

## Efficacité de quatre insecticides d'origine végétale dans la gestion des dégâts du criquet puant (*Zonocerus variegatus* Linné) sur la culture de manioc

### [ Effectiveness of four plant-based insecticides in managing damage caused by the stink locust (*Zonocerus variegatus* Linné) on cassava crops ]

Laurent Kikeba Mbala<sup>1</sup>, Gilbert Pululu Mfwidi Nitu<sup>2</sup>, Antoine Mumba Djamba<sup>3</sup>, Ovide Yobila Nuambote<sup>4</sup>, Willy Bitwisila Lusundji<sup>5</sup>, Idi Eca Idrissa<sup>6</sup>, and Théodore Ndungi Vangu<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Université Loyola du Congo, Kinshasa, RD Congo

<sup>2</sup>Institut Supérieur Pédagogique de la Gombe, Kinshasa, RD Congo

<sup>3</sup>Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

<sup>4</sup>Université Kongo, Kongo Central, RD Congo

<sup>5</sup>Chercheur indépendant, Kinshasa, RD Congo

<sup>6</sup>Université Espoir du Congo, Sud-Kivu, RD Congo

<sup>7</sup>Chercheur indépendant, Kinshasa, 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:** Since 2015, the stink locust (*Zonocerus variegatus*) population has been proliferating in the Mawanga sector, in the territory of Kasongo Lunda, an administrative entity in the province of Kwango in the Democratic Republic of Congo. This insect ravages food crops and fruit trees, devouring their leaves and bark and causing the host plant to wither. To assess the insecticidal action of four total extracts based on *Nicotiana tabacum*, *Tephrosia vogelii*, *Zingiber officinale* and *Capsicum frutescens* on the stink locust, a field trial involving a cassava crop was set up between November 2020 and December 2021 in the Emmaüs village in the Mawanga sector, Kasongo Lunda territory, in the Democratic Republic of Congo. Tobacco and ginger showed the lowest incidence and severity of locust damage. For the latter parameter, their performance was equal to that of deltamethrin. These two plant species showed potential for use in the manufacture of biopesticides to help farmers control the locust.

**KEYWORDS:** Biopesticides, plant extracts, incidence, severity, *Zonocerus variegatus*, cassava, DRC.

**RESUME:** Depuis 2015, la population de criquet puant (*Zonocerus variegatus*) prolifère dans le secteur de Mawanga, territoire de Kasongo Lunda, entité administrative de la province de Kwango en République Démocratique du Congo. Cet insecte ravage les cultures vivrières et les arbres fruitiers, dont il dévore feuilles et écorce provoquant ainsi le dépérissement de la plante hôte. Pour apprécier l'action insecticide de quatre extraits totaux à base de *Nicotiana tabacum*, *Tephrosia vogelii*, *Zingiber officinale* et *Capsicum frutescens* sur le criquet puant, un essai en plein champ portant sur une culture de manioc a été installé entre novembre 2020 et décembre 2021 au village Emmaüs dans le secteur de Mawanga, territoire de Kasongo Lunda, en République Démocratique du Congo. Les produits fabriqués avec le tabac ou le gingembre ont déterminé le niveau d'incidence et de sévérité les plus faibles des dégâts du criquet puant. Pour ce dernier paramètre, ils ont manifesté une performance égale

à celle de deltaméthrine. Ces deux espèces végétales ont démontré des potentialités susceptibles d'être valorisées dans la fabrication des biopesticides au profit des agriculteurs pour lutter contre le criquet puant.

**MOTS-CLEFS:** Biopesticides, extraits végétaux, Incidence, sévérité, *Zonocerus variegatus*, manioc, RDC.

## 1 INTRODUCTION

Depuis 2015, le criquet puant (*Zonocerus variegatus* L.) cause des dégâts et pertes importants sur les principales cultures vivrières, notamment le manioc, le maïs en République Démocratique du Congo, au Kwango particulièrement dans les territoires de Feshi, Kenge et Kasongo Lunda.

Les premiers ravages importants ont touché le secteur de Mawanga en territoire de Kasongo Lunda. Au total, 26. 000 hectares emblavés de manioc, de maïs et d'arbres fruitiers ont été ravagés. La présence du ravageur a été signalée aussi dans les secteurs/chefferies voisins, en l'occurrence Mosamba et Pelende Nord dans le territoire de Kenge.

