

INCIDENCE DES ATTAQUES DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE) SUR LA PRODUCTION DE 3 VARIETES DE MAIS ET ESSAIS DE LUTTE AU MOYEN DE PRODUITS INSECTICIDES (NIELLE, COTE D'IVOIRE)

M. K. K. YOBOUE*, C. K. D. TANO, S. SORO ET A. P. N'GUESSAN

Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, UFR-Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

* Auteur correspondant : kydradem@gmail.com Tel : (+225) 07 07 19 35 84 / (+225) 01 01 82 19 19

RESUME

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae), est un ravageur du maïs *Zea mays*. La nécessité de lutter contre ce ravageur a conduit à tester l'effet de produits insecticides (*Ricinus communis*, *Hyptis suaveolens*, NECO 50 EC, Trois combattants) sur les larves de *S. frugiperda* à Niellé. L'efficacité des produits insecticides a été testée sur les larves de *S. frugiperda* en infestation contrôlée, en comparaison avec un insecticide conventionnel, le REZO 50 EC. Les larves de *S. frugiperda* ont été traitées à différentes doses. L'analyse statistique des données a montré que parmi les 3 variétés (WