

Aménagement des haies vives autour des parcelles de manioc comme moyen de lutte contre le criquet puant (*Zonocerus variegatus* Linne)

[Planting hedgerows around cassava plots to control stink locusts (*Zonocerus variegatus* Linne)]

Laurent Kikeba Mbala¹, Antoine Mumba Djamba², Gilbert Pululu Mfwidi Nitu³, Ovide Yobila Nuambote⁴, Willy Bitwisila⁵, and Idi Eca Idrissa⁶

¹Université Loyola du Congo, Kinshasa, RD Congo

²Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

³Institut Supérieur Pédagogique de la Gombe, Kinshasa, RD Congo

⁴Université Kongo, Kongo Central, RD Congo

⁵Chercheur indépendant, Kinshasa, RD Congo

⁶Université Espoir du Congo, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2023 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: To evaluate the repellent or attractive properties of certain plant species to stink locusts, and to exploit them in the implementation of cropping systems likely to reduce the importance of the population of this pest and its damage on the cassava crop, a field experiment was carried out between November 2020 and December 2021. Living hedges consisting of *Vernonia amygdalina*, *Melinis minutiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Lantana camara* and *Euphorbia turicali* were installed around the cassava plots. The living hedges with *Vernonia amygdalina* and *Lantana camara* acting as a trap crop gave low values for the number of insects on the cassava plots, incidence and severity of attacks compared to *Euphorbia turicali*, *Melinis minutiflora* and *Cymbopogon citratus*. The latter showed a phagorepellent effect as reflected by a higher number of stink locusts on cassava plots surrounded by living hedges made up of the above species. These five different species can therefore be used in the construction of integrated pest management systems to control locust damage to the cassava crop.

KEYWORDS: Agroecology, Allelopathy, living hedge, cassava, *Zonocerus variegatus*, RDC.

RESUME: Pour évaluer les propriétés répulsives ou attractives de certaines espèces végétales sur les criquets puants, les exploiter dans la mise en place des systèmes de culture susceptibles de réduire l'importance de la population de ce ravageur et de ses dégâts sur la culture de manioc, une expérimentation en plein champ a été réalisée entre novembre 2020 et décembre 2021 au village Kindamba dans le secteur de Mawanga. Des haies vives constituées de *Vernonia amygdalina*, *Melinis minutiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Lantana camara* et *Euphorbia turicali* ont été installées autour des parcelles de manioc. Les haies vives avec *Vernonia amygdalina* et *Lantana camara* agissant comme culture piège ont donné des valeurs faibles pour le nombre d'insectes sur les parcelles de manioc, l'incidence et la sévérité des attaques par rapport à *Euphorbia turicali*, *Melinis minutiflora* et *Cymbopogon citratus*. Ces derniers ont manifesté un effet phagorépulsif traduit par un nombre plus important des criquets puants sur les parcelles de manioc entourées par des haies vives constituées par les espèces précitées. Ces cinq

différentes espèces peuvent donc être utilisées dans la construction des systèmes de lutte intégrée pour juguler les dégâts des criquets puants sur la culture de manioc.

MOTS-CLEFS: Agroécologie, Allélopathie, haie vive, manioc, *Zonocerus variegatus*, RDC.

1 INTRODUCTION

Les racines et les feuilles de manioc sont utilisées dans l'alimentation humaine. Les racines constituent une importante source d'énergie par l'apport en hydrates de carbone. Les feuilles sont consommées comme légumes et contiennent des sels minéraux (Ca, Fe etc.), des glucides, des lipides, des protéines et des acides aminés essentiels (isoleucine; leucine; lysine; méthionine; cystéine; phénylalanine; tyrosine; thréonine; tryptophane et valine) [1].

Les relations entre l'entomofaune et les plantes hôtes sont conditionnées par la taille, la forme, la présence de cires épicuticulaires et de trichomes, le stade phénologique et la couleur de la plante [2], [3] mais également par des facteurs chimiques tels que la présence de métabolites secondaires [4], [5].

Ces substances chimiques ne participent pas aux processus physiologiques primaires mais jouent un rôle primordial dans les interactions interspécifiques [3].

Cette étude cherche à vérifier la capacité répulsive ou attractive sur le criquet puant de 5 espèces végétales notamment: *Melinis Minutiflora*, *Vernonia amygdalina*, *Euphorbia turicali*, *Lantana camara* intégrées avec le manioc dans un système de culture. Dans tous les cas, si l'une de deux propriétés étaient avérées, elle permettrait de protéger la culture de manioc des attaques du ravageur incriminé. La recherche évalue également l'incidence et la sévérité des attaques des criquets puants consécutives à l'installation des haies vives autour des parcelles de manioc.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

- **Matériel végétal**

Les boutures de la variété locale Kiyeledi ont été utilisées.

