

EFFET DE *Chromolaena odorata* ET DE *Leucaena leucocephalae* SUR LA CROISSANCE ET LA PRODUCTION DE L'OSEILLE DE GUINEE (*Hibiscus sabdariffa* L.)

M. OGNALAGA et E. ITSOMA

Unité de Recherche Agrobiologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku. B.P. 941 Franceville Gabon.
E-mail : ognalagam@live.fr

RESUME

L'effet de *Chromolaena odorata* et de *Leucaena leucocephalae* utilisés comme engrais verts sur la croissance et le rendement de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.) a été testé en sacs selon un dispositif aléatoire complètement randomisé comportant : 3 doses pour chaque engrais vert (20 t/ha, 30 t/ha et 40 t/ha), 5 répétitions et un témoin. Pour tous les paramètres mesurés, les valeurs obtenues avec le témoin ont été significativement ($p < 0,05$) inférieures à celles des traitements fertilisés. Par ailleurs, plus la dose apportée est élevée, plus la réaction positive des plants est grande. Les plants ont une meilleure croissance des tiges en diamètre et hauteur, présentent des feuilles plus larges et elles donnent une biomasse plus importante dans les traitements à *C. odorata* par rapport aux plants fertilisés avec *L. leucocephalae*. La dose 3 de *C. odorata* (Co_3) de 40 t/ha d'engrais vert donne le plus grand diamètre de tige ($8,95 \pm 0,62$ mm), la surface foliaire la plus importante ($51,33 \pm 1,2$ cm²), la plus grande hauteur de tiges ($58,28 \pm 2,52$ cm) et le meilleur rendement ($16,48 \pm 4,1$ t/ha) par rapport au témoin. Les valeurs obtenues avec la dose 3 de *L. leucocephalae* (LI_3) pour ces paramètres sont respectivement : $7,12 \pm 0,31$ mm ; $37,6 \pm 1,12$ cm² ; $42,25 \pm 9,21$ cm et $8,99 \pm 2,10$ t/ha. La dose de 40 t/ha pourrait être recommandée à la suite de cette étude pour la culture de *Hibiscus sabdariffa*.

Mots-clés : *Chromolaena odorata*, *Leucaena leucocephalae*, Croissance, Rendement, *Hibiscus sabdariffa* L.

ABSTRACT

EFFECT OF *Chromolaena odorata* AND *Leucaena leucocephalae* ON THE GROWTH AND THE PRODUCTION OF GUINEA SORREL (*Hibiscus sabdariffa* L.)

The effect of *Chromolaena odorata* and *Leucaena leucocephalae* used as green manure on growth and yield of Guinea sorrel (*Hibiscus sabdariffa* L.) was tested in bags according to a completely randomized design including : 3 doses for each green manure (20 t/ha, 30 t/ha and 40 t/ha), 5 repetitions and a control. For all measured parameters, the values obtained with the control were significantly ($p < 0.05$) lower than those from treatments with fertilizers. Moreover, the higher the supply dose, the greater the positive reaction of the plants is. The plants have a best diameter and height growth of the stem, present fully bloom leaves and give a greater biomass with *C. odorata* treatment compared to plants fertilized with *L. leucocephalae*. The dose 3 of *C. odorata* (Co_3) green manure (40 t/ha) gives the largest stem diameter (8.95 ± 0.62 mm), the largest leaf area (51.33 ± 1.2 cm²), the highest stems (58.28 ± 2.52 cm) and the highest yield (16.48 ± 4.1 t/ha) compared to the control. The values obtained with the dose 3 of *L. leucocephalae* (LI_3) for these parameters are respectively : 7.12 ± 0.31 mm, 37.6 ± 1.12 cm² ; 42.25 ± 9.21 cm and 8.99 ± 2.10 t / ha. The dose of 40 t/ha could be recommended according to this study for the cultivation of *Hibiscus sabdariffa* L.

Keywords : *C. Odorata*, *Leucaena leucocephalae*, Growth, Yield, *Hibiscus sabdariffa* L.

INTRODUCTION

Au Gabon en général et dans la Province du Haut-Ogooué en particulier, la culture des plantes alimentaires maraîchères (aubergine, gombo, tomate, morelle, roselle etc.) et vivrières (manioc, igname, maïs, etc.) est entravée par la pauvreté des sols. Ce facteur limitant affecte la croissance et les rendements des cultures parmi lesquelles l'oseille de Guinée ou la Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Cette plante appartient à la famille des Malvacées. Il s'agit d'une herbe annuelle à tige dressée, plus ou moins droite selon les variétés. L'oseille constitue un légume de base dans l'alimentation des ménages gabonais. Son importance économique est considérable, dans beaucoup de pays Africains, à cause de sa contribution dans l'alimentation animale et en médecine traditionnelle.

Une solution envisageable, pour améliorer le statut des sols, consiste à apporter les engrais minéraux et organiques. Les engrais minéraux étant souvent peu accessibles aux paysans, à cause des coûts élevés, les engrais verts semblent être la voie de plus en plus prospectée. Dans le Haut-Ogooué, l'une des neuf provinces que compte le Gabon, les jachères sont envahies par *Chromolaena odorata*. Il apparaît que sur 100 plantations visitées, toutes sont infestées par cette mauvaise herbe redoutable. Sa densité y varie entre 20,8 et 70,7 plants/m² (Bendji, 2000). Les populations sont inquiétées et ne demandent que l'élimination de cette plante. Toutefois, la destruction de *C. odorata*, nécessite beaucoup d'argent dont les paysans ne disposent pas (Moni *et al.*, 1959 ; Zebeyou, 1996). Cette plante, envahissante et destructrice, peut être utilisée pour fertiliser les sols et augmenter les productions agricoles.

