

Effet de la jachère améliorée sur le rendement du manioc à l'Est de la République Démocratique du Congo

[Effect of improved fallow on cassava yield in the Eastern of Democratic Republic of Congo]

Munganga wa Muhwandju Romain¹, Ugentho Ukany Henri¹, Koleramungu Cimanuka Oswald¹, Musungayi Mpongolo Eric¹,
Bulambo Kllongo Pacifique¹, and Ntamwira Bagula Jules¹⁻²

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, BP 2037 Kinshasa 1, Centre de Recherche de Mulungu,
RD Congo

²Faculté de Gestion des Ressources Renouvelables, Université de Kisangani, BP 2012 Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 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: The objective of this study was to evaluate five species of green manure as improved fallow on cassava yield. The trial design was a complete randomized block with three repetitions. The treatments consisted of different species of green manure and one control. Two cassava varieties Mayombe and Sawasawa were used. The yield was significantly enhanced by *Tithonia diversifolia* up to 343.02% for Mayombe variety compared to the control, ie 44.17 t/ha against 9.97 t/ha for the control. Also, the yield of Sawasawa variety, was high in the order of 390.4%, i.e. 38.4 t/ha against 7.83 t/ha for the control with no fertilizer. In addition, *Lab lab* species enhanced also the yield to 309.2% or 40.80 t/ha for the Mayombe variety against 9.97 t/ha for the control, as for Sawasawa variety, the yield was improved by 119.6% or 17.2 t/ha against 7.83 t/ha for the control. Other species, including *Mucuna preta*, *Crotalaria grahamiana* and *Crotalaria ochroleuca*, improved yield of the Mayombe variety in the order of 137.7%, 129.3% and 62.7%, respectively. For Sawasawa variety, only *Crotalaria grahamiana* improved its yield by 106.5% compared to the control.

KEYWORDS: Green manure, Cassa varieties, Improved fallow, soil fertility, Yield.

RESUME: L'objectif de cette étude était d'évaluer Cinq espèces d'engrais verts comme jachère améliorée sur l'amélioration du rendement du manioc. L'essai était conduit dans un dispositif en blocs aléatoires complets randomisés à trois répétitions. Les traitements étaient constitués de différentes espèces d'engrais verts plus un témoin et deux variétés de manioc dont Mayombe et Sawasawa. Le rendement a été plus significativement augmenté par le *Tithonia diversifolia* jusqu'à 343.02% pour la variété Mayombe par rapport au témoin, soit 44.17 t/ha contre 9.97 t/ha pour le témoin. Quant à la variété Sawasawa, le rendement a été aussi amélioré de l'ordre de 390.4%, soit 38.4 t/ha contre 7.83 t/ha pour le témoin. L'espèce *Lab lab* a amélioré le rendement de l'ordre de 309.2% soit 40.80 t/ha pour la variété Mayombe contre 9.97 t/ha pour le témoin, quant à la variété Sawasawa, le rendement a été supérieur de 119.6% soit 17.2 t/ha contre 7.83 t/ha pour le témoin. Les autres espèces dont *Mucuna preta*, *Crotalaria grahamiana* et *Crotalaria ochroleuca*, ont amélioré le rendement de la variété Mayombe de l'ordre respectif de 137.7%, 129.3% et 62.7%. La variété Sawasawa, seul *Crotalaria grahamiana* a amélioré son rendement de l'ordre de 106.5% par rapport au témoin.

MOTS-CLEFS: Engrais verts, variétés de Cassava, Fertilité du sol, Jachère améliorée, Rendement.

1 INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot Esculanta Crantz*) constitue une source énergétique importante des pays tropicaux, il est ensuite à la fois la principale culture et denrée de base la plus répandue ainsi que source de revenus pour environ 70% de la population sur l'ensemble du territoire de la République Démocratique du Congo[1]. La consommation du manioc en RDC est plus accentuée et plus répandue et elle dépasse plus de 80% par rapport aux autres cultures vivrières. Les racines du manioc fournissent plus de 60% des calories à plus de 70% de la population congolaise totale[2],[1] tandis que les feuilles, qui sont riches en protéines de bonne qualité, sont la légume la plus importante et la plus populaire constituant une source des vitamines et sels minéraux[1]. Elles sont aussi une source très importante des revenus pour les producteurs et les petits détaillants. Le manioc en RDC est consommé sous différentes formes telles que la chikwangue, le fufu aussi appelé ugali (swahili) ou bidia (tshiluba) ou aussi sous forme de manioc bouilli [3], [1], le manioc est alors une plante à multiples usages ; il est utilisé dans l'alimentation humaine et animale, et peut servir de matière première dans différents types d'industries [3], [1]. La RD Congo est compté parmi les pays où sont enregistrés les rendements les plus importants au monde (FAO, 1985), après le Nigéria, la RDC est classée deuxième des grands producteurs du manioc en Afrique et au cinquième rang mondial [1].

L'économie des territoires du Sud-Kivu en général et du territoire de Kabare en particulier dépend énormément de l'agriculture, celle-ci (agriculture) affecte le bien-être des populations en termes de revenus au niveau des ménages, de la sécurité alimentaire et même en terme d'économie globale de la province [4].

