

COMPARAISON AGRONOMIQUE DE TROIS VARIETES DE SOJA (*GLYCINE MAX*) SOUMISES A UN TRAITEMENT ORGANIQUE A BASE DE BOUSE DE VACHE A BUHIMBA (NORD KIVU, RD CONGO)

Rusangiza Samuel Roland^{1*}, Basimine Lulemire Bienfait¹, Assistants à l'UCS-Goma

Auteur correspondant : samuelsingiza@gmail.com , Tél. +243 990024623

Résumé

Trois variétés améliorées de soja (*Glycine max*), soumises à un traitement organique à base de bouse de vache ont fait objet d'étude à Buhimba au Nord Kivu. Le dispositif expérimental adopté a été celui de blocs complètement randomisés (BCR) avec 3 répétitions. L'objectif poursuivi était d'évaluer les rendements de trois variétés de soja dans les conditions écologiques de Buhimba. Ainsi, après application de 10T/ha de bouse de vache sur le site expérimental, les rendements obtenus ont été respectivement de 7,727 t/ha \pm 2,866 pour la variété Canada, 8,7 t/ha \pm 2,107 pour la variété SB24 et 6,983 t/ha \pm 1,675 pour la variété Imperial considérée comme témoin. Après les analyses statistiques réalisées à l'aide de Anova à un seul facteur, la comparaison des moyennes au seuil de 5%, a renseigné qu'il n'existait pas de différence entre les moyennes de rendement ci-haut fournies. D'une part, le sol du milieu d'étude étant constitué d'andosols serait influencé par cette application de la bouse de vache qui aurait à son tour un effet positif sur l'amélioration du pH. D'autre part, le bagage génétique de ces trois variétés aurait influencé dans une certaine mesure leurs rendements respectifs dans les conditions similaires.

Mots clés : variétés, soja, organique, bouse, Buhimba

Abstract

Three improved varieties of soya (*Glycine max*) subjected to an organic treatment based on cow dung were studied in Buhimba in North Kivu. The experimental design adopted was that of completely randomised blocks (CRB) with 3 replications. The aim was to assess the yields of three soya varieties under the ecological conditions of Buhimba. After applying 10T/ha of cow dung on the experimental site, the yields obtained were 7.727 t/ha \pm 2.866 for the Canada variety, 8.7 t/ha \pm 2.107 for the SB24 variety and 6.983 t/ha \pm 1.675 for the Imperial variety considered as a control. After statistical analysis using a single-factor Anova, comparison of the means at the 5% threshold revealed that there was no difference between the above yield averages. On the one hand, the soil in the study area, consisting of andosols, would be influenced by the application of cow dung, which would in turn have a positive effect on improving pH. Furthermore, the genetic make-up of these three varieties would have had some influence on their respective yields under similar conditions.

Keywords: varieties, soya, organic, dung, Buhimba

Introduction

L’agriculture joue un rôle crucial dans l’économie des pays en développement et constitue la principale source de nourriture, de revenus et d’emplois pour les populations rurales (FAO, 2017). Cependant, la production agricole continue à décroître, l’infertilité des sols ainsi que l’érosion sont à la base des récoltes maigres, mais aussi la croissance démographique et l’urbanisation font que la famille dispose de moins de terre (Roose, 2018).

Bon nombre de paysans s’inquiètent de savoir comment assurer une alimentation suffisante et de bonne qualité à leur famille. L’économie des pays africains dépend énormément de l’agriculture source de bien être de population en termes de revenu au niveau des ménages, de la sécurité alimentaire et même de l’économie globale du pays. Cependant, la production agricole continue à décroître (Nieuwenhuis, 2005 :75).

L’infertilité des sols ainsi que l’érosion sont à la base des récoltes maigres mais aussi, la croissance démographique et de l’urbanisation font que la famille dispose de moins de terre pour produire sa nourriture. Les intrants agricoles comme les engrais et les pesticides chimiques coûtent chers, polluent l’environnement et les paysans n’ont pas de formation sur leur utilisation et gestion des emballages ;(Raemaekers, 2001 :1634 ;Nieuwenhuis, 2005 :75).