Les travaux antérieurs ont fait l'objet de l'utilisation de *C. odorata* comme engrais vert pour les cultures du riz, manioc et maïs (Moni *et al.*, 1959 ; Litzenberger *et al.*, 1961 ; Quansah *et al.*, 2001) et par paillage sur les cultures de pomme, de terre poivre et igname (Mohan *et al.*, 1960 ; Litzenberger *et al.*, 1961 ; Afrifa *et al.*, 2003).

Les doses de *C. odorata*, utilisé comme engrais vert, variaient avec le type de spéculations et les modes de culture (Litzenberger *et al.*, 1961 ; Olsantan, 1999). Les différents travaux consultés dans la littérature n'ont pas permis de déceler l'utilisation de la plante *C. odorata* comme engrais vert dans la culture de *H.*

sabdariffa. L'idéal est de comparer *C. odorata* à une plante comme *Leucaena leucocephala* dont la valeur agronomique a été évoquée en jachère par (Schroth, 1995) et comme engrais vert sur la culture du maïs par Malélé Mbala (2003).

Fort de ce qui précède, il faut favoriser l'un des axes de la fertilisation biologique par la valorisation agronomique de *C. odorata* comme engrais vert. Par rapport aux deux engrais verts choisis, le but de ce travail était de déterminer leur efficacité agronomique et d'estimer les doses optimales favorables à des performances plus élevées sur la croissance et le rendement de l'oseille de Guinée (*H. Sabdariffa* L.) très consommée dans la Province du Haut-Ogooué.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

Site expérimental

L'expérimentation a été menée dans des sacs contenant 32 kg d'un sol ferrallitique de savane à *Imperata cylindrica* et arbustes. Les prélèvements ont été faits sur l'horizon de surface (0 - 20 cm). Les coordonnées géographiques de la plate-forme expérimentale de l'Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB) sont les suivantes : 371 m d'altitude, 13°33'3" de longitude Est, 1°37'14" de latitude Sud.

Matériel végétal

L'étude a été réalisée avec la variété locale de *H. Sabdariffa* L. (dite "variété Téké"). Les semences utilisées provenaient du marché de la ville de Franceville.

Matériel organique

Les parties peu lignifiées des plantes *C. odorata* et *L. leucocephala*, ont été récoltées et découpées à la machette afin de favoriser l'incorporation au sol. En dehors du traitement témoin (sans apport de fertilisant), les 3 doses apportées aux autres traitements sont les suivantes :

- Dose 1 : 20 t/ha de matière organique fraîche (MOF) à base de *C. odorata* (Co) ou de *L. leucocephala* (Li),

- Dose 2 : 30 t/ha de (MOF) à base de Co ou de LI,

- Dose 3 : 40 t/ha de (MOF) à base de Co ou de LI.

METHODES

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit sur un dispositif aléatoire complètement randomisé comportant 7 traitements avec 5 répétitions (blocs), soit 35 parcelles élémentaires ayant chacune une superficie de 0,5 m². Il comporte 2 espèces végétales fertilisantes (traitements principaux) testées en 3 doses avec un témoin (sans apport de fertilisant). Les traitements réalisés sont les suivants :

T0 = Sol sans apport de fertilisant.

Co₁ = *C. odorata* à la dose 1.

Co₂ = *C. odorata* à la dose 2.

Co₃ = *C. odorata* à la dose 3.

LI₁ = *L. leucocephalae* à la dose 1.

LI₂ = *L. leucocephalae* à la dose 2.

LI₃ = *L. leucocephalae* à la dose 3.

Préparation des échantillons

La matière verte de *C. odorata* et de *L. leucocephalae*, fraîchement récoltée et finement hachée à la machette, a été incorporée au sol contenu dans les sacs appropriés à 20 cm de profondeur. Cette opération a eu lieu 2 semaines avant les semis afin d'amorcer la décomposition de la matière organique.

Entretien des sacs

Les sacs ainsi fertilisés ont été disposés sur une plate-forme. Pendant deux semaines, ils ont été arrosés tous les matins, ouverts le soir et fermés la journée. Ces dispositions ont été nécessaires pour favoriser l'augmentation de la température dans les sacs afin d'entretenir

l'activité biologique. L'essai a été conduit en saison sèche et les besoins hydriques des plants ont été totalement couverts par des arrosages manuels à raison de 500 ml d'eau par sac et par jour.

Semis

Le semis a été direct et s'est fait à raison de 4 graines par sac, avec une graine par poquet. La levée a été observée 4 jours après le semis à un taux de 65,6 %. L'éclaircissage s'est fait à 2 pieds vigoureux par sac, deux semaines après le semis.

Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés sur les plants sont : le diamètre de la tige, la surface de la 6^e feuille, la hauteur finale de la tige et le rendement.

- Le diamètre de la tige mesuré à l'aide d'un pied à coulisse au niveau de l'insertion des premières feuilles.

- La surface foliaire déterminée à l'aide du logiciel Mesurim Pro.

- La hauteur de la tige, mesurée du collet (niveau du sol) jusqu'à l'extrémité de la dernière feuille.

- Le rendement obtenu par pesée de la matière fraîche d'oseille juste après la récolte.

