

Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin

A. Badou²¹, P. T. Akondé²², A. Adjanooun²³, I. T. Adjé²¹, K. Aïhou²¹ et A. M. Igué²⁴

Résumé

Les légumineuses herbacées proposées aux agriculteurs pour améliorer la fertilité des sols dans la région centrale du Bénin ne sont pas adaptées à toutes les catégories d'agriculteurs surtout celle disposant de peu de ressource foncière. Ainsi, le soja, une légumineuse à graine, a été envisagé comme une alternative. Après les récoltes du soja plus de 70 % de la biomasse produite sont brûlés. Pour améliorer la fertilité des sols pauvres un essai a eu lieu à Gomé et Miniffi deux sites de recherche développement au Centre du Bénin. La production de biomasse aérienne de soja évaluée en 2003 est estimée à 4 t/ha sur le site de Recherche-Développement de Miniffi et 7 t/ha sur celui de Gomé. En 2004, le maïs a été semé sur ces parcelles qui précédemment avaient reçu une culture de soja selon deux traitements suivants : T1 avec enfouissement des résidus de soja et T2 où les résidus ont été brûlés (pratique paysanne). Le maïs est également semé sur une parcelle n'ayant pas reçu du soja en 2003 pour servir de témoin absolu T0. Les trois parcelles (T0, T1 et T2) ont reçu chacune une fumure minérale de 100 kg/ha de NPK (15-23-15) et de 50 kg/ha d'urée (46%). Les résultats indiquent sur chacun des sites, une amélioration de rendement du maïs au niveau du traitement T1 où les résidus du soja ont été enfouis par rapport au traitement T2. En moyenne, l'enfouissement des résidus de soja a accru le rendement du maïs-grain de 67% par rapport à une parcelle sans précédent soja et de 29 % par rapport à une parcelle où les résidus de soja ont été brûlés. Le traitement T1 a été également bien apprécié des agriculteurs.

Mots Clés: Bénin, fertilité, enfouissement au sol, légumineuse, rendement.

Effects of different soybean residue management systems on the maize yields in the agroecological conditions of the central region of Benin Republic

Abstract

The herbaceous leguminous proposed to the farmers to improve soil fertility in the central region of Benin Republic were not adapted to the categories of farmers, especially those who have small land availability. Soybean is a grain leguminous which has been proposed as an alternative. But in practice, soybean residues were few returned to the soil. About 74% of the produced biomass were exported from the cultivated land and were not returned to the soil. In 2003, soybean has been planted and the total biomass produced were respectively estimated to 4 and 7 t/ha on the experimental sites of Miniffi and Gomé in central Benin Republic. In 2004, maize has been planted on the previous blocs according to two treatments: T1 where soybean biomass was incorporated to soil and T2 where soybean biomass was burned (traditional practice). Both treatments were compared to a bloc which was not previously planted with soybean and did not receive any soybean biomass (Control T0). The three treatments received a basal dressing mineral fertilizer level of 100 kg/ha of NPK and 50 kg/ha of urea (46%). Results showed that maize grain yields were more improved with the treatment T1 where soybean biomass was incorporated to soil than T2 where it was burned. Maize grain yields with T1 and T2 treatments were respectively 67% and 29% higher than with T0 (Control) and T1 increased maize grain yields to 28% higher as compared to T2. Farmers were more interested by the treatment T1 than the other treatments.

Key words: Benin, fertility, burial ground, legume, yields.

²¹ MSc. Antoine BADOU, Centre de Recherches Agricoles Centre (CRA-Centre), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), B.P. 112 Savè, Tél. : (+229) 95 93 65 56, E-mail : princebadou@yahoo.fr, République du Bénin

Isaïe T. ADJÉ, CRA-Centre/INRAB, B.P. 112 Savè, Tél. : (+229) 95 93 65 56, République du Bénin

Dr Ir. Kouessi AIHOU, CRA-Centre/INRAB, B.P. 112 Savè, E-mail : k_ahou@yahoo.fr, République du Bénin