- **Matériel animal**

Les larves de stade 4 à 6 ont été utilisées.

- **Matériel non végétal**

Une corde pour la délimitation des parcelles d'essais; un décamètre pour mesurer les parcelles des essais; un GPS pour prélever les coordonnées géographiques des sites d'essais; des piquets pour délimiter les essais; un stylo et un carnet pour enregistrer les données prélevées; un ordinateur pour la saisie et l'analyse des données ont été utilisés.

2.2 MILIEU ET PERIODE D'EXPERIMENTATION

L'essai a été conduit de décembre 2020 à novembre 2021 dans la province du Kwango, en territoire de Kasongo Lunda, secteur de Mawanga au village Kindamba (06° 21' 39,9"LS; 017° 29 '16,0"LE; 922 m d'altitude) situé à 11 kilomètres de la cité de Mawanga.

Le climat du secteur de Mawanga est de type Aw₃ selon la classification de Koppen. C'est un climat humide dont la température du mois le plus froid est supérieur à 18° C (juin) et dont les précipitations tombent pendant l'hiver de l'hémisphère nord; la saison sèche compte 3 mois, de mi-mai à mi-août et la saison de pluies 9 mois. La saison des pluies connaît deux pics pluviométriques: en novembre et en mars.

2.3 METHODES

2.3.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif des blocs complets randomisés avec comme traitement les types d'espèce végétale autour de la parcelle de manioc a été utilisé. Les blocs étaient constitués de 6 traitements dont un témoin sans haie vive et répétés quatre fois.

Le champ expérimental mesurait 63 m de long et 40 m de large formant ainsi une superficie de 2520 m². Chaque parcelle de manioc avait une longueur de 9 m, une largeur de 8,5 m; la distance entre les blocs était de 2 m, celle entre les parcelles de 1,5 m et la haie vive était installée à 1 m autour de manioc.

La figure 1 montre le schéma d'essai utilisé pour l'expérimentation.

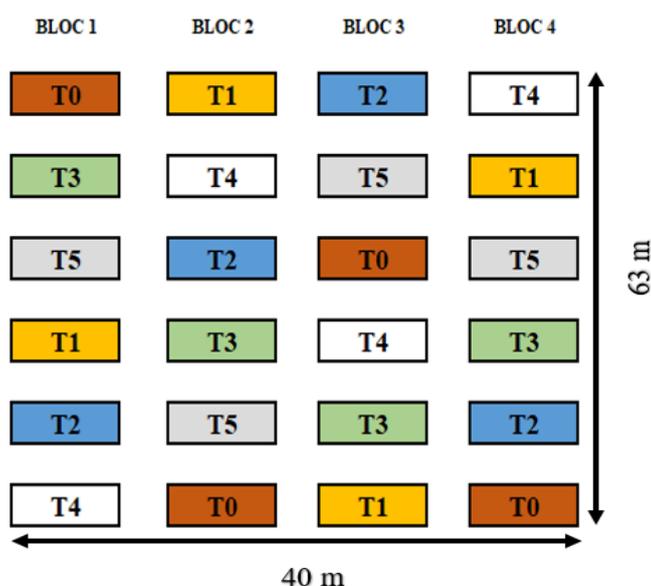


Fig. 1. Le schéma expérimental

Légende: T₀: Aucune haie vive autour de la parcelle de manioc; T₁: parcelle de manioc avec haie vive de *V. amygdalina*; T₂: parcelle de manioc avec haie vive de *C. citratus*; T₃: parcelle de manioc avec haie vive de *L. camara*; T₄: parcelle de manioc avec haie vive de *E. turicali*; T₅: parcelle de manioc avec haie de *M. minutiflora*.

2.3.2 CONDUITE DE L'ESSAI

• Préparation de terrain et plantation

Des buttes d'environ 20 cm de profondeur ont été confectionnées avec la houe pour recevoir les boutures de manioc. La plantation de manioc a été faite manuellement avec des écartements de 0,75 x 1m suivie de celle des haies vives dont les écartements ont varié selon l'espèce. Deux boutures de manioc mesurant 20 cm de long ont été enterrées horizontalement à chaque emplacement. Cette pratique a favorisé la végétation d'une touffe de 4 pieds en moyenne. La plantation de haie vive a été réalisée la même période avec le manioc. L'entretien des essais a consisté en 3 sarclages.

