8. Rendement en biomasse dans les parcelles

La **Figure 8** illustre le rendement en biomasse fraîche d'arachide dans les parcelles étudiées.

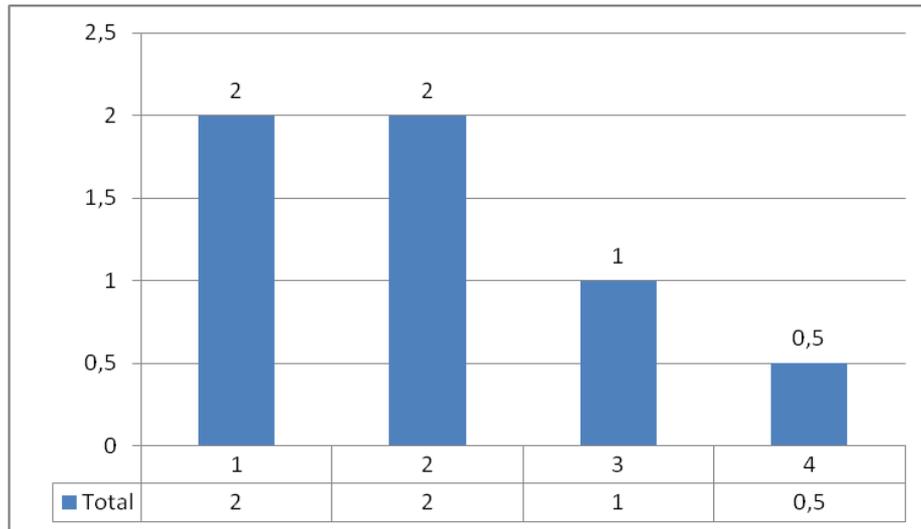


Figure 8 : Rendement en biomasse en Kg

Selon la **Figure 8**, le rendement en biomasse fraîche d’arachide dans les quatre parcelles étudiées se présentait comme suit : 2 kg (soit 1250 kg/ha) sur la parcelle 1 où l’inoculum a été appliqué et 2 où la bouse a été appliquée, 1 kg (soit 625 kg/ha) sur la parcelle 3 où il y avait combinaison de la bouse et l’inoculum, et 0,5 kg (312.5 kg/ha) sur la parcelle 4 témoin. Le coefficient de corrélation étant fortement significatif (-0,90).

3-9. Rendement en graines dans les quatre parcelles

Le rendement en graines d’arachide dans les parcelles étudiées est illustré par la **Figure 9**.

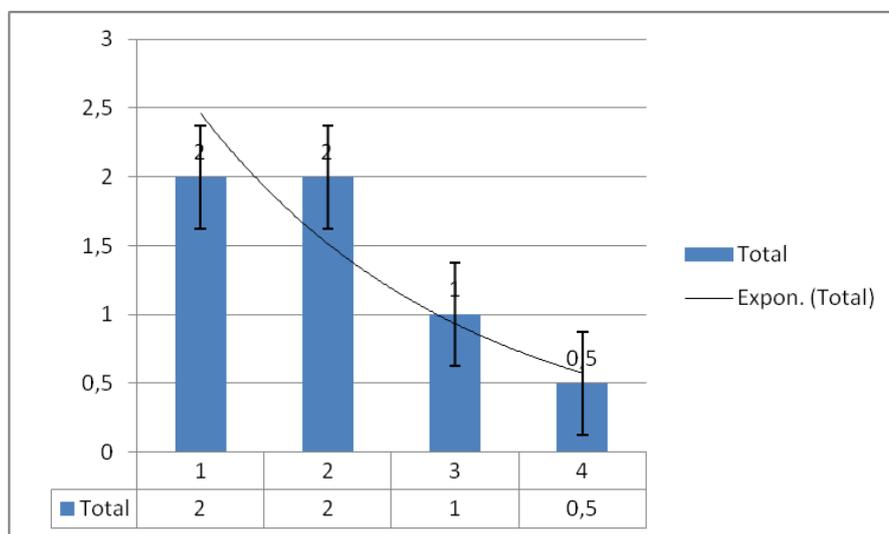


Figure 9 : Rendement d’arachide en Kg

La **Figure 9** montre qu’il existe une variabilité dans le rendement en graines d’arachides dans les quatre parcelles étudiées. Elle a été de l’ordre de 2 kg de grains secs (soit 1250 kg/ha) sur la parcelle 1 où l’inoculum a été appliqué et 2 où la bouse a été appliquée, de 1 kg (soit 625 kg/ha) sur la parcelle 3 où la bouse a été combinée à l’inoculum, et de 0,2 kg (soit 312.5 kg/ha) sur la parcelle 4 témoin. Les calculs de corrélation de Pearson donnent un coefficient de -0,94.