Méthodes d'analyses chimiques

Les analyses de sols et du matériel fertilisant ont été effectuées au laboratoire des sols de l'INSAB selon les méthodes mentionnées dans les tableaux de résultats (Tableaux 1 et 2).

Analyses des résultats et traitement statistique

Les données collectées lors des différentes observations ont été analysées à l'aide du logiciel Xlstat 2007. Elles ont été soumises à une analyse de la variance, au seuil de 5 %. Le test de Newman et Keuls a servi pour la comparaison des moyennes.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du sol.*Physico-chemical characteristics of the soil.*

Caractéristiques physico-chimiques	Horizon 0 - 20 cm	Méthodes utilisées
pHeau	4,7	<i>pHmètre (extrait 1/2,5)</i>
pHKCl	3,8	<i>pHmètre (extrait 1/2,5)</i>
Δ pH	0,9	
Phosphore assimilable (ppm)	1,5	<i>Olsen-Dabin</i>
Carbone organique (%)	2,36	<i>Anne modifiée</i>
Matière organique (%)	4,72	-
Azote total (%)	0,12	<i>Kjeldhal</i>
C/N	19,67	-
CEC (Cmol/kg)	11,1	<i>Metson (acétate d'ammonium)</i>
Argile (%)	16,6	<i>Pipette de Robinson</i>
Limons (%)	44,9	
Sables (%)	38,5	

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques des poudres de *C. odorata* et *L. leucocephalae*.*Chemicals characteristics of C. odorata and L. leucocephalae.*

Désignation	<i>C. odorata.</i>	<i>L. leucocephalae</i>	Méthodes utilisées
Carbone organique %	37,92	36,08	<i>Anne modifiée</i>
Matière organique %	75,85	72,18	-
Azote total %	2,73	4,57	<i>Kjeldhal</i>
C/N	13,89	7,89	
Phosphore total (ppm)	1409,09	1482,96	<i>Murphy et Riley</i>
Phosphore assimilable (ppm)	525,75	664,77	<i>Olsen-Dabin</i>
Phosphore solution (ppm)	653,41	830,68	<i>Extraction eau (1/50)</i>
CaO (ppm)	4396	2828	<i>S.P.A.atomique</i>
MgO (ppm)	4266,2	1859,2	<i>S.P.A.atomique</i>
K ₂ O (ppm)	19320	15840	<i>S.P.A.atomique</i>

S.P.A. atomique : spectrophotométrie d'absorption Atomique (A.A.S. : Atomic absorption spectrophotometry).

RESULTATS

CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL

La granulométrie, le pH, le phosphore assimilable, l'azote total, la matière organique et la CEC sont les paramètres retenus pour cette analyse. Les différents résultats sont rassemblés dans le Tableau 1.

Les résultats des analyses ont montré que le sol de couleur brun rougeâtre (7,5 YR 4/3), était de texture limoneuse et qu'il présentait une bonne teneur en matière organique, une bonne CEC, des teneurs très faibles en azote total,

en phosphore assimilable et que ce sol était très acide avec une forte acidité potentielle.

ANALYSE DES FERTILISANTS

Le carbone organique, l'azote total, le phosphore total et assimilable, le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le potassium (K) sont les éléments chimiques mesurés dans les deux fertilisants. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 2.

Les résultats du tableau 2 ont montré que les teneurs en Matière organique et en éléments totaux (Ca, Mg, K) étaient plus élevées dans la poudre de *C. odorata* par rapport à celle de *L. leucocephalae*. Par contre, dans la poudre de

L. leucocephalae les niveaux d'azote et de phosphore sous toutes les formes sont légèrement plus élevés que dans *C. odorata*.

Les quantités d'éléments nutritifs apportés par les fertilisants en fonction des doses appliquées ont été évaluées (Tableau 3). La teneur en éléments fertilisants majeurs croît avec la dose.

INFLUENCE DES TRAITEMENTS SUR LE COMPORTEMENT DES PLANTS

La collecte des données relatives à la recherche de l'effet des engrais verts *C. odorata* et *L.*

leucocephalae a fait l'objet d'une analyse de la variance dont les résultats sont consignés dans les Tableaux 4 et 5. Les traitements à base des engrais verts ont eu un effet hautement significatif ($P < 0,05$) sur tous les paramètres de croissance et de rendement (Tableau 4).

La synthèse de l'effet des engrais verts sur les paramètres de croissance et de rendement (Tableau 5) a révélé l'existence d'une différence hautement significative entre les traitements fertilisés et le témoin, puis entre la dose 3 de *C. odorata*, les autres doses de *C. odorata* et toutes les doses à base de *L. leucocephalae*.

Tableau 3 : Teneur en éléments nutritifs majeurs de *C. odorata* et de *L. leucocephalae*.

Major nutrient content of C. odorata and L. leucocephalae.

Eléments	Doses de <i>L. leucocephalae</i> (L ₁)			Doses de <i>C. odorata</i> (Co)		
	20 t/ha	30 t/ha	40 t/ha	20 t/ha	30 t/ha	40 t/ha
fertilisants en kg/ha						
N	240,5	360,8	481	136,5	204,75	273
P	3,5	5,2	7	2,6	3,9	5,3
K	83,4	125	168	96,6	145	193

Tableau 4 : Analyse de la variance relative aux paramètres.

Analysis of the variance of the measured parameters.