• Infestation

L'infestation artificielle des insectes (de stade 4, 5 et 6) dans le champ été faite 11 mois après la plantation du manioc. Chaque parcelle a reçu 60 insectes placés devant chaque les haies et la parcelle de manioc pour le témoin constituant une population de 360 insectes par bloc et totalisant 1440 insectes dans les 24 parcelles.

2.3.3 VARIABLES OBSERVÉES

Les variables indépendantes étaient constituées par les espèces de différents types de haies vives autour des parcelles de manioc.

Comme variables dépendantes, la sévérité, l'incidence, le nombre d'insectes sur la parcelle de manioc et sur la haie vive ont été évalués une semaine après le lâcher dans le champ et les observations effectuées chaque semaine pendant 1 mois.

- Pour l'incidence, à part les plants de bordure non considérés pour la collecte des données, les plants présentant les dégâts du criquet puant ont été comptés sur un effectif de 12 plants restants par parcelle. L'incidence a été obtenue par le quotient entre le nombre de plants endommagés et le total des plants
- Pour évaluer la sévérité, à part les plants de bordure non considérés, les feuilles endommagées ont été comptées sur 12 plants d'observation. La sévérité a été calculée par le quotient entre le nombre de feuilles endommagées et le nombre total des feuilles.
- L'observation du nombre d'insecte a consisté à compter les insectes présents sur le manioc et sur l'espèce autour des plants de manioc

2.3.4 ECHELLE DE COTATION DE LA SÉVÉRITÉ

Le tableau 1 expose l'échelle qui permet d'évaluer le niveau de sévérité des attaques.

Tableau 1. Echelle de sévérité

Cotation	Description des dégâts
1	Pas de dégâts
2	% faible des feuilles ($> 0 \leq 10$ %) avec lésions faibles
3	% moyen des feuilles ($> 10 \leq 20$ %) avec lésions faibles
4	% grave des feuilles ($> 20 \leq 30$ %) avec lésions faibles
5	% faible des feuilles ($> 30 \leq 40$ %) avec lésions moyennes
6	% moyen des feuilles ($> 40 \leq 50$ %) avec lésions moyennes
7	% grave des feuilles ($> 50 \leq 60$ %) avec lésions moyennes
8	% faible des feuilles ($> 60 \leq 70$ %) avec lésions graves
9	% moyen des feuilles ($> 70 \leq 80$ %) avec lésions graves
10	Plus de 80 % des feuilles avec lésions graves

2.3.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données obtenues ont été saisies à l'aide du tableur Microsoft Excel 2019 pour constituer une base des données. Pour analyser les données relatives à l'incidence, la sévérité, le nombre de criquet puant sur les haies vives et le nombre de criquet puant sur le manioc, un modèle linéaire généralisé ou mieux une régression logistique a été utilisée. Ce choix se justifie par les types de données qui sont soit catégorielles binaires, soit des proportions. L'analyse de variance (ANOVA) a été réalisée avec le logiciel R. La comparaison mutuelle des moyennes a été effectuée avec le test de Tukey et la probabilité que les moyennes des traitements soient significativement différentes a été fixée à $P < 0,001$.

3 RESULTATS

3.1 L'INCIDENCE

Le tableau 2 expose l'incidence observée des attaques des criquets puants sur les parcelles de manioc entourées de haies vives pendant 4 semaines.

Tableau 2. Incidence des attaques du criquet puant sur les parcelles de manioc entourées avec diverses haies vives

Traitement	Incidence			
	Après 1 semaine	Après 2 semaines	Après 3 semaines	Après 4 semaines
<i>Lantana camara</i>	31,8±0,071 ^a	34.1±0,072 ^a	40.9±0,074 ^a	40.9±0,074 ^a
<i>Vernonia amygdalina</i>	39,1±0,072 ^a	41.3±0,073 ^a	43.5±0,073 ^a	52.2±0,074 ^a
<i>Euphorbia turicali</i>	85.40,051 ^b	97.9±0,208 ^b	97.9±0,020 ^b	97.9±0,020 ^b
<i>Melinis minutiflora</i>	87.0±0,050 ^b	97.8±0,021 ^b	97.8±0,021 ^b	97.8±0,021 ^b
<i>Cymbopogon citratus</i>	90.9±0,043 ^b	93.2±0,038 ^b	97.7±0,150 ^b	97.7±0,022 ^b
Témoin	82.6±0,056 ^b	91.3±0,042 ^b	97.8±0,021 ^b	97.8±0,021 ^b
<i>P-value</i>	1,158e ⁻¹²	< 2,2e ⁻¹⁶	< 2,2e ⁻¹⁶	< 2,2e ⁻¹⁶

A la quatrième semaine, la parcelle sans haie vive, celles avec *M. minutiflora*, *C. citratus* et *E. turicali* présente une incidence autour de 98 %. Tandis que dans les parcelles entourées de *L. camara* et *V. amygdalina*, elle s'élève à 40,9 % et 52,2 % respectivement.

