

Effet à court terme du non labour avec paillage sur le rendement du haricot nain à Mulungu, à l'Est de la RD Congo

[Short-term effect of no-tillage with mulch on beans yield at Mulungu, in the eastern DR Congo]

Tony M. Muliele

Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, INERA,
13, Avenue des Cliniques, Kinshasa/Gombe, B.P 2037, Kinshasa 1,
RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Conservation agriculture techniques (e.g. no-tillage with mulching) have been much promoted as an alternative to conventional tillage in many cropping systems. However, adoption of no-tillage with mulching will only be widely adopted if competitive yields are demonstrated with its use. Our objective was to assess the short-term effect of no-tillage with mulch on the yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Bush bean yield with manual tillage without mulch (T0), no-tillage with banana residues (T1) and no-tillage with *Tripasum laxum* mulch (T2) were compared during two consecutive growing seasons. Banana residues and *T. laxum* mulch were applied at the rate of 12.5 tons dry matter ha⁻¹ an⁻¹. A significant ($P<0.01$) increase in bean yield was found in the first growing season ('season 2011A') for T0 compared to T1 and T2. In the second growing season ('season 2011B'), tillage systems did not significantly affect bean yield, but higher yield was observed in T2 (865 kg ha⁻¹) relative to T0 (660 kg ha⁻¹) and T1 (597 kg ha⁻¹). Based on soil properties of the study site, conversion from manual tillage system to no-tillage with mulching may not have negative effect on bean yield in the long term. However, in order to increase mulching efficiency, the quality of mulch should be taken into account.

KEYWORDS: legume, growing season, zero tillage, organic residues, nitisols.

RESUME: L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet à court terme du non labour avec paillage sur le rendement du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Le haricot de type nain a été semé sur des parcelles labourées et non paillées (T0), des parcelles en non labour avec un paillage de résidus de bananier (T1) ou de feuilles de *Tripasum laxum* (T2). Le paillage a été appliqué à la dose de 12,5 tonnes de matière sèche ha⁻¹ an⁻¹. Le rendement du haricot a été évalué pendant deux saisons culturales consécutives. A la première saison culturale ('saison 2011A'), T0 a donné un rendement significativement ($P<0,01$) supérieur à ceux de deux autres traitements. A la deuxième saison ('saison 2011B'), par contre, aucun traitement n'a amélioré de manière significative le rendement du haricot. Toutefois, le rendement le plus élevé a été obtenu sous T2 (865 kg ha⁻¹) comparé à T0 (660 kg ha⁻¹) et T1 (597 kg ha⁻¹). Pour le site d'étude, la conversion des parcelles préalablement soumises au travail manuel du sol en non labour avec paillage n'aurait donc pas d'impact négatif sur le rendement du haricot dans le long terme. Toutefois, le choix de résidus organiques pour le paillage serait nécessaire pour accroître l'efficacité de leur utilisation.

MOTS-CLEFS: légumineuse, labour zéro, résidus organiques, saison culturale, nitisols.

1 INTRODUCTION

Dans les territoires de Walungu et Kabare en province du Sud-Kivu à l'Est de la République Démocratique du Congo (RD Congo), le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) est l'une des principales cultures vivrières. Il est cultivé principalement en association culturale avec d'autres cultures, notamment le maïs, le bananier et le manioc ou en monoculture [1]. Tant pour la monoculture que l'association culturale, le semis de haricot est précédé d'un labour manuel à la houe (15-20 cm de profondeur) pour préparer le lit de semence ([1] ; [2]). Les agriculteurs considèrent que le travail du sol favorise la croissance et accroît le rendement du haricot. Toutefois, peu de données chiffrées existent pour soutenir cette affirmation.

Dans le cas d'une association culturale, notamment l'association bananier-haricot, [2] ont rapporté que le travail manuel du sol affecte négativement les racines du bananier localisées dans la couche du sol labourée et la croissance du bananier des jeunes plantations. Les auteurs ont également observé que i) le travail du sol améliorerait de façon temporaire la structure du sol, ii) la recolonisation racinaire du bananier consécutive au travail du sol nécessite plusieurs mois (3 à 4 mois), iii) la suppression du travail manuel du sol n'a pas d'impact négatif sur le système racinaire du bananier. Ainsi, le non labour avec paillage serait une alternative adéquate dans une association culturale bananier-haricot.

