



Etude des possibilités de production de maïs (*Zea mays* L.) et de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) sur couverture de *Mucuna pruriens* (L.) DC. dans les conditions écologiques de Kikwit en République Démocratique du Congo

Merveilleuse Pamba^{1*}, Jean Claude Muwo¹, Ikonso Mwengi²

1. Université de Kikwit. Faculté des Sciences Agronomiques. BP 76 Kikwit (RDC). E-mail : pambabasomamer@gmail.com
2. Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. BP 117 Kinshasa XI (RDC).

Reçu le 26 janvier 2018, accepté le 16 mai 2018

RESUME

En vue d'évaluer les possibilités de production de cultures vivrières traditionnelles de la région (maïs *Zea mays* L., soja *Glycine max* (L.) Merr.) dans un couvert permanent du sol avec *Mucuna pruriens* (L.) DC., un essai a été réalisé dans la partie rurale de la Ville de Kikwit (Commune de Lukemi, Quartier Kanzombi) dans un dispositif en blocs complets randomisés avec trois répétitions et six traitements. Les traitements appliqués sont : T1 : Maïs, T2 : Soja, T3 : *Mucuna*, T4 : Maïs + *Mucuna*, T5 : Soja + *Mucuna* et T6 : Maïs + Soja + *Mucuna*. Les résultats obtenus ont montré que la couverture du sol avec *Mucuna pruriens* permet d'améliorer les rendements de maïs et de soja. Le rendement le plus élevé de maïs (2233,3 kg/ha) a été enregistré dans les parcelles où il était associé avec le soja et *M. pruriens*. Il était deux fois plus élevé que celui enregistré dans les parcelles où il était cultivé en pur (1041,7 kg/ha). La comparaison de l'efficacité biologique des associations culturales à celle de cultures pures a montré qu'il faut 3,1 ha pour produire 2233,3 kg de maïs et 558,9 kg de soja en cultures pures. Des études ultérieures sur l'évolution du carbone organique du sol, l'évaluation de la durabilité de ce système à long terme et les possibilités de sa diffusion en milieu paysan sont nécessaires.

Mots clés : Association, rendement maïs et soja, *Mucuna*, Kikwit.

ABSTRACT

Study of the production possibilities of corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) On the cover of *Mucuna pruriens* (L.) DC. in the ecological conditions of Kikwit in the Democratic Republic of Congo. To assess the possibilities of production of traditional food crops in the region (*Zea mays* L., soybean *Glycine max* (L.) Merr.) in a permanent soil cover with *Mucuna pruriens* (L.) DC., was carried out in the rural part of the city of Kikwit (Lukemi Municipalities, Neighborhood Kanzombi) in a randomized complete block with three replications and six treatments. The treatments applied were: T1: Corn, T2: Soybean, T3: *Mucuna*, T4: Corn + *Mucuna*, T5: Soybean + *Mucuna* and T6: Corn + Soybean + *Mucuna*. The obtained results showed that soil cover with *Mucuna* can improve corn and soybean yields. The highest corn yield (2233.3 kg /ha) was recorded in the plots where it was associated with soy and *M. pruriens*. He was two times higher than that recorded in the plots where it was grown in pure (1041.7 kg/ha). Comparing the biological efficacy of crop combinations to that of pure cultures has shown that it takes 3.1 ha to produce 2233.3 kg of maize and 558.9 kg of soybean in pure cultures. Subsequent studies on evolution in soil organic carbon, assessing the sustainability of the long-term system and the possibilities of its on-rural distribution is needed.

Keywords : Intercropping, corn and soybean yield, *Mucuna*, Kikwit.

