



Original Paper

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

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

Détermination de la dose et de la date optimales d'application de la fumure minérale sur le sésame (*Sesamum indicum* L.) au Burkina Faso.

Amos MININGOU*, Vanessa GOLANE, Appolinaire Sy TRAORE et Hyacinthe KAMBIRE

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) / CREAM, 01 BP : 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

*Corresponding author, E-mail : miningou_amos@yahoo.fr ; Tel : +226 70 09 30 52

Received: 10-09-2020

Accepted: 27-12-2020

Published: 31-12-2020

RESUME

La baisse de la fertilité des sols est une cause des faibles rendements au Burkina Faso. Ainsi, il faudra faire de bons apports d'engrais pour augmenter les rendements. Dans ce cadre, une étude a été conduite de juillet à octobre 2015 à Sourti dans la Province du Mouhoun. Il s'est agi d'apporter des doses croissantes de fumure minérale à différentes dates d'application sur le sésame. L'objectif est de déterminer la dose et la date d'application optimales de la fumure minérale. A cet effet quatre traitements de doses d'engrais NPK (14-23-14) : NPK0 (0 kg.ha⁻¹), NPK50 (50 kg.ha⁻¹), NPK100 (100kg.ha⁻¹), NPK150 (150 kg.ha⁻¹) ont été appliqués selon trois dates d'application (au semis, le 15^{ème} JAS, le 30^{ème} JAS) dans un dispositif expérimental en blocs de Fisher à 4 répétitions avec un arrangement en split-plot. Les résultats obtenus ont montré que les doses NPK ont un effet positif sur le sésame à travers son développement morphologique (sa hauteur, ses ramifications, ses capsules) et son rendement. Les rendements obtenus ont permis de classer les doses selon cet ordre croissant : NPK0 (266 kg.ha⁻¹) <NPK50 (348 kg.ha⁻¹) <NPK100 (550 kg.ha⁻¹) <NPK150 (593kg.ha⁻¹). L'évaluation économique effectuée sur la base du ratio valeur sur coût (RVC) a permis de retenir la dose NPK100 comme étant la plus rentable pour les producteurs. Les dates d'applications NPK sur le sésame ont également des effets visibles sur la hauteur et le rendement en grain. Le meilleur rendement est obtenu avec l'application du NPK 15 JAS (475 kg.ha⁻¹) suivi de l'application au semis (450 kg.ha⁻¹) et enfin de celle effectuée au 30^{ème} JAS (375 kg.ha⁻¹). L'interaction doses et dates d'application d'engrais NPK doit être considérée chez le sésame.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : sésame, Burkina Faso, engrais NPK, dates et doses d'applications, rentabilité

Title: Determination of the optimal dose and date of application of mineral manure on sesame (*sesamum indicum* L.) in Burkina Faso

ABSTRACT

The decrease in soil fertility is the main cause of low crops yields in Burkina Faso. It is therefore necessary to make a supply of fertilizers to increase yields. This is the reason why during the 2015 rainy season from July to October, a study was conducted on sesame fertilization in Sourti located in the Province du Mouhoun. The goal of our study is to fertilize plants with increasing doses of mineral fertilizers at different application dates on sesame. The objective is to determine the optimum dose and date of fertilizer application to increase the yields. For this purpose four NPK (14-23-14) fertilizer treatments have been experimented with following doses

NPK0 (0kg.ha⁻¹), NPK50 (50 kg.ha⁻¹) NPK100 (100kg.ha⁻¹) NPK150 (150 kg.ha⁻¹) with three application dates (sowing, 15 DAS, 30 DAS) in Fisher's completely randomized blocks with four replications in split-plot. The results showed that NPK doses had an effect on sesame throughout morphological development (height, number of ramifications, number of capsules) and yield performance. Yields have increased according to the doses applied in the following order: NPK0 (226 kg.ha⁻¹) < NPK50 (348 kg.ha⁻¹) < NPK100 (550 kg.ha⁻¹) < NPK150 (593 kg.ha⁻¹). Through economic calculations, the NPK100 dose with 550 kg.ha⁻¹ yield can be chosen as the most cost-effective dose for producers. The application dates of NPK had various effects on sesame that emerged on the height and grain yield. The plants had the best performance on the date of application of the 15 DAS (475 kg.ha⁻¹) followed by the application at planting time (450 kg.ha⁻¹) and at the end the application on 30 DAS (375 kg.ha⁻¹). Interaction between the doses and the dates of application of fertilizer is significant and should be considered in sesame.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: sesame, Burkina Faso, NPK fertilizer, dates and doses of applying of, profitability