Par ailleurs, il est important d'indiquer que l'étude susmentionnée, conduite en association culturale (bananier-haricot) dans laquelle les plantes sont soumises à la compétition pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux ; ne permet pas d'évaluer, en conditions de non labour avec paillage, le comportement du haricot en monoculture. Des études conduites dans d'autres régions du monde ont cependant montré que le non labour avec paillage, une variante de l'agriculture de conservation, offre des bénéfices potentiels qui permettent d'accroître le rendement des cultures tout en minimisant les conséquences négatives sur les ressources de base (par exemple, l'eau, le sol et l'environnement naturel immédiat). Le non labour avec paillage préserve la structure du sol, contrôle l'érosion hydrique, stimule l'activité biologique et accroît la diversité biologique ([3] ; [4]), conserve l'humidité du sol et accroît la teneur en matière organique ([5] ; [6]). Toutefois, le non labour avec paillage peut nécessiter des apports de résidus organiques (paillage) à l'installation des plantations, ce qui est onéreux et demande la disponibilité des résidus organiques. Alors que la suppression de mauvaises s'accroît avec la quantité de mulch, une couche épaisse de mulch peut gêner le semis ([5] ; [7]). Les résultats du non labour avec paillage peuvent varier suivant le climat et le temps nécessaire pour le sol de s'y adapter [5].

Dans la perspective de la promotion de la culture sans labour (non labour avec paillage) dans la zone d'étude, il est nécessaire d'évaluer le comportement de différentes cultures dans les systèmes de culture de transition, du labour au non labour. En effet, le non labour avec paillage ne sera adopté dans la zone d'étude que lorsqu'il permettra d'obtenir des rendements compétitifs à ceux du travail manuel du sol. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer l'effet à court termes du non labour avec paillage sur le rendement du haricot en culture pure. L'effet du paillage pouvant varier suivant la qualité de résidus organiques, deux des trois types de résidus organiques utilisés dans une expérience parallèle conduite en association bananier-haricot [2] ont été appliqués.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette expérience a été menée à Mulungu (2,335°S, 28,788°E, 1699 m d'altitude), un centre de recherche de l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA) situé en province du Sud-Kivu en RD Congo. Le site a un climat tropical avec trois mois de saison sèche (Aw3 selon la classification de Köppen, [8]). La distribution annuelle des pluies est bimodale ('saison A' et 'saison B') avec une moyenne annuelle variable entre 1500-1800 mm. La Fig. 1 présente la distribution mensuelle des pluies au cours de la période de l'expérimentation. La quantité totale de pluies varie très peu entre les deux saisons culturales (553 mm en 'saison 2011A' vs. 533 mm en saison '2011B'), mais les pluviosités d'octobre et novembre 2010 ('saison 2011A') sont plus faibles par rapport à la moyenne des années 2008-2011. La température moyenne annuelle est de 19,1°C. Le sol est de texture argileuse (0-40 cm) [2], et appartient à la classe de nitisols [9], développé sur cendres volcaniques. Les principales caractéristiques chimiques du sol prélevé en aout 2010 sont présentées au Tableau 1.