Le manioc, l'une des cultures importantes en territoire de Kabare constitue l'aliment de base pour une population nombreuse estimée à 740.280 habitants avec une forte densité de 250 habitants au km² et constitué à 95 % des paysans agriculteurs [5].

Mais bien que le manioc constitue l'aliment de base pour une population nombreuse, son rendement demeure toujours faible et n'a jamais dépassé la moyenne de 10 tonnes par hectare [4]. Cette situation de faible productivité rend la culture du manioc moins attractive aux producteurs commerciaux, en outre, la RDC en général a connu une réduction sensible de la production du manioc aux cours des années 1990[1]. Les données sur la production du manioc en République Démocratique du Congo pour la période 1985 à 2010 illustrent deux tendances dans les valeurs observées ; de 1985 à 1995, les valeurs ont accusé une hausse avec une moyenne annuelle de 19.169.835, 5 tonnes de manioc frais. Pour la période de 1995 à 2010, la production du manioc a connu une chute régulière avec des valeurs moyennes de 15.598.943, 7 tonnes, soit 47.7% de pertes. En dépit de cette importance, la production du manioc est menacée par plusieurs contraintes parmi lesquelles les maladies et ravageurs, qui occasionnent une réduction considérable du rendement estimée à plus de 50% et réduisent la production des feuilles et le contenu en matières sèches des racines tubéreuses conduisant à la réduction de leur qualité, et érodé la diversité génétique en éliminant les variétés locales très sensibles aux maladies et ravageurs [1]. Aussi la baisse de la fertilité du sol due aux carences en Azote, en phosphore et en cations échangeables (Calcium, Magnésium, potassium et Sodium) aussi bien que l'acidité des sols accompagné de la toxicité en Aluminium et en Manganèse [6] détrouse les variétés dites améliorées de ses potentialités productives dans toutes les contrées productrices, d'où le faible niveau de fertilité du sol constitue un problème réel et vécu par les agriculteurs de Kabare.

Par ailleurs, jusqu'à ces jours la fertilisation par les engrais chimiques constitue la base de la production agricole, malheureusement les engrais chimiques ne sont pas accessibles à tout cultivateur et encore moins au petit fermier. Ensuite, la jachère naturelle considérée comme une alternative pour reposer le sol en vue de lui restituer sa productivité, requiert une longue durée de temps, il serait donc utopique de la recommander aux agriculteurs de Kabare qui n'ont pas assez d'espaces cultivables [7], [8] car la superficie moyenne de l'exploitation agro-pastorale par ménage est de moins de 0,5 ha [9] ne pouvant pas ainsi leur permettre de laisser une portion de leurs terrains en repos prolongé. Il ya donc nécessité d'identifier les méthodes accessibles à tous les producteurs du manioc pouvant rendre au sol sa fertilité dans un temps court (réduit) ; ceci permettrait non seulement de réduire le temps de jachère (de 5ans à moins d'une année) mais aussi de mieux gérer la fertilité du sol pour les producteurs n'ayant pas accès aux engrais chimiques et n'ayant pas non plus assez de terres cultivables

En rapport à ce qui précède, il est évident que les technologies pouvant favoriser l'amélioration de la production soient disponibles chez les agriculteurs, ainsi l'utilisation des différents types d'engrais verts disponibles dans le milieu, tels que le *Tithonia diversifolia*, le *Lab lab*, le *Mucunapreta*, le *Crotalaria grahamiana* et le *Crotalaria ochroleuca*, pour restaurer la fertilité et améliorer le rendement du manioc en pratiquant la jachère améliorée pouvant aussi réduire le temps de jachère de 5 ans à moins d'une année (7mois), soient ainsi recommandées aux agriculteurs du manioc afin d'augmenter le rendement de cette culture.

L'objectif de l'étude est d'utiliser différentes espèces d'engrais verts comme jachère afin de connaître leurs capacités d'amélioration du niveau de fertilité du sol : identifier la (les) meilleure(s) espèce(s) d'engrais verts c'est-à-dire celui qui aura

un effet positif dans leur utilisation comme fertilisant organique sous forme d'engrais verts et évaluer le rendement par hectare du manioc sous l'influence de l'application des engrais verts comme jachère améliorée.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 LES CARACTERISTIQUES AGRO-ECOLOGIQUES DU SITE D'ESSAI

L'essai était conduit en 2 saisons culturales du manioc (2011-2012 et 2012-2013) à Mulungu, site de CIRUMBI en territoire de KABARE, province du Sud-kivu, Est de la RD-Congo.

La zone appartient au climat tropical humide à 2 saisons (AW3 de Koppen 1936) avec une température moyenne de 19°C. Elle est tempérée par l'altitude, la durée de la saison pluvieuse est de 9mois (Septembre-Mai)et 3mois de saison sèche (Juin-Aout).

La pluviosité de moyenne annuelle est de 1750mm, tandis que la moyenne annuelle de température est de 18 à 20°C et l'humidité relative varie de 70 à 80%.