1. INTRODUCTION

Les cultures vivrières (maïs *Zea mays* L., soja *Glycine max* (L.) Merr., etc.) jouent un rôle important dans la sécurité alimentaire en République Démocratique du Congo. Le maïs est l'une des principales denrées alimentaires produites en RDC, et sa culture est principalement réalisée par des exploitations paysannes de très petite taille, centrées sur la sécurité alimentaire familiale (Chausse *et al.*, 2012). Le soja est une culture importante au point de vue nutritionnel du fait de sa teneur élevée en protéines. Grâce à sa capacité de fixer l'azote atmosphérique via la symbiose rhizobienne, le soja est également important pour la durabilité des systèmes de production où il entre dans de nombreuses associations ou rotations culturales (Chausse *et al.*, 2012). Les rendements de ces cultures en milieu paysan, de 800 kg/ha pour le maïs et de 450 kg/ha pour le soja sont très bas (Minengu, 2014). Leur développement est soumis à de nombreuses contraintes abiotiques (climatique, baisse de fertilité du sol), socio-économiques et biotiques (insectes, maladies et adventices). La sédentarisation de l'agriculture par l'abandon de la jachère s'accompagne souvent d'une diminution de la fertilité des sols sous les tropiques et plus particulièrement dans les zones humides. Le déclin rapide de la fertilité des sols dans la région de Kikwit est provoqué par une fertilité initiale déjà faible, une décomposition rapide de la matière organique et le lessivage des éléments nutritifs provoqués par des précipitations intenses.

La culture de différentes spéculations annuelles (manioc, maïs) sans travail du sol, en semis direct dans un couvert végétal permanent de *Mucuna pruriens* (ci-après dénommé *Mucuna*), a permis d'améliorer la fertilité de sols très pauvres et acides au Bénin (Aklamavo et Mensah, 1997). Dans ce système, le rôle du couvert de *Mucuna* est de produire une biomasse destinée à protéger le sol en permanence et d'empêcher la lixiviation des éléments nutritifs hors de portée des racines des plantes cultivées en les remontant continuellement vers l'horizon supérieur du substrat. De manière à maintenir un tapis de végétation protectrice en surface, le semis des cultures s'effectue directement sans travailler le sol. Dans toute association culturale, la disposition et la densité des plantes des espèces cultivées conjointement doivent tenir compte des exigences de chaque espèce végétale afin de réduire la compétition entre les composantes (Costa et Silva, 2008). L'association du maïs et de soja avec *Mucuna pruriens*, peut être l'une des solutions pour l'amélioration de la production de ces cultures vivrières dans la région d'étude. En agriculture de conservation, *M. pruriens* fait partie des plantes de couverture en raison de son fort développement et de la production de grande quantité de biomasse, de son pouvoir couvrant qui

limite l'érosion et l'invasion des mauvaises herbes, et de sa capacité de fixation d'azote pouvant aller jusqu'à 170 kg/ha et une production d'azote restitué par les résidus allant jusqu'à 200 kg/ha (résultats observés au Bénin) (Anonyme, 2010). L'objectif de la présente étude est d'évaluer les possibilités de production de cultures vivrières traditionnelles de la région (maïs et soja) dans un couvert du sol avec *Mucuna pruriens*. Dans le contexte actuel de réduction des espaces agricoles, l'agriculture de conservation constitue l'une des alternatives pour la production agricole durable.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site expérimental

Coordonnées géographiques

L'expérience a été réalisée dans la ville de Kikwit, Commune de Lukemi, Quartier Kanzombi. Les coordonnées géographiques du site sont : 05°04' de latitude Sud, 018°49' de longitude Est et 499 m d'altitude.

Sols et végétation

Les sols de Kikwit sont formés généralement des sables lumino-argileux. On y trouve aussi des sols sableux ou sablo-argileux. La faible teneur en éléments colloïdaux rend ces sols vulnérables à l'érosion occasionnée par le ruissellement des eaux des pluies. Ces érosions provoquent parfois des dégâts matériels et humains importants. Selon Devred (1958), le couvert végétal de la région de Kikwit était constitué des forêts primaires sempervirentes et des forêts mésophiles semi-caducifoliées subéquatoriales et péri-guinéennes. A la suite de la forte pression anthropique, ces forêts ont disparu et le paysage végétal initial de la ville a été modifié (Masens, 1997). Ainsi, la forêt primaire est remplacée par une végétation d'origine anthropique constituée des palmeraies spontanées, des savanes herbeuses à *Panicum maximum*, à *Imperata cylindrica*, à *Hyparrhenia diplandra*, ... et des savanes pré-forestières souvent à dominance de *Chromolaena odorata* et de *Caloncoba weluithii*.

Climat

La ville de Kikwit appartient au climat du type tropical arrosé à tendance équatoriale (Masens, 1997). Ce climat du type AW₃ est caractérisé par deux grandes saisons : la saison pluvieuse qui va du 15 août au 15 mai, et la saison sèche qui va du 16 mai au 14 août. Pendant la saison des pluies, on observe une petite période sèche de janvier à février. La hauteur moyenne des précipitations varie de 1200 à 1500 mm par an. L'humidité relative de

l'air varie entre 15 à 20 % et la température moyenne annuelle varie entre 24,3 et 25,6 °C.