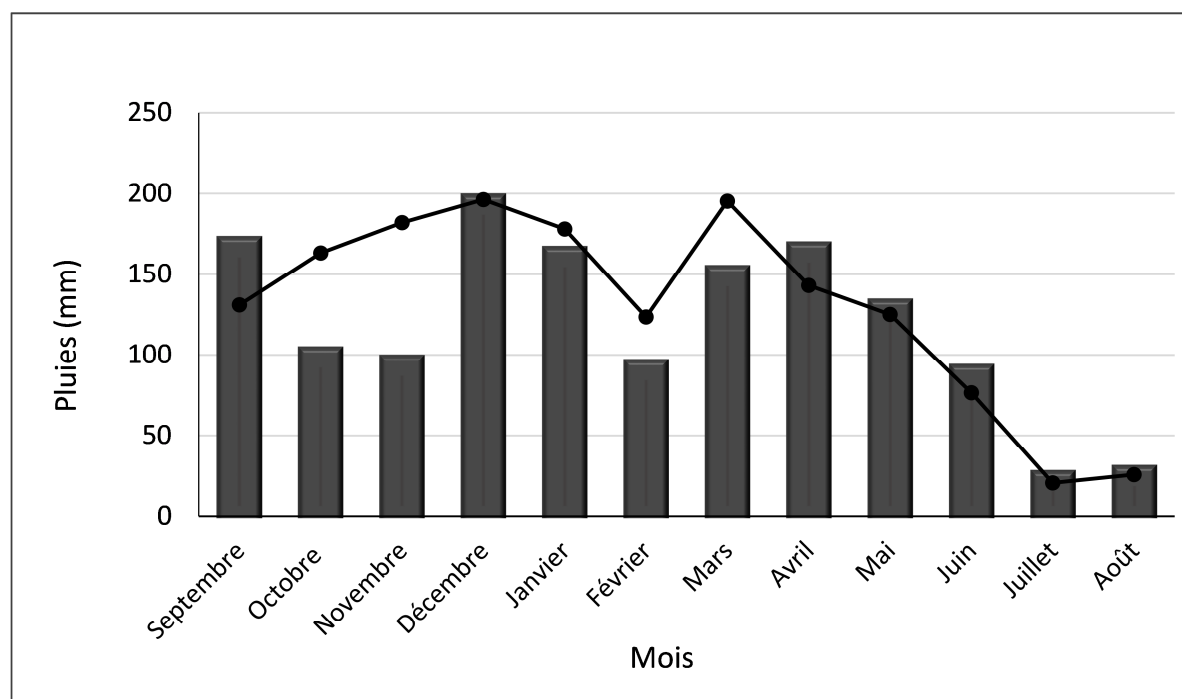


Fig. 1. Distribution mensuelle des pluies de septembre 2010 à août 2011. La ligne continue indique la moyenne mensuelle de 2008 à 2011. (Source : Antenne GCRN, INERA Mulungu)

Tableau 1. Propriétés chimiques du sol (0-20 cm de profondeur) au site de Mulungu.

Propriétés	Valeurs
N _{total} (%)	0,42±0,01
C _{total} (%)	5,15±0,15
Ca échangeable (cmol _c .kg ⁻¹)	18,98±0,75
Mg échangeable (cmol _c .kg ⁻¹)	4,47±0,19
K échangeable (cmol _c .kg ⁻¹)	1,23±0,16
P assimilable (mg.kg ⁻¹)	86,39±4,24
pH (H ₂ O)	6,3±0,04

Echantillons prélevés en août 2010. Valeurs = moyennes ± erreur standard (n=4).

Source: Muliele et al. (2015).