Le soja est une légumineuse possédant de nombreuses vertus et est une de source de protéine végétale qui joue un rôle important dans la sécurité alimentaire et de revenue des agriculteurs. Il est par excellence une culture stratégique dans la lutte contre la mal nutrition et la pauvreté. De plus, il est généralement considéré comme viande végétale. Cette légumineuse est autotrophe car elle puise la majeure partie de ses nutriments dans le sol ambiant et une autre partie dans l’atmosphère. La production et le rendement dépend de la disponibilité sous forme assimilable des certains éléments chimiques dans le sol pour l’alimentation végétale (CIRAD, 2002 : 1661 ; Nyabyenda, 2005 :223.) Comme toutes les autres légumineuses, le soja est d’une importance capitale dans l’agriculture et ses racines enrichissent le sol en azote permettant ainsi la bonne productivité des autres plantes (Nyabyenda, 2005 :223.)

En République Démocratique du Congo (RDC), le soja intervient très peu sur le marché, malgré quelque réussites tant au niveau de la production commerciale. Au Nord Kivu, la consommation de la production est locale. Les deux variétés de soja *SB24* et *Canada* sont nouvellement introduites et adoptées au Nord Kivu en général et à Buhimba en particulier. La population cultivatrice n’a pas assez d’expériences et ne connaît pas les techniques culturales de ladite culture telles que les écartements (minima et maxima), les amendements organiques comme minéraux, l’association des cultures, la transformation et la conservation. De plus, ils ne connaissent pas les symptômes des maladies ni des ravageurs.

Les fumiers des animaux ont la particularité d’enrichir le sol et de favoriser la croissance des végétaux mais aussi, la bouse de vache est facile à trouver dans le milieu qui est un engrais naturel très performant. Souvent, il est mélangé à la paille issue des étables.

A notre connaissance, l’étude sur la comparaison de l’effet de la bouse de vache sur le rendement de trois variétés améliorées de soja dont *SB24*, *Canada* et *Imperial* n’a jamais été réalisée dans la région. La variété *Imperial* est pratiquée de manière extensive par les agriculteurs dans le milieu de Buhimba et considérée comme contrôle ou témoin dans ce travail.

L’objectif poursuivi était d’évaluer les rendements de trois variétés de soja dans les conditions écologiques de Buhimba, la variété améliorée *Imperial* considérée comme témoin.

2. Milieu, Matériel et méthodes

2.1. Milieu

Localisation du milieu d’étude

L’essai a été réalisé sur un site situé dans le quartier Lac vert, commune de Goma à Goma. Ce dernier est localisé à 01°40’42,8’’ de la latitude Sud et 029°13’44,44’’ de la longitude Est à 1558 m d’altitude. La figure 1 illustre la carte du milieu d’étude.

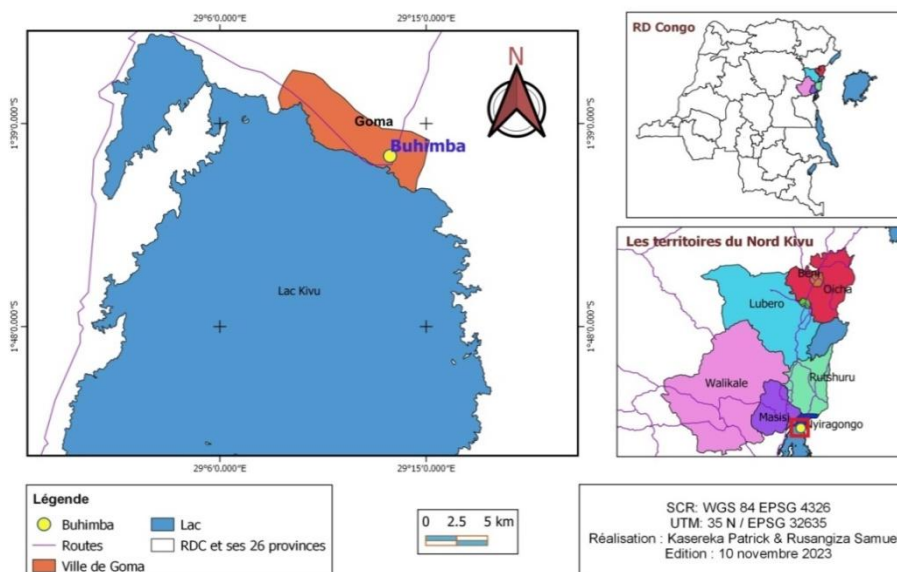


Figure 1. Carte du milieu d’étude: commune de Goma, ville de Goma (OpenStreetMa)

