

Intégration des pratiques culturales durables en sol sous savane herbeuse pour la production du manioc et du maïs dans le Territoire de Gungu (KWILU) en République Démocratique du Congo).

Kupukula P. D*¹ Mwangu K.M.¹

Paper History

Received:
May 24, 2017

Revised:
June 18, 2017

Accepted:
August 9, 2017

Published:
September 2017

ABSTRACT

Integration of sustainable cropping practices on soil under grassy savanna for cassava and maize production in Gungu Territory (Kwilu) in the Democratic Republic of Congo

An experiment was carried out between October 2014 and March 2016 at Kiyaka in the territory of Gungu (province of Kwilu) in the Democratic Republic of Congo to develop a sustainable cropping system adapted to sandy soils under grassy savanna. A split-plot system was used for this purpose with 8 treatments involving the tillage method used at 2 levels (ridge and flat tillage) as the main factor and the use of the leguminous at 4 levels (without leguminous, *Cajanus cajan*, *Tephrosia vogelli* and *Mucuna pruriensis*) as a secondary factor. The simultaneous planting of cassava and leguminous was carried out on October 24, 2014, at the beginning of the great rainy season. The evaluation was made in terms of the following criteria: the height of cassava (NSANSI variety) and maize (Mudishi 3 variety), the yields of tuberous roots of cassava and maize grain, and the incidence and severity of the attacks due to diseases and to pests of both species. Results obtained show that ridge tillage gives the best results in terms of tuberous root growth and yield for cassava. The combination of cassava with *Cajanus cajan* and *Tephrosia vogelli* planted on ridges showed the best results compared to cassava – *Mucuna pruriensis* associations, both on the ridge and flat tillage, probably due to the constriction of cassava by this voluble species. The maize that succeeded to cassava resulted in unsatisfactory grain yields due to poor plant growth

Keywords:

Cultural practices, sandy soils, grassy savannas, leguminous, Cassava and maize

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, « INERA », B.P 2037, Kiyaka, Secteur Mungindu, Territoire de Gungu, Province Kwilu, République Démocratique du Congo

* To whom correspondence should be addressed: gkukupezo@gmail.com

INTRODUCTION

Les sols sablonneux de savanes sur le plateau du Kwango-Kwilu dans le Territoire de Gungu portent une végétation herbeuse clairsemée de quelques essences arbustives. Ces sols subissent des dégradations intenses suite aux feux de brousse récurrents. Ce système, combiné aux processus pédologiques naturels, aboutit à des sols fortement dégradés et très acides [PIETER et al., 2012 CITÉ PAR LELE et al., 2016]. Ainsi, les rendements des cultures (manioc et maïs) y pratiquées sont faibles (5 à 6 tonnes/ha de racines tubérisées fraîches de manioc et 100 Kg/ha de maïs grain). Les paysans des zones de savanes se voient contraints d'orienter le choix du terrain pour leurs spéculations vers les galeries forestières où les sols sont fertiles et promettent des rendements substantiels. Ceci constitue la principale cause de déboisement dans ce milieu [CIFOR, 2007].

Par ailleurs, la production du manioc en République Démocratique du Congo (RDC) a connu une baisse drastique depuis les années 1990. Cette situation serait à la base de la mise sur pied, depuis l'année 2001, d'un programme axé sur la réhabilitation de la culture du manioc qui, de part son importance, constitue la principale culture vivrière du pays. L'un des piliers de ce programme fut le développement des variétés résistantes aux principales affections du manioc. Actuellement, des études de plus en plus nombreuses sont menées sur la gestion des sols et de l'environnement afin d'aboutir à la sédentarisation des systèmes de culture capables de générer des productions optimales pendant des périodes

relativement plus longues. Ceci réduirait la pression anthropique sur les écosystèmes naturels [MAHUNGU et al., 2015].

En outre, les cultures de manioc et de maïs constituent les principales sources d'aliments et de revenus dans le Territoire de Gungu, comme l'a noté LÉLE et al., [2016] au plateau de Batéké.

Face à la menace du patrimoine forestier évoqué ci-haut, les pratiques culturales qui intègrent l'enfouissement de la paille sous billons et des légumineuses arbustives et de couverture peuvent conduire à l'obtention des rendements satisfaisants en savanes herbeuses et contribuer au développement d'une agriculture productive de façon durable. Ainsi, la dégradation de l'environnement serait atténuée et l'écosystème forêt serait préservé dans son rôle de séquestration du carbone.