Les dégâts enregistrés risquent d'impacter négativement la sécurité alimentaire, les faibles revenus des populations rurales du Kwango réputées parmi les plus pauvres de la RDC d'une part, d'affecter l'approvisionnement en denrées alimentaires des agglomérations urbaines des provinces voisines et plus particulièrement Kinshasa d'autre part.

Le criquet puant affecte également les cultures en Ituri, au Nord Kivu et à la Tshopo. En Ituri, plus précisément dans le territoire d'Aru, l'ampleur des dégâts causés par le criquet puant atteint environ 60 % des pertes des cultures. Selon les spéculations, elles varient entre 20 et 85 % pour le manioc, le maïs, le chou, l'aubergine, le piment et le caféier, 90 % pour le haricot et le soja [1].

Le criquet puant représente une menace réelle pour l'agriculture de la province de la Tshopo notamment à Kisangani où son invasion n'épargne aucune culture. Les dégâts qu'il y cause sont considérables [2], [3]. Il est incriminé comme principal ravageur de culture de manioc dans la plaine de Ruzizi au Sud Kivu [4], [5].

Plusieurs méthodes existent pour gérer le criquet puant. La plus connue est la lutte chimique utilisant les insecticides synthétiques dont les coûts sont prohibitifs pour l'exploitant agricole et leur disponibilité faible en milieu rural. Ils polluent l'environnement, éliminent les prédateurs et/ou les parasitoïdes.

C'est le cas de *Epidinocarsis lopezi*, ennemi naturel de la cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti*) dont les populations ont été fortement réduites par la pulvérisation des insecticides chimiques utilisés contre ce ravageur. Cette situation a entraîné une résurgence de ce ravageur et posé plus de problème que le criquet puant lui-même [6].

Pour contenir les dégâts infligés par le criquet puant à la manioculture, spéculation stratégique sur le plan de la sécurité alimentaire en RDC, faute d'alternatives efficaces actuellement connues par les services de vulgarisation agricole et les agriculteurs pour combattre ce ravageur, le besoin d'innovations adaptées s'impose.

Pour éviter que l'utilisation des pesticides chimiques ne s'impose comme principale solution efficace contre le criquet puant, il s'avère nécessaire de développer des alternatives avec peu ou sans conséquences néfastes sur la santé des écosystèmes, des producteurs et des consommateurs et qui peuvent devenir accessibles à un plus grand nombre d'exploitants agricoles.

De nombreuses espèces végétales contiennent dans certaines de leurs organes, des molécules dotées des propriétés susceptibles de valorisation dans la lutte contre certains arthropodes et bioagresseurs des cultures.

C'est le cas du tabac contre les chenilles, les coléoptères, les foreurs, les mineuses des feuilles, les pucerons, les thrips; du piment pour la teigne des crucifères, le doryphore de la pomme de terre, les cochenilles, les chenilles légionnaires d'automne, le charançon du haricot; du gingembre qui présente une action insectifuge, insecticide contre notamment la noctuelle de la tomate, les pucerons et les thrips et du *Tephrosia vogellii* qui manifeste des propriétés anti-appétantes, insecticide, acaricide, ovicide contre les criquets, les tétranyques à deux points, les foreurs du maïs, l'altise et les termites [7], [8].

L'efficacité des biopesticides dans les conditions de laboratoire ne se vérifie pas exactement de la même manière dans la situation en plein champ.

Quatre biopesticides ayant donné des résultats prometteurs au niveau du laboratoire ont été testés sur une culture de manioc pour mesurer leur capacité de limitation des dégâts infligés par les criquets puants.

Cette étude vérifie les effets biocides des formulations aqueuses de trois espèces végétales (tabac, tephrosia, piment) et d'une formulation alcoolique d'une autre espèce végétale (gingembre) sur le criquet puant dans les conditions de plein champ.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 MATERIELS

Les matériels suivants ont été utilisés dans la réalisation de cette recherche:

#### MATÉRIEL VÉGÉTAL

- La variété locale de manioc Mbuma a été installée comme culture sur laquelle les effets biocides des extraits totaux à base de *Nicotiana tabacum*, *Tephrosia vogelii*, *Zingiber officinale* et *Capsicum frutescens* ont été testés.
- Les plantes utilisées dans les formulations des biopesticides éprouvés ont été choisies selon les critères suivants: la faible toxicité ou innocuité sur les humains, les animaux et autres insectes utiles; la pollution réduite des écosystèmes locaux; la disponibilité de ces espèces dans la zone d'étude; l'accessibilité économique (faible coût) des producteurs à ces espèces; la possibilité d'intégration dans les systèmes de culture pour la valorisation de ces espèces dans la zone d'étude; les utilisations complémentaires de ces espèces dans la culture alimentaire, thérapeutique ou autres dans la zone d'étude.