INTRODUCTION

L'agriculture des pays d'Afrique Subsaharienne est caractérisée par sa faible productivité, selon le rapport FAO (1984). Au Burkina Faso, les faibles rendements des cultures sont souvent expliqués par les conditions pluviométriques défavorables, la pauvreté naturelle des sols en éléments nutritifs, les pressions biotiques et la faible utilisation des engrais, comme l'a indiqué Vincent (2002). De nombreuses expérimentations de longue durée ont montré qu'une gestion rationnelle des engrais minéraux et des amendements organiques permettait d'augmenter les rendements des cultures et de maintenir durablement la fertilité des sols (Robert et Philippe, 2001). L'efficacité parfois spectaculaire des engrais minéraux a été bien démontrée sur les sols pauvres en éléments nutritifs du Burkina Faso (Jean et al., 1981). Mais l'utilisation de ces engrais demeure limitée à cause de leurs coûts élevés comparativement aux faibles revenus des producteurs (John, 1986). La valorisation des cultures de rente comme le sésame permettra au producteur d'avoir un revenu substantiel permettant ainsi de lutter contre la pauvreté. En effet, au Burkina Faso le sésame (*Sesamum indicum* L.) est actuellement la deuxième denrée alimentaire exportée, et si l'on en croit le futur, elle pourrait passer devant le coton. Langham et al. (2008) affirment que les meilleurs rendements de sésame sont les champs qui sont fertilisés avec des engrais

NPK équilibrés. Cependant, contrairement au coton, moins de 13% des parcelles de sésame bénéficient d'engrais minéraux justifiant ainsi les faibles rendements. Il est donc judicieux de chercher à accroître les rendements du sésame vu sa demande croissante sur le marché national et international. Ainsi depuis 1955, le sésame est l'objet de nombreuses recherches au Burkina Faso sous l'égide de l'Institut de Recherches des Huiles et Oléagineux (IRHO) et plus récemment de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA). Des études menées sur la fertilisation il y a plus de 30 ans par l'INERA donnent des acquis en matière de fertilisation (Albert, 1985). Cependant, les rendements restent toujours bas. Les rendements de meilleures variétés de la collection actuelle varient entre 395 et 753 kg/ha (INERA, 2009). Une autre démarche pouvant contribuer à l'amélioration du rendement consiste, vu le contexte de dégradation actuel de nos sols, à une reformulation de la recommandation des doses et bonnes dates d'application d'engrais applicable au sésame. Ainsi l'objectif de cette étude est de déterminer la dose et la date d'application optimales de la fumure minérale (NPK) sur le sésame.

MATERIELS ET METHODES

Site de l'étude

L'expérimentation a été conduite dans le village de Souri situé à 12 km à l'Ouest de Dédougou (12° 25' 50" Nord 3° 31' 03" Ouest),

dans la province du Mouhoun (Figure 1). Cette province est située dans la Région de la Boucle du Mouhoun au Nord-Ouest du Burkina Faso et a pour chef-lieu Dédougou. Elle est appelée le grenier du Burkina Faso en raison des fortes potentialités agronomiques qu'elle regorge. Le climat est de type sud-soudanien, caractérisé par une saison humide allant de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril (Jacques et Sita 1995). Les hauteurs d'eau de pluie enregistrées à Souri en 2013, 2014 et 2015 ont été respectivement de 985,5 mm, 936,7 mm et 915,5 mm. La végétation naturelle de Souri est de types savanes arborées, savanes arbustives et savanes herbeuses. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux lessivés selon les travaux menés par le Bureau National des Sols au Burkina Faso (BUNASOLS) en 1985. Ainsi, cela confère la texture limono-sableux à argilo-sableux avec une migration des éléments nutritifs dans les horizons de profondeur causant d'énormes problèmes de fertilité conclue Vincent (1991).