L'essai expérimental a été installé en septembre 2010 et suivi pendant 2 saisons culturales consécutives, la 'saison 2011A' (septembre à décembre 2010) et la 'saison 2011B' (février à mai 2011). Trois ans avant la mise en place de l'essai, le terrain était soumis au travail manuel (deux labours manuels par an) du sol pour préparer le lit de semence de haricot. A la récolte du haricot, les feuilles sur pied et les gousses sont transportées du champ vers les habitations où le battage est généralement pratiqué. Cette pratique paysanne courante (labour sans paillage) a constitué le traitement témoin ou T0. Deux traitements alternatifs ont été comparés à T0 : Non labour + paillage de résidus de bananiers (T1) et Non labour + paillage de *Tripsacum laxum* (T2). Les résidus de bananier et les feuilles de *Tripsacum laxum* ont été appliqués à la dose de 12,5 tonnes de matière sèche (MS) ha⁻¹ an⁻¹. Le dispositif expérimental était le bloc complet randomisé à trois répétitions. Chaque unité élémentaire mesurait 9,6 m² (3 m x 3,20 m). Le haricot de type nain (variété 'Ngwaku-Ngwaku', rendement actuel (Programme National Légumineuses/INERA) : 800-1200 kg ha⁻¹) a été semé trois jours après l'application des traitements, aux écartements de 40 cm x 20 cm, deux graines par poquet (250.000 plants ha⁻¹). Aucun engrais minéral ou pesticide n'a été appliqué. Les principales pratiques culturales appliquées étaient le labour manuel avant le semis de haricot (T0), le paillage (T1 et T2) et le sarclage (tous les traitements). Après récolte et battage, les graines de haricot des plants du 'net plot' (tous les plants de la parcelle élémentaire sauf les plants de la bordure) ont été séchées au soleil puis pesées au moyen d'une balance de pesage. Le poids moyen de chaque traitement a été calculé pour déterminer le rendement (kg ha⁻¹). En plus du rendement du haricot, la densité apparente du sol (méthode gravimétrique) et la teneur en eau volumétrique ont été mesurées à la 'saison 2011A'

uniquement. Ces mesures ont été faites sur 0-5 cm du sol (profondeur du sol susceptible d'être affectée par les traitements dans le court terme), trois répétitions par parcelle élémentaire ; 1, 7 et 9 semaines après l'application des traitements.

L'analyse de la variance (ANOVA) pour un dispositif bloc complet randomisé a été faite au moyen du logiciel SPSS (version 11,0). Les moyennes des traitements significativement différents au seuil $\alpha = 0,05$ ont été séparées à l'aide du test de Student-Newman-Keuls.

3 RESULTATS

La Fig. 2 montre qu'à la 'saison 2011A', le rendement du haricot sous T0 s'accroît de 38 et 31% et est significativement supérieur ($P < 0,01$) à ceux des traitements T1 et T2 respectivement. A la 'saison 2011B', par contre, le rendement de haricot décroît suivant cet ordre : T2 > T0 > T1. Le rendement de T1 est plus proche de celui de T0. Toutefois, l'analyse statistique n'a pas révélé d'effet traitement significatif ($P = 0,0861$). De la 'saison 2011A' à la 'saison 2011B', le rendement a diminué sous T0 et T1 par rapport à T2 qui induit un accroissement de rendement de 19% en 'saison 2011B'. Toutes saisons confondues, le rendement moyen est similaire à celui obtenu à la 'saison 2011A' : T0 (859 kg ha^{-1}) > T2 (783 kg ha^{-1}) > T1 (614 kg ha^{-1}). Contrairement à la saison culturale, l'analyse statistique a révélé des effets traitement et, interaction traitement*saison culturale significatifs ($0,01 < P < 0,05$) sur le rendement moyen du haricot.