C'est dans ce cadre que cette étude a été menée pour tester les pratiques culturales d'enfouissement des pailles et de valorisation des résidus et déchets organiques (y compris des légumineuses diverses) en vue de développer une agriculture dans les conditions de savanes herbeuses qui préserve l'écosystème forêt.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

L'expérimentation a été réalisée sur le sol sablonneux couvert d'une savane herbeuse à l'INERA Kiyaka, à 722 m d'altitude, dont les coordonnées géographiques sont : 5° 33' de latitude sud et 19° 9' de longitude Est. Le climat y est de type tropical humide (Aw₃ selon la classification de Koppen) avec une pluviométrie annuelle

de 1600 mm. La moyenne mensuelle des températures journalières est d'environ 24°C [BULTOT, 1954 ; ANZOLO et al., 2006].

Choix des réponses et des individus du système

Deux cultures principales (manioc et maïs) ont fait l'objet d'observations diverses. Les paramètres ci-après ont été évalués sur la culture de manioc: la hauteur moyenne des plants à 3, 6, 9 et 12 MAP (mois après plantation), le diamètre au collet à 12 MAP, le nombre de racines tubéreuses commercialisables et non commercialisables, le poids frais des racines tubéreuses commercialisables et non commercialisables, le rendement en racines tubéreuses, l'incidence et la sévérité des maladies (CMD, CAB, CBB et autres) à 3, 6, 9 et 12 MAP, l'incidence et la sévérité des ravageurs (AVM, CM, mouche blanche) à 3, 6, 9 et 12 MAP. En ce qui concerne le maïs, les observations ont porté sur les paramètres suivants : le nombre de jours à 50% de floraisons mâle et femelle, la hauteur à l'insertion de l'épi, la hauteur du plant à la maturité physiologique, le rendement en grains en T/ha, l'incidence et la sévérité des maladies (Striure et autres) et des ravageurs (Foreuses des tiges et autres) observées suivant leurs apparitions.

Le dispositif expérimental a été constitué de parcelles élémentaires du manioc planté sur 10 lignes de 4 m, soit 40 pieds par parcelles. Les individus ayant fait l'objet d'observations ont été prélevés de la parcelle utile ayant 16 pieds du manioc constituée par 8 lignes internes comprenant 2pieds de manioc chacune. Par contre, pour le maïs, le choix des individus étudiés avait porté sur 32 pieds de maïs issus de 8 lignes internes comprenant 4 pieds par ligne.

Choix des facteurs ou des variables

Les facteurs choisis l'ont été en fonction du dispositif et du nombre d'espèces de légumineuses utilisées. A cet effet, trois facteurs ont été impliqués, à savoir:

- Le facteur principal à deux niveaux : le mode de préparation du terrain : (i) labour sous billon avec enfouissement de la paille à *Loudetia simplex* (5T/ha) et (ii) labour manuel sans enfouissement.
- Les facteurs secondaires à 4 niveaux : les légumineuses arbustives et de couverture : (i) sans légumineuses ; (ii) *Tephrosia vogelli* ; (iii) *Cajanus cajan* ; (iv) *Mucuna pruriensis*.
- Les cultures en rotation (2) : manioc, variété Nsansi en tête de rotation suivi du maïs, variété Mudishi 3.

Choix du dispositif expérimental

Le dispositif expérimental choisi a été le **Split plot** constitué de 8 traitements avec 3 répétitions. Les dimensions adoptées ont été les suivantes : la parcelle principale = 25m x 10 m ; la parcelle secondaire = 10m x 4m ; les écartements entre parcelles élémentaires=3m ; entre blocs=4m ; la superficie bloc=50m x 10m ; la superficie d'expérimentation=50m x 38m ; les écartements manioc=1m x 1m ; les écartements légumineuses=1m x 1m ; les écartements maïs=1m x 0,5m.

Prélèvements des échantillons de sol

Avant la plantation du manioc, 6 prélèvements des échantillons de sol ont été effectués suivant la méthode des diagonales à raison de 3 sur les billons et 3 pour le labour à plat, à la profondeur de 0 – 20 cm. Ces échantillons ont été mélangés pour constituer un seul échantillon composite pour le billon et un seul échantillon composite pour le labour à plat. A la récolte du manioc, nous avons prélevé des échantillons de sol dans chaque traitement de chaque bloc selon la même méthode. Les prélèvements ont, ensuite, été mélangés pour constituer des échantillons composites. Ces échantillons ont été analysés pour déterminer le pH, le carbone organique total, l'azote total, les cations échangeables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) et le phosphore assimilable. Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire de Pédologie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa.