#### MATÉRIEL NON VÉGÉTAL

Il s'est agi de: 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.

#### MATÉRIEL ANIMAL

Les larves de stade 4 à 6 ont été utilisés.

#### AUTRES MATÉRIELS

Il s'agit des boîtes en plastique de 3500 cm<sup>3</sup> pour le transport des larves de criquet puant, une balance de précision pour la pesée de différents ingrédients destinés à la fabrication des biopesticides, un mortier et un pilon pour piler les ingrédients, de petits seaux de 3 litres, des linges propres pour le filtrage, l'eau de source, de l'alcool éthylique à 96 %, du savon doux, 4 pulvérisateurs de 16 litres pour épandre les biopesticides.

### 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 Emmaüs (06°14'36,7"LS; 017° 22'57,4" LO et 979 m d'altitude) situé à 9 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 avec une température du mois le plus froid supérieur à 18° C (juin) et dont les pluies s'arrêtent pendant la saison sèche; celle-ci compte 3 mois, de mi-mai à mi-août. La saison de pluies dure 9 mois et connaît deux pics pluviométriques en novembre et en mars.

### 2.3 METHODES

#### 2.3.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif complet randomisé avec six traitements répétés quatre fois a été utilisé.

La fig. 1 montre le schéma expérimental relatif au dispositif d'essai concernant cette étude.

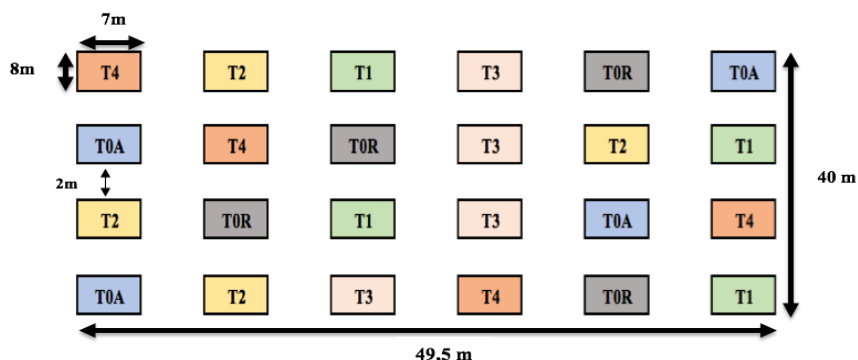


Fig. 1. Le schéma expérimental

Légende: T0A: aucun produit pulvérisé (témoin absolu); T0R: Deltamethrine (témoin relatif); T1: Tephrosia; T2: Piment; T3: gingembre; T4: Tabac.

### 2.3.2 PREPARATION DES PRODUITS

#### ➤ Préparation d'une formulation alcoolique à base de *Zingiber officinale*

- Nettoyer les rhizomes de gingembre, peser et piler pour obtenir la quantité de 1 200 g;
- Macérer 1 200 g pendant 24 heures dans 6 litres d'alcool 96 % (solution 1);
- Préparer de l'eau savonneuse en diluant 12 g dans 6 litres d'eau (solution 2);
- Diluer la solution (1) filtrée dans 6 litres de la (solution 2) pour obtenir la (solution 3).

#### ➤ Préparation des formulations aqueuses à base de *Tephrosia* ou de tabac

- Peser et piler les feuilles de Tephrosia et tabac pour obtenir les quantités de 1200 g;
- Peser, piler et tamiser les feuilles sèches de *Nicotiana tabacum* ou humides de *Tephrosia vogelii* pour obtenir les quantités 1200 g de chaque produit;
- Macérer 1200 g de chacun des ingrédients dilués pendant 24 heures dans 6 litres d'eau (solution 1);
- Préparation de l'eau savonneuse comme procédé pour le premier produit (solution 2);
- Dilution de chaque solution filtrée dans 1000 ml d'eau savonneuse (solution 3).