Traitements	DDL	S.C.E.	C.M.	Test F	Proba.
Diamètre	6	137,488	22,915	77,979	< 0,0001
Surface Fol.	6	12894,32	2149,053	600,494	< 0,0001
Hauteur Tiges	6	8262,719	1377,12	36,456	< 0,0001
Rendements	6	785,283	130,88	20,624	< 0,0001

Tableau 5 : Effet des traitements sur les différents paramètres.

Effect of the treatments on the different parameters.

Traitements	Diamètre	Surface foliaire	Hauteur Tiges	Rendement
T0	2,27 ^e	15,72 ^f	6,12 ^d	0,32 ^d
Co ₁	6,65 ^c	66,13 ^c	46,13 ^b	7,78 ^b ^c
Co ₂	7,7 ^b	69,88 ^b	44,80 ^b	11,25 ^b
Co ₃	8,95 ^a	79,93 ^a	58,28 ^a	16,48 ^a
Ll ₁	5,16 ^d	49,61 ^e	29,45 ^c	4,22 ^{cd}
Ll ₂	5,85 ^d	48,77 ^e	32,82 ^c	7,41 ^{bc}
Ll ₃	7,12 ^b ^c	53,71 ^d	42,25 ^b	8,99 ^b

Dans une colonne les chiffres suivis de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différents. Légende : Co₁ = *C. odorata* à 20t/ha ; Co₂ = *C. odorata* à 30t/ha ; Co₃ = *C. odorata* à 40t/ha ; Ll₁ = *L. leucocephalae* à 20t/ha ; Ll₂ = *L. leucocephalae* à 30t/ha ; Ll₃ = *L. leucocephalae* à 30t/ha.

In a column the numbers followed by the same letter are not significantly different at p < 0.05. Legend : Co₁ = C. odorata 20t/ha ; Co₂ = C. odorata 30t/ha ; Co₃ = C. odorata 40t/ha ; Ll₁ = L. leucocephalae 20t/ha ; Ll₂ = L. leucocephalae 30t/ha ; Ll₃ = L. leucocephalae 30t/ha.

Effet des engrais verts sur le diamètre de tiges

Les résultats obtenus sur la croissance diamétrale de tiges des plants d'oseille (*H. sabdariffa* L.) sont présentés à la Figure 1. Leur analyse montre que le végétal croît au cours du temps et que de façon générale, la croissance des plants fertilisés reste supérieure à celle des plants issus des traitements témoins. Par ailleurs, quelque soit le fertilisant, *C. odorata* ou *L. leucocephalae*, la croissance moyenne du

diamètre de tiges augmente avec la quantité d'engrais vert. L'analyse dose par dose, indique que la croissance en diamètre des tiges des plants fertilisés au *C. odorata* reste supérieure à celle des plants fertilisés au *L. leucocephalae*. A la septième semaine d'observation (S7), le diamètre des tiges des plants fertilisés à la dose 3 de *C. odorata* est 1,3 fois (soit 20,45 %) plus grand que le diamètre moyen des plants fertilisés au *L. leucocephalae* à la dose LI₃ (40 t/ha engrais vert).

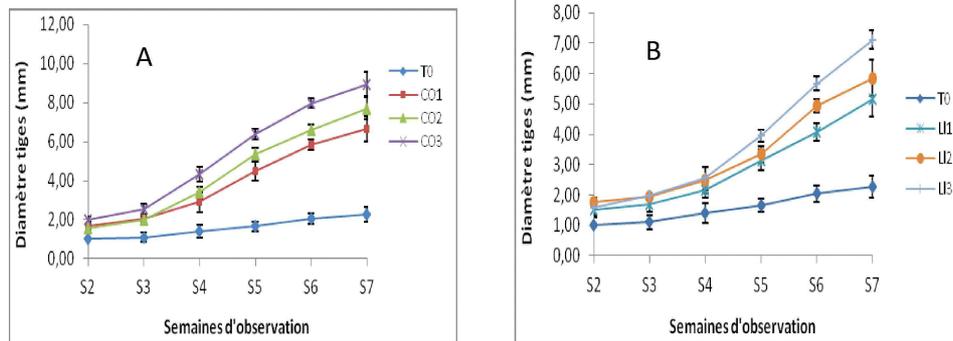


Figure 1 : Croissance du diamètre de la tige des plants au cours du temps (A : effet des doses croissantes de *C.odorata* ; B : effet des doses croissantes de *L. leucocephalae*).

Growth of the diameter of the stem of the plants over time (A : effect of C. odorata ; B : effect of L. leucocephalae).

Effet des engrais verts sur la surface foliaire

Un seul témoin a été comparé à l'évolution de la surface foliaire avec *C. odorata* et *L. leucocephalae*. Les plants du traitement témoin ont présenté une surface foliaire qui est passée de 0 cm² à la troisième semaine d'observation (S3) à 5,75 cm² à S7. L'allure des courbes de croissance de la surface foliaire au cours du temps (Figure 2) indique que l'augmentation de la taille des feuilles a été très faible. Les courbes obtenues avec les différentes doses de *C. odorata* présentent une forte pente de S3 à S4. A partir de S4 (la quatrième semaine d'observation), la surface foliaire des plants fertilisés avec *C. odorata* à 40t/ha (CO₃) a montré une tendance à la stabilisation. Les courbes avec *C. odorata* à 20t/ha (Co₁) et à 30t/ha (Co₂) ont présenté une légère augmentation de la surface de S4 à S5 (cinquième semaine d'observation), suivie d'une stabilisation jusqu'à S7. La surface foliaire des plants fertilisés avec les différentes doses de *L. leucocephalae* a augmenté de façon continue du début à la fin de

l'essai. En présence de *C. odorata* et de *L. leucocephalae*, la surface foliaire a augmenté avec la quantité d'engrais vert apportée (Figure 2).