2.2. Matériel

Le matériel végétal utilisé était constitué des semences de maïs (variété SAMARU), de soja (variété TGX 573/209D) et de *Mucuna* (variété locale). Ces semences ont été achetées au Service National des Semences de Kikwit. L'expérience couvre la période du 15 septembre 2014 au 25 mai 2015.

2.3. Méthodes

Préparation du terrain

Les travaux de préparation du terrain ont porté sur les opérations suivantes : la délimitation du terrain, le piquetage, le débroussaillage et le labour manuel à ± 20 cm de profondeur.

Mise en place du dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté était le plan en blocs complets aléatoires avec trois répétitions et six traitements. Les parcelles ($3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$) et les blocs étaient séparés de 3 m de distance. La superficie du champ expérimental était de 595 m^2 ($35 \text{ m} \times 17 \text{ m}$).

Semis

Le semis de la plante de couverture (*Mucuna pruriens*) était réalisé aux écartements de 40 cm x 40 cm à raison de deux graines par poquet (le 15 septembre 2014). Le semis des plantes vivrières (maïs et soja) à raison de deux grains (es) par poquet était fait aux écartements respectivement de 50 cm x 50 cm et de 30 cm x 30 cm en janvier 2015.

Entretien du champ expérimental

Les travaux d'entretien réalisés sont le recepage de *Mucuna pruriens* (1 fois) et l'élimination de mauvaises herbes dans les parcelles sans *Mucuna* (2 fois). Le démariage a eu lieu 2 semaines après la levée des plantes vivrières (maïs et soja).

2.4. Observations réalisées

Les observations ont été réalisées sur toutes les plantes mises en culture : *Mucuna*, maïs et soja.

1. *Mucuna pruriens*

Pour évaluer la matière sèche produite par *Mucuna*, 12 échantillons ont été prélevés (le 15 mars 2015) au hasard dans les 12 parcelles (T3, T4, T5, T6) à raison de 1 échantillon par parcelle. Le *Mucuna* a été coupé à la cisaille au niveau des placettes de 2 m^2 de superficie, le poids total a été pesé et un échantillon de 600 g a été prélevé puis emmené au Laboratoire de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kikwit pour l'évaluation de la matière sèche (MS).

La main d'œuvre nécessaire pour le recepage de *Mucuna* dans chaque parcelle a été évaluée.

2. Maïs

Pour le maïs, les observations (sur les 10 plantes du milieu de chaque parcelle) suivantes ont été effectuées : (i) Le taux de levée (%) : calculé 2 semaines après la levée ; (ii) Le diamètre au collet (cm) : évalué à l'aide du pied à coulisse pendant la floraison ; (iii) La hauteur des plantes (m) : mesurée à l'aide d'un ruban-métrique pendant la floraison ; (iv) Les composantes du rendement (le nombre moyen d'épis par plante, le poids moyen d'un épi (kg), le poids de grains/plante (g), le poids de 1000 grains (g), la production par parcelle en grains (kg)) : évaluées au moment de la récolte ; (v) Le rendement estimatif en grains (kg/ha) : calculé en ramenant la production parcellaire à l'hectare. De toutes ces données sur la production, seul le rendement (kg/ha) a été présenté au point 3 (Résultats et discussion) en vue de calculer le Taux de surface équivalente.

2. Soja

Pour le soja, les observations (sur les plantes du milieu de chaque parcelle) suivantes ont été effectuées : (i) Le taux de levée (%) : calculé 2 semaines après la levée ; (ii) Le diamètre au collet (cm) : évalué à l'aide du pied à coulisse pendant la floraison ; (iii) La hauteur des plantes (m) : mesurée à l'aide d'un ruban-métrique pendant la floraison ; (iv) Les composantes du rendement (le nombre moyen de gousses par plante, le poids moyen de graines/plante (g), le poids de 1000 graines (g), la production par parcelle en graines (g)) : évaluées au moment de la récolte ; (v) Le rendement estimatif en graines (kg/ha) : il a été évalué en ramenant la production parcellaire à l'hectare. De toutes ces données sur la production, seul le rendement en graines sèches (kg/ha) a été présenté au point 3 (Résultats et discussion) en vue de calculer le Taux de surface équivalente.