Analyse statistique des données :

Les données collectées ont fait l'objet d'analyse de la variance et la comparaison des moyennes a été réalisée à l'aide du test LSD au seuil de probabilité de 0,05 en utilisant le logiciel **Statistix 8.0**.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Croissance en hauteur du manioc

La croissance en hauteur a été observée à 3, 6, 9 et 12 MAP (mois après plantation). Les données prises au cours des différentes périodes d'observations ont permis de dégager des différences significatives entre les différents traitements appliqués. Il s'est aussi dégagé des interactions (significatives) entre les facteurs évalués.

En effet, les plus petites différences significatives existent entre le mode de labour, l'implication des légumineuses et leurs interactions. A 12 MAP, les plants de manioc ont présenté une croissance en hauteur plus élevée (107 cm) tant dans les parcelles en billon que dans les parcelles ayant subi le labour à plat (97,6 cm) comme l'indique la **Figure 1**.

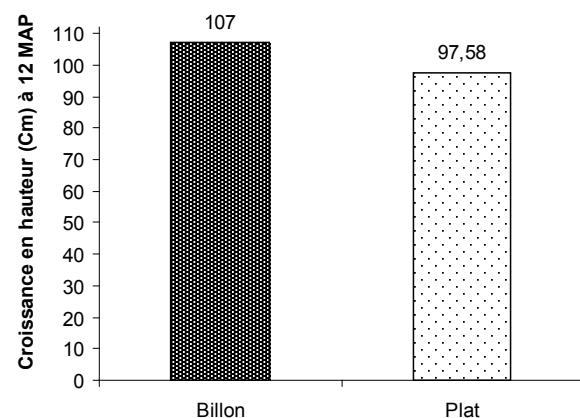


Figure 1 | Croissance du manioc en fonction du mode de préparation du sol (labour)

Cette croissance élevée des plants de manioc sur les billons serait attribuée à la minéralisation progressive de la matière organique libérant les sels minéraux essentiels pour la croissance comme l'a évoqué ROOSE [2007] et aère le sol [ANONYME, 2002]. Ces résultats sont similaires à ceux de la FAO [1999] et SAED [2009] qui renseignent que le buttage et le billonnage sont des pratiques courantes en Afrique pour assurer un bon développement des plantes à racines et tubercules et aussi pour rassembler la terre fertile autour des plantes cultivées sur les sols les plus dégradés.

L'introduction des légumineuses a influencé la croissance du manioc. Les parcelles de manioc n'ayant pas porté des légumineuses ont produit des plants de manioc d'une hauteur élevée (108,33 cm) comme le montre la **Figure 2**, mais similaire à celle des parcelles à *Cajanus cajan* (105,17Cm) et *Mucuna pruriensis* (99,33 cm). Les pieds de manioc se trouvant dans les parcelles associées à *Tephrosia vogelli* ont donné une hauteur (96,22Cm) faible par rapport aux pieds de manioc associés aux autres légumineuses. Ce phénomène résulterait de la concurrence créée par l'introduction des légumineuses. Les résultats semblables ont été trouvés par Torquebiau [2007] qui a conclu que, dans ces associations arbustes - cultures, la culture principale et les arbustes utilisent les mêmes ressources environnementales et partagent le même espace qui crée une concurrence racinaire et aérienne.

L'interaction entre le mode de labour et les légumineuses a induit une différence significative pour la croissance. Les parcelles en billon de manioc associées au *Cajanus cajan*, celles en billon de manioc sans légumineuse et celles à plat sans légumineuse ont donné des pieds de manioc de hauteur plus élevée que les parcelles à plat ayant porté *Mucuna pruriensis* ou *Tephrosia vogelli* (**Figure 3**).