Le sol de la région est un ferrisol à très faible teneur en matière organique et le C/N est aussi faible, il est souvent acide à teneur élevée en Aluminium échangeable.

Tableau 1. Attributs caractéristiques du site de l'essai à Mulungu

Caractéristiques	Valeurs
Altitude(m)	1750
Pluie moyenne annuelle (mm)	1650
Température moyenne annuelle	19°C
Humidité relative	74
Types de sol	SMAG
pH (eau) moyen	5,3

Source : Centre de Recherche INERA-MULUNGU, station pédoclimatique de Mulungu

Légende : SMAG, sols marais à argile gonflante

2.2 MATERIELS

2.2.1 VARIETES DE MANIOC

Deux variétés de manioc ont été utilisées à savoir : SAWASAWA et MAYOMBE, qui sont toutes deux issues de la sélection à l'INERA. La variété Sawasawa est du type érigé, résistante aux maladies et ravageurs, de cycle végétatif de 12 à 16 mois, teneur en acide cyanhydrique faible, teneur en matière sèche 30-35%, qualité de la farine très appréciée, couleur de la chair : blanche, rendement en racines tubéreuses 30 tonnes par hectare en milieu contrôlé et 15-17tonnes par hectare en milieu paysan, rendement en feuilles moyen.

La variété Mayombe est du type ramifié, résistante aux maladies et ravageurs, cycle végétatif 12 à 18 mois, teneur en acide cyanhydrique faible, couleur de la chair : jaune, teneur en matière sèche 25-30%, rendement en racines tubéreuses : 32 tonnes par hectare en milieu contrôlé et 15-18 tonnes par hectare en milieu paysan. Les deux variétés sont très bonnes pour le fufu, chikwange, manioc de bouche et très bonnes pour les feuilles utilisées comme légumes.

2.2.2 TYPES DE JACHERE AMELIOREE APPLIQUEE

La jachère améliorée a été faite en utilisant cinq espèces d'engrais verts à savoir : *Tithonia diversifolia*, *Lablab*, *Mucunapreta*, *Crotalaria Grahamiana*, *Crotalaria ochroleuca* et la végétation naturelle constituée de chiendent comme témoin.

2.2.2.1 Le *Tithonia diversifolia* : est un engrais vert car il agit de certaines façons sur la fertilité du sol [10]

- il produit une grande quantité de matière sèche qui, en pourrissant améliore la structure du sol. Cette matière est fabriquée aussi bien dans le sol (racines) que dans l'espace aérien (tiges, feuilles).
- les racines abondantes travaillent le sol, elles brisent les mottes et favorisent le passage de l'eau.

- ses biomasses se caractérisent par leur richesse relative en Azote (3.5%), avec une teneur acceptable en Phosphore (0.28) [11], aussi ses biomasses se minéralisent plus rapidement que d'autres. En plus de son rôle d'engrais vert, il est utilisé comme clôture des champs et des parcelles en milieu paysan, ce qui le rend plus disponible chez presque tous les paysans agriculteurs.



Fig. 1. *Tithonia diversifolia* en végétation

2.2.2.2 Le Lab lab (Purpurus)

Il se présente sous forme de haricot possédant une énorme capacité d'adaptation, ce qui fait qu'il est très répandu dans les pays tropicaux. Cette plante peut donc également pousser sur des terres pauvres, riches en Aluminium et du fait qu'elle s'enracine profondément, elle peut survivre à des périodes de sécheresse.

Il est utilisé comme engrais vert (5-10tonnes par hectare)et comme plante couvre terre dans les plantations de caféier et de noix de coco, on l'utilise aussi dans la méthode de conservation de sol sur des sols en pente.