2.5. Analyse des données

L'analyse statistique des données obtenues a été réalisée avec le logiciel Statistix. Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a été utilisé pour la comparaison des moyennes des traitements. Le Taux de surface Equivalente «TSE» de chaque association culturale comparée a été calculé selon la méthode proposée par Mead et Willey (1980), en tenant compte des rendements des cultures en pur et en association. Le taux de surface équivalente (TSE) appelée LER (Land Equivalent Ratio, en anglais), permet de comparer l'efficacité biologique des associations culturales à celui de cultures pures.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Développement végétatif du maïs et du soja

Taux de levée de maïs et de soja

L'analyse statistique au seuil de probabilité de 5 % n'a pas montré de différences significatives entre les différents systèmes de culture (traitements) mis en place en ce qui concerne le taux de levée (Tableau 1) que ce soit chez le maïs que chez le soja.

Tableau 1. Taux de levée de maïs et de soja

Traitements	Taux de levée (%)	
	Maïs	Soja
T1 : Culture pure de maïs	79,6±5,5a	-
T2 : Culture pure de soja	-	81,0±2,0a
T3 : Culture pure de <i>Mucuna</i>	-	-
T4 : Cultures associées : maïs + <i>Mucuna</i>	83,0±3,6a	-
T5 : Cultures associées : soja + <i>Mucuna</i>	-	80,0±2,0a
T6 : Cultures associées : maïs + soja + <i>Mucuna</i>	79,6±4,0a	80,0±1,0a

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écarts types des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

L'observation de valeurs numériques indique tout de même un taux de levée plus élevé dans les parcelles où le maïs était associé avec le *Mucuna*. Le taux de levée a varié entre 79,6 et 83 % chez le maïs, et entre 80 et 81 % chez le soja.

Diamètre au collet et hauteur de maïs et de soja

Il ressort de l'analyse statistique des différences non significatives entre les traitements appliqués sur tous les paramètres sauf la hauteur du soja qui a montré des différences significatives. Le diamètre au collet chez le maïs a varié entre 2,4 (T1) et 2,9 cm (T6) et la hauteur la plus élevée a été observée chez les plantes soumises au traitement T6 (1,7 m). Le tableau 2 présente l'effet des systèmes de culture (traitements) sur les variables végétatives de maïs et de soja.

Tableau 2. Diamètre au collet et hauteur de maïs et de soja

Traitements	Cultures			
	Maïs		Soja	
	Diam. (cm)	Hauteur (m)	Diam. (cm)	Hauteur (cm)
T1 : Culture pure de maïs	2,4±0,1a	1,4±0,2b	-	-
T2 : Culture pure de soja	-	-	0,4±0,1ab	45,7±7,1b
T3 : Culture pure de <i>Mucuna</i>	-	-	-	-
T4 : Cultures associées : maïs + <i>Mucuna</i>	2,8±0,0a	1,5±0,1ab	-	-
T5 : Cultures associées : soja + <i>mucuna</i>	-	-	0,5±0,1a	57,3±7,6a
T6 : Cultures associées : maïs + soja + <i>Mucuna</i>	2,9±0,0a	1,7±0,3a	0,3±0,1b	43,3±6,5b

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écarts types des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Chez le soja, le développement végétatif le plus important a été observé chez T5. Le faible développement végétatif observé chez T6 peut être attribué à la concurrence exercée par le *Mucuna* et le soja sur le maïs. Les mêmes observations ont été effectuées par Minengu (2014) sur l'association de *Jatropha curcas* L. avec le *Stylosanthes* et le maïs.

3.2. Rendement estimatif et taux de surface équivalente

Le rendement estimatif du maïs (Tableau 3) obtenu a varié entre 1041,7 kg/ha et 2233,3 kg/ha. L'observation de ces résultats indique que l'association de maïs avec le *Mucuna* et le soja, a influencé significativement la production, et le rendement enregistré dans ce système (2233,3 kg/ha), est deux fois plus élevé que celui obtenu dans la culture pure de maïs (1041,7 kg/ha). La meilleure performance de ce système peut se justifier par le fait que le *Mucuna* est capable de mobiliser et de recycler les éléments du sol. Il permet surtout la fixation d'azote pouvant aller jusqu'à 170 kg/ha et une production d'azote restitué par les résidus allant jusqu'à 200 kg/ha (Lessaint, 1998 ; Anonyme, 2010).