²² Dr Ir. Pierre T. AKONDE, INRAB, Cotonou Tél. +229 97 68 23 80 ; Email ; akondetpierre@yahoo.fr, République du Bénin

²³ Dr Ir. Adolphe ADJANOOUN, Centre de Recherches Agricoles Sud, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. BP 03 Attogon (Niaouli), Tél. : (+229) 90 02 98 16, E-mail : adjanoouna@yahoo.fr, République du Bénin

²⁴ Prof. Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE, Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National de Recherche Agronomique du Bénin, 01 B.P. 988 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 97 472153, E-mail : igue_attanda@yahoo.fr, République du Bénin

INTRODUCTION

L'une des principales contraintes de l'agriculture en Afrique au sud du Sahara est la baisse constante du niveau de la fertilité des sols avec pour conséquence la baisse continue des rendements des cultures dont le maïs (Saïdou *et al.*, 2012). Au vu de toutes ces contraintes, il importe de trouver une alternative de relèvement et de maintien de la fertilité des sols afin d'améliorer le rendement des cultures. C'est dans ce cadre que la Recherche-Développement a introduit dans les exploitations agricoles du Centre-Bénin, des technologies à base de légumineuses herbacées telles que *Mucuna* sp. et *Aeschynomene histrix*. Ces légumineuses herbacées ont l'avantage d'améliorer la fertilité des sols et de réduire la pression des adventices. Cependant leur adoption reste encore faible et sans impact visible sur les exploitations agricoles. La pratique paysanne, à faible apport d'intrants extérieurs consiste à utiliser les légumineuses alimentaires telles que l'arachide et le niébé comme précédents culturaux au maïs. Toutefois ces légumineuses alimentaires ont une capacité limitée à régénérer la fertilité du sol du fait de leur faible production de biomasse. Par conséquent, l'utilisation des légumineuses à graines à forte production de biomasse sont envisagées comme une alternative pour compléter la gamme de légumineuses à proposer aux agriculteurs. C'est dans ce cadre que, la présente recherche est initiée pour étudier l'effet des résidus du soja sur le rendement du maïs à travers différents modes de gestion de la biomasse.

Le choix du soja dans cette étude se justifie également par des réalités socio-économiques du milieu. En effet les difficultés de la filière coton notamment la mévente du coton-graine observée au cours des cinq dernières années, ont contraint la majorité des agriculteurs de la région centrale du Bénin à opter pour la culture du soja comme culture de rente et comme une alternative au coton. Par ailleurs, le soja est un oléo-protéagineux très riche en protéines (40%) et en huile (20%) avec une productivité de biomasse estimée en moyenne à 5 t/ha. C'est une culture nouvelle qui se développe très rapidement et dont la popularité se répand très vite du fait de sa forte demande dans les pays de la sous-région. En outre il est considéré comme une culture ayant des capacités d'amélioration de la fertilité des sols dans un système de rotations avec les céréales dans les régions de savane guinéenne (Saïdou *et al.*, 2012). Toutefois, une faible restitution des résidus de soja au sol est notée du fait de la pratique traditionnelle de récolte. La plupart du temps au moment de la récolte les résidus de soja sont soit brûlés ou déchargés hors de la parcelle.

L'objectif de l'étude est de mettre au point une technique de gestion des résidus de soja pour l'amélioration de la productivité des sols et le rendement des cultures et susceptible d'être adoptées par les paysans.

MATERIELS ET METHODES

Les essais ont été installés en champs paysans sur un sol ferrugineux tropical au niveau des sites de Recherche-Développement des villages de Miniffi dans la commune de Dassa-Zoumé et de Gomé dans la commune de Glazoué. Ces essais ont été installés auprès des producteurs du soja. Au total, 20 agriculteurs ont participé à l'expérimentation dont 12 femmes. Les matériels végétaux utilisés étaient la semence du maïs DMR produite par l'Union Communale des Producteurs de Dassa-Zoumé et le soja variété "Jupiter" produit par les agriculteurs.

Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher avec trois traitements T0, T1 et T2 et quatre répétitions. Les traitements T1 et T2 ont été constitués de parcelles semées du soja. Les résidus de la récolte du soja ont été enfouis dans le sol au niveau du traitement T1, tandis qu'ils ont été brûlés au niveau du T2. Le traitement T0 a été le témoin absolu et n'a pas abrité le soja comme précédent cultural. L'année précédant le semis du maïs, le soja a été semé sur toutes les parcelles expérimentales, à l'exception des parcelles devant abriter le traitement T0. La récolte du soja a été faite conformément aux recommandations de la fiche technique (INRAB, 1995). La biomasse de soja produite a été pesée sur toutes les parcelles expérimentales, après la récolte. La biomasse obtenue sur les parcelles du traitement T1 a été enfouie dans le sol, tandis que celle obtenue sur les parcelles du traitement T2 a été brûlée. Le maïs a été semé sur chaque parcelle et a reçu une fumure minérale de 100 kg/ha de NPK deux semaines après semis et 50 kg/ha d'urée 45 jours après semis. Le test de Newman-Keuls a été utilisé pour la comparaison des moyennes.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les productions de biomasse aérienne de soja ont varié dans les exploitations à Miniffi et Gomé (Tableau 1). Les quantités de biomasse de soja produites à Gomé ont été plus élevées que les quantités obtenues à Miniffi. Cette différence de quantité de biomasse produite se justifie par la

richesse du sol relativement plus grande à Gomé qu'à Miniffi. Carsky *et al.* (1997) ont rapporté que le sol de Gomé est du type argilo-ferrugineux, originellement plus riche que le sol du type ferrugino-gravillonnaires de Miniffi.

Tableau 1. Rendement moyen en résidus de soja (t/ha) dans un système de culture pure de soja

Sites	Miniffi	Gomé
Rendement en résidus de soja	4,0 ^b	7,30 ^a

Les valeurs moyennes sur une même ligne avec des lettres différentes sont statistiquement différentes ($p < 0,05$).

Les rendements du maïs ont varié au niveau des différentes parcelles et des traitements (Tableau 2). Le rendement en maïs avec le traitement T1 a été 1,8 fois le rendement de maïs obtenu avec les autres traitements. Sur chacun des sites d'expérimentation, une différence significative ($p < 0,05$) a été observée entre les rendements en maïs au niveau des parcelles ayant reçu le traitement T1 et les rendements en maïs au niveau des parcelles ayant reçu les traitements T0 et T2. Le faible niveau de rendement obtenu au niveau des parcelles ayant reçu le traitement T2, par rapport au rendement de maïs obtenu sur les parcelles ayant reçu le traitement T1 s'explique par l'amélioration de la structure du sol par la décomposition de la biomasse de soja dans le sol. En effet, Reijntjes *et al.* (1995) et Koné *et al.* (2009) rapportent que la matière organique permet d'augmenter la capacité d'échange cationique et la capacité de rétention d'eau des sols, puis améliore les stocks de nutriments du sol. affirment que la matière organique améliore la pénétration des racines dans le sol, la circulation de l'air et de l'eau dans le sol, la formation et l'entretien du complexe argilo-humique.

Tableau 2. Rendements moyens (t/ha) de maïs

Source de variation	Gomé			Miniffi		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Rendement	1,35a	2,11b	1,73c	0,85a	1,56b	1,11a
Coefficient de variation (%)	14,50			15,45		
PPES	31			27		

Les valeurs moyennes sur une même ligne avec des lettres différentes sont statistiquement différentes ($p < 0,05$).

Sur le site de Gomé, une différence significative ($p < 0,05$) a été également notée entre les rendements du maïs au niveau des parcelles ayant reçu le traitement T0 et les rendements du maïs au niveau des parcelles ayant reçu le traitement T2, alors qu'à Miniffi, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre ces deux traitements. Ces résultats s'expliquent par le fait que la minéralisation rapide (par le feu) de la biomasse de soja au niveau du traitement T2, libère tous les éléments nutritifs, dont le potassium, le calcium et le magnésium. Les éléments ainsi libérés sont lessivés par les pluies. Au total, les parcelles n'ayant pas abrité le soja comme précédent cultural et celles dont la biomasse du soja a été brûlées ne présentent pas de différences significatives en termes de qualité de structure du sol et de richesse du sol en nutriments.