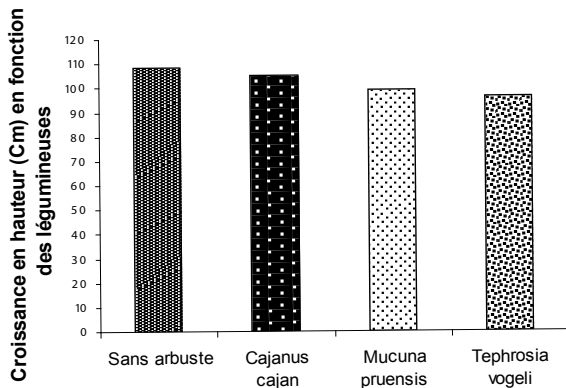


Figure 2 | Croissance en hauteur du manioc associé aux légumineuses

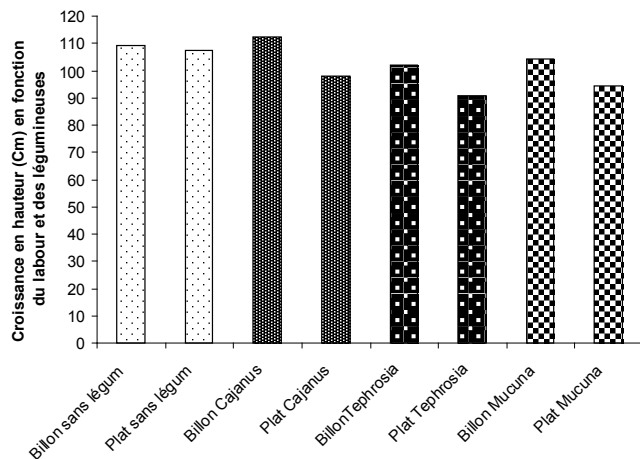


Figure 3 | Croissance en hauteur du manioc en fonction des interactions de labour et des légumineuses associées

La **Figure 3** montre que toutes les parcelles de manioc sur billons ayant porté les légumineuses *Cajanus cajan*, *Tephrosia vogelli* et *Mucuna pruriensis* ont affiché une croissance en hauteur supérieure aux parcelles de manioc à plat associées aux légumineuses.

Il est admis que le mode de labour a exercé une influence sur la croissance du manioc à 12MAP. Le labour sur billon donne les meilleurs résultats que celui à plat. De même, l'introduction des légumineuses dans les parcelles à manioc a agi négativement sur la croissance du manioc en exerçant une concurrence avec la culture. Les espèces *Mucuna pruriensis* et *Tephrosia vogelli* ont exercé une forte concurrence par rapport au *Cajanus cajan*.

Rendement en racines tubéreuses

L'analyse de la variance et de la petite différence significative pour comparer les moyennes ont été réalisées sur les rendements obtenus sur le sol avec labour sur billon, sur labour à plat et l'introduction des légumineuses. Par ailleurs, les interactions ont été dégagées entre différents facteurs.

Les rendements moyens en racines tubéreuses fraîches observées sont compris entre 10,21T/ha pour le labour sur billon et 9,77T/ha pour le labour à plat. Il ne se dégage pas de différence statistique lorsqu'on compare le labour sur billon et le labour à plat. Cependant, lorsqu'on tient compte du poids des racines tubéreuses commercialisables, reflétant la qualité des racines tubéreuses, il se dégage que le poids des racines tubéreuses commercialisables obtenues sur les billons est élevé, soit 14,83Kg/parcelle par rapport au labour à plat (13,86Kg/parcelle). Cela revient à dire que le labour sur billon, avec enfouissement de la paille en savane, est préférable [SAED, 2009] au labour à plat par le fait qu'il contribue

à l'obtention des racines tubéreuses fraîches de poids élevé et de meilleure qualité et, constitue une mesure écologique de gestion de fertilité des sols [AGRISUD, 2010].

Les expérimentations menées en 2013 avec la variété Obama (TME419) ont montré que le labour sur billon avec enfouissement de la paille de *Loudetia simplex* offrait un rendement en racines tubéreuses de 15,15T/ha de loin supérieur et ces dernières de bonne qualité par rapport racines tubéreuses issues du labour à plat (9,26T/ha) INERA [2014].

Les moyennes respectives de 13,53T/ha, 10,71T/ha, 9,48T/ha et 6,20T/ha de racines tubéreuses fraîches sont obtenues suivant que le manioc a été planté en monoculture ou associé à *Cajanus cajan*, à *Tephrosia vogelli* ou à *Mucuna pruriensis*. Les analyses statistiques ont révélé l'existence des différences significatives par rapport à l'association aux légumineuses. L'association *Cajanus cajan* au manioc a affiché un rendement élevé (10,7T/ha) du point de vue statistique, similaire à celui de *Tephrosia vogelli* (9,5T/ha) et du manioc en monoculture (13,5T/ha) alors que le *Mucuna pruriensis* associé au manioc a produit un rendement bas (6,2T/ha).

Tenant compte des relations entre facteurs, les rendements se sont révélés plus importants dans les parcelles de manioc sur billon associées à *Cajanus cajan* et à *Tephrosia vogelli* que ceux obtenus avec le manioc associé à *Cajanus cajan* et à *Tephrosia vogelli* dans les parcelles à labour à plat. Toutefois, les parcelles de manioc sur billon comme à plat, associées à l'espèce *Mucuna pruriensis*, ont fourni un rendement en racines tubéreuses fraîches inférieur à celui de l'ensemble de toutes les combinaisons de cette expérimentation.