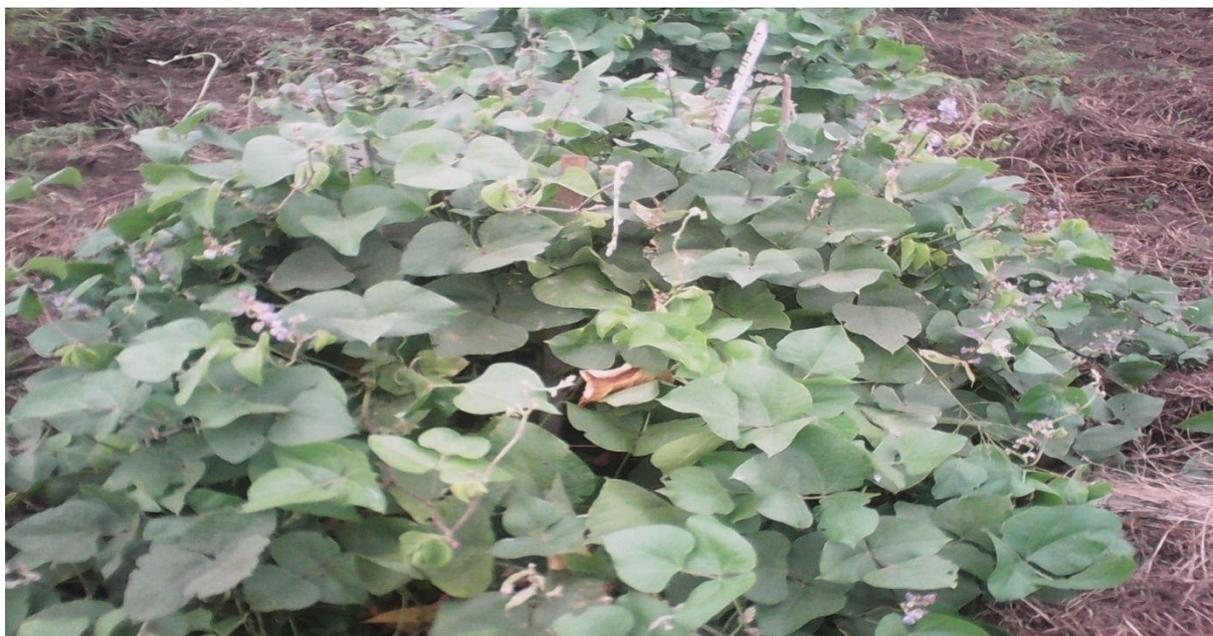


Fig. 2. Lab lab au début de la floraison

2.2.2.3 Le *Mucuna pruriens*

Cette herbe utilisée comme engrais vert, peut aussi servir comme fourrage. Il est très efficace dans la lutte contre les mauvaises herbes [12] et est conseillé pour une jachère de longue période. Il est aussi utilisé comme plante conservatrice du sol sur les terrains en pente.



Fig. 3. Mucuna pruriens en pleine végétation

2.2.2.4 CROTALARIA GRAHAMIANA ET CROTALARIA OCHROLEUCA

Ce sont des engrais verts sous forme des plantes arbustives souvent utilisées comme haies coupe-vent entre d'autres plantes. Pour une fixation maximale de l'Azote, ils sont semés assez serrés, la densité de semis doit être plus élevée que quand cette plante est utilisée pour ses graines. Ils utilisent l'Azote de l'air [13].



Fig. 4. *Crotalaria grahamiana* et *Crotalaria ochroleuca*

Le champ expérimental a été labouré profondément à la main (houe), le premier labour a été suivi du deuxième en retournant le sol jusqu'à 20 cm de profondeur. Au moment du second labour, il s'est concomitamment effectué un ameublissement laborieux du sol consistant à la brise manuelle des mottes à l'aide des tridents, cela 2 jours avant le semis des engrais verts.

Toutes les cinq espèces d'engrais vert ont été semées en guise de jachère et défrichées après 7 mois d'âge. Après les 7 mois de jachère, toutes les cinq espèces d'engrais verts ont été défrichées et les biomasses ont été enfouies dans le sol à la profondeur de 20 cm sur toute la parcelle expérimentale. Le choix de la culture expérimentale (manioc) a été fait sur base de son importance alimentaire et économique dans la région, tandis que le choix des engrais verts a été fait compte tenu du rôle qu'ils jouent dans l'amélioration de la fertilité du sol.

Tableau 2. *Quelques propriétés chimiques du sol de CIRUMBI à Mulungu*

Analyses chimiques	Valeurs
pH (H ₂ O)	5.3
pH (Kcl)	4.1
% C	2.07
%N	0.3
C/N	6.9
P (Bray 1) en ppm	< 1
Complexe adsorbant (en méq/100g de sol)	
Ca	2.65
Mg	0.16
Na	0.04
K	0.06
Acidité d'échange (en méq/100g de sol)	
Al	2.65
H	0.56

2.3 METHODOLOGIE

Le dispositif expérimental utilisé est en blocs aléatoires complet organisés en split plot et randomisé avec 3 répétitions

- Le nombre de traitements (engrais verts) : 6 avec 2cultivars de manioc dont Sawasawa et Mayombe
- Dimensions des parcelles :-parcelle principale :6m×8m= 48m²
- Parcelle secondaire : 6m×4m=24m²
- Chaque parcelle principale est subdivisée en 2 petites sous parcelles de (6m×4m=24m²) chacune dans lesquelles l'une porte la variété Sawasawa (V1) et l'autre la variété Mayombe (V2). -deux saisons culturales ont été réalisées à savoir 2011-2012 et 2012-2013.
- La plantation du manioc a été effectuée aux écartements de 1m×1m. -Les plants (engrais verts)ont été défrichés et découpés puis enfouis dans le sol 2 semaines avant la plantation du manioc
- Le semis des engrais verts a été fait 7mois avant la plantation du manioc et aux différents écartements suivants :
- *Mucuna preta* : 1m ×0.5m à raison d'une graine par poquet
- *Crotalaria grahamiana* et *Crotalaria ochroleuca* : semis dense en sillons écartés de 0.5m l'un de l'autre
- *Lab lab* : 20cm × 50cm à raison de 2 graines par poquet
- *Tithonia diversifolia* : 0.5m × 0.5m après un sectionnement des boutures de 50cm de longueur chacune

Les traitements au nombre de 6 sont les suivants :

1= Témoin (végétation naturelle : dominée par le chiendent)

2= *Mucuna preta*

3= *Crotalaria grahamiana*

4= *Lab lab*

5= *Crotalaria ochroleuca*

6= *Tithonia diversifolia*

V1= variété Sawasawa V2= variété Mayombe

2.4 PARAMETRES MESURES

Les observations effectuées ont porté sur la hauteur des plants de manioc en centimètre (cm), la vigueur des plants à 12 mois après plantation, le nombre des racines commercialisables, le poids des racines commercialisables, le rendement en tonne par hectare (t/ha), la cotation de la mosaïque africaine de manioc.