Sol

Le sol de Goma est décrit comme des andosols provenant des roches éruptives de bonne capacité de rétention d'eau, 12 à 15 % (Quantin, 1972:273-302). Les andosols sont des sols qui appartiennent à la classe des sols peu évolués et qui ont pour roche mère des cendres volcaniques (Rostislav, 1953 :140.) Cette roche mère meuble, riche en bases s'altère rapidement. Ils sont très humifères et caractérisés par les argiles amorphes, leur profil est du type AC. Ils sont fertiles grâce à leur bonne structure en eau très élevées (Detay, 2013:30.) La teneur en matière organique des andosols est de 5-8%. Le rapport C/N est de 10 avec le pH environnant 7 (Quantin, 1972:273-302).

Climat du milieu

La ville de Goma jouit d'un climat tropical d'altitude avec comme température moyenne annuelle de 21°C. L'humidité relative moyenne diurne varie de 60 à 80 % au cours de la saison sèche et pluvieuse, respectivement. L'insolation relative varie aussi de 50 à 70 % durant les mois pluvieux vers les mois secs, respectivement. La moyenne de la température est de 20,56°C et une précipitation totale de 461,2 mm durant les 5 mois de l'essai. Les températures moyennes et les précipitations de la période de l'essai sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Températures moyennes et précipitations de la période d'essai

Mois	Températures moyennes	
	(°C)	Précipitations (mm)
Février	20,3	74,4
Mars	21,1	149,1
Avril	20,7	83,9
Mai	20,5	78,2
Juin	20,2	75,6
Moyenne	20,56	92,24
Total	-	461,2

Source : Station météorologique de Goma 2023

2.2. Matériels

Semences de soja

Pour l'expérimentation, les variétés suivantes ont été utilisées: *Canada*, *SB24* et *Imperial*. Elles ont été achetées à l'Institut National d'Etudes et Recherche Agronomique, INERA/ Mulungu. Les semences présentent les caractéristiques suivantes (tableau 2) selon le Programme National Légumineuse, PNL (INERA/Mulungu, 2009)

Tableau 2. Caractéristiques agronomiques des variétés INERA-Mulungu, 2013.

Caractéristiques agronomiques	Variétés		
	<i>Canada</i>	<i>SB24</i>	<i>Imperial</i>
Vigueur	Bonne	Bonne	Bonne
Couleur/fleur	Blanche	Violette	Blanche
Jour à floraison	30	30	60
Jour à maturité	90	110	120
Verse	Exigée	Exigée	Exigée
Hauteur/plante	Basse	Basse	Moyenne à haute
Nodulation	Grand	Grand	Grand
Taille/feuilles	Moyenne	Grande	Grande
Couleur/poils	Grise	Grise	Fauve
Couleur/feuilles	Vert foncé	Vert foncé	Vert moyen
Pois de 100graines(g)	17	27	23
Rendement potentiel (Kg/ha)	2500	2500	2000

2.3. Méthode

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté a été celui de blocs complètement randomisés (BCR) avec 3 répétitions. Ce type de dispositif est utilisé pour les essais à un seul facteur et dans les terrains assez homogènes. L'affectation des traitements se fait par tirage au sort complètement aléatoire. Le même traitement peut apparaître plus d'une fois dans la même ligne et dans la même colonne. La seule condition est que le même traitement ne peut pas apparaître dans des parcelles voisines. Les blocs étaient séparés par une allée de 40 cm comprenant chacune trois parcelles séparées d'abord par les autres allées de 40 cm. Chaque parcelle est carré de côté 2,8 m c'est-à-dire une superficie de 7,84 m². Ainsi, la surface utile est 9,2 m x 9,2 m, soit 84,64 m² et la surface totale de 10 m x 10 m, ce qui équivaut à 100 m² ou 1 are ; La figure 2, présente le dispositif expérimental.