#### ➤ Préparation d'une formulation aqueuse à base de piment

- Peser et piler le piment pour obtenir la quantité de 1200 g;
- Chauffer 1200 g de piment dilués dans 6 litres d'eau pendant 15 minutes après ébullition (solution 1);
- Laisser refroidir pendant 30 minutes et filtrer avec un linge propre;
- Préparation de l'eau savonneuse comme procédé pour le premier produit (solution 2);
- Dilution de la solution filtrée dans 6 litres d'eau savonneuse (solution 3).

### 2.3.3 CONDUITE DE L'ESSAI

- La préparation du sol a consisté en un défrichage suivi d'un labour et d'une confection de buttes effectués avec la houe.
- La plantation des boutures de manioc a été faite manuellement en début de saison des pluies aux écartements de 1 x 1m, soit 72 emplacements par parcelle de 9 x 8 m et avec 2 boutures par emplacements à une profondeur d'environ 20 cm.
- L'entretien des essais a été réalisée par 2 sarclages intervenus 6 semaines et 4 mois après la plantation.
- L'infestation artificielle des insectes (stade larvaire 4 à 6) s'est réalisée en lâchant 42 insectes au milieu de chaque parcelle.

#### TECHNIQUES DE PULVÉRISATION:

- 12 litres de chaque type de formulation ont été pulvérisés sur les quatre parcelles (288 m<sup>2</sup>) correspondantes au traitement en tenant compte du dispositif expérimental;
- Les produits ont été pulvérisés directement sur les insectes, à la tombée de la nuit, une première fois, après le lâcher et répétées après 2 jours.

#### 2.3.4 VARIABLES OBSERVEES

Les variables incidence et sévérité des attaques du criquet puant ont été mesurées hebdomadairement pendant 1 mois.

- Incidence: outre les plants de bordure, le nombre de pieds portant des symptômes d'attaques ont été comptés sur 12 plants d'observation choisis au hasard. L'incidence a été évaluée en calculant le quotient du nombre de plants endommagés sur le total des plants.
- Sévérité: excluant les plants de bordure, les feuilles endommagées ont été comptées sur 12 plants d'observation choisis au hasard. La sévérité a été obtenue par le calcul du quotient entre le nombre de feuilles endommagées et le nombre total des feuilles.

#### 2.3.5 ECHELLE DE COTATION

Le tableau 1 expose l'échelle de cotation appliquée à l'évaluation de la sévérité.

*Tableau 1. Echelle de cotation de la 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

#### FRÉQUENCE DE COLLECTE DES DONNÉES

Les données relatives aux deux paramètres ont été prélevées tous les 7 jours pendant 1 mois. La deuxième collecte des données a été réalisée 9 jours après la deuxième pulvérisation.

#### 2.3.6 ANALYSE DES DONNEES

Les données ont été saisies à l'aide du tableur Microsoft Excel 2019. L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel R en recourant aux packages MASS et lme4, car, lsmeans, multcomp et multcompView pour le GLM, le test d'Anova et le test de Tukey pour la comparaison par paire des moyennes.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 INCIDENCE DES ATTAQUES DES CRIQUETS PUANTS

Le tableau 2 expose l'incidence des attaques des criquets puants.

Tableau 2. Incidence des ravages des criquets puants

Traitements	0 semaine*	1 semaine	2 semaines	3 semaines	4 semaines
Deltamethrine	04,4±0,0310 <sup>a</sup>	04,4±0,031 <sup>a</sup>	04,4±0,0310 <sup>a</sup>	04,4±0,0310 <sup>a</sup>	04,4±0,0310 <sup>a</sup>
Tabac	08,3±0,0368 <sup>ab</sup>	08,3±0,036 <sup>a</sup>	16,7±0,0591 <sup>a</sup>	16,7±0,0591 <sup>a</sup>	16,7±0,0591 <sup>a</sup>
Gingembre	06,5±0,710 <sup>a</sup>	06,5±0,710 <sup>a</sup>	19,6±0,0429 <sup>a</sup>	19,6±0,0429 <sup>a</sup>	19,6±0,0222 <sup>a</sup>
Tephrosia	06,7±0,0403 <sup>a</sup>	77,8±0,040 <sup>b</sup>	93,3±0,0544 <sup>b</sup>	97,8±0,5436 <sup>b</sup>	97,8±0,0543 <sup>b</sup>
Piment	33,3±0,3176 <sup>b</sup>	66,7±0,710 <sup>b</sup>	91,1±0,0000 <sup>b</sup>	91,1±0,0000 <sup>b</sup>	97,8±0,0227 <sup>b</sup>
Témoin	04,6±0,0376 <sup>a</sup>	68,2±0,062 <sup>b</sup>	100±0,0376 <sup>b</sup>	100±0,2222 <sup>b</sup>	97,7±0,2222 <sup>b</sup>
<i>P-value</i>	0,0005543	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16