Les rendements les plus élevés en racines tubéreuses fraîches sont enregistrés dans les combinaisons comprenant les parcelles de manioc sur billon ou à plat sans légumineuses comme l'indique la **Figure 5**. Il est vrai que l'introduction des espèces légumineuses dans les parcelles de manioc a induit un effet de concurrence en ressources. Les effets manifestes des espèces de légumineuses peuvent se faire sentir sur les exercices culturaux subséquents ; ainsi, la combinaison manioc-*Cajanus cajan* et manioc-*Tephrosia vogelli* est à valoriser [ED VERHEIJ, 2005].

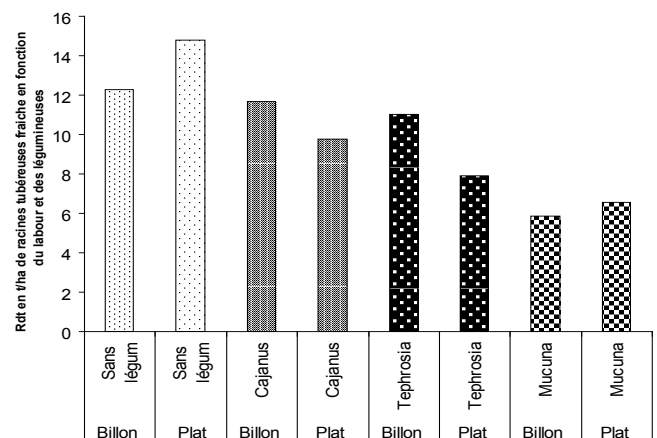


Figure 4 | Rendement en T/ha de racines tubéreuses en fonction du mode de labour et des légumineuses

De ce qui précède, il ressort que l'espèce *Mucuna pruriensis* n'est pas indiquée dans les associations avec le manioc. Il étouffe la croissance du manioc en l'étranglant et réduit la production en racines tubérisées.

Résultats sur les maladies et ravageurs du manioc

Les résultats de la réaction du manioc aux différentes affections et ravageurs sont consignés dans le **Tableau 2**. Il ressort de ce **Tableau 2** que le clone de manioc NSANSI, de par sa nature, s'est

Tableau 2| Sévérité et incidence des différentes maladies et ravageurs à 9 et 12 MAP

Mode de labour	Combinaison (Espèces légumineuses)	CMD	CBSB	CBB	CAD	CGM	CM	HSP
Plat	Sans arbuste	1	1	1	4 (100)	2 (39,5)	1	2 (7,69)
Billon	Sans arbuste	1	1	1	4 (100)	2 (55,5)	1	2 (5,13)
Billon	<i>Cajanus cajan</i>	1	1	1	4 (100)	1	1	2 (7,69)
Billon	<i>Tephrosia vogellii</i>	1	1	1	3 (100)	2 (29,7)	1	2 (2,50)
Plat	<i>Cajanus cajan</i>	1	1	1	4 (100)	3(75,0)	1	2(13,50)
Plat	<i>Tephrosia vogellii</i>	1	1	1	4 (100)	3 (67,6)	1	2 (10,81)
Plat	<i>Mucuna pruriensis</i>	1	1	1	4 (100)	1	1	2 (5,13)
Billon	<i>Mucuna pruriensis</i>	1	1	1	4 (100)	1	1	2 (5,40)

Légende : CMD=mosaïque ; CBSB=Striure brune ; CBB=Bactériose ; CAD=Anthracnose ; CGM=Acarien vert ; CM=Cochenille ; HSP=Helopeltis sp

Tableau 3| Croissance en hauteur (cm) du maïs en fonction du labour

Mode de labour	Hauteur moyenne à la floraison (cm)
Billon	132,17
Plat	126,00

Tableau 4| Croissance en hauteur (Cm) du maïs en fonction des légumineuses associées

Légumineuses	Hauteur moyenne à la floraison (cm)
Sans légumineuses	136,17
<i>Mucuna pruriensis</i>	129,33
<i>Cajanus cajan</i>	129,33
<i>Tephrosia vogelli</i>	121,50

révélé résistant aux maladies telles que la mosaïque, la striure brune et la bactériose et résistant au ravageur tel que la cochenille. Cependant, tous les traitements se sont révélés d'un degré élevé de sensibilité à l'anthracnose, exception faite du manioc sur billon associé au *Tephrosia vogelli* qui a présenté une sensibilité moindre à l'anthracnose et au ravageur.

Dans le **Tableau 2** les chiffres entre parenthèse indiquent l'incidence de maladies ou ravageurs.

L'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) et l'*Helopeltis* sp ont exercé une pression faible sur tous les traitements. Un pied seulement de manioc sur billon associé au *Tephrosia vogelli* a été affecté avec la cote 2 à l'*Helopeltis* sp.