Dans l'ensemble, au seuil de 0.1 %, l'influence des haies vives sur l'incidence des attaques est très hautement significative.

Comparés deux à deux, l'incidence des traitements de *L. camara* et de *V. amygdalina* ne présente aucune différence significative. Il en est de même pour la comparaison des autres traitements entre eux. Seule, l'incidence des attaques des criquets puants entre les parcelles de manioc entourées de haies vives avec *L. camara* et *V. amygdalina* comparée avec tous les autres présente une différence très hautement significative.

3.2 LA SEVERITE

Le tableau 3 expose les observations effectuées pendant 4 semaines concernant la sévérité des attaques des criquets puants sur les parcelles de manioc entourées de haies vives.

Tableau 3. Sévérité des attaques du criquet puant sur les parcelles de manioc entourées avec diverses haies vives

Traitement	Sévérité			
	Après 1 semaine	Après 2 semaines	Après 3 semaines	Après 4 semaines
<i>Lantana camara</i>	2±0.071 ^a	2±0.072 ^a	2±0.0749 ^a	2±0.0749 ^a
<i>Vernonia amygdalina</i>	2±0.072 ^a	2±0.073 ^a	2±0.0738 ^a	2±0.0744 ^a
<i>Euphorbia turicali</i>	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b
<i>Melinis minutiflora</i>	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b
<i>Cymbopogon citratus</i>	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b
Témoin	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b	3±0.00 ^b
<i>P-value</i>	< 2,2e ⁻¹⁶	< 2,2e ⁻¹⁶	< 2,2e ⁻¹⁶	< 2,2e ⁻¹⁶

A la quatrième semaine, la parcelle sans haie vive, celles avec *M. minutiflora*, *C. citratus* et *E. turicali* présente une sévérité similaire dont le pourcentage moyen des feuilles rongées est $10 \leq 20$ avec lésions faibles. Tandis que dans les parcelles entourées de *L. camara* et *V. amygdalina*, le pourcentage des feuilles rongées est $0 < 10$ avec lésions faibles.

En considérant tous les traitements et au seuil de 0.1 %, l'influence des haies vives sur la sévérité des attaques des criquets puants au niveau des parcelles de manioc est significative.

La comparaison entre les parcelles de manioc entourées de *V. amygdalina* et de *L. camara* ne révèle aucune différence significative mais les deux en présente une vis-à-vis de tous les autres traitements. Aucune différence significative n'est observée entre le témoin et les traitements avec *C. citratus*, *E. turicali* et *M. minutiflora*.

La sévérité demeure constante durant les quatre semaines pour tous les traitements.

3.3 NOMBRE D'INSECTE SUR LE MANIOC (NIM)

Le tableau 4 rapporte les observations effectuées pendant 4 semaines concernant le nombre de criquets puants sur les plants de manioc.

Tableau 4. Nombre de criquets puants sur les plants de manioc

Traitement	Nombre d'insectes sur le manioc			
	Après 1 semaine	Après 2 semaines	Après 3 semaines	Après 4 semaines
<i>Lantana camara</i>	5±0.65 ^a	4±0.65 ^a	3±0.65 ^a	2±0.25 ^a
<i>Vernonia amygdalina</i>	6±0.48 ^a	5±0,63 ^a	4±1,47 ^a	3±0.71 ^a
<i>Euphorbia turicali</i>	42±1,31 ^b	41±1,19 ^b	38±0.71 ^b	31±1,49 ^b
<i>Melinis minutiflora</i>	44±0.19 ^b	41±0.85 ^b	39±0.41 ^b	34±1,85 ^b
<i>Cymbonpogon citratus</i>	46±0,71 ^b	43±0,85 ^b	41±1,11 ^b	32±1,08 ^b
Témoin	50±0.63 ^b	79±5,27 ^c	91±5,38 ^c	88±2,32 ^c
<i>P-value</i>	< 2,2e ⁻¹⁶	<4.525e-16	< 1.292e-14	< 2.2e-16

Pendant 4 semaines, le nombre de criquet puant ayant colonisé les parcelles de manioc entourées de haie vive est passé de 5 à 2; 6 à 3; 42 à 31; 44 à 34 et 46 à 32 et 50 et 88 respectivement pour le *L. camara*, *V. amygdalina*, *E. turicali*, *M. minutiflora*, *C. citratus* et la parcelle de manioc non clôturée.