Effet des engrais verts sur la hauteur de tiges

Les courbes de croissance de la hauteur de plants au cours du temps sont présentées à la Figure 3. On y observe une absence de croissance de la hauteur des plants dans le traitement témoin. De S3 à S7, les plants témoins ont connu une croissance maximale de 2,2 cm. Les plants fertilisés avec les engrais verts ont eu un comportement semblable pour *C. odorata* (Co) (Figure 3A) et *L. leucocephalae* (LI) (Figure 3B). Dans les deux cas, les courbes de croissance de la hauteur de plants aux doses 1 (Co₁ et LI₁) et 2 (Co₂ et LI₂) ont présenté globalement une allure semblable. Les courbes de croissance de la hauteur de plants à la dose 3 (Co₃ et LI₃) ont été supérieures aux courbes de croissance des plants fertilisés avec les doses 1 et 2 des deux engrais.

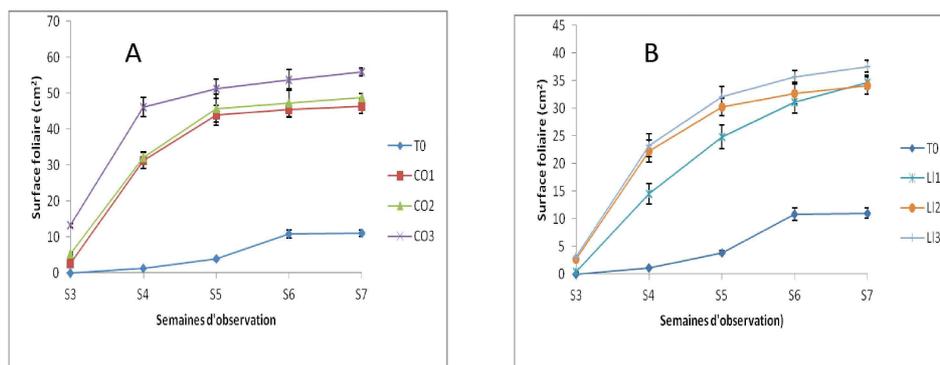


Figure 2 : Croissance de la surface foliaire au cours du temps (A : effet des doses croissantes de *C.odorata* ; B : effet des doses croissantes de *L. leucocephalae*).

Leaf area growth over the time (A: effect of *C.odorata* ; B : effect of *L. leucocephalae*).

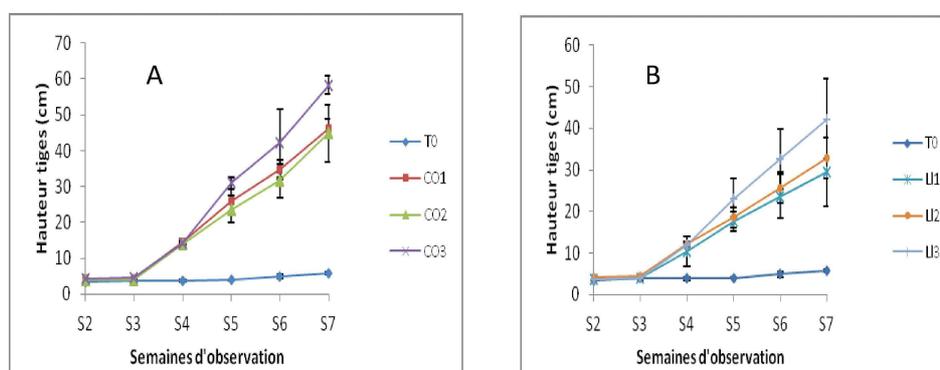


Figure 3 : Croissance de la hauteur de plants au cours du temps (A : effet des doses croissantes de *C.odorata* ; B : effet des doses croissantes de *L. leucocephalae*).

Plant height growth over the time (A: effect of *C.odorata* ; B : effect of *L. leucocephalae*).

Effet des engrais verts sur les rendements

Les résultats des rendements frais de *H. sabdariffa* L. à la fin de l'essai sont présentés à la Figure 4. Ils indiquent que, quelque soit le fertilisant, le rendement le plus élevé est observé avec la dose la plus importante. Par

comparaison entre les deux engrais verts, *C. odorata* a occasionné une réaction positive de *H. sabdariffa* L. supérieure à celle de *L. leucocephalae*. L'application de 40 t/ha d'engrais vert sous forme de *C. odorata* (CO_3) ou de *L. leucocephalae* (LI_3), a induit des rendements respectifs de $16,48 \pm 4,80$ t/ha et $8,99 \pm 2,11$ t/ha.

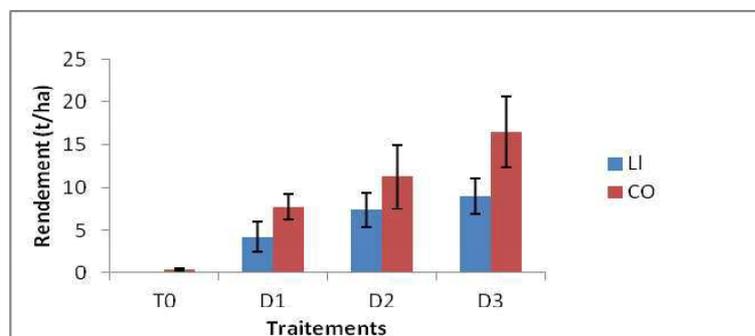


Figure 4 : Effet des traitements sur le rendement de *H. sabdariffa*.