Résultats sur les paramètres de croissance et de production du maïs

L'intégration des pratiques culturales sous savanes herbeuses au sol sablonneux pour la production du maïs n'a pas influencé la croissance de la culture de maïs après la récolte du manioc. Le **Tableau 3** indique les résultats de la croissance du maïs en fonction du mode de labour.

Le mode de labour sur billon et à plat, l'introduction des espèces de légumineuses associées à la culture de maïs (*Cajanus cajan*, *Tephrosia vogelli*, *Mucuna pruriensis*) – voir **Tableau 4** – et leur interaction n'ont pas eu un impact significatif sur la croissance du maïs.

Les plants obtenus à la floraison étaient chétifs (moins de 1,40m) et non vigoureux.

Cependant, les résultats sur le rendement en grain sec de maïs

Tableau 5| Rendement (Kg/ha) en grain sec du maïs en fonction du labour

Mode de labour	Rdt en grain sec du maïs (Kg/ha)
Sans légumineuses	288,34
<i>Mucuna pruriensis</i>	264,69
<i>Cajanus cajan</i>	198,02
<i>Tephrosia vogelli</i>	131,15

Tableau 6| Rendement (Kg/ha) en grain sec du maïs en fonction des légumineuses

Mode de labour	Rdt en grain sec du maïs (Kg/ha)
Billon	226,15
Plat	214,95

consignés dans les **Tableaux 5** et **6** ne révèlent pas des différences significatives entre les différents traitements tant pour le mode de labour que l'implication des différentes légumineuses associées.

Le rendement en grain sec par hectare était médiocre, inférieur à 300Kg/ha. La rotation manioc-maïs dans l'intégration des ces pratiques n'a pas abouti. De ce fait, une autre orientation doit être recherchée pour arriver à contourner cette difficulté de produire le maïs dans cette zone sous savane herbeuse à sol sablonneux.

Propriétés chimiques au début et à la fin de l'expérimentation de manioc

Les résultats d'analyses des sols effectuées au début de l'expérimentation consignés dans le **Tableau 7** montrent que ce sol est acide (pH=4,18), les teneurs en éléments nutritifs sont faibles (N=0,056 % ; P=2,78mg/Kg ; K=0,04 Cmol/Kg ; Ca=1,94 Cmol/Kg ; Mg=1,10 Cmol/Kg ; Na=0,02 Cmol/Kg) et la teneur en carbone organique est faible, soit 0,87 à 1,31%.

Les rapports C/N (**Tableau 7**) varient entre 14,5 et 44,7. Ces rapports sont très élevés et s'écartent de la zone de 10-14 considérée comme optimale pour les besoins agronomiques [AUBERT et al., 1966 ; VAN ENGELEN et al., 2006] cités par LELE et al. [2016]. Ces rapports indiquent aussi que la matière organique est faiblement décomposée.

CONCLUSION

Le mode de labour exerce une influence positive sur la croissance et le rendement en racines tubéreuses de manioc. En effet, le poids des racines tubéreuses commercialisables, reflétant la qualité du produit, montre que le poids des racines tubéreuses

Tableau 7 | Composition chimique des sols de savane de Kiyaka avant et après l'expérimentation de manioc

	pH		C. org.	N total	C/N	Bases échangeables (méq/100g sol)				Phosphore (ppm)
	Eau	KCl	%	%		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	
Labour sur billons avant plantation	4,21	3,87	0,87	0,056	15,5	1,94	1,10	0,04	0,02	2,78
Labour à plat avant plantation	4,16	3,94	1,31	0,060	21,8	1,89	1,09	0,06	0,04	3,46
Labour sur billon + <i>Tephrosia vogelli</i> après récolte manioc	4,21	4,02	0,93	0,038	24,5	2,09	1,11	0,06	0,04	4,32
Labour à plat + <i>Tephrosia</i> après récolte manioc	4,60	4,06	0,87	0,060	14,5	2,19	1,13	0,06	0,04	3,19
Labour sur billon + <i>Cajanus cajan</i> après récolte manioc	4,18	3,91	1,09	0,056	19,5	1,91	1,04	0,08	0,02	3,12
Labour à plat + <i>Cajanus cajan</i> après récolte manioc	4,09	3,86	1,06	0,056	18,9	1,86	1,02	0,06	0,03	2,25
Labour sur billon + <i>Mucuna pruriensis</i> après récolte manioc	4,18	4,06	2,19	0,049	44,7	1,78	0,8	0,03	0,01	3,40
Labour à plat + <i>Mucuna pruriensis</i> après récolte manioc	4,41	3,87	1,31	0,049	26,7	2,01	1,06	0,06	0,03	4,09
Labour en billon sans légumineuses après récolte	4,62	4,11	1,75	0,060	19,2	2,24	1,31	0,09	0,04	3,28
Labour à plat sans légumineuses après récolte	4,53	4,09	0,87	0,049	17,7	2,11	1,08	0,08	0,04	3,34