En considérant tous les traitements et au seuil de 0.1 %, l'influence des haies vives sur le nombre de criquets puants sur les plants de manioc est très hautement significative.

Pendant les quatre semaines d'observation, nous avons enregistré au plus 4 insectes sur les plants de manioc entourés par les haies de *L. camara* et de *V. amygdalina*. Ces deux traitements ne présentent mutuellement aucune différence significative.

E. turicali, *M. minutiflora* et *C. citratus* n'ont présenté aucune différence significative entre eux. Tous les traitements ont été significativement différents du témoin.

3.4 NOMBRE D'INSECTE SUR LES HAIES VIVES (NIH)

Le tableau 5 rapporte les résultats relatifs au nombre d'insectes sur les haies vives pendant 4 semaines.

Tableau 5. Nombre de criquets puants sur les diverses haies vives

Traitement	Nombre d'insectes sur les haies vives			
	Après 1 semaine	Après 2 semaines	Après 3 semaines	Après 4 semaines
<i>Lantana camara</i>	51 ±0.65 ^b	98±13,28 ^a	121±12,98 ^b	123±8,04 ^c
<i>Vernonia amygdalina</i>	48±1,04 ^b	84±7,00 ^a	99±2,29 ^b	92±2,06 ^b
<i>Euphorbia turicali</i>	7±0,65 ^a	12±0.65 ^b	4±0,25 ^a	3±0.41 ^a
<i>Melinis minutiflora</i>	6±0,65 ^a	6±2.17 ^b	5±0.48 ^a	3±0.63 ^a
<i>Cymbonpogon citratus</i>	7±0.41 ^a	10±1.29 ^b	7±1,19 ^a	5±0.25 ^a
<i>P-value</i>	< 5.582e-13	< 3.937e-10	5.059e-14	7.31e-16

Contrairement aux trois premières semaines, la parcelle *L. camara* se démarque de celle de *V. amygdalina* sur laquelle il a été dénombré 92 et attire en moyenne une moyenne de 126 par parcelle à la quatrième semaine. Tandis que *E. turicali*, *M. minutiflora* et *C. citratus* ont été colonisés respectivement par 3, 3 et 5 insectes.

Au seuil de 0,1 %, pris dans l'ensemble, l'influence de haies vives concernant le nombre d'insectes qui les colonise est très hautement significative. Pendant les quatre semaines, les NIH entre les traitements *E. turicali*, *M. minutiflora* et *C. citratus* ne sont pas significativement différents. Ils le sont vis-à-vis de *L. camara* et *V. amygdalina*. Les NIH de ces deux derniers traitements ne sont pas significativement différents pendant les trois premières semaines mais le deviennent à la quatrième semaine.

3.5 CORRELATION ENTRE LES DIFFERENTES VARIABLES MESUREES

Le tableau 6 consigne les valeurs de corrélation entre le nombre d'insecte sur les parcelles de manioc (NIH), le nombre d'insectes sur les haies vives (NIM), l'incidence et la sévérité des attaques.

Tableau 6. Corrélation entre le NIM et Le NIH

Espèce	NIM-NIH	NIM-Incidence	NIM-Sévérité	NIH-Incidence	NIH-Sévérité	Incidence-Sévérité
<i>L. camara</i>	-0,92	-0,94	0,77	0,91	-0,59	-0,49
<i>V.amygdalina</i>	-0,84	-0,95	-0,26	0,63	-0,10	0,35
<i>E. turicali</i>	0,71	-0,54	0	-0,08	0,41	-0,33
<i>M.minutiflora</i>	0,95	-0,71	-0,24	-0,47	-0,47	-0,33
<i>C.citratus</i>	0,66	-0,79	-0,06	-0,55	0,08	-0,56
Témoin	-----	0,98	-0,50	-----	-----	-0,51

- **NIM et NIH**

Toutes les différentes espèces de haies vives ont favorisé des liaisons fortes et positives. Mais celles de *L.camara* et *V.amygdalina* sont négatives c'est-à-dire que le NIM et le NIH varient de manière inversement proportionnelle.

- **NIM-Incidence**

Toutes les espèces de haies présentent liaisons fortes et négatives pour les paramètres NIM et Incidence.