Matériel végétal et de fertilisation

Le matériel végétal utilisé est la variété de sésame vulgarisée S 42. Elle est identifiée comme étant adaptée aux conditions locales et comme étant l'une des plus performantes de la collection actuelle du point de vue rendement avec une moyenne de 500 kg/ha en milieu paysan et 1500 kg/ha en milieu contrôlé. La S 42 est une variété peu ramifiée, ayant un cycle végétatif de 95 jours environ.

La fertilisation utilisée est une fertilisation minérale basée uniquement sur l'engrais chimique NPK de formule 14 N, 23 P₂O₅, 14 K₂O, 6 S + 1B. Cet engrais chimique est couramment appelé engrais coton et est le plus utilisé au Burkina Faso du fait de son accessibilité sur le marché et aussi du fait qu'il est subventionné par l'Etat. Les différentes doses de NPK utilisées sont de 50 kg/ha, 100 kg/ha, 150 kg/ha.

Dispositif expérimental et conduite de l'expérimentation

Le dispositif expérimental utilisé pour cette étude a été des Blocs de Fisher avec un arrangement en split-plot à 4 répétitions. Le champ a été divisé en 4 Blocs séparés les uns des autres par 2 m d'intervalle. A l'intérieur de chaque Bloc, sont disposées 3 parcelles principales de 20 m x 16 m correspondant aux différentes dates d'application du NPK (au semis, 15^{ème} JAS, 30^{ème} JAS). Et à l'intérieur de chaque parcelle principale nous avons 4 sous parcelles de 5 m x 4 m correspondant aux différentes doses d'engrais de NPK (Témoin, 50 kg.ha⁻¹, 100 kg.ha⁻¹ et 150 kg.ha⁻¹). Les quatre doses d'engrais sont appliquées selon les différentes dates d'application. Chaque sous parcelle comprend 6 lignes de 5 m de longueur chacune. Les lignes sont espacées entre elles de 60 cm. La distance entre les poquets est de 20 cm et on a 25 poquets présents sur chaque ligne. Les différentes observations ont été faites sur les 4 lignes centrales de chaque sous parcelle constituant la parcelle utile.

Paramètres mesurés

Des observations et mesures de la hauteur des plants, du nombre de ramifications par plant, de capsules sur la tige principale, nombre de capsules sur les ramifications, poids des grains ont été effectuées. Le rendement en grain par unité de surface a été calculé à partir des quatre rangées centrales de chaque sous parcelle correspondant à la parcelle utile. Les plants ont été récoltés en coupant au ras du sol les pieds à l'aide d'une faucille, ensuite ils ont été liés et séchés sur une aire pendant 15 jours. Ensuite, les opérations de battage et de vannage ont été effectués.

Le ratio valeur sur coût (RVC) a été calculé pour déterminer la rentabilité économique qui est définie comme l'accroissement du revenu net par hectare par unité monétaire (FCFA) investi dans l'utilisation d'engrais. Selon la FAO (2000), le RVC doit être au moins égal à 2 pour permettre aux cultivateurs de couvrir les frais directs liés

à l'utilisation des engrais. Car il se définit comme étant le rapport de l'accroissement de revenu brut Z (par rapport au témoin sans engrais, Z₀) au coût supplémentaire dû à l'application de l'engrais. Dans tous les calculs du RVC, il est considéré le prix d'un kg de sésame à 600 FCFA (1,075\$) et le prix de 50 kg d'engrais à 20.000 FCFA (35,84\$). Un kg d'engrais est donc 20.000/50 = 400 FCFA (0,716\$). Avec la supposition que le coût des autres facteurs reste constant avec ou sans application d'engrais (c_z = c_o), sa formule sera:

$$RVC = \Delta Z / \Delta C$$

On a : ΔZ = Variation de la production d'engrais x et d'engrais y

ΔC = Variation du coût de production d'engrais x et d'engrais y

$$RVC = [Z(x) - Z_0] / [(x Pa + cz) - c_0]$$

$$= [Py (Y(x) - Y(0)) / (x Pa)]$$

$$= [(Y(x) - Y(0)) / x] (Py / Pa)$$

Avec : [Y(x) - Y(0)] / x = taux de réponse du sésame à l'engrais

Py = prix de vente d'une unité de la production

Pa = prix d'achat d'une unité d'engrais

Analyse des données

Les données collectées ont été d'abord saisies dans un tableau à l'aide d'un logiciel Microsoft Excel 2013 et analysées à l'aide du logiciel GENSTAT version 12.1. L'approche statistique utilisée, est une analyse de la variance (ANOVA) réalisée sur les moyennes des paramètres mesurés. La comparaison des moyennes par rapport au témoin, a été rendue possible grâce au test de comparaison des moyennes de Newman et Keuls au seuil de 5%. Le RVC a été calculée à l'aide du logiciel Excel 2013.