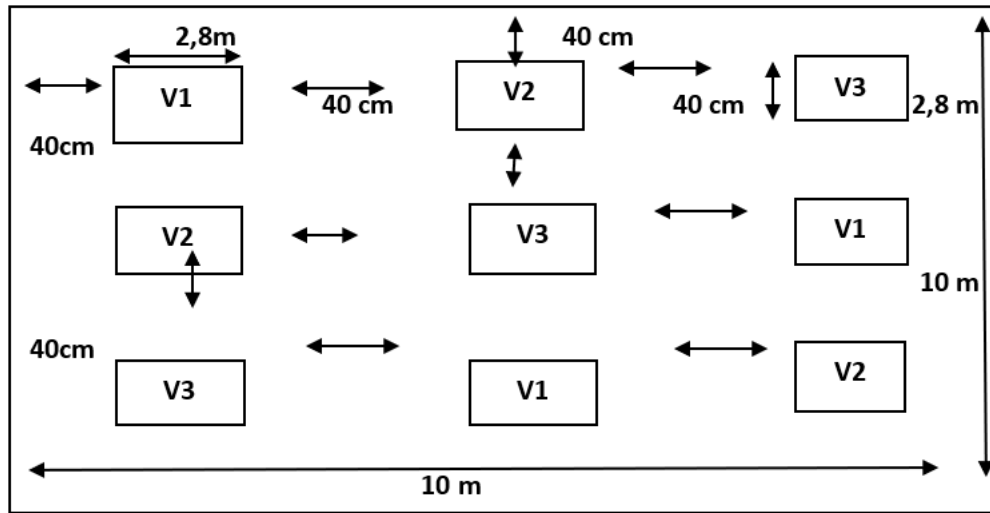


Figure 2. Dispositif expérimental

Légende

V1: variété *Canada* + bouse de vache, V2: variété *SB24* + bouse de vache, V3: variété *Imperial* ou témoin sans bouse de vache

Conduite de l'essai

La préparation de terrain avait consisté au piquetage, au labour et à la préparation du lit de semis. Le semis s'est effectué au mois de Mars. Les graines étaient semées aux écartements de 30 x 30 cm à raison de 3 graines par poquet à une profondeur de 5 cm. Le terrain utilisé pour l'essai avait comme précédents culturaux, manioc, haricot, patate douce, maïs puis l'arachide abandonné et étant couvert des espèces telles que : *Bidens pilosa*, *Sida acuta*, *Killinga squamulata*, *Cyperus irial*, *Cyperus nolondus*, *Commelina benghalensis*, *Brachiaria deflexa*, *Digitaria horizontalis*, *Imperata cylindrica*, *Eleusine indica*, *Commelina diffusa*, *Portulaca oleracea*, *Amarantus viridis*, *Commelina africana*, etc. L'essai s'est déroulé durant la période allant de Mars à Juin 2016 au cours de la saison culturale B. La surface utile étant de 84,64 m², 1Kg de bouse de vache a été appliqué/m², soit environ 85Kg pour couvrir 84,64 m² (extrapolé à 10Tonnes de bouse de vache par ha). Les paramètres observés ont été le taux de levée, le diamètre au collet, le nombre de ramification, le poids de 100 graines, le nombre des fleurs par plants, la hauteur de plants, le nombre des gousses et le rendement à l'hectare. Le taux de levée ou pouvoir germinatif (PG) a été obtenu par le comptage des graines germées sur le nombre total des graines semées multiplié par 100. Un mois après semis, la hauteur des plants a été mesurée à l'aide d'une latte graduée au niveau du collet jusqu'à la fin du bourgeon apical pour la croissance à longueur des plants et le diamètre au collet a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse pour avoir la vigueur des plants; tout cela jusqu'à la floraison. Le nombre moyen de ramification a été estimé par le comptage de nombre de rameaux observé sur les plants. Cent graines ont été pesées à l'aide d'une balance de précision pour obtenir le poids et le rendement étant le rapport entre le poids total et la surface parcellaire puis extrapolé en tonne par hectare.

Analyse statistique des données

Les données ont été récoltées puis insérées sur des tableurs Excel, l'encodage a été fait sur ordinateur à l'aide de Microsoft Office Excel 2010 (D CURTIS, 2010 : 368) et les analyses statistiques par à l'aide du logiciel Stigma Plot 12.0 SYSTAT Software Inc., San Jose, CA, USA, 2007 (LUDBROOK, 2008:103-104). Elle a consisté à l'analyse de la variance à un seul critère (ANOVA 1) et la comparaison des moyennes à $P \leq 0.05$ (DAGNELIE, 1992 : 492 ; PRESAD, 2015:314)

3. Résultats

Le tableau 3 présente les valeurs moyennes et écart types des données brutes des paramètres végétatifs et de la composante de production

Tableau 3. Valeurs Moyennes et la déviation standard des données brutes des paramètres