Effect of treatments on *H. sabdariffa* yield.

Légende : T0 = témoin ; D1 = 20 t/ha de biomasse de *L. leucocephalae* (LI_1) ou de *C.odorata* (CO_1) ; D2 = 30 t/ha de biomasse de *L. leucocephalae* (LI_2) ou de *C.odorata* (CO_2) ; D3 = 40 t/ha de biomasse de *L. leucocephalae* (LI_3) ou de *C. odorata* (CO_3).
 Legend : T0 = control ; D1 = 20 t/ha of *L. leucocephalae* (LI_1) or *C. odorata* biomass (CO_1) ; D2 = 30 t/ha of *L. leucocephalae* (LI_2) or *C. odorata* biomass (CO_2) ; D3 = 40 t/ha of *L. leucocephalae* (LI_3) or *C. odorata* biomass (CO_3).

DISCUSSION

Les courbes de croissance des paramètres mesurés : diamètre de tiges, surface foliaire et hauteur de tiges montrent que la cinétique de croissance des plantes témoins est largement inférieure à celle des plantes fertilisées. Dans le même sens, les rendements obtenus avec les traitements témoins sont inférieurs à ceux issus des traitements à base des engrais verts. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la dose 3 (40 t/ha) du fertilisant *C. odorata*.

La bonne croissance des plants de *H. sabdariffa* L. et les rendements élevés observés dans les traitements fertilisés sont liés à la richesse chimique des engrais verts utilisés (Tableaux 2 et 3). Cette affirmation concorde avec des travaux antérieurs qui révèlent la richesse chimique des feuilles de *C. odorata* (Moni *et al.*, 1959 ; Autfray and Gbaka, 1998 ; Quansah *et al.*, 2001). Les éléments chimiques issus de la minéralisation de la biomasse des engrais verts ont dû enrichir le sol et occasionner le bon développement du végétal. Oyewole et Mera (2010), en utilisant la bouse de vache et l'urée sur la culture de *H. sabdariffa* L., ont trouvé des résultats similaires. Ce genre de réaction a également été évoqué par Ayoola et Makinde (2008), Choudhary et Suresh Kumar (2013) sur le maïs après apport de fumures organiques.

Les résultats de cette expérience montrent que le meilleur rendement est obtenu en présence des engrais verts. Cela peut s'expliquer par le fait que les éléments nutritifs libérés par les engrais verts ont amélioré la fertilité du sol utilisé qui est caractérisé par des carences en N et P. Les travaux de Hoque *et al.* (2004) dans une pépinière d'*Antocephalus Chinensis* ont montré que l'apport de N dans un sol carencé en cet élément suscite une bonne croissance du végétal.

Par ailleurs, les fertilisants apportés, grâce à leur pH alcalin, ont pu améliorer celui du sol qui est acide. Cela a pu favoriser une meilleure absorption racinaire des éléments nutritifs (Chamayou et Legros, 1989 ; Mérelle, 1998). La différence dans la croissance et le rendement entre les plants non fertilisés et ceux qui ont été traités aux engrais verts peut se justifier par le pH qui n'est pas le même dans les deux milieux. De plus la bonne croissance des plants

et le bon rendement constatés dans les traitements fertilisés peut s'expliquer par le fait que l'apport de la matière organique permet une bonne rétention d'eau et une meilleure aération grâce à l'amélioration de la structure du sol ; ce qui n'est pas le cas pour les témoins. Les résultats présentés au cours de cette étude sont semblables à ceux révélés récemment par des auteurs sur d'autres spéculations (Ogundare *et al.*, 2012 ; Ikeh *et al.*, 2012 et Choudhary et Suresh Kumar, 2013). L'apport des engrais verts a entraîné une meilleure croissance et un rendement élevé à forte dose. Il s'est produit un enrichissement du sol en éléments nutritifs plus important dans les traitements à fortes doses par rapport aux faibles doses et au témoin. Malélé Mbala (2003), Ayoola et Makinde (2008) ainsi que Choudhary et Suresh Kumar (2013) ont rapporté des résultats identiques en appliquant des amendements organiques sur la culture du maïs.

Dans les résultats des analyses effectuées sur les deux engrais verts, *L. leucocephalae* a présenté une plus grande richesse en azote et en phosphore par rapport à *C. odorata*, or la meilleure croissance et les rendements les plus élevés ont été enregistrés avec *C. odorata*. Il se pourrait que leurs teneurs élevées en N et en P apportés par *L. leucocephalae* constituent des doses saturantes empêchant la croissance végétale. Le phosphore et l'azote assurent des bonnes performances pour la croissance et le rendement des végétaux telle que la Roselle (Atta *et al.*, 2010 ; Oyewole et Mera, 2010 ; Anyinkeng et Mih, 2011) ; cependant, à une certaine dose le phosphore et l'azote peuvent devenir toxiques pour les plantes. Atta *et al.*, (2010) ont constaté, sur la culture de la Roselle, que l'application de 100 kg N/ha avait occasionné la baisse du rendement en semences et de l'indice de récolte des calices. Des résultats similaires ont été mentionnés par Hoque *et al.* (2004) sur la culture d'*Anthocephalus chinensis*, Gbadamosi (2006) sur *Enantia chlorentha*, Ikeh *et al.* (2012) sur *Capsicum frutescens* L.