Source : Laboratoire de Pédologie, Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN, mai 2016 ; Tél : 081 500 86 63

commercialisables obtenu sur billons est élevé et, partant, de bonne qualité par rapport au poids des racines tubéreuses commercialisables issu du labour à plat. Cela revient à dire que le labour sur billon, avec enfouissement de la paille en savane, est préférable au labour à plat, par le fait qu'il contribue à l'obtention des racines tubéreuses fraîches de poids élevé et de meilleure qualité.

L'introduction des légumineuses agit aussi sur le rendement en racines tubérisées. En effet, la comparaison des moyennes de rendement en tonne par hectare laisse voir que l'espèce *Cajanus cajan* associée au manioc a donné le rendement en tonne par hectare élevé, similaire à celui de *Tephrosia vogelli*. Cependant, l'espèce *Mucuna pruriensis* associée au manioc a fourni un rendement de loin inférieur à toutes les combinaisons.

En référence à la combinaison des facteurs, il apparaît que l'interaction entre le mode de labour et des légumineuses exerce aussi un effet sur le rendement. Les parcelles de manioc sur billon associées à *Cajanus cajan* et à *Tephrosia vogelli* ont donné le rendement en racines tubéreuses fraîches supérieur à celui des parcelles de manioc à plat associé à *Cajanus cajan* et à *Tephrosia vogelli*. Cependant, les parcelles de manioc sur billon comme à plat associées à l'espèce *Mucuna pruriensis* ont fourni un rendement en racines tubéreuses fraîches inférieur à l'ensemble de toutes les combinaisons de cette expérimentation. La combinaison manioc-*Cajanus cajan* et manioc-*Tephrosia vogelli* est à valoriser.

La tendance générale des rendements en racines tubéreuses des parcelles était de l'ordre :

- Association : *Cajanus cajan*-Manioc = *Tephrosia vogelli*-Manioc > *Mucuna pruriensis*-Manioc ;
- Interactions facteurs : Sans légumineuse-Manioc > billon-*Cajanus cajan*-Manioc > billon-*Tephrosia vogelli*-Manioc > labour à plat-*Cajanus cajan*-Manioc > labour à plat-*Tephrosia vogelli*-Manioc > labour à plat-*Mucuna pruriensis*-Manioc > billon-*Mucuna pruriensis*-Manioc

Quant aux propriétés chimiques des sols sablonneux de plateau, il s'est dégagé que ces sols acides, contiennent de très faibles teneurs en éléments nutritifs (N, P, K, Ca, Mg, K, Na, etc.). La matière organique y est faiblement décomposée et ne couvre pas

les besoins nutritionnels des plantes.

En gros, le manioc non associé donne toujours le rendement supérieur à toutes les combinaisons. Cela est vrai par le fait que l'introduction des légumineuses dans les parcelles de manioc induit un effet de concurrence sur les ressources en éléments nutritifs et en lumière entre le manioc et les légumineuses.

Les recherches menées en conditions de savanes ont abouti à conclure que le billonnage avec enfouissement de la paille était préférable au labour à plat sans enfouissement de la paille dans ces sols acides qui contiennent de très faibles teneurs en éléments nutritifs.

Au vu des résultats, il est recommandé dans le cadre des recherches futures ce qui suit :

- déterminer la quantité (dose) de pailles à *Loudetia simplex* à enfouir sous billon pour que le manioc, variété *Nsansi* ou autre, puisse exprimer son potentiel génétique de rendement de l'ordre de 25 – 40 T/ha.
- déterminer les doses d'amendements à appliquer pour relever le pH et permettre la mobilisation de certains éléments nutritifs par les plantes de culture ;
- déterminer les conditions de fertilisation organiques et minérales qui permettraient d'assurer un meilleur rendement des cultures de maïs dans cette zone de savane herbeuse.