La mosaïque était cotée en utilisant l'échelle de cotation de 1 à 5 de la manière suivante :

1=pas de symptôme

2=présence de symptôme sans réduction de la surface foliaire

3=attaque modérée, début de réduction de la surface foliaire

4=symptômes très visibles, sévère réduction sensible de la surface foliaire

5=symptômes très visibles, attaque très sévère, ébauches des feuilles moins visibles

La vigueur des plants était prise à 12mois après plantation, elle était évaluée en utilisant l'échelle de cotation de 1 à 5 de la manière suivante : 1 = Excellent, 2 = Bon, 3 = Intermédiaire, 4 = Faible, 5 = Très faible.

A la récolte, le poids frais des racines tubéreuses (commercialisables et non commercialisables) a été prélevé. Les rendements obtenus ont permis de dégager l'efficacité différentielle des espèces d'engrais verts utilisés comme jachère pour l'expérimentation.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le tableau ci-dessous nous montre les résultats de l'analyse de la variance des différents paramètres observés tels qu'influencés par différentes espèces d'engrais verts.

Tableau 3. Rendement, nombre et poids des racines commercialisables, hauteur et vigueur des plants à la récolte et cotation de la mosaïque par plant selon les différentes variétés et traitements

Espèces d'engrais verts	Variétés	Rendement t/ha	NRC	PRC (kg)	Hauteur (cm)	Vigueur	Cotation mosaïque
Tithonia diversifolia	Mayombe	44.17A*	75.7A	35A	181.7B	2C	1
	sawasawa	38.40A	57.7B	29B	224.0A	2C	1
Crotalaria grahamiana	Mayombe	22.87B	37.3CD	16C	103.7N	4A	1
	sawasawa	16.17C	31CDE	9.67E	165.7C	2C	1
Crotalaria ochroleuca	Mayombe	16.23C	32.3CDE	11.33B	124.3K	3B	1
	sawasawa	8.3D	19.3E	5.33EF	135I	4A	1
Lab lab	Mayombe	40.8 A	66.7AB	29.67B	161.3D	3B	1
	sawasawa	17.2BC	28.7CDE	11B	158E	2C	1
Mucuna preta	Mayombe	23.7B	38.3C	16.67C	119M	4A	1
	Sawasawa	17.2BC	30.3CDE	7.33BEF	149.7H	3B	1
Témoin	Mayombe	9.97D	18E	6.33EF	120.3L	4A	1
	sawasawa	7.83D	21.3DE	5F	150.3G	4A	1
LSD 0.05		5.83	15.98	4.35	0.25	0.66	NS
FPr		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	

*Les chiffres suivis par une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différents selon la plus petite différence significative (LSD 0.05): 5.834s (FPr< 0.001).

NRC : Nombre des racines commercialisables (grosses racines)

PRC : Poids des racines commercialisables

NS : Différence non significative.

3.1 RENDEMENT EN t/ha TEL QU'INFLUENCE PAR DIFFERENTES ESPECES D'ENGRAIS VERTS

A la récolte, le poids frais des racines tubéreuses (commercialisables et non commercialisables) ont été prélevés. Les rendements obtenus ont permis de dégager l'efficacité différentielle des espèces d'engrais verts utilisés comme jachère pour l'expérimentation, ces résultats sont présentés sur le tableau ci-dessus.

En observant les rendements présentés sur le tableau ci-dessus, nous remarquons qu'ils diffèrent selon les types de jachère ; cependant les analyses statistiques ont montré des effets significatifs de traitement (FPr<0.001) et des variétés (FPr<0.001) sur les rendements des racines tubéreuses de manioc pour les deux variétés. Dans ce système de jachère, *Tithonia diversifolia* et *Lab lab*, ont permis très significativement (FPr<0.001) d'améliorer le rendement du manioc. En effet, il découle de ce tableau que les rendements ont été de l'ordre de 4 et 4.43 fois plus, avec la variété MAYOMBE en utilisant respectivement la jachère de *Lab lab* (40.80t/ha) et de *Tithonia diversifolia* (44.17t/ha) par rapport à la jachère naturelle (témoin) constituée du chiendent (9.97t/ha). Les autres jachères qui ont donné des rendements supérieurs à 9.97 t/ha en utilisant la même variété MAYOMBE est le *Mucuna preta* (23.70t/ha), *Crotalaria grahamiana* (22.87t/ha) et *Crotalaria ochroleuca* (16.23t/ha).