Paramètres végétatifs	Variété <i>Canada</i>	Variété <i>SB24</i>	Variété <i>Imperial</i>
Moyenne ± Déviation standard			
Taux de levée(%)	56,667±3,055	74±5,196	61,667±11,590
Diamètre au collet (mm)	7,467±1,815	6,6±0,104	7,3±2,389
Hauteur des plants (cm)	23,733±2,205	16,083±1,824	21,537±6,784
Nombre de ramification	7,333±0,577	11,667±0,577	8,667±1,527
Composante de production			
Moyenne ± Déviation standard			
Nombre de fleurs par plant par variété	47,333±10,504	58±12,49	39±1,732
Nombre de gousses	125,667±49,743	201,667±29,687	123±19,975
Poids de 100 graines par variété(g)	16,9±0,1	17,367±0,551	16,567±0,63
Rendement par variété (t/ha)	7,727± 2,866	8,7± 2,107	6,983± 1,675

Le taux de levée de la variété *SB24* est supérieur ($74 \% \pm 5,196$) par rapport à ceux des variétés *Imperial* ($61,667 \% \pm 11,590$) et *Canada* ($56,667 \% \pm 3,055$). Le nombre de ramifications est de $7,333 \pm 0,577$ pour la variété *Canada*, $11,667 \pm 0,577$ pour la variété *SB24* et $8,667 \pm 1,527$ pour la variété *Imperial*. Le diamètre au collet des variétés diffère entre elles dont $7,467 \text{ mm} \pm 1,815$ pour *Canada*, $6,6 \text{ mm} \pm 0,104$ pour *SB24* et $7,3 \text{ mm} \pm 2,389$ pour *Imperial*. La hauteur des plants des variétés diffère entre elles et se présente comme suit : $23,733 \text{ cm} \pm 2,205$ pour *Canada*, $16,083 \text{ cm} \pm 1,824$ pour *SB24* et $21,537 \text{ cm} \pm 6,784$ pour *Imperial*. Le nombre de fleurs est de $47,333 \pm 10,504$ pour la variété *Canada*, $58 \pm 12,49$ pour la variété *SB24* et $39 \pm 1,732$ pour la variété *Imperial*. Le nombre de gousses est de $125,667 \pm 49,743$ pour la variété *Canada*, $201,667 \pm 29,687$ pour la variété *SB24* et $123 \pm 19,975$ pour la variété *Imperial*. Pour ce qui est du poids de 100 graines, la variété *Canada* a fourni $16,9 \text{ g} \pm 0,1$; la variété *SB24* $17,367 \text{ g} \pm 0,551$ et la variété *Imperial* $16,567 \text{ g} \pm 0,63$. Le rendement est de $7,727 \text{ t/ha} \pm 2,866$ pour la variété *Canada*, $8,7 \text{ t/ha} \pm 2,107$ pour la variété *SB24* et $6,983 \text{ t/ha} \pm 1,675$ pour la variété *Imperial*. Les données brutes tableau 3 ci-dessus, sont statistiquement analysées dans le tableau 4 ci-dessous.

Le tableau 4 présente l'analyse de la variance à un seul critère (ANOVA 1) des paramètres végétatifs et de la composante de production.

Tableau 4. Résumé de l'ANOVA des paramètres végétatifs et de la composante de production.

Paramètres végétatifs	F	Prob	Signification
Taux de levée	12,592	0,007	S
Diamètre au collet	2,619	0,152	NS
Hauteur des plants	11,591	0,009	S
Nombre de ramification	44,333	<0.001	S
Composante de production	F	Prob	Signification
Nombre de fleurs par plant par variété	3,031	0,123	NS
Nombre de gousses	14,348	0,005	S
Poids de 100 graines par variété	6,443	0,032	S
Rendement par variété	0,431	0,668	NS