Ces résultats peuvent aussi être le fait d'un processus d'immobilisation qui est plus accentué dans les sols à *L. leucocephalae*, tandis que dans les sols à *C. odorata*, c'est surtout la minéralisation qui serait plus soutenue (FAO, 2002 ; Reid *et al.*, 2006).

La surface foliaire des plants fertilisés présente un développement qui diffère avec le type de fertilisant. Elle est régulière avec *L. leucocephalae* et semble traduire une libération progressive des éléments minéraux dans le milieu. Les travaux antérieurs ont démontré la libération lente des éléments nutritifs à partir des engrais organiques (Uddin *et al.*, 2009 ; Adesina et Sanni, 2013 ; Choudhary et Suresh Kumar, 2013). Dans le cas de *C. odorata* utilisé à forte dose de 40t/ha (Co₃), la croissance du végétal est très importante et supérieure tant aux doses plus faibles de 20t/ha et 30t/ha (Co₁ et Co₂) qu'à tous les apports de *L. leucocephalae*. Mais cette étape de croissance rapide est suivie d'une stabilisation. Il semble alors qu'il y a libération en grande quantité des éléments chimiques qui occasionnent une réaction du végétal supérieure aux plants traités avec les faibles doses et à ceux fertilisés au *L. leucocephalae*. A faibles doses de *C. odorata*, les éléments nutritifs libérés assurent une bonne croissance mais ils ne sont pas suffisants pour une croissance optimum d'où une stabilisation qui reste inférieure à celle observée avec la dose Co₃. L'apport des engrais organiques à forte dose a engendré une bonne croissance et de bons rendements. Dans le même sens, Hammami *et al.*, 2010 ont démontré que l'apport de N et K à forte dose, sur la culture de la mandarine clémentine, induit une bonne production et de bons rendements.

La croissance du diamètre des tiges présente une même allure pour tous les fertilisants, mais l'analyse statistique révèle qu'avec les doses croissantes de *C. odorata* (Co₁, Co₂ et Co₃) les diamètres obtenus sont différents ; ce qui n'est pas le cas pour *L. leucocephalae* où les doses LI₁ et LI₂ permettent d'obtenir des plants identiques mais de diamètres de tiges inférieurs à ceux obtenus à la dose LI₃. Il semble qu'à chacune des trois doses (Co₁, Co₂ et Co₃) de *C. odorata* il y a suffisamment d'éléments nutritifs qui favorisent une bonne croissance du diamètre des tiges par rapport au développement observé sur ce paramètre avec *L. leucocephalae* comme fertilisant.

Ainsi quelque soit le fertilisant, les plantes ont des hauteurs statistiquement identiques ($p < 0,05$) aux faibles doses (20 t/ha et 30 t/ha). Toutefois la hauteur moyenne obtenue avec *C. odorata* à 40t/ha (Co₃) est supérieure aux hauteurs atteintes avec tous les autres traitements. L'allure des courbes sur le paramètre hauteur des tiges est semblable pour

tous les fertilisants et à toutes les doses. Cette évolution diffère de celle observée sur la croissance du diamètre au collet et de la surface foliaire. Il semble que les éléments nutritifs contenus dans *C. odorata* et *L. leucocephalae* n'influencent pas de la même façon les différents paramètres mesurés. Atta *et al.* (2010) par une fertilisation azotée de *H. sabdariffa* L. ont rapporté que les doses respectives de 50 kg N/ha et 100 kg N/ha ne produisaient pas le même effet sur les différents paramètres mesurés. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Gbadamosi (2006) suite à l'apport du NPK, de l'Urée et d'un compost sur *Enantia Chlorantha*. Uddin *et al.* (2009) ont rapporté les mêmes faits après la fertilisation de *Brassica oleraceae* var. gongylodes avec des engrais organiques.

CONCLUSION

Dans le sol carencé, l'apport de *C. odorata* et de *L. leucocephalae*, comme engrais verts, a été bénéfique. *C. odorata* à la dose de 40 t/ha a donné des plants dont la hauteur, le diamètre de la tige, la surface foliaire et le rendement sont supérieurs à ceux des plants fertilisés avec *L. leucocephalae*. Ces résultats indiquent que la valeur fertilisante de *C. odorata* est supérieure à celle de *L. leucocephalae*. Les résultats enregistrés montrent que la croissance et le rendement sont fonction de la dose appliquée, quelque soit l'engrais vert. Tout se passe comme si *H. sabdariffa* L. pourrait encore supporter des doses plus importantes des engrais verts et spécifiquement celles de *C. odorata*.

De tels résultats laissent entrevoir que les parties non lignifiées pourraient être utilisées comme engrais vert dans la production de l'oseille de Guinée (*H. sabdariffa* L.) et qu'à forte dose, les rendements obtenus seront largement supérieurs à ceux mentionnés dans la littérature. Ainsi, nos résultats montrent que des études doivent être poursuivies pour affiner l'utilisation de cette herbe du Laos comme engrais vert aussi bien pour *H. sabdariffa* que pour d'autres plantes d'intérêt pour les populations.