Considérant la variété SAWASAWA, nous avons enregistré des rendements très significatifs (FPr<0.001) en système de jachère basé sur le *Tithonia diversifolia* (38.40T/ha), par rapport à la jachère naturelle (témoin) 7.83t/ha). Les autres jachères qui ont donné des rendements supérieurs au témoin sont *Lab lab* (17.20t/ha), *Crotalaria grahamiana* (16.17t/ha) et *Mucuna preta* (11.70t/ha).

3.1.1 TABLE DES MOYENNES TRAITEMENTS X VARIETES DE MANIOC

3.1.1.1 ENGRAIS VERTS PAR RAPPORT AU TEMOIN

L'analyse de la variance du rendement a montré que les différentes espèces d'engrais verts ont influencé significativement le rendement de deux variétés de manioc de la manière ci- après :

La différence entre le *Tithonia diversifolia* et le témoin jachère naturelle est hautement significative, c'est-à-dire que la jachère sous *Tithonia diversifolia* a amélioré le rendement jusqu'à 343.02%, soit 44.17t/ha contre 9.97t/ha pour le témoin pour la variété Mayombe et 390.4% pour Sawasawa, soit 38.40 t/ha contre 7.83t/ha pour le témoin. La différence entre *Lab lab* et le témoin est hautement significative, c'est-à-dire que la jachère sous cet engrais vert a amélioré le rendement de la variété

Mayombe jusqu'à 309.2% soit 40.8t/ha contre 9.97 t/ha pour le témoin, quant à la variété Sawasawa le rendement a été amélioré de l'ordre de 119.6%, soit 17.2t/ha contre 7.83t/ha pour le témoin. Quant aux autres engrais verts, le *Mucuna preta* a amélioré le rendement de l'ordre de 137.7% soit 23.70t/ha contre 7.83t/ha pour Mayombe et pour Sawasawa il n'y a pas eu de différence significative entre le témoin et cet engrais vert. Pour Mayombe, Le *Crotalaria grahamiana* a amélioré le rendement de l'ordre de 129.3%, soit 22.87t/ha contre 9.97t/ha pour le témoin, et pour Sawasawa l'augmentation du rendement est de l'ordre de 106.5% soit 16.17t/ha contre 7.83t/ha pour le témoin et pour le même engrais vert.

Pour l'espèce *Crotalaria ochroleuca*, le rendement de Mayombe a été significativement amélioré de l'ordre de 62.7% soit 16.23 t/ha contre 9.97 t/ha pour le témoin, quant à la variété Sawasawa il n'y a pas eu de différence significative entre cet engrais vert et le témoin. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [14] et [15] qui ont montré les effets des engrais verts sur la fixation de l'azote et l'augmentation de rendements de maïs par rapport au témoin au Centre Cameroun.

3.1.1.2 ENGRAIS VERTS ENTRE EUX-MEMES

L'analyse de la variance du rendement a montré que les différentes espèces d'engrais verts ont influencé le rendement différemment : La différence entre le *Tithonia diversifolia* (44.17t/ha) et le *lab lab* (40.80t/ha), pour la variété Mayombe n'est pas significative, selon la plus petite différence LSD (0.05) 5.834 (voir tableau ci-dessus), pour la variété Sawasawa, la différence est hautement significative entre *Tithonia diversifolia* (38.40t/ha) et *Lab lab* (17.20t/ha), ainsi *Tithonia diversifolia* a amélioré le rendement de l'ordre de 123.2% par rapport à *Lab lab*.

La différence entre *Tithonia diversifolia* (44.17t/ha) et *Crotalaria grahamiana* (22.87t/ha) est hautement significative pour les deux variétés de manioc, soit une augmentation de rendement de l'ordre de 89.5% pour la variété Mayombe et 137.4% pour Sawasawa.

La différence entre *Tithonia diversifolia* (44.17t/ha) et *Mucuna preta* (23.70t/ha) est hautement significative pour les deux variétés, soit une augmentation de rendement de l'ordre de 86.3% pour Mayombe et 228.2% pour Sawasawa.

La différence entre *Tithonia diversifolia* et *Crotalaria ochroleuca* est aussi hautement significative pour les deux variétés, soit une augmentation du rendement de l'ordre de 172.1% pour Mayombe et 362.6% pour Sawasawa.

La différence entre *Lab lab* et *Crotalaria grahamiana* est hautement significative seulement pour Mayombe, soit une augmentation du rendement de l'ordre de 78.3%, quant à Sawasawa, il n'y a pas de différence significative entre les deux engrais verts.

La différence entre *Lab lab* et *Crotalaria ochroleuca* est hautement significative pour Mayombe, soit une augmentation de rendement de l'ordre de 151.3%, pour la variété Sawasawa il n'y a pas de différence significative pour les deux engrais verts selon la plus petite différence significative LSD (0.05) : 5.834

De tous ces résultats qui précèdent, les analyses statistiques ont montré une influence hautement significative de *Tithonia diversifolia* sur le rendement du manioc par rapport à toutes les autres espèces d'engrais verts utilisées comme jachère améliorée ; toutefois il n'y a pas eu de différence significative entre *Tithonia diversifolia* et *Lab lab* pour la variété Mayombe.

3.2 NOMBRE ET POIDS DES RACINES COMMERCIALISABLES (GROSSES RACINES) TELS QU'INFLUENCES PAR DIFFERENTES ESPECES D'ENGRAIS VERTS

A la lumière du tableau ci-dessus, nous observons que le nombre des racines tubéreuses par rapport à leurs poids respectifs est fonction de la performance de chaque variété et du traitement. De ce tableau nous observons que le nombre des racines obtenues par la variété Mayombe est supérieur que celui obtenu par la variété Sawasawa pour tous les traitements hormis le témoin. Egalement Mayombe a donné un nombre plus élevé des racines commercialisables que Sawasawa dans les parcelles sous jachères de *Tithonia diversifolia* et de *Lab lab*. Toutefois entre les deux jachères de (*Tithonia d.* et *Lablab*), les deux variétés se sont bien exprimées après une jachère de *Tithonia diversifolia* et ont donné beaucoup de racines commercialisables.

3.3 HAUTEUR DES PLANTS TELLE QU'INFLUENCEE PAR DIFFERENTES ESPECES D'ENGRAIS VERTS

L'analyse de la variance de la hauteur (voir tableau ci-dessus) a montré des effets hautement significatifs pour le traitement sous la jachère de *Tithonia diversifolia* qui a amélioré la hauteur moyenne des plants de toutes les deux variétés de manioc, Mayombe et Sawasawa, de l'ordre respectif de 51 et 49%, selon la plus petite différence significative (LSD 0.2496) (FPr<0.001). Quant à la jachère de *Lab lab*, celle-ci a aussi amélioré la hauteur pour la variété Mayombe seulement de l'ordre de 34% et *Crotalaria grahamiana* a amélioré la hauteur uniquement pour la variété Sawasawa de 10%.

3.4 VIGUEUR DES PLANTS TELLE QU'INFLUENCEE PAR DIFFERENTES ESPECES D'ENGRAIS VERTS

La vigueur des plants était prise à 12 mois après la plantation, elle était évaluée en utilisant l'échelle de cotation de 1 à 5 de la manière suivante: 1= Excellent 2= Bon 3= Intermédiaire 4= Faible 5= Très faible.

Un effet très significatif ($FPr < 0.001$) d'interaction des traitements et des variétés a été observé sur la vigueur des plants. Les statistiques ont montré une très bonne vigueur dans les parcelles sous une jachère de 7 mois avec *Tithonia diversifolia* pour les deux variétés de manioc. La variété Sawasawa à elle seule, a eu une vigueur jugée très bonne dans les parcelles de *Lab lab* et *Crotalaria grahamiana* (voir tableau ci-dessus).

3.5 REACTION A LA MOSAÏQUE AFRICAINE DE MANIOC

Au vue du tableau 3, il n'y a pas d'effet significatif ($FPr < 0.001$) d'espèces d'engrais verts sur la mosaïque car tous les traitements s'étaient comportés de la même manière.

Au vue de ce tableau (ci-dessus), il n'y a pas eu aucun effet significatif ($FPr < 0.001$) d'espèces d'engrais verts sur la mosaïque car toutes les parcelles (traitements) s'étaient comportées de la même manière.

4 CONCLUSION

Notre recherche avait pour objectif général de contribuer au développement des technologies pouvant augmenter les rendements du manioc dans les portions des terres des paysans. Les objectifs spécifiques étaient d'évaluer les effets induits des engrais verts sur le rendement du manioc, comparer les rendements du manioc avec différents types d'espèces d'engrais verts et enfin déterminer le type d'engrais vert pouvant être proposé comme jachère améliorée.

Les résultats obtenus nous montrent qu'en considérant les effets de ces différentes espèces d'engrais verts utilisées comme jachère, le *Tithonia diversifolia* et le *Lab lab* ont eu des effets très significatifs des traitements ($FPr < 0.001$) et des variétés ($FPr < 0.001$) sur le rendement des racines tubéreuses de manioc, de l'ordre de 4 et 4.43 fois plus avec la variété Mayombe en utilisant respectivement la jachère de *Lab lab* (40.80t/ha) et de *Tithonia diversifolia* (44.17t/ha) par rapport à la jachère naturelle dont son rendement est de 9.97t/ha, soit une augmentation de rendement de 309.2% pour le *Lab lab* et de 343% pour le *Tithonia diversifolia*. Les autres jachères qui ont donné des rendements supérieurs au témoin (9.97t/ha) en utilisant la même variété Mayombe sont *Mucuna preta*, *Crotalaria grahamiana* et *Crotalaria ochroleuca*, qui ont amélioré le rendement de l'ordre respectif de 137.7%, 129.3%, et 62.7%. Considérant la variété Sawasawa, nous avons aussi enregistré des rendements hautement significatifs ($FPr < 0.001$) en système de jachère basé sur le *Tithonia diversifolia* (38.40t/ha), soit une augmentation des rendements de l'ordre de 390.4% par rapport au témoin (7.83t/ha). Les autres jachères qui ont donné des rendements significatifs sont *Lab lab* et *Crotalaria grahamiana* avec 17.20t/ha et 16.17t/ha, soit une augmentation des rendements de l'ordre respectif de 119.6% et 106.5%. Quant aux autres paramètres observés dont la hauteur et la vigueur des plants, notre étude a montré qu'il ya eu un effet significatif ($FPr < 0.001$) d'interaction des traitements et des variétés. Les statistiques (analyse de la variance) ont montré une bonne vigueur dans les parcelles sous jachère de *Tithonia diversifolia*. La variété Sawasawa a eu une amélioration de la vigueur jugée très bonne par rapport à la jachère naturelle pour les jachères sous *Lab lab* et *Crotalaria grahamiana*. Pour ce qui est de la hauteur des plants de manioc, il y a eu un effet très significatif ($FPr < 0.001$) des traitements et de la variété. Le nombre des racines tubéreuses est élevé dans tous les traitements de façon non proportionnelle au poids obtenu. L'ensemble de tous ces résultats peuvent ainsi nous donner le privilège de conclure que la jachère améliorée de *Tithonia diversifolia* et de *Lab lab* sont à utiliser pour augmenter les rendements de manioc et peuvent alors ainsi être recommandés et vulgarisés chez les agriculteurs pratiquant la culture du manioc.

REMERCIEMENTS

Je remercie les autorités du Centre de Recherche de L'INERA-MULUNGU ainsi que tous les agents en général et ceux de l'antenne manioc en particulier pour avoir contribué techniquement à la réalisation de ce travail, mes remerciements s'adressent également à l'ingénieur MSC Tata Hangy de l'IITA/KINSHASA pour m'avoir fourni la main-d'œuvre ouvrière nécessaire ainsi que des conseils techniques relatifs à ce travail.

REFERENCES

- [1] K. W. TATA HANGY, T. BAKELANA et N. M. MAHUNGU, 2015, Les principales maladies et ravageurs majeurs du manioc en République Démocratique du Congo : Identification et moyens de lutte ; dans Manuel de formation destiné aux agents de terrain et de vulgarisation, IITA.
- [2] SIGNH, T.P., Sélection du manioc pour la résistance aux pestes et maladies en République du Zaïre ; Programme National Manioc ; INERA-Mvuazi, p.16, SD.
- [3] SYLVESTRE et ARRAUDEAU, M., Le manioc, techniques agricoles et productions tropicales, Paris, p. 257.
- [4] TATA HANGY, K., Les pratiques culturales du manioc, guide pratique de terrain, IITA P. 13, 2002.
- [5] BARHALENGEHWANA, N., la rareté des terres arables, source de pauvreté et de malnutrition au Bushi, en hautes terres du Kivu, à l'Est de la République Démocratique du Congo, 2011.
- [6] RISHIRUMUHERWA, T., et al. , Etude pédologique de 8 sites repérés pour les essais engrais au sein de la CEPGL, Gitega, Burundi Bujumbura, 1989.
- [7] CIALCA, CIALCA Baseline Survey Report, Consortium for Improving Agriculture-based Livelihoods in Central Africa, P. 129, 2010.
- [8] NTAMWIRA, J., PYPERS, P., VAN ASTEN, P., VANLAUWE, B., RUHIGWA, B., LEPOINT, P., DHED'A, B., MONDE, T., BLOMME, G., Effect of banana leaf pruning on banana and legume yield under intercropping in farmers' fields in eastern Democratic Republic of Congo, journal of Horticulture and Forestry 6(9) PP 72-80, 2014.
- [9] DUPRIEZ, H., et DE LEENER P., Jardins et Vergers d'Afrique, Terres et Vie, Apica, CTA., 1987.
- [10] MULANGWA, N., L'efficacité de *Tithonia diversifolia* en tant qu'amendement édaphique pour la culture du haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) in PABRA Millenium Workshop Novotel Mount Meru, Arusha, Tanzania 28 May-Jun, PP. 264-276, 2001.
- [11] PIETER, B., et al, 1989, Engrais verts et autres formes d'amélioration du sol dans les pays tropicaux, Angrodok 28, Agromosa, b.p. 41, 6700 aaWangeningen Pays-Bas, p. 11, 1989.
- [12] AKLAMAVO M et MENSAH G. A., Quelques aspects de l'utilisation du mucuna en milieu rural en republique du Benin. Bulletin de la Recherche Agronomique, (9) 34-46.1997.
- [13] ORWA C, A MUTUA, KINDT R, J AMNADASS R, S ANTHONY., Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0, 2009.
[Online] Available: <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>
- [14] MIGUEL A F, MARCOS P, ADEMIR C and ROLF D., Green Manure/Cover Crops And Crop Rotation In Conservation Agriculture On Small Farms. Integrated Crop Management Vol.12, pp 95, 2010.
- [15] KAHO F, YEMEFACK M, FEUJIO-TEGUEFOUET P et TCHANTCHAOUANG JC., Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun. TROPICULTURA, 29-1, 39-45, 2011.