4. Discussion

Les recherches réalisées dans les régions Africaines ont démontré que les types d'engrais mélangés ont des effets significatifs sur les paramètres de croissance notamment l'accroissement de la taille des plantes d'arachides, l'augmentation de la surface foliaire et le nombre des fleurs [8, 17, 24]. Cependant, il est prouvé que les engrais et les conditions climatiques corrélient significativement sur la croissance et le développement de l'arachide [5]. Les recherches semblables ont été exécutés sur d'autres légumineuses, spécialement sur le haricot et le soja dans la région du Kivu montagneux et les régions voisines [13] et les résultats trouvés convergent avec ceux de ce travail sur les effets combinés de l'inoculum et le la bouse sur le rendement de l'arachide au Sud-Kivu. En effet, les résultats de cet essai, montre que le rendement de graines d'arachide a varié significativement en fonction des engrais organiques. La bouse de la vache et l'inoculum ont permis d'obtenir un haut rendement de 2 Kg comparativement à la parcelle témoin. Ces résultats convergents avec ceux obtenus sur le rendement de l'arachide dans les conditions éco-climatiques de Kinshasa et les données trouvées au Sud-Kivu [12, 13, 24]. Les travaux de recherches sur les inoculations [1, 17] donnent des résultats qui avoisinent les résultats de ce travail car les moyennes des nodules sont de 30 par pied. Ces écarts de rendement s'expliqueraient par les facteurs agro-écologiques qui interagissent tels que les résultats de Strothle, 2001 et Marselis et al. 2010 les confirment. Enfin, [1, 13] ont démontré que les engrais organiques mélangés permettent d'influencer significativement le rendement de l'arachide, mais c'est en corrélation avec les facteurs agro-écologiques. Ces derniers rapportent que la différence de rendement s'expliquerait peut être par la faible consommation de l'azote par la plante et aux effets résiduels élevés de l'azote dans le sol et par les effets des pathologies végétales qui varient en fonction des saisons.

5. Conclusion

La présente recherche a porté sur les effets combinés de l'inoculum (*Japanicum*) et de la fertilisation sur le rendement de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans le territoire de Walungu au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo dans le domaine de la gestion intégrée de la fertilité des sols. Les résultats de cet essai montrent que : La hauteur des plantes d'arachide dans les quatre parcelles étudiées est de 6 cm en parcelle 1 où l'inoculum est appliqué, de 7cm en parcelle 2 où la bouse est appliquée, de 5 cm de hauteur en parcelle 3 où il y a combinaison de la bouse et l'inoculum et de 4 cm dans la parcelle où il n'y a aucun traitement. La surface moyenne des feuilles sur plantes d'arachide dans les 4 parcelles traitées était de 6 cm en parcelle 1, de 7 cm en parcelle 2, de 5 en parcelle 3 et 4 cm en parcelle 4 sans apport des fertilisants. Le nombre des nodules sur les plantes d'arachide dans les quatre parcelles étudiées se présentent de la manière suivante : 24 nodules dans la parcelle 1 où l'inoculum est appliqué, 62 nodules dans la parcelle 2 où la bouse est appliquée et 38 nodules dans la parcelle 3 où il y a combinaison de la bouse et l'inoculum. On a observé, par contre, que dans la parcelle 4 où il n'y avait aucun traitement, 2 nodules seulement étaient présentes. Le rendement en biomasse fraîche d'arachide dans les quatre parcelles étudiées se présente comme suit : 2 kg (soit 1250 kg/ha) sur la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué et 2 où la bouse a été appliquée, 1 kg (soit 625 kg/ha) sur la parcelle 3 où il y a combinaison de la bouse et l'inoculum, et 0,5 kg (312.5 kg/ha) sur la parcelle 4 témoin. Le rendement pondéral des graines d'arachide est de l'ordre de 2 kg de grains secs (soit 1250 kg/ha) sur la parcelle 1 où l'inoculum a été appliqué et 2 où la bouse a été appliquée, de 1 kg (soit 625 kg/ha) sur la parcelle 3 où la bouse a été combinée à l'inoculum, et de 0,2 kg (soit 312.5 kg/ha) sur la parcelle 4 témoin.