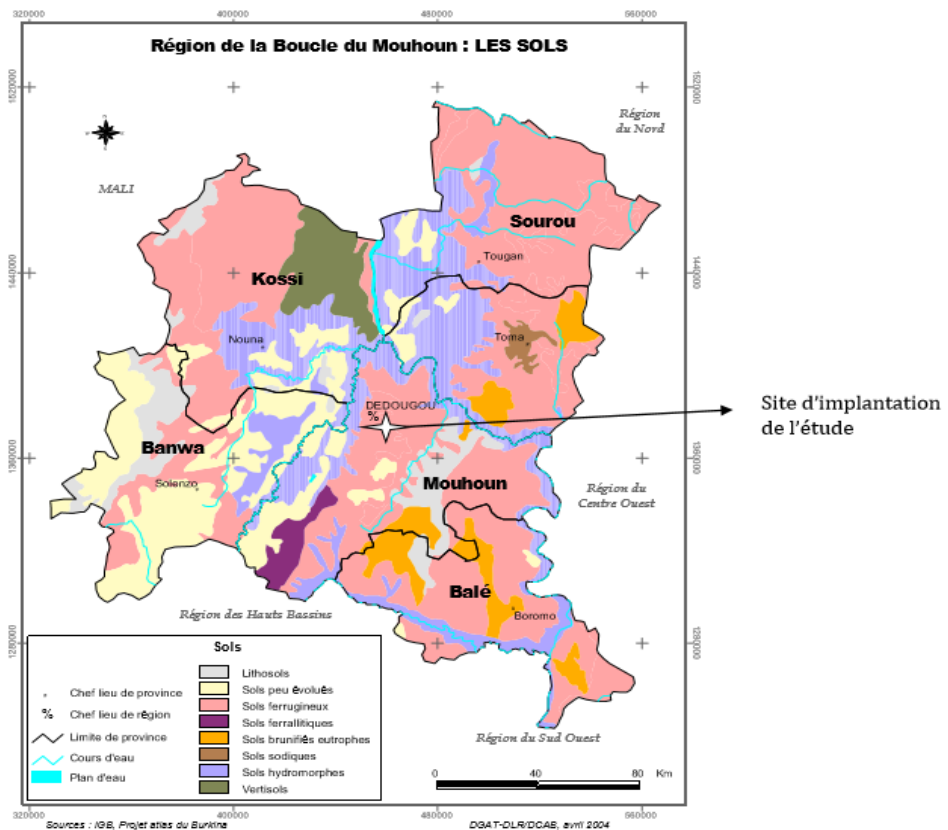


Figure 1 : Localisation du site de l'étude (Source IGB, Burkina)

RESULTATS

Effet des doses croissantes d'engrais NPK sur la croissance végétative et la production du sésame

Le Tableau 1 présente les résultats des effets des différentes doses d'engrais NPK par rapport aux caractères hauteur plants et nombre de ramifications. Les hauteurs moyennes varient de 80,88 cm à 107,2 cm et les ramifications moyennes vont de 2,32 à 3,07. Les analyses de la variance révèlent une différence hautement significative entre les différentes doses NPK avec une probabilité de $p < 0,001$ au seuil de 5%. La meilleure croissance végétative des plants est obtenue au niveau de la dose NPK150 et la plus faible croissance est observée chez la dose NPK0. Du même tableau, il apparaît que l'apport des doses de NPK induit des variabilités importantes sur la production de capsules et le rendement en grain du sésame. Les analyses statistiques montrent un effet hautement significative ($p < 0,001$) au seuil de 5% entre le témoin NPK0 et les autres doses pour le nombre de capsules présentes sur la tige principale et sur les ramifications. Les meilleures productions de capsules sur la tige principale et sur les ramifications sont obtenues au niveau de la dose NPK150 avec respectivement 45,78 et 77,4. Par contre les plus faibles productions sont observées au niveau du NPK0 avec 32,4 et 27,7. L'analyse de variance appliquée aux résultats du rendement en fonction des différentes doses de NPK renseigne sur une différence hautement significative entre toutes les doses d'engrais NPK ($p < 0,001$). Les meilleurs rendements sont obtenus chez la dose NPK150 avec une moyenne de $593 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, suivi du NPK100 avec $550 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ensuite du NPK50 avec $348 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ et enfin le NPK0 donne les plus faibles rendements avec une moyenne de $266 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Influence des dates d'application d'engrais NPK sur la croissance végétative et le rendement du sésame

L'effet des dates d'application d'engrais

NPK sur les paramètres végétatifs et le rendement du sésame est illustré par le Tableau 2. Aux cours du cycle du sésame, les différentes dates d'application de NPK entraînent une variation sur sa hauteur, le nombre de ramifications et sur son rendement. Les analyses de la variance ont montré une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les différentes dates d'application d'engrais au seuil de 5% pour les paramètres hauteur et rendements. Les doses d'engrais NPK appliqués au 15^{ème} JAS donnent les hauteurs et les rendements les plus élevés respectivement de 101,99 cm et 475 kg/ha et la date du 30^{ème} JAS enregistrent les plus faibles hauteurs (95 cm) et rendements (375 kg/ha). Cela démontre de l'interaction existante entre doses et dates d'applications NPK sur la hauteur et le rendement du sésame. Pour le nombre de ramifications, cette interaction n'existe pas car l'analyse statistique n'a pas induit d'effet significatif entre les dates d'application de NPK.

Évaluation de l'efficacité de doses croissantes d'engrais NPK sur la rentabilité économique du sésame

La lecture du Tableau 3 montre la rationalité économique de l'utilisation de l'engrais NPK dans la culture du sésame. La dose NPK 100 donne le meilleur taux de réponse du sésame et de ce fait le rapport valeur cout le plus élevé (4,26). Elle est de ce fait la meilleure dose pour les producteurs. La dose du NPK150 bien qu'elle donne le meilleur rendement, à un taux de réponse et un RVC plus faible que celui du NPK100. Ceci n'est pas recommandable pour les producteurs dans le contexte qu'en plus d'avoir de double dépense, la dose NPK150 n'est pas rentable. La dose du NPK50 a une valeur du RVC limite de celle recommandé par la FAO signifiant qu'il y a une insuffisance aussi bien sur le plan agronomique qu'économique pour la valorisation de son rendement.

Tableau 1 : Évaluation de l'efficacité de doses croissantes d'engrais NPK sur les paramètres végétatifs et de production du sésame.

Doses de NPK	Hauteur (cm)	Nombre de ramifications	Nombre de capsules sur la Tige principale	Nombre de capsules sur les Ramifications	Rendements (kg/ha)
NPK0	80,88 a	2,32 a	32,24 a	27,7 a	266 a
NPK50	100,92 b	2,79 b	39,69 b	58,4 b	348 b
NPK100	104,87 c	3,01 c	44,31 c	76,2 c	550 c
NPK150	107,10 c	3,07 c	45,78 c	77,4 c	593 d
<i>Valeur de la probabilité</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Signification</i>	HS	HS	HS	HS	HS

Légende : NPK0 = témoin ; NPK50 = 50 kg/ha ; NPK100 = 100kg/ha ; NPK150 = 150kg/ha ; HS = hautement significatif (ANOVA, Test de Newman et Keuls, seuil de 5 %).

Tableau 2 : Effet des dates d'applications d'engrais NPK sur la croissance végétative et le rendement du sésame.

Dates d'application NPK	Hauteur (cm)	Nombre de ramifications	Rendements (kg/ha)
Semis	99,51 a	2,80 a	450 a
15 JAS	101,99 a	2,77 a	475 a
30 JAS	95,83 b	2,90 a	375 b
<i>Valeur de la probabilité</i>	<0,001	0,11	<0,001
<i>Signification</i>	HS	NS	HS

Légende : 15 JAS = 15^{ème} jour après semis ; 30 JAS = 30^{ème} jour après semis ; HS = hautement significatif (ANOVA, Test de Newman et Keuls, seuil de 5 %).