Ces résultats sont similaires à ceux de Carsky *et al.* (1997) qui ont indiqué dans une étude dans la zone de savane guinéenne du Nigeria, une augmentation de la production du maïs en grains à la suite d'une culture de soja comme précédent cultural. De même Kouyaté (1997) et Kouyaté et Juo (1998) ont montré que sur un sol ferrugineux tropical lessivé avec une texture sablo-limoneuse au Mali, l'application des légumineuses comme précédent cultural a eu un effet significatif sur le rendement grainier du sorgho. Dans une étude exploratoire faite au Nigeria, Singh *et al.* (2001) puis Carsky *et al.* (2003) ont noté que le niébé ou le soja avait un effet positif sur le rendement de la céréale en rotation et que cet effet prenait de l'importance en fonction de la durée du cycle végétatif de la légumineuse. Cette même observation est confirmée par Ogoke *et al.* (2001). Stoop et Van Staveren (1982) ont démontré l'impact sur le rendement de mil avec l'allongement du niébé précédent et par conséquent avec la quantité de biomasse produite dans des essais dans des zones semi arides de la Haute Volta (actuel Burkina Faso). En somme, tous ces résultats montrent l'importance et l'intérêt de la rotation des légumineuses à graines et du maïs dans l'amélioration de la sécurisation du rendement de maïs dans la zone agroécologique concernée.

En ce qui concerne l'exportation hors du champ de culture des résidus de récoltes des légumineuses à graines et leur utilisation à des fins de fourrages pour les animaux, des auteurs

ont eu à montrer l'importance que constituent ces résidus comme source de fourrage. Ainsi, Dugué (1985) dans une étude au Yatenga au Burkina-Faso a montré que les peulhs éleveurs et cultivateurs exportaient et utilisaient tous les résidus d'arachide pour couvrir les besoins des animaux en saison sèche. Garba (2007) a montré que dans la zone agroécologique du Fakara au sud-ouest du Niger, les légumineuses alimentaires notamment le niébé et l'arachide sont soit en association ou en rotation avec le mil car non seulement elles sont une source importante de protéines pour les producteurs mais elles jouent également un grand rôle dans la fertilité des sols et dans la constitution des fourrages pour les animaux.

Les agriculteurs ont apprécié le rendement de maïs sur les traitements T1 et T2 ayant reçu précédemment du soja. Par contre ils trouvent contraignant la distribution de la paille de soja après la récolte et le battage en voulant appliquer la technologie à l'échelle de l'exploitation. Le conseil donné est de faire le battage en de petits tas dans différents endroits du champ et non de regrouper la récolte en de gros tas sur une aire de séchage.