La parcelle sans haie vive révèle une liaison forte et positive entre NIM et incidence. Cela veut dire que dans les parcelles sans haie vive, l'augmentation du NIM favoriserait l'augmentation de l'incidence des dégâts des criquets puants sur le manioc.

- **NIH-Incidence**

Les coefficients de corrélation présentés par *L.camara*, *V.amygdalina* et *C.citratus* révèlent une liaison forte et positive entre le NIH et l'incidence des dégâts des criquets puants. Tandis que ceux de *E.turicali* et de *M.minutiflora* présentent des liaisons très faibles et négatives.

- **NIM-Sévérité**

Le Lantana présente une liaison forte et positive entre NIM et sévérité. Celle concernant la parcelle non entourée de haie vive donne également une liaison forte mais négative entre NIM et sévérité.

Les parcelles entourées de *M.minutiflora*, *V.amygdalina* et de *C.citratus* traduisent une liaison faible et négative entre NIM et sévérité. Tandis que pour *E.turicali*, la liaison est nulle.

- **NIH-Sévérité**

Mis à part *L.camara* qui révèle une liaison forte et positive, les autres haies vives présentent une liaison très faible.

- **Incidence-Sévérité**

Seules la parcelle témoin et celle avec haie vive de *C.citratus* manifeste une liaison forte entre incidence et sévérité. Tous les autres traitements montrent une faible liaison entre incidence et sévérité.

4 DISCUSSION

• Nombre d'insectes sur les haies vives

Les haies de *L. camara* et de *V. amygdalina* ont été les plus colonisées par le criquet puant que les autres traitements.

Les résultats obtenus par [6] montrent que comparé au manioc, *V. amygdalina* est une plante mieux appréciée par le criquet puant. En effet, dans son expérience où il a mis en présence *V. amygdalina*, le criquet puant s'est nourri après deux minutes et n'a effectué qu'un seul repas très long de 18 minutes. Tandis que sur le manioc, il a attendu 34 minutes pour entamer deux repas de 9 et 7 minutes. Les examens microscopiques réalisées par le même auteur et son équipe avec 630 échantillons de fèces ont également révélé que 6% étaient composés de manioc et 94% de *V. amygdalina*.

Quelquefois, les ravageurs colonisent préférentiellement une culture particulière dans l'association. Celle-ci alors sert d'hôte de diversion protégeant les cultures plus sensibles aux attaques ou de valeur économique plus grande [7]. Cette diversion se manifeste plus spécialement lorsqu'une des cultures est plus phagostimulant pour les insectes que les autres impliquées dans l'association, au moment de l'invasion par le ravageur [8].

La haie de *M. minutiflora* a manifesté un effet phagorépusif qui s'est traduit par une faible colonisation des criquets puants. Ce comportement se confirme par les résultats obtenus en laboratoire par [9] sur les foreurs des tiges (*Eldana saccharina* (Walker)). La plante émet un signal chimique puissant, le 4,8-diméthyl-1,3,7-nonatriène, qui repousse du maïs et attire leurs parasitoïdes.

[10] a également constaté que le signal chimique de cette herbe était attrayant pour un parasitoïde nymphal, *Xanthopimpla stemmator* (Thunberg) (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Dans des essais de terrain réalisés par [11], *M. minutiflora* a été cultivée en intercalaire de diverses manières avec la canne à sucre pour évaluer le nombre et les niveaux d'infestation d'*E. saccharina*. Les résultats ont montré que les populations d'*E. saccharina* ont été réduites jusqu'à 50 % et que les dommages causés par *E. saccharina* ont diminué jusqu'à 57 % par rapport aux champs témoins.

La haie de *C. citratus* a manifesté un effet phagorépusif qui s'est traduit par sa très faible colonisation par les des criquets puants.

Les résultats obtenus par [12] soutiennent ceux obtenus dans cette étude. En effet, il trouve que 0,29% de dégâts ont été enregistrés dans les sacs traités à 3% de solution alcoolique de *C. citratus* contre 3, 23% dans les témoins après 30 jours de stockage des grains de maïs exposés aux attaques du charançon de maïs.

Utilisant la poudre d'argile blanche aromatisée avec les huiles essentielles extraites des feuilles de *C. citratus*, [13] a trouvé un nombre moyen significatif d'adultes de *Sitophilus zeamays* de 7,26 alors que le témoin en a hébergé 154,73 et confirme le caractère répulsif de cette espèce végétale.

D'après [14], [15], la faible population d'insectes trouvé sur *C. citratus* est occasionnée par la présence de géranol et des tanins qui sont de métabolites secondaires à effet répulsif.