RESUME

Une expérimentation a été réalisée entre octobre 2014 et mars 2016, à Kiyaka dans le territoire de Gungu (province de Kwilu) en République Démocratique du Congo en vue de mettre au point un système de culture durable adapté aux sols sablonneux sous savane herbeuse. Un dispositif en split plot à 8 traitements impliquant le mode de labour utilisé à 2 niveaux (labour sur billon et à plat) comme facteur principal et l'usage des légumineuses à 4 niveaux (sans légumineuse, *Cajanus cajan*, *Tephrosia vogelli* et *Mucuna pruriensis*) comme facteur secondaire a été utilisé à cet effet. L'installation simultanée du manioc et des légumineuses a été réalisée le 24 Octobre 2014, en début de la grande saison des pluies. La croissance en hauteur du manioc (variété *NSANSI*) et du maïs (variété *Mudishi 3*), les rendements en racines tubéreuses de manioc et en grains de maïs ainsi que l'incidence et la sévérité d'attaques

dues aux maladies et ravageurs des deux espèces ont été les critères d'évaluation. Les résultats obtenus montrent que le labour sur billon donne les meilleurs résultats en ce qui concerne la croissance et le rendement en racines tubéreuses pour le manioc. Les combinaisons du manioc planté sur billon avec *Cajanus cajan* et *Tephrosia vogelli* donnent les meilleurs résultats par rapport aux associations manioc – *Mucuna pruriensis* tant sur billon qu'à plat, probablement à cause de l'étranglement du manioc par cette légumineuse volubile. Le maïs qui a succédé au manioc a donné des rendements en grains peu satisfaisants, à cause de la mauvaise croissance des plantes.

Mots-clés: Pratiques culturales, Sol sablonneux, Savanes herbeuses, Légumineuses, Manioc et maïs.

Remerciements

Les auteurs remercient le projet PRIA/IITA, pour l'apport financier et les autorités de l'INERA, pour avoir permis la réalisation de ce travail à la Station de Kiyaka.

REFERENCES ET NOTES

AGRISUD [2007]. L'agroécologie en pratique. *Ed. guide*, Paris, P187.

ANONYME [2002]. Mémento de l'agronome. Ministère des affaires étrangères, *éd. Quae*, Paris, P. 1691.

ANZOLO, N. E., MUDIKONGO, K. F., LEBAY, M. ET ISANGALA, M. [2006]. Etude de l'évolution des températures (°C) et de la pluviométrie à la Station de l'INERA Kiyaka au cours de la décennie 1991 – 2000 et ses implications sur l'agriculture. *Piste et Recherche*, 22:145 – 159

AUBERT G. et SEGALIN P. [1966]. Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM Ser. Pédol.*, 4(4):97-112.

BULTOT, F., [1954]. - Saison et périodes sèches et pluvieuses au Congo-Belge et Rwanda-Urundi, *INEAC, Bruxelles* 9:58

CIFOR [2007]. La forêt en République Démocratique du Congo post-conflits, analyse et agenda prioritaire

ED VERHEIJ [2005]. Multiplier et planter les arbres. *Agromisa*,

Pays-bas, P110.

FAO [1999]. *Le buttage et le billonnage en Afrique, Cameroun*, P9

INERA KY, [2014]. Intégration des pratiques culturales en savane herbeuse pour la production de manioc. *Inera Kiyaka, Rapport Annuel Scientifique* 2013, Inédit, P43-52

LELE, B., KACHAKA, C. ET LEJOLY, J. [2016]. Effet de biochar et des feuilles de *Tithonia diversifolia* combiné à l'engrais minéral sur la culture du maïs (*Zeamays L.*) et les propriétés d'un sol ferrallitique à Kinshasa (RDC). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 20 (1):1 – 11.

LELE B., LEJOLY J. et KACHAKA C. [2016]. Effet de l'application d'engrais minéral complet NPK et de biochar sur les performances de la culture pure du manioc et de l'association manioc – maïs dans les conditions du plateau de Batéké en République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, 34(1): 45 – 55.

MAHUNGU N.M., NDONDA M.A., FRANGOIE N.A. et MOANGO M.A. [2015]. Effet du labour et du mode de bouturage sur les rendements en racines et en feuilles de manioc dans les zones de savane et de jachères forestières de la République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, 33(3): 176 – 185.


ROOSE, E. [2007]. Restauration de la productivité des sols tropicaux. *Acte des JSIRAUF, Hanoi, Montpellier*, P1-6

TORQUEBIAU, E. [2007]. L'agroforesterie, des arbres et des champs, *éd. Harmanttan, Paris*, P.147

SAED [2009]. Fiche itinéraire technique du Maïs, *Fao, Sénégal*, P1-2.

VAN ENGELEN V., VERDOODT A., DIJKSHOORN K. et VAN RANST E.

base of Central Africa, DR Congo, Rwanda and Rwanda. SOTERCAF Version 1.0. ISRIC-Ugent-FAO

 Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>