REFERENCES

- Adesina J. M. and K. O. Sanni. 2013. Comparative effects of different organic manure on agronomic performances of *Corchorus olitorus* in rainforest agro-ecological zone of South Western Nigeria. International

- Journal of Agronomy and Agricultural Research (JAAR). Vol. 3, N° 1, p. 1 - 5.
- Afrifa A. A., Ofori-Frimpong K., Appiah M. R. and B. J. Halm. 2003. Effects of mulching on soil nutrients and yield of Robusta coffee. Trop. Agric. Vol. 80, n° 2, pp. 105 - 109.
- Autfray P. and H. Gbaka. 1998. *Chromolaena odorata* adventice ou plante de couverture ? Bulletin d'information du CIEPCA, n°1 Février 1998, Cotonou, Bénin p. 03.
- Atta S., Sarr B., Bakasso Y., Diallo A. B., Lona I., Saadou M. and R. H. Glew. 2010. Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) Yield and Yield components in response to Nitrogen Fertilization in Niger. Indian J. Agric. Res., 44 (2) : 96 - 103.
- Anyinkeng N. and A. M. Mih. 2011. Soil nutrient supplementation on growth and biomass production of Roselle under tropical conditions. Agriculture and Biology Journal of North America. ISSN Print: 2151 - 7517, ISSN Online: 2151 - 7525, doi : 10.5251/abjna.2011.2.4.603.609.
- Ayoola O. T. and E. A. Makinde. 2008. Performance of green maize and soil nutrient changes with fortified cow dung. African Journal of Plant Science Vol. 2 (3), pp. 019 - 022.
- Bendji V. J. 2000. Recensement de la population de *Chromolaena odorata* dans les plantations de Franceville. Mémoire de fin de cycle, Ingénieur des Techniques Agricoles, USTM, Gabon.
- Chamayou H. et J. P. Legros. 1989. Les bases de la science du sol. Techniques vivantes. Presses Universitaires. P. 403 - 406.
- Choudhary V. K. and P. Suresh Kumar. 2013. Maize production, economics and soil productivity under different organic source of nutrients in eastern himalayan region, India. International Journal of Plant Production (2013) 7(2) : 167 - 186.
- FAO. 2002. La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres. Rapport sur les ressources en sols du monde 96. P.2 - 3.
- Gbadamosi A. E. 2006. Fertilizer Response in Seedlings of Medicinal Plant *Enantia chlorantha* Oliv. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 6 : 111 - 115.
- Hammami A., Rezgui S. and R. Hellali. 2010. Leaf nitrogen and potassium concentrations for optimum fruit production, quality and biomass tree growth in *Clementine mandarin* under Mediterranean. Journal de l'horticulture et de la foresterie Vol. 2 (7), pp 161 - 170.
- Hoque R. A. T. M., Hossain M. K., Mohiuddin M. and M. M. Hoque. 2004. Effect of Inorganic Fertilizers on the Initial growth Performance of *Anthocephalus Chinensis* (Lam.) Rich. Ex. Walp. Seedlings in the Nursery. Journal of Applied Sciences 4 (3) : 477 - 485.
- Ikeh O., Ndaeyo N. U., Uduak I. G., Iwo G. A., Ugbe L. A., Udoh E. I. and G. S. Effiong. 2012. Growth and Yield Responses of Pepper (*Capsicum frutescens* L.) to varied Poultry Manure Rates in Uyo, Southeastern Nigeria. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 6 Vol. 7, N°. 9.
- Litzenberger S. C. and H. T. Lip. 1961. Utilizing *Eupatorium* L. to improve Crop yields in Cambodia. Agron. J. 53 : 321 - 324.
- Malélé Mbala S. 2003. Contribution à la remise en valeur des terres forestières dégradées de la zone périurbaine de Kinshasa (République Démocratique du Congo). XIII^e Congrès forestier mondial, Québec city, Canada, du 21 au 28 septembre 2003.
- Mérelle F. 1998. L'analyse de terre aujourd'hui. GEMAS. Nantes. 184 p.
- Mohan Lal K. B. 1960. Eradication of *Lantana*, *eupatorium* and Other Pests. Indian Forester, 86 : 482 - 484.
- Moni N. S. and M. P. George. 1959. *Eupatorium odoratum* L. - A Common Weed Found in the Teak Plantations of Kerala State, Indian Forester, 85 : 728 - 730.
- Ogundare K., Agele S. and P. Aiyelari. 2012. Organic amendment of an ultisol : effects on soil properties, growth, and yield of maize in Southern Guinea savanna zone of Nigeria. International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture 2012, 1 : 11.
- Olasantan F. O. 1999. Effect of time of mulching on soil temperature and moisture regime and emergence, growth and yield of white yam in western Nigeria. Soil tillage res. Vol. 50, n° 3 - 4, pp. 215 - 221.
- Oyewole C. I. and M. Mera. 2010. Response of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) to rates of inorganic and farmyard fertilizers in the Sudan savanna ecological zone of Nigeria. African Journal of Agricultural Research, Vol. 5 (17), pp. 2305 - 2309.
- Quansah C., Fenning J. O. and E. O. Ampontuah. 2001. Potential of *Chromolaena odorata*, *Panicum maximum* and *pueraria phaseolides* as nutrient sources and organic matter amendements for soil fertility maintenance in Ghana.

- Schroth G. 1995. Tree root characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry, *Agroforestry Systems*, n°30 : pp. 125 - 143.
- Uddin J., Solaiman A. H. M. and M. Hasanuzzaman. 2009. Plant Characters and Yield of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) as Affected by Different Organic Manures. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 1 (1) : 01 - 4.
- Zebeyou M. G. 1996. Rapport sur le séminaire technique et régional sur la lutte biologique *Chromolaena odorata* en Afrique. Bureau régional de la FAO pour l'Afrique. P. 3 - 29.