CONCLUSION

Les résultats obtenus permettent d'affirmer que le soja est un bon précédent cultural au maïs. Aussi l'enfouissement des résidus mérite-t-il d'être conseillé aux agriculteurs du fait du rendement plus élevé généré par une telle pratique culturale. Alors, la culture du soja est une alternative pour les agriculteurs ayant quelques difficultés à intégrer les légumineuses herbacées dans leurs systèmes d'exploitation pour améliorer la qualité de la fertilité de leur sol. En outre, le soja en tant que légumineuse alimentaire très riche en protéines et en huile présente de multiples atouts. En effet, le soja contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle, génère des revenus, améliore la fertilité des sols. Enfin, le soja, sous réserve de la structuration de la filière soja au Bénin, peut constituer une plante d'avenir surtout pour les petits exploitants agricoles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) qui a i) organisé l'atelier au cours duquel le bilan des travaux de recherche sur la gestion de la fertilité des sols pour accroître la productivité agricole en Afrique de l'Ouest a été fait et ii) facilité la publication des résultats de leurs travaux de recherche dans le présent Numéro Spécial du BRAB.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amadji, G.L., Migan, D.Z., 2001 : Influence d'un amendement organique (compost) sur les propriétés physico-chimiques et la productivité d'un sol ferrugineux tropical. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*. 2 (2): 123 -139.
- Carsky, R.J., R. Abaidou, K. Dashiell, N. Sanginga, 1997: Effect of soybean on subsequent maize grain yield in Guinea savanna of West Africa. *African Crop Sci. Journ.* 5(1) : 31-39.
- Carsky R.J., B. Douthwaite, V.M. Manyong, N. Sanginga, S. Schulz, B. Vanlauve, J. Diels, J.D.H. Keatingue, 2003 : Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines *Cahiers Agriculture*. 12 (4) : 227-233
- Dugué, P., 1985 : L'utilisation des résidus de récolte dans un système agro-pastoral sahélo-soudanien au Yatenga (Burkina- Faso). *Cahiers de la Recherche Développement*. 7 : 28-37
- Garba, A.M., 2007 : Etude des possibilités d'amélioration des systèmes de production à base de l'égumineuses alimentaires (niébé-arachide) dans la zone agro-écologique du Fakara, Sud-Ouest du Niger. DEA .Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 72 p.
- INRAB (Institut National des Recherches Agricoles du Bénin), 1995 : Fiche Technique sur les Cultures de Rentes. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 75 p.
- Koné, B., S. Diatta, A. Saïdou, I. Akintayo, B. Cissé, 2009 : Réponses des variétés interspécifiques du riz de plateau aux applications de phosphate en zone de forêt au Nigeria. *Canadian Journal of Soil Science*. 89: 555-565.
- Kouyaté, Z., 1997 : Effet des rotations de cultures, de résidus de récoltes et des engrais verts sur la productivité des sols au Mali. Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes d'exploitation de l'Afrique de l'Ouest. pp. 95-99.
- Kouyaté, Z., Juo, A.S.R., 1998 : Effets des engrais verts et des rotations de cultures sur la productivité des sols au Mali dans Bucles D. Eteka A. Osiname O. Galiba M. et G. Galiano Edits. Plantes de couverture en Afrique de l'Ouest, une contribution à l'agriculture durable CRDI- IITA (1998), 2 : 173-177.
- Ogoke, I.J., R.J. Carsky, A.O. Togun, K. Dashiell, 2001: Maize yield following phosphorus-fertilized soybean in the Nigerian guinea savanna. In: Badu-Apraku B., Fakorede M.A.B. Ouédraogo M.R.J., Carsky R.J. edits. Impacts, challenges and Prospects of Maize Research and Development in West and Central Africa Proceedings of a Regional Maize Workshop 4-7 May, 1999, Cotonou, Bénin Ibadan (Nigeria) IITA . 2001. 205- 213.

Reijntjes, C., B. Havenkort, A. Waters-Bayer, 1995: Une agriculture pour demain : Introduction à une agriculture durable avec peu d'intrants externes. Karthala : CTA. 36 p.

Singh, A., R.J. Carsky, E.O. Lucas, K. Dashiell, 2001: Maize grain yield response to previous soyabean crop and residue management in the Guinea Savanna of Nigeria dans Badu-Apraku B., Fakorede M. A. B. Ouédraogo M. R. J. Carsky R. J. edits. Impacts, challenges and Prospects of Maize Research and Development in West and Central Africa Proceedings of a Regional Maize Workshop 4-7 May, 1999, Cotonou, Bénin Ibadan (Nigeria) IITA 2001. 214- 224.

Saïdou A., D. Kossou, C. Acakpo, P. Richards, W.T. Kuyper, 2012: Effects of farmers' practices of fertilizer application and land use types on subsequent maize yield and nutrient uptake in Central Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 6(1): 363-376.

Stoop, W.A., Van Staveren, J.P., 1982: Effect of compeas in cereal rotations on subsequent crop yields under semi-arid conditions in Upper Volta. In Graham P.H., Harris S.C.edits. Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture Cali (Columbia) CIAT. 653-657.