Références

- [1] - M. NDIAYE, Contribution à l'inoculation bactérienne au champ de l'arachide (*Arachis hypogaea* L) et du soja (*Glycine max*) au Sénégal. Communication scientifique, ISRA-CNRA, Bombay, Dakar. (2000)
- [2] - S. SEBGO, Co-compostage de coques d'arachide avec du fumier des bovins. Mémoire de maîtrise, LEDS, (2015) 57p.
- [3] - M. DHER et B. BREYFU, Trois traitements de recommandés pour la culture de l'arachide au Sénégal, dénématisation, l'inoculation des semences par rhizobiums sélectionnés et apport de phosphogypse. Art. scient. In *Oléagineux*, vol. 46, N°5 (1991)
- [4] - B. FERNAND, L'arachide au Sénégal. Thèse, librairie de recueil Serey. Paris, (1941)
- [5] - M. SECK, Compostage des coques d'arachide, une technique permettant d'améliorer la fertilité des sols sahéliens. Thèse Université de Nancy 1. (1987)
- [6] - L. CISSE et G. VACHAUD, Effet d'un amendement d'un amendement organique sur l'infiltration les coefficients de transfert hydrique et l'évaporation d'un sol sableux dégradé du Nord-Sénégal. *Hydrologie continentale*, 2(1) (1987) 15 - 28
- [7] - S. DE WAELE, Plantes oléifères ; Arachide. In Agriculture en Afrique tropicale Raemarekers RH (éd.) Direction Générale à la Coopération(DGCI), Bruxelles, (2001) 768 - 785
- [8] - A. HAMASSELBE, La révélation de la filière arachide dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun. *Tropicultura*, 26(4), (2008) 200 - 205
- [9] - M. MBULUKU, Etude comparative de quelques variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L) de l'Icrisat dans les conditions écologiques de M'Vuazi (Bas Congo). Mémoire, FSA, UNIKIN, Inédit. (2003) p 34
- [10] - E. MUSEU, L'influence des doses croissantes du phosphore et la fixation symbiotique de l'azote de légumineuses à graines en sols de Kinshasa. Mémoire, FASA, UNIKIN. Inédit (2004)
- [11] - J. WEY et M. OBATON, Incidence de quelques techniques culturales sur l'activité fixatrice et le rendement de l'arachide. *Agronomie tropicale*, 33(2) (1978) 129 - 135
- [12] - B. NTAMWIRA, C. MIRINDI, P. MWARABU, M. MOANGO, W. KAZADI et L. KANYENGA, Evaluation agronomique des variétés de haricots volubiles riches en micronutriments dans les systèmes intégrés d'agroforesterie sur deux sols contrastés à l'Est de la République Démocratique du Congo. In *Journal of Applied Biosciences*, 114, 11368-11387 (2017)
- [13] - M. CIVAVA, M. MALICE, J. P. BAUDOUIN, Amélioration des agro systèmes intégrant le haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) au Sud-Kivu montagneux. Ed., Harmattan. (2012) 69 - 92
- [14] - F. MARIEL, Gestion des matières organiques dans les sols cultivés en région Wallonne : avantages agronomiques, avantages environnementaux et séquestration du carbone. Mémoire, ULB. (2007) 102 p.
- [15] - B. SUWELLE, Les fumiers de bovins laitiers une ressource qui se gère, symposium sur les bovins laitiers
- [16] - J. D. CHRISTOPHE, La bouse, Historique, importance et Ecosystème. Thèse, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. France. (2003)
- [17] - H. GUIBERT, G. GWIMBINKE et B. OLINA, Nodulation de l'arachide et acidité du sol Nord Cameroun : possibilités d'utilisation de comptage de nodules d'arachide (*Arachis hypogaea* L) comme indicateurs d'acidité des sols. Rapport de l'étude, IRAD-CIRAD. (2012)
- [18] - A. KAVANGE, T. CISHESA, P. ZAMUKULU, J. KULIMUSHI et D. GANZA, Effets des écartements et engrais organiques sur le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) à Walungu dans l'Est de la République Démocratique du Congo. In *Afrique science* 14(3) (2018) 316 - 322
- [19] - T. CISHESA, Production de la tomate, contraintes et opportunités en territoire de Walungu Sud-Kivu à l'Est de la RD Congo. In *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 23 No. 1 May 2016, (2016) 15 - 27

- [20] - FAOSTAT, Statiques. Italie, Rome. (2013)
- [21] - K. MULAJI, Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, université de Liège- Gembloux Agro-Biotech, (2011) 220 p.
- [22] - A. MACLEAN, F. R. HORE, Fumiers et compost, Agriculture Canada, Ottawa KI A 0C7. (1980)
- [23] - Y. OKA, Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments--A review, *Applied Soil Ecology*, Vol.44, Issue 2, Nematology ,Unit, Gilat Research Center, M.P. Negev 85280, Israel, (2010) 101 - 115
- [24] - B. M. BANGATA, KN NGBOLUA, E. EKUTSU, A. KALONJI, Comportement de quelques lignées de riz NERICA en culture de bas fond dans la région de Kinshasa, RD Congo, *International Journal Official Biological and Chemical Sciences*. (2013)