Tableau 3 : Analyse économique des doses d'engrais NPK sur la culture du sésame

Doses de NPK (x)	Cout de NPK (\$) : C(x)	Rendement (kg/ha) : Y(x)	Accroissement du Rendement (kg/ha) : ΔY	Taux de réponse ΔY/x	Accroissement du Revenu brut (\$) : ΔZ = Py x ΔY	RVC= ΔZ/ΔC
NPK0	0	266	-	-	-	-
NPK50	35,84	348	82	1,64	88,17	2,46
NPK100	71,68	550	284	2,84	305,37	4,26
NPK150	107,52	593	327	2,18	351,61	3,27

Prix de vente de 1kg de sésame Py ≈ 1.075\$; RVC : le ratio valeur sur coût.

DISCUSSION

L'apport de doses croissantes de NPK favorise la hauteur et les ramifications des plantes. Il est observé une faible hauteur des plants chez le témoin NPK0. Par contre la dose NPK 150 enregistre la hauteur la plus élevée comparativement au NPK50, NPK100. Cette évolution s'explique par le fait que lorsque les doses d'engrais NPK sont élevées et plus les quantités d'azote, de phosphore et de potassium deviennent très importantes. L'azote est le principal facteur de croissance des plantes (FAO, 1980). Ainsi l'engrais NPK apporté en plus grande quantité permet à la culture d'avoir les éléments nutritifs nécessaires pour sa croissance (Champak et al., 2010). L'augmentation du nombre de ramifications en fonction des doses de NPK est significative et se justifie par le fait que plus la plante croît et plus sa tige principale atteint son potentiel de ramifications. En effet on observe qu'au NPK0 la plante se ramifie moins. Au niveau du NPK50, NPK100 et NPK150 les ramifications augmentent de manière croissante. A la dose d'engrais NPK150 qui est la plus élevée de notre expérimentation, on observe les plus grands nombres de ramifications. Nos résultats sont en accord avec ceux d'Abdel Rahman (2008) qui a observé une augmentation de la hauteur et des ramifications chez le sésame au fur et à mesure qu'on n'y appliquait de fortes doses d'engrais. Ensuite nos résultats sont similaires à ceux de Shuang-ling et al. (2013) qui ont trouvés une augmentation de la hauteur et des ramifications du sésame suite à l'application de fortes doses de fertilisants.

Pour les paramètres de rendement, il apparaît que les doses NPK50, NPK100 et NPK150 favorisent une augmentation hautement significative du nombre de capsules et du rendement des plantes. Cela se justifie par le fait que le NPK apporte la libération rapide des éléments fertilisants (l'azote, le phosphore, et le potassium) nécessaires pour assurer la croissance des jeunes organes reproducteurs (ovules, fleurs et graines). Ces éléments nutritifs sont apportés en grande quantité par

des doses croissantes de NPK d'où l'augmentation de la production des capsules. La forte augmentation du rendement entre les doses d'engrais NPK par rapport au témoin démontre du rôle positif de l'engrais chimique NPK sur la productivité du sésame dans notre essai. Cette grande évolution du rendement s'explique par le fait que les doses croissantes de NPK, mettent à la disposition des plantes des éléments dit majeures comme le phosphore qui stimule la floraison et la fructification et le potassium qui permet d'améliorer la fructification des plantes. Des auteurs comme Shuang-ling et al. (2013), Shehu et al. (2010) confirment nos résultats en trouvant des augmentations significatives du nombre de capsules et du rendement aux doses de 120 kg N.ha⁻¹ et 22,5 kg P.ha⁻¹ ou aux doses de 75 N.ha⁻¹ ; 60 P.ha⁻¹, et 40 K.ha⁻¹. Nos résultats vont aussi dans le même sens que ceux de Champack et al. (2010) qui ont montré que la dose du 200 kg.ha⁻¹ entraîne chez le sésame une grande augmentation du rendement par rapport aux doses de 100 et 150 kg.ha⁻¹ utilisé dans leur étude. Abdel Rahman (2008) a également trouvé des résultats qui renforcent les nôtres en montrant la nécessité de l'apport de NPK à 150 kg.ha⁻¹ chez le sésame pour augmenter les rendements. La faible croissance du témoin peut être due aux conditions physico-chimiques du sol. Cette remarque est faite par Mukalay et al. (2008) lorsqu'ils affirment que la faible croissance des plantes peut être attribuée aux facteurs caractéristiques du sol, notamment le pH, la toxicité et les déficiences en nutriments (Ca, Mg, P, K, B et Zn).