Légende

S: Significative, NS : Non Significative

Le tableau du résumé de l'ANOVA révèle une différence significative entre le taux de levée, le nombre de ramification, la hauteur des plants, le nombre de gousses ainsi que le poids de 100 graines, c'est-à-dire que les résultats de ces 3 variétés améliorées diffèrent dans les conditions d'étude pour ces paramètres ci-haut énumérés. Le traitement variété a un effet significatif sur le taux de levée, le nombre de ramification, la hauteur des plants, le nombre de gousses, et le poids de 100 graines. La variété *SB24* qui a un taux de levée supérieur à celui de l'*Imperial* et *Canada*. Les valeurs obtenues pour la variété *Imperial* sont proches à celles de la variété *Canada*. De même, chez la variété *SB24* on a observé plus de ramification que les variétés *Canada* et *Imperial*, la variété *Imperial* (témoin) en a légèrement plus que *Canada*. Parmi les trois variétés, la croissance en hauteur a été plus observée chez la variété *Canada* que chez *SB24* et le témoin (*Imperial*), bien que les deux dernières ont donné les valeurs les plus proches. Pour ce qui est du nombre des gousses, la variété *SB24* a fourni un nombre largement supérieur aux deux autres variétés *Canada* et *Imperial*, bien que pour ces deux dernières, la différence n'est pas très prononcée. De même, la variété *SB24* a fourni le poids de 100 graines légèrement supérieur à celui des variétés *Imperial* et *Canada*. Il se remarque par ailleurs que la différence entre ces trois est moins prononcée entre ces trois variétés.

Une différence non significative a été trouvée pour le diamètre au collet, le nombre des fleurs par plant et le rendement des variétés. Ceci laisse entendre que pour les trois variétés améliorées (*SB24*, *Canada* et *Imperial*), les diamètres au collet, les nombres des fleurs par plant et les rendements sont les mêmes ou sans différence apparente.

4. Discussion

Au cours de cette étude, il s'est avéré qu'après application d'une quantité homogène de la bouse de vache sur les andosols provenant des roches éruptives de bonne capacité de rétention d'eau du quartier Lac vert, un effet significatif a été observé sur le taux de levée, le nombre de ramification, le nombre des gousses et le poids de 100 graines des variétés améliorées de soja *SB24*, *Imperial* (témoin) et *Canada*. Ceci s'expliquerait par les caractéristiques agronomiques et ou variétales de chacune d'entre elles. La variété *SB24* a développé plus de ramification que *Canada* et *Imperial* (témoin) dans les conditions pré citées. Chez la variété *Canada* on a enregistré une croissance en hauteur un peu plus observée que chez *SB24* et le témoin (*Imperial*).

Il est connu que les andosols issus des cendres volcaniques sont naturellement acides, avec des faibles valeurs de pH dues au lessivage des bases alcalines et à la forte teneur en aluminium. Le fumier frais de vache est légèrement alcalin et atteint un pH d'environ 7,9 dans certains contextes. Même s'il s'acidifie en se décomposant via la nitrification, son impact initial tend à augmenter ou stabiliser le pH du sol. Ceci expliquerait le fait que le pH alcalin de la bouse de vache aurait amélioré celui du sol. (Mulaji Kyela, 2011 :191; Andriamananjara, 2011 :185; Ognalaga, 2014:1- 88).

Comme le soulignent aussi Utami *et al.*, (2020), l'application d'engrais organique peut conduire à une bonne combinaison au sein de l'environnement pédologique et micro-agro-climatique ainsi que la bonne santé des plantes en favorisant une augmentation de l'absorption du NPK.

Cela peut avoir comme effet bénéfique de favoriser l'assimilabilité, par les plants, des éléments minéraux libérés dans la solution du sol (Andriamananjara, 2011 :185; Ognalaga, 2014:1- 88). Toutefois, en comparant les résultats en rapport avec le rendement obtenus au cours cette étude (7,727 t/ha \pm 2,866 pour la variété *Canada*, 8,7 t/ha \pm 2,107 pour la variété *SB24* et 6,983 t/ha \pm 1,675 pour la variété *Imperial*) avec ceux obtenus par Munene V. *et al.* (2014) où la variété *SB24* a donné un rendement moyen de 1,8Tonnes/ha sans inoculation contre 2,3Tonnes/ha après inoculation et 1,8Tonnes/ha sans inoculation contre environ 2Tonnes pour la variété *Impérial*. Cette performance dans le cadre de notre essai peut s'expliquer d'une part, par les nombreux facteurs notamment les conditions édapho-climatiques, car la variabilité régionale due au climat, au sol, et aux pratiques agricoles peut avoir une influence sur le potentiel agronomique des cultures maïs aussi et surtout, par la manière dont les essais ont été conduites. En tenant compte de ceux-ci, on peut déjà penser à cette région du Nord-Kivu comme étant l'une où les conditions peuvent être optimales pour ces variétés.