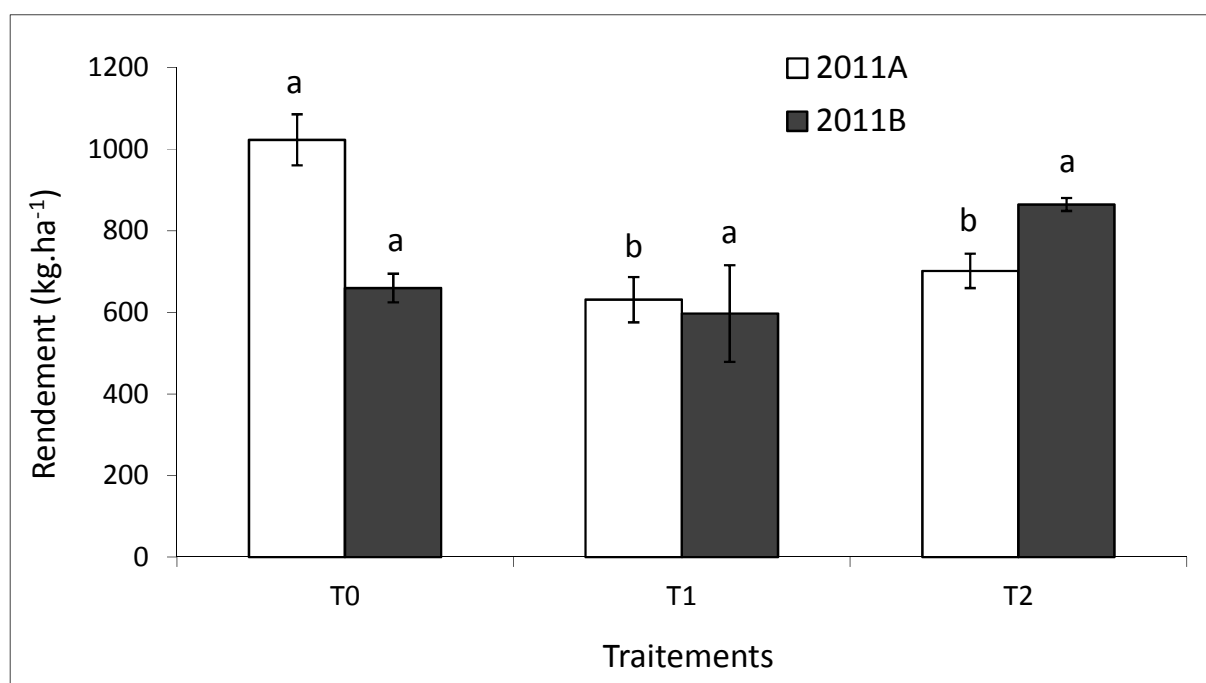


Fig. 2. Rendement de haricot (moyennes \pm erreur standard, $n=3$) à Mulungu, en fonction de traitements et de la saison culturale. Pour une saison culturale donnée, les moyennes des traitements ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 0,05$).

La densité apparente varie entre $0,66 \text{ g cm}^{-3}$ sous T0, une semaine après le labour manuel du sol, et $0,82 \text{ g cm}^{-3}$ sous T1 à la 9^{ème} semaine après l'application des traitements (Tableau 2). Dans tous les traitements, les valeurs de densité apparente tendent à augmenter avec le temps. Sur les parcelles de T0, en particulier, cette augmentation est plus importante entre la première et la cinquième semaine après le travail manuel du sol ($0,66$ à $0,75 \text{ g cm}^{-3}$). Pour les trois périodes d'observation, la teneur en eau volumétrique du sol varie faiblement (29 à 34%) en fonction des traitements (Tableau 2). Pour ces deux propriétés du sol, l'analyse statistique n'a pas révélé de différences significatives entre les traitements.

Tableau 2. Evolution de la densité apparente et de la teneur en eau volumétrique (0-5 cm) du sol (moyennes \pm écart-type, n=3). Mesures faites à la 'saison 2011A', 1, 5 et 9 semaines après l'application des traitements.

	Traitement	Semaines après application des traitements		
		Semaine 1	Semaine 5	Semaine 9
Densité apparente (g cm ⁻³)	T0	0,66 \pm 0,06	0,75 \pm 0,06	0,78 \pm 0,06
	T1	0,75 \pm 0,05	0,79 \pm 0,04	0,82 \pm 0,07
	T2	0,78 \pm 0,06	0,80 \pm 0,08	0,79 \pm 0,10
Teneur en eau volumétrique (%)	T0	34,8 \pm 1,9	30,4 \pm 3,7	29,3 \pm 6,6
	T1	33,7 \pm 4,1	29,9 \pm 5,8	25,3 \pm 6,1
	T2	33,9 \pm 3,9	29,6 \pm 4,5	32,2 \pm 8,0