Les dates d'application d'engrais NPK ne sont pas statiquement différents pour le nombre de ramifications des plantes mais ont eu un effet significatif sur le paramètre hauteur des plants. On a observé une forte hauteur des plants à l'application d'engrais au 15^{ème} JAS qui peut s'expliquer par le fait qu'à la date du 15^{ème} JAS, les plantes sont vulnérables aux conditions édaphiques et aux aléas climatiques, faisant ainsi du 15^{ème} JAS une période critique pour la plante. L'apport d'engrais est donc une nécessité en cette période car elle permettra à

la plante d'avoir à sa disposition des ressources minérales nécessaires pour survivre et bien grandir. L'effet des dates d'applications de NPK sur le rendement est hautement significatif. Cela se justifie par le fait que les plantes ont des périodes favorables d'apport d'engrais et qu'il est très important d'apporter les bonnes doses d'engrais à la bonne période pour plus d'efficacité. La date du 30^{ème} JAS enregistre le plus faible rendement, ce qui s'explique par le fait que le 30^{ème} jour est une date tardive qui conduit aux pertes d'efficacité du NPK car la plante a déjà accompli une partie de son cycle végétatif et s'apprête à rentrer en floraison. L'apport d'engrais NPK à la date du semis donne des résultats plus faibles que le 15^{ème} JAS car nous mettons précocement des ressources minérales nécessaires pour la plante qu'elle ne pourra pas utiliser totalement. Cela se justifie par le fait que les plantes sont fragiles et le phénomène de pertes par volatilisation ou lessivage des sols ne permette pas aux plantes de bénéficier entièrement des éléments nutritifs contenu dans les doses de NPK apportées au semis. Des auteurs comme Champack et al. (2010) ont trouvé des résultats similaires aux nôtres en montrant que le 20^{ème} JAS est la meilleure date d'application de fertilisants chez le sésame en entraînant l'augmentation de son rendement par rapport au 10^{ème} JAS et le 30^{ème} JAS utilisé lors de son expérimentation.

Quand à la rentabilité économique des doses de NPK, les différents calculs effectués au cours de l'analyse économique des doses d'engrais NPK ont révélé que chaque dose NPK a un taux de réponse et un ratio valeur/coût différent. On a pu observer que le taux de réponse était de pair avec le ratio valeur/coût. En effet une augmentation du taux de réponse de la plante entraînait l'élévation rationnelle du ratio valeur/coût. La dose NPK100 donne le meilleur RVC témoignant ainsi de la rentabilité économique de la production à cette dose. Cela se justifie par le fait que l'optimum économique est atteint, ce qui démontre ainsi que la rentabilité n'est pas une fonction linéaire des doses appliquées. La dose du NPK150 a un ratio inférieur à la dose