Tableau 3. Rendement estimatif et taux de surface équivalente

Traitements	Rendement estimatif (kg/ha)		TSE
	Maïs	Soja	
T1 : Culture pure de maïs	1041,7±48,9b	-	1
T2 : Culture pure de soja	-	555,5±82,2a	1
T3 : Culture pure de <i>Mucuna</i>	-	-	-
T4 : Cultures associées : maïs + <i>Mucuna</i>	1800,0±92,8a	-	1,7
T5 : Cultures associées : soja + <i>Mucuna</i>	-	566,6±8,3a	1
T6 : Cultures associées : maïs + soja + <i>Mucuna</i>	2233,3±54,8a	558,9±8,2a	3,1

Légende : TSE (Taux de surface équivalente).

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écarts types des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Pour le soja, l'analyse statistique n'a pas montré de différences significatives entre les traitements appliqués au seuil de probabilité de 5 %. La culture du soja sur couvert de *Mucuna* n'a pas influencé significativement la production en graines de cette plante vivrière. Minengu (2014), dans son étude sur *Jatropha curcas*, a constaté l'augmentation de rendement de maïs associé au *Jatropha* sur couverture permanente du *Stylosanthes*. L'analyse du taux de surface équivalente montre qu'il faut 3,1 ha de terres en cultures pures pour produire 2233,3 kg de maïs et 558,9 kg de soja obtenus dans un hectare, ce qui signifie autrement qu'un (1) hectare de maïs associé avec le soja et le *Mucuna*, produit autant que 3,1 hectares des cultures pures de maïs et de soja. Les associations culturales et ses nombreuses formes peuvent atténuer le risque des pertes de rendements provoquées par les ennemis de la culture ; elles peuvent aussi créer un environnement défavorable pour les ravageurs mais favorable pour les prédateurs de ces derniers (Beauval, 2016).

3.3. Gestion de la plante de couverture et production de la matière sèche

L'installation de *Mucuna pruriens* comme plante de couverture a permis de limiter le développement des adventices (*Cynodon dactylon* L., *Digitaria* sp., *Imperata cylindrica* (L.) P.Beauv., etc.), mais a demandé la réalisation d'un rabattage du couvert pour limiter la concurrence qu'il exerce vis-à-vis de la culture vivrière associée. Le développement de *Mucuna* peut gêner la culture du maïs s'il n'est pas contrôlé. Un recepage de *Mucuna* a été réalisé dans les parcelles où il était associé soit avec du maïs ou du soja. Dans les parcelles sans *Mucuna*, deux

sarclages ont été effectués (40 hj/ha à raison de 20 hj/ha/sarclage).

Tableau 4. Main d'œuvre pour recepage de *Mucuna* et production de matière sèche (MS)

Traitements	Main d'œuvre (hj/ha)	MS (tonne/ha)
T1 : Culture pure de maïs	-	-
T2 : Culture pure de soja	-	-
T3 : Culture pure de <i>Mucuna</i>	18	3,3±0,4
T4 : Cultures associées : maïs + <i>Mucuna</i>	16	4,2±0,6
T5 : Cultures associées : soja + <i>Mucuna</i>	17	6,4±0,7
T6 : Cultures associées : maïs + soja + <i>Mucuna</i>	17	3,7±0,3

Légende : hj : homme-jour

L'efficacité de la plante de couverture dans la lutte contre les adventices est le résultat de son ombrage préjudiciable au développement des mauvaises herbes (Aklamavo et Mensah, 1997). Le succès d'une association culturale dans le contrôle des adventices dépend aussi de la fertilité du sol et des conditions climatiques de la région. La suppression des adventices par l'association culturale est souvent plus importante sur des sols à basse fertilité, comparativement aux sols plus riches. La même tendance est observée dans des régions à faible pluviosité, comparativement aux régions très pluvieuses. La production de cultures vivrières sur couvert de *Mucuna*, permet de réduire la charge opérationnelle liée au contrôle des adventices. La main d'œuvre nécessaire pour receper le *Mucuna* était en moyenne de 17 hj/ha. La biomasse sèche produite par *Mucuna* était plus importante dans le traitement T5, et était en moyenne de 4,4 tonnes/ha. Cette production est bien inférieure aux chiffres de 5 à 10 tonnes ha⁻¹ de matière sèche avancés par Husson *et al.* (2008) à Madagascar en ce qui concerne le *Stylosanthes*.

4. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'objectif de la présente étude était d'évaluer les possibilités de production de cultures vivrières traditionnelles de la région (maïs et soja) dans un couvert permanent du sol avec *Mucuna pruriens*. La couverture du sol avec *Mucuna pruriens* a permis d'améliorer les rendements de maïs. Le rendement le plus élevé de maïs (2233,3 kg/ha) a été observé dans les parcelles où il était associé avec le soja et le *Mucuna*. Il était deux fois plus élevé que celui enregistré dans les parcelles où il était cultivé en pur (1041,7 kg/ha). La comparaison de l'efficacité biologique des associations culturales à celle de cultures pures a montré qu'il faut 3,1 ha pour produire 2233,3 kg de maïs et 558,9 kg de soja en cultures pures, ce qui signifie autrement qu'un (1) hectare de maïs associé avec le soja et le

Mucuna, produit autant que 3,1 hectares des cultures pures de maïs et de soja. La biomasse sèche moyenne produite par *Mucuna* est de 4,4 tonnes/ha. Aussi, l'installation de *Mucuna* a permis de réduire le développement des adventices comme *Cynodon dactylon* L., *Digitaria* sp., *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv., etc. Au regard des résultats obtenus, nous pouvons affirmer que pour une bonne production de maïs dans les conditions

écologiques de Kikwit, la couverture du sol avec *Mucuna pruriens* s'avère indispensable. Les résultats obtenus confirment les faibles performances de maïs en culture pure dans les conditions de notre recherche. Nous suggérons que des études sur l'évolution du carbone organique du sol, l'évaluation de la durabilité de ce système à long terme et les possibilités de sa diffusion en milieu paysan, soient réalisées.

Références

- Aklamavo M. & Mensah G. A., 1997. Quelques aspects de l'utilisation du *Mucuna* en milieu rural en République du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique*, 9, 34-46.
- Anonyme, 2010. Le *Mucuna*, *Fiches techniques, Agriculture et développement en pays Antandroy : Fiches techniques*, 2 p.
- Beauval V., 2016. *Présentation très résumée des cultures associées dans les agricultures africaines*, 4 p.
- Chausse J.-P., Kembola T. & Ngonde R., 2012. L'agriculture : pierre angulaire de l'économie de la RDC. In Johannes Herderschee, Daniel Mukoko Samba et Moïse Tshimenga Tshibangu (éd.), *Résilience d'un Géant Africain: Accélérer la Croissance et Promouvoir l'Emploi en République Démocratique du Congo*, Volume II : Etudes sectorielles, MEDIASPAUL, Kinshasa, p. 1-97.
- Costa A.S.V. & Silva M.B., 2008. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do vale do rio doce, minas gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 663-667.
- Devred G., 1958. *Cartes des sols et végétations du Congo-Belge et Rwanda-Burundi*, INEAC, Zaïre, ISP-Kikwit, 168 p.
- Husson O., Charpentier H., Razanamparany C. et al., 2008. *Stylosanthes guianensis*. *Fiches techniques, plantes de couverture : Légumineuses pérennes*, Cirad, France. 1205643257(1).pdf
- Lesaint S., 1998. *Effet d'une légumineuse de couverture (Mucuna pruriens var. utilis) sur le stock organique d'un sol ferrallitique (Bénin) cultivé en maïs. Étude avec le ¹³C en abondance naturelle* : Mémoire de DEA National de Science du sol, Université Henri Poincaré-Nancy I, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Ecole Nationale Supérieure agronomique de Rennes, 29 p.
- Masens D., 1997. *Etude phytosociologique de la région de Kwilu (Bandundu, République Démocratique du Congo)*: Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, p. 93-102.
- Mead R. & Willey W., 1980. The Concept of a 'Land Equivalent Ratio' and Advantages in Yields from Intercropping. *Experimental Agriculture*, 16, 3, 217-228.
- Minengu JDD., 2014. *Etude des possibilités de culture de Jatropha curcas L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo)*, Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, 178 p.