4 DISCUSSION

Le traitement T0 (parcelles labourées et non paillées) a donné un rendement significativement supérieur à T1 et T2 (parcelles en non labour et paillées) à la 'saison 2011A' (Fig. 2). Cette même tendance, rapportée pour d'autres cultures notamment le soja [10] et le maïs [11]; serait liée à l'altération de la structure du sol généralement observée dans des systèmes de cultures de transition, du labour au non labour ([11]; [12]). En effet, bien que non significatives à toutes les dates d'observation, le travail du sol a permis de maintenir des valeurs de densité apparente relativement plus faibles sous T0 par rapport à T1 et T2 (Tableau 2). A la 'saison 2011B', par contre, le travail du sol préalable au semis de haricot n'a pas amélioré le rendement du haricot. Au contraire, la réduction de rendement sous T0 (36%) est plus importante par rapport à celle observée sous T1 (5%, Fig. 2). La teneur en eau du sol ('saison 2011A', Tableau 2) a varié légèrement entre les traitements, ceci pourrait être lié à la forte pluviosité du site d'étude. Du fait de la réduction de la densité apparente consécutive au travail du sol et d'une pluviosité quasi-égale entre les deux saisons culturales (Fig. 2), la baisse de rendement observée sur les parcelles labourées et non paillées (T0) à la 'saison 2011B' ne semble donc pas être essentiellement liée aux contraintes de densité apparente et d'humidité du sol. D'autres facteurs non pris en compte dans cette étude, notamment l'incidence des maladies et la pression des ravageurs pourraient également affecter le rendement du haricot. Pour les deux saisons culturales, le rendement de T1 est plus faible que celui T2. Le rendement s'accroît de 19% sous T2 à la 'saison 2011B' alors qu'il diminue légèrement sous T1 (Fig. 2). La différence entre ces deux traitements en non labour et paillés peut être liée à la qualité (composition chimique) des résidus organiques (résidus de bananier et feuilles de *T. laxum*) utilisés comme mulch. L'absence d'effet traitement sur le rendement obtenu à la 'saison 2011B' pourrait indiquer une re-structuration, dans le court-terme (8 mois après la suppression du labour et apport du mulch) du sol de l'essai, riche en matière organique et éléments minéraux (Tableau 1).

Mise à part le travail manuel du sol (T0), les faibles valeurs de densité apparente mesurées sur le sol étudié ici ($\leq 0,82$ g cm⁻³) pourraient s'expliquer par sa texture argileuse, la forte teneur en matière organique (Tableau 2) ainsi que la nature du sol, dérivé de cendres volcaniques. Des valeurs $< 1,00$ g cm⁻³ ont été également mesurées dans les horizons de surface des nitisols formés sur cendres volcaniques, sols caractérisés par de bonnes propriétés physiques du sol notamment une structure micro-agrégée bien développée ([13]; [14]), d'autres régions du monde. La pratique du travail manuel dans le but d'ameublir le sol du site expérimental ne paraît donc pas nécessaire. Toutefois, un des principaux avantages du travail du sol étant la destruction de mauvaises herbes [15], la pratique du paillage dont l'un des effets bénéfiques est le contrôle de mauvaises herbes [16] serait nécessaire. Pour le site d'étude, le non labour avec paillage paraît donc une alternative adéquate au travail du sol. Il faudrait cependant vérifier si cette même tendance se confirme dans le long terme et sur d'autres types de sol dans les conditions écoclimatiques et édaphiques similaires.

5 CONCLUSIONS

Cette étude a montré qu'à la première saison culturale, les parcelles en non labour avec paillage de résidus de bananier (T1) et les parcelles en non labour avec paillage de *Tripsacum laxum* (T2) ont donné des rendements significativement inférieurs à celui des parcelles labourées et non paillées (T0). A la deuxième saison culturale, les traitements n'ont pas affecté de manière significative le rendement du haricot. Toutefois, le rendement le plus élevé (865 kg ha⁻¹) a été observé sous T2 comparé aux traitements T0 (660 kg ha⁻¹) et T1 (597 kg ha⁻¹). Dans les conditions édaphiques du site expérimental, la conversion des parcelles préalablement soumises au travail manuel du sol et non paillées en non labour avec paillage n'aurait pas d'impact négatif sur le rendement du haricot dans le long terme. La pratique du labour manuel dans le but de préparer le lit de semence de haricot ne paraît donc pas nécessaire. Toutefois, il faudrait vérifier cette tendance dans le long terme et sur d'autres types de sol dans les environs.

REMERCIEMENTS

Sincères remerciements à l'Ingénieur Adolphe Ombeni pour le concours dans le suivi de l'essai et la collecte des données.

REFERENCES

- [1] Dowiya N.B., Rweyemamu C.L. and Maerere A.P., "Banana (*Musa* spp. Colla) cropping systems, production constraints and cultivar preferences in Eastern Democratic Republic of Congo", *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 341-356, 2009.
- [2] Muliele M.T., van Asten P.J.A. and Biolders C.L., "Short- and medium-term impact of manual tillage and no-tillage with mulching on banana roots and yields in banana-bean intercropping systems in the East African Highlands", *Field Crops Research*, vol. 171, pp. 1-10, 2015.
- [3] Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A. and Hongwen, L., "Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits", *International Journal of Agriculture Biology and Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 1-25, 2010.
- [4] Rühlemann L., Schmidtke K. and Bellingrath-Kimura S. "Short-term effects of differentiated tillage on dry matter production and grain yield of Autumn and Spring sown grain legumes grown monocropped and intercropped with cereal grains in organic farming", *Plant Production Science*, vol. 18, no. 1, pp. 76-92, 2015.
- [5] Malecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z. and Dobrzeński T., "The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 36, no. 3, pp. 217-226, 2012.
- [6] Chen Y., Liu S., Li H., Li H.F., Song C.Y, Cruse R.M. and Zhang X.Y., "Effects of conservation tillage on corn and soybean yield in the humid continental climate region of Northeast China", *Soil and Tillage Research*, vol. 115-116, pp. 56-61, 2011.
- [7] Teasdale, J.R. and Mohler, C.L., "The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches", *Weeds Science*, vol. 48, no. 3, pp. 385-392, 2000.
- [8] Peel M.C., Finlayson B.L. and McMahon T.A., "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification", *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, pp.1633-1644, 2007.
- [9] FAO-UNESCO, "Soil Map of the World. Revised legend. World Resources Report 60", FAO, Rome, 2001.
- [10] McGregor K., Cullum R., Mutchle, C. and Johnson J., "Long-term no-till and conventional till soybean yields (1983-1999)", *Bulletin* 1146. Mississippi State University, 2006.
- [11] Aikins S., Afuakwa J. and Owusu-Akuoko O. "Effect of four different tillage practices on maize performance under rainfed conditions", *Agriculture and Biology Journal of North America*, vol. 3, no.1, pp. 25-30, 2012.
- [12] Reicosky, D. and Saxton, K.E. The benefits of no-tillage", In Baker, C.J., Saxton, K.E., Ritchie, W.R., Chamen, W.C., Reicosky, D.C., Ribeiro, F., Justice, S.E. and Hobbs, P.R. (Eds), *No-tillage seeding in conservation agriculture*, Wallingford, UK: CABI, 2nd edition, pp.11-20, 2007.
- [13] Delvaux B. et Guyot P. "Caractérisation de l'enracinement du bananier au champ. Incidences sur les relations sol-plante dans les bananeraies intensives de la Martinique", *Fruits*, vol.44, no. 12, pp.633-647, 1989.
- [14] Pochet G., Van der Velde M., Vanclooster M. and Delvaux B., "Hydric properties of high charge, halloysitic clay soils from the tropical South Pacific region", *Geoderma*, vol. 138, pp. 96-109, 2007.
- [15] Lepecki J. and Barbec S., "Soil management in perennial crops: orchards and hop gardens", *Soil and Tillage Research*, vol. 43, pp. 169-184, 1997.
- [16] Araya M., Stratification and spatial distribution of the banana (*Musa* AAA, Cavendish subgroup, cvs 'Valery' and 'Grande Naine') root system. In: Turner D.W. and Rosales F.E. (Eds), *Banana root system: towards a better understanding for its productive management*, INIBAP Proceedings of an International symposium, pp. 83-103, 2005.