\*0 semaine rend compte de l'incidence observée 2 jours après la première pulvérisation et donc avant la deuxième pulvérisation.

L'examen des résultats consignés dans le tableau 2 sur l'incidence des attaques des criquets puants renseigne que les p-valeurs calculées étant toutes largement inférieures à 0,05, nous concluons à l'existence d'une différence significative entre les traitements testés. Pendant les quatre semaines d'observation, la comparaison deux à deux des traitements ne dégage aucune différence significative entre le deltaméthrine, le tabac et le gingembre. Il en est de même pour *Tephrosia*, le piment et le témoin. Par contre, les trois éléments du premier groupe comparés à ceux du deuxième ressortent tous une différence significative.

### 3.1.1 SEVERITE

Le tableau 3 rapporte sur la sévérité d'attaques des criquets puants.

Tableau 3. Degré d'attaque des criquets puants

Traitements	Semaine 0	Semaine1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4
Deltamethrine	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>
Tabac	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.02 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>
Gingembre	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	2.0±0.00 <sup>a</sup>
<i>Tephrosia</i>	2.0±0.00 <sup>a</sup>	3±0.06 <sup>b</sup>	3.0±0.03 <sup>b</sup>	3.0±0.00 <sup>b</sup>	3.0±0.00 <sup>b</sup>
Piment	2±0.07 <sup>b</sup>	3±0.07 <sup>b</sup>	3.0±0.00 <sup>b</sup>	3.0±0.03 <sup>b</sup>	3.0±0.00 <sup>b</sup>
Témoin	2±0.00 <sup>a</sup>	3±0.07 <sup>b</sup>	3.0±0.00 <sup>b</sup>	3.0±0.00 <sup>b</sup>	3±0.07 <sup>b</sup>
<i>P-value</i>	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16	2,2 <sup>e</sup> -16

Les différents types de pesticides testés ont influencé la sévérité des dégâts des criquets puants sur les plants de manioc. En effet, les p-valeurs de différents traitements repris dans le tableau sont inférieures à 0,001 pendant toutes les 4 semaines d'observation.

Le test de Turkey permettant la comparaison deux à deux des résultats des traitements révèle qu'ils n'existent pas de différence statistique significative entre l'incidence consécutive à l'application du tabac, du gingembre et du deltaméthrine. Il en est de même pour le piment, *Tephrosia* et le témoin. Pourtant la sévérité entre ces deux grands groupes présente une différence significative. Il ressort de cette analyse que l'utilisation du tabac et du gingembre peut donc contribuer à la réduction des dégâts du criquet puant sur le manioc.

## 4 DISCUSSION

### INCIDENCE

Les parcelles traitées avec les produits préparés à base de *Tephrosia*, de piment et celle non traitée ont montré un nombre plus important des plantes présentant les signes d'attaques des criquets puants. Les deux premières présentent une incidence identique de 97,8 % et celle du témoin est évaluée à 97,7 %.

C'est le tabac et le gingembre qui ont permis une faible incidence respective de 16,7 % et 19,6 %.

L'efficacité de ces deux derniers produits se sont confirmés dans le nombre plus élevé d'insectes morts observés dans les parcelles traitées. Cette constatation confirme encore l'action par contact de ces produits. C'est donc la réduction de l'effectif des insectes lâchés qui aurait entraîné cette modération des effets dus aux attaques.

La téphrosine et de la roténone contenues dans le *Tephrosia* et les flavonoïdes, les triterpènes, stéroïdes et les saponosides du piment se sont avérés de faible efficacité. Cette situation s'explique par une très faible mortalité des criquets puants dans les parcelles traitées avec ces produits.

Les propriétés biocides du gingembre seraient expliquées par la présence des flavonoïdes et polyphénols totaux; Les composés sesquiterpéniques, monoterpéniques, phénoliques, les coumarines, les flavonoïdes, les tanins seraient responsables de cette action pour le gingembre [8], [9]. Tandis que pour le tabac, cette activité serait attribuée aux flavonoïdes (rutosides), coumarines, alcaloïdes (nicotine) concentrés au niveau des feuilles [10]. L'action insectifuge ou insecticide du genre *Nicotiana* réside dans la présence de la nicotine, alcaloïde présent dans tous les tissus de la plante sauf dans les graines [11].

## SÉVÉRITÉ

Les parcelles traitées avec les produits contenant du piment et *Tephrosia* ont enregistré la note 3 sur l'échelle de cotation de 10 concernant la sévérité, à savoir: un pourcentage moyen des feuilles avec lésions faibles supérieur à 10 % et inférieur ou égale à 20 %. Celles sur lesquelles ont été testés des biopesticides à base de tabac et de gingembre ont présenté une faible sévérité d'attaque des criquets puants, soit un pourcentage moyen des feuilles avec lésions faibles supérieur à 0 % et inférieur ou égale à 10 %.

Cette situation s'expliquerait par les mêmes raisons que pour l'incidence. En effet, la composition phytochimique du tabac et du gingembre serait responsable des propriétés létales de ces biopesticides.

Les mortalités provoquées par leur application auraient permis la réduction du nombre de criquets lâchés et diminuant ainsi la sévérité des attaques.

## 5 CONCLUSION

Cette étude cherchait à vérifier le niveau d'efficacité des produits préparés à base de piment, *Tephrosia*, gingembre et tabac sur le contrôle des dégâts du criquet puant en plein champ de manioc.

Pour les deux paramètres étudiés, le tabac et le gingembre ont déterminé le niveau d'incidence et de sévérité les plus faibles. Pour ce dernier paramètre, ils ont manifesté une performance égale à celle de deltaméthrine. Ils démontrent des potentialités susceptibles d'être valorisées dans la fabrication des biopesticides au profit des agriculteurs pour lutter contre le criquet puant. Néanmoins, une étude sur l'optimisation des fréquences des pulvérisations permettrait d'évaluer la persistance d'action de différents produits et d'améliorer la gestion des dégâts et des pertes causées par les criquets puants sur la culture de manioc.

## REMERCIEMENTS

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

## REFERENCES

- [1] FAO, Production locale de bio pesticide en appui aux agriculteurs sinistrés par les criquets en République Démocratique du Congo, 2016. [En ligne] sur [www.fao.org](http://www.fao.org) (03/04/2022).
- [2] Mondivudri A. E., *Zonocerus variegatus* (Linné 1758, orthoptera pyrgomorphidae) et ses parasitoïdes (hymenoptera) dans la ville de Kisangani et ses environs (Kisangani, RD Congo), TFE, UNIKIS, 33p, 2015.
- [3] Bakondongama B., Mubenga K., Mondivudri A., Ngabu C., Mpiana P. T., Kosele K., et Juakaly M., «*Zonocerus variegatus* (Linné 1758, Orthoptera: Pyrgomorphidae) et ses parasitoïdes (Hyménoptères) dans la ville de Kisangani, RDC » In: International Journal of Innovation and Scientific Research ISSN 2351-8014 Vol. 32 No. 1, pp. 64-74, 2017.
- [4] Modder W.W. D., «Control on the variegated grasshopper *Zonocerus variegatus* on cassava», African crop Science Journal. Vol.2. N ° 4, 391- 406, 1994.

- [5] Stoll G.: *Protection naturelle des végétaux en zones tropicales, vers une dynamique de l'information* (deuxième édition revue et augmentée), édit. Margraf verlag, Weikersheim, 386p, 2002.
- [6] Ministère de la santé: *Pharmacopée traditionnelle de la République Démocratique du Congo*, Science et Tradition (première édition), Kinshasa, 334p., 2009.
- [7] Foine A., Les Zingiberaceae en phytothérapie: l'exemple du gingembre, thèse de doctorat, Université de Lille 2, Lille, 149p., 2017.
- [8] Van Leer: *Agriculture en Afrique tropicale*, Bruxelles, 1634p., 2001.
- [9] Kambu K.: *Apport des plantes médicinales africaines à la thérapie moderne*, Kinshasa, CRP, 138p., 1990.