NPK100, signifiant que sur le plan économique, cette dose n'est pas rentable pour les producteurs car elle engendre plus de dépense et moins de gain. La dose du NPK50 a la plus faible valeur du RVC, ce qui démontre que cette dose ne permet pas au sésame d'atteindre son potentiel de production et n'est donc pas rentable pour les producteurs.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif de déterminer la dose et la date d'application optimales de l'engrais NPK dans la culture du sésame. Les principaux résultats obtenus ont révélé que l'application des doses croissantes d'engrais NPK a eu un effet positif sur le sésame, et la plante a réagi à travers l'augmentation de la hauteur des plantes, du nombre de ramifications, du nombre de capsules produites et du rendement en grain. Ainsi, l'engrais NPK à la dose de 100 kg/ha est une source importante d'éléments nutritifs et peut être utilisée pour élever la productivité des sols pauvres en nutriments majeurs. L'utilisation de la fumure minérale présente un intérêt double. Non seulement elle permet d'améliorer la productivité de l'agriculture mais aussi permet aux producteurs d'augmenter leur revenu. Les dates d'application d'engrais NPK ont été aussi un facteur très important à considérer dans la culture du sésame. Les hauteurs et les rendements obtenus à la date du 15^{ème} JAS renseignent qu'elle est la date propice pour l'apport d'engrais NPK. Par contre, la date du semis et du 30^{ème} JAS révèle que les doses d'engrais NPK ne doivent pas être appliquées très tôt, ni en retard afin de favoriser une plus grande efficacité sur les plantes. Notre étude montre que le sésame est un utilisateur efficace des éléments nutritifs présents et disponibles dans le sol, d'où la nécessité d'intensifier la culture du sésame en appliquant la dose de 100 kg/ha l'engrais NPK au 15^{ème} JAS pour pallier aux faibles rendements et obtenir le meilleur profit.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêts dans la publication de cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AM a conçu l'étude, supervisé toute l'étude et participé à la correction du manuscrit. VG a mené l'étude sur le terrain, collecté, analysé et interprété les données. AT et HK ont participé à la conception de l'étude, à la collecte des données à l'analyse et à la correction du manuscrit.

RÉFÉRENCES

- Abdel Rahman AE. 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. *Journal of Applied Biosciences*, **8**(2): 304 – 308.
- Albert D. 1985. Synthèse des résultats acquis en matière de recherche sur le sésame au Burkina Faso. *Revue Oléagineux*, **40**(8-9): 443-449.
- BUNASOLS, Etat de connaissance de la fertilité des sols au Burkina Faso, Document technique, N° 1 (1985), 14 p.
- Champak KK, Sanchita M, Basu B, Pinto B. 2010. Effect of doses and time of Sulphur application on yield on oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Environment and Ecology*, **28**(4A): 2629-2631.
- FAO, 2000. Fertilizers and their use – A pocket guide for extension officers. Fourth edition. FAO, Rome, 34p.
- FAO. 1984. Fertilizer and plant nutrition guide 1984. FAO fertilizer and plant nutrition bulletin 9. Rome, 18p.
- FAO, 1980.- les engrais et leur application. FAO, Rome, Italie, 51 p.
- INERA, 2009. Cultures oléo-protéagineux, INERA, Ouagadougou, 45p.
- Jacques F, Sita G. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. *Note explicative*. Ministère de la coopération française, Projet campus (8813101). Toulouse : Université Paul Sabatier.
- Jean-Pascal P, Michel P S, Jean François P, Jacques A. 1981. Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence des fumures minérales et organiques. *Agronomie Tropicale*, **36** (2): 122-133.
- John Mc. 1986. Constraints to fertilizer use in sub-saharan Africa. In *Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-saharan Africa*, Uzo Mokwunye A, Vlek PLG (eds). Martinus Nijhoff Publishers: Dordrecht.
- Langham DR, Riney J, Smith G, Wiemers T. 2008. Sesame grower guide, 30p.
- Mukalay MJ, Shutcha MN, Tshomba KJ, Mulowayi K, Kamb CF, Ngongo LM. 2008. Causes d'une forte hétérogénéité des plants dans un champ de maïs dans les conditions pédoclimatiques de Lubumbashi. Presses universitaires de Lubumbashi. *Annales Faculté des Sciences Agronomiques*, **1**(2) : 4-11
- Robert S, Philippe C. 1991. La culture du sésame en Afrique tropicale. *Oléagineux*, **46** (3) : 125-133,
- Shehu HE, Ezekiel CS, Kwari JD, Sandabe MK. 2010. Agronomic efficiency of N, P and K fertilization in sesame (*Sesamum indicum* L.) in Mubi Region, Adamawa State, Nigeria. *Nature and Science*, **8**(8): 257-260.
- Shuang-ling. W, Chun-ming L, Tong-mei G, Feng L, Hai-yang Z. 2013. Study on the effects of N, P, K fertilizer in Sesame Henan Sesame Research Centre, Henan Academy for Agricultural Sciences Zhengzhou 450008, China.
- Vincent BB. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. PhD thesis, Université Laval, Québec, p. 184.
- Vincent BB. 1991. Etude de l'efficacité du Burkina phosphate en riziculture. Rapport d'activités, INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, (1991) 8p.