5. Conclusion recommandations

Au terme de ce travail, les résultats montrent que les trois variétés de soja améliorées *SB24*, *Canada* et *SB24* ont donné un bon rendement dans les mêmes conditions après application d'une quantité égale de la bouse de vache. D'une part, le sol du milieu d'étude étant constitué d'andosols serait influencé par cette application de la bouse de vache qui aurait à son tour un effet positif sur l'amélioration du pH. D'autre part, le bagage génétique de ces trois variétés aurait influencé dans une certaine mesure leurs rendements respectifs dans les conditions similaires.

Des recherches supplémentaires devront être réalisées dans le même milieu et sur les mêmes variétés en prenant en compte différentes doses de fertilisants maïs aussi au cours de différentes saisons culturales.

Bibliographies :

1. Andriamananjara A., *Système de culture à rotation Voandzou – Riz pluvial (Oryza sativa) sur les hautes terres de Madagascar. Rôle d*
2. *u Voandzou (Vigna subterranea) sur la biodisponibilité du phosphore dans les ferralsols*. Thèse Université d'Antananarivo, École Supérieure des Sciences Agronomiques, 2011, p.185.
3. Cirad, *Mémento de l'agronome*, Ministère des affaires étrangères, Paris, ,2002,p. 1661.
4. Curties F. D., *Microsoft Excel 2010*, Paris, Microsoft Press, coll. « Étape par Étape », 2010,p. 368. (ISBN 978-2-10-055117-0, présentation en ligne [archive])
5. Dagnelie P., *Statistique théorique appliquée*, tome 1, Presse Agronomique Gembloux, Belgique, p 492, 1992 ; Satguru PRESAD, *Elements of biostatistics*.Third Edition published by Rakesh Kumar Rastogi for Rastogi publications.Gangotri Shivaji Road, MEERUT-250002, 2015, p. 314.
6. Detay M., *Impact du volcanisme sur le climat passé et présent de la terre*. ag, les galapagos-dallol et l'erta ale-le stromboli-l'etna, 2013,p.30.
7. FAO (2017). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Mettre les systèmes alimentaires au service d'une transformation rurale inclusive. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome,178 p
8. Kouassi,Y.F, G.A. Gbouri, K.A.N'guessan, A. bilgo, K.T. pascalanguit (2019). Effets de fertilisants organique et organo-minéral à base de déchets végétaux et animaux sur la croissance et le rendement du soja (Glycine max (L.) Merrill) en zone de savane de côte d'ivoire
9. Ludbrook J. , *Software review: Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 35, 2008, p.103-104.
10. Mulaji kyela C., *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 Université de Liège, Belgique, 2011, p. 191.
11. Nieuwenhuis R. et Nieuwelink J., *La culture du soja et d'autres légumineuses, Série Agrodok No. 10*, Fondation Agromisa, Wageningen, 2005, p. 75.
12. Nyabyenda P., *Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique : cultures industrielles et d'exportations, cultures fruitières, cultures maraîchères*, Presses Agronomiques de Gembloux, Collection CTA, Belgique, 2005, p. 223.
13. Ognalaga M. et Itsoma E., *Effet de Chromolaena odorata et de Leucaena leucocephala sur la croissance et la production de l'oseille de Guinée (Hibiscus sabdariffa L.)*. Agronomie Africaine, 2014, 26:1- 88.
14. Programme National Légumineuse (PNL) de l'INERA/ Mulungu ,2009.
15. Quantin P., *Les Andosols*. Revue bibliographique des connaissances actuelles.Cah. Orstom, Serie Pedol. Vol. X, 1972, 3 :273-302.
16. Rostislav M., *Contribution à l'étude pétrographique des pépérites et du volcanisme tertiaire de la Grande Limagne*.Mem. Soc. Hist. Auvergne no 5, 1953, p.140.
17. Roose, E. (2018). Restauration de la productivité des sols tropicaux et Méditerranéens Contribution à l'agroécologie. IRD Éditions.Marseille.712p
18. Utami, S.N.H., A.M. Abduh, E. Hanudin and B.H. Purwanto. 2020. Study on the NPK uptake and growth of rice under two different cropping systems with different doses of organic fertilizer in the Imogiri Subdistrict, Yogyakarta province, Indonesia. Sarhad Journal of Agriculture, 36 (4) : 1190-1202. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2020/36.4.1190.1202>
19. Munene, V. (2014). Réponse de trois variétés de Soja à l'innoculation par Bradyrhizobium japonicum sans limitation de phosphore et de potassium à Buhehe/Birava en territoire de Kabare (RDC) <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31742.79689>