Quant à [16], en plus du géranol, il attribue cette propriété à la présence de substances volatiles monoterpènes comme le citronellal, l'eugénol, limonènes contenus dans les feuilles.

Concernant *E. tirucalli*, la situation peut être expliquée par la présence des triterpénoïdes dans la plante [17]. Le latex d'*E. tirucalli* a été signalé comme ayant des caractéristiques pesticides contre des ravageurs tels que les pucerons (*Brevicoryne brassicae*) [18], les moustiques (*Aedes aegypti* et *Culex quinquefasciatus*) [19].

• Pour le nombre d'insectes sur le manioc

Comme observé dans le tableau du point 4.4.1.7 relatif à la corrélation entre les différents paramètres étudiés, il y a une corrélation une forte corrélation entre le nombre d'insectes sur les haies vives et le nombre d'insectes sur les parcelles de manioc. L'effet phagorépusif ou phagostimulant sur les haies vives augmente ou diminue le nombre d'insectes sur les parcelles de manioc.

[20] a démontré que les associations d'aubergine/piment, maïs/piment comparée à une monoculture de piment ont montré des populations d'*Aphis gossypii* sur les plants significativement ($P < 0,05$) plus importantes dans les parcelles de piment cultivée en monoculture qu'en culture associée.

- **Pour l'incidence**

En considérant le nombre de pieds portant les symptômes des attaques de criquets puants, nous observons que par leur bonne appétibilité, *L. camara* et *V. amygdalina* ont mieux contribué à la réduction de l'incidence.

Les autres traitements ont très peu attiré les criquets puants. Cette situation a favorisé une plus grande colonisation des parcelles de manioc par le ravageur sous étude.

[21] rapporte également qu'au Nigeria, les agriculteurs qui pratiquent la culture intercalaire du manioc avec le maïs et le sorgho ont observé des populations de *Zonocerus variegatus* plus faibles que dans les monocultures.

Les mêmes auteurs signalent qu'en Colombie, le manioc cultivé en intercalaire avec du maïs montre une réduction des populations de divers ravageurs tels que la mouche à cornes, la mouche des pousses et les chenilles. Il en est de même pour les espèces d'aleurodes du manioc (*Aleurotrachelus socialis* et *trialeurode variabilis*) qui ont présenté des densités par feuille plus faibles dans les cultures intercalaires de manioc et de pois que dans les monocultures.

En plantant l'œillet d'Inde (*Tagetes erecta*) comme culture piège tous les 10, 12, 14 ou 16 rangs, [22] ont réussi à contrôler l'infestation respectivement à 6; 7,1; 10,3 et 10,4 %.

- **Pour la sévérité**

Grace à leurs statuts de culture piège leur conférés par la présence de différents métabolites secondaires avec des propriétés appétentes sur les criquets puants tel qu'expliqué au point 4.5.1.

Les haies vives de *L. camara* et de *V. amygdalina* ont favorisé un dialogue chimique qui a permis de réduire la sévérité d'attaques des criquets puants sur les parcelles de manioc entourées par ces deux espèces végétales. A cause des substances répulsives déjà évoquées, les parcelles de manioc entourées de *M. minutiflora*, *E. turicali* et *C. citratus* ont manifesté une répulsion ou une préférence alimentaire réduite et occasionné ainsi une incidence supérieure à celle de deux autres plantes.

5 CONCLUSION

Cette étude a vérifié la capacité répulsive ou attractive de *M. Minutiflora*, *V. amygdalina*, *E. turicali* et *L. camara* intégrés avec le manioc dans un système de culture, sur le criquet puant, et mesuré le nombre d'insectes sur les parcelles de manioc, l'incidence et la sévérité occasionnées par ces cinq traitements.

Les haies vives avec *V. amygdalina* et *L. camara* ont donné des réponses très intéressantes comme culture piège. Cette observation s'est traduite par l'observation des valeurs faibles pour le nombre d'insectes sur les parcelles de manioc, l'incidence et la sévérité des attaques. Ces résultats peuvent justifier l'utilisation de ces espèces dans la construction des systèmes de gestion intégrée des déprédateurs et de la production du Manioc.

Quant aux espèces *E. turicali*, *M. minutiflora* et *C. citratus*, ils ont manifesté un effet phagorépulsif apparent qui s'est répercuté sur un nombre plus important des criquets puants dans les parcelles de manioc entourées par des haies vives constituées par les espèces précitées. Néanmoins, il est difficile d'attribuer la non consommation de ces trois espèces par le criquet puant aux seuls métabolites secondaires repoussant les insectes ayant identifié la présence des substances toxiques. En effet, *Z. variegatus* consomme des espèces réputées très toxiques pour les autres arthropodes. Ce comportement peut également être due à une préférence alimentaire vis-à-vis du manioc.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Délégation de l'Union Européenne par l'entremise de ISCO pour l'appui financier et logistique qui a permis la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- [1] Sylvestre P. et Arraudeau M., *Le manioc*, Maisonneuse et Larose et A. CC. T., Paris, 237p, 1983.
- [2] Mangold J. R., «Attraction of *Euphasiopteryx ochracea*, *Corethrella* sp and gryllids to broadcast songs of the southern male cricket», *Florida Entomol.* 61, 57-61, 1978.
- [3] Berenbaum M.R., «The chemistry of defense: theory and practice», *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 92, 2-8, 1995.
- [4] Vet L. E. M., Dicke M., «Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context», *Annu. Rev. Entomol.* 37, 141-172, 1992.
- [5] Harborne J. B., *Introduction to chemical ecology*, 4ème édition, Academic press, London, 317p, 1993.
- [6] Le Gall et al., «Comportement nutritionnel de *Zonocerus variegatus* (L) vis-à-vis de trois plantes alimentaires», *Insect Sci. Applic.* Vol. 18, No. 3, pp. 183-188, 1998.
- [7] Perrin R. M., «Pest management in multiple cropping systems», *Agroecosystems*, 3: 93- 118, 1977.
- [8] Huis A. V., «Integrated management of insect pests in tropical crops», *Entomology*, vol. 1, Wageningen Agricultural University, 1989.
- [9] Khan Z. R., Ampong-Nyarko K., Chiliswa P., Hassanali A., Kimani S., Lwande W., Overholt W. A., Pickett P. A., Smart L. E., Wadhams L. J. et Woodstock C. M., «Intercropping increases parasitism of pests», *Nature*, 388: 631-639, 1997.
- [10] Kasl B., Stimulo-deterrent diversion to decrease *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) infestation in sugarcane. PhD Thesis, University of the Witwatersrand, South Africa, 2004.
- [11] Barker, A. L., Conlong, D., E and Byrne, M., J., «Habitat management using *melinis minutiflora* (poaceae) to decrease the infestation of sugarcane by *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: pyralidae)», *Proc S Afr Sug Technol Ass*, 80, 230-235, 2006.
- [12] Hounkpe L., et Ogbon E., Analyse de l'efficacité des sacs de jute imprégnés à l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* dans la lutte contre le ravageur de stock du maïs: *Sitophilus zeamais*. Mémoire de fin d'études, Université d'Abomey-Calavi, 69p, 2012.
- [13] Camara A., Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) et *Tribolium castaneum* herbst (coleoptera: tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, Thèse université de Montréal, 154p, 2009.
- [14] Deletre E., *De la répulsion chez les insectes cas d'étude du moustique *Anopheles gambiae* et de la mouche blanche *Bemisia tabaci**. Montpellier: Montpellier SupAgro, Thèse de doctorat: Ecosystèmes et sciences agronomiques: Montpellier SupAgro, 312p, 2014.
- [15] Shasany K., et Kole C., *The Ocimum genus*, 168p, 2018.
- [16] Nicolas S., Paul-André C., Denis T., Frédéric M. P., *Interactions insectes-plantes*. Ed. Quae RD 10, 78026 Versailles Cedex, 785p, 2013.
- [17] Mwine T. J., & Van Damme P., «Evaluation of pesticidal properties of *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) against selected pests», *Afrika Focus*, 24 (1), 119-121, 2011.
- [18] Rahuman A. A., Gopalakrishnan G., Venkatesan P., Geetha K., «Larvicidal activity of some Euphorbiaceae plant extracts against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae)», *Parasitology Research*, 102: 867-873, 2008.
- [19] Hussein M. Y. & Abdul S. N., «Intercropping chilli with maize or brinjal to suppress populations of *Aphis gossypii* Glov., and transmission of chilli viruses», *International Journal of Pest Management*, 39: 2, 216-222, 1993.
- [20] Altieri, M., & Nicholls, C., *Biodiversity and pest management in Agroecosystems* (deuxième édition), CRC press, New York, USA, 225p, 2007.
- [21] Srinivasan K., Krishna P. N., & Raviprasad T. N., «African marigold as a trap crop for the management of the fruit borer *Helicoverpa armigera* on tomato», *International Journal of Pest Management*, 40: 1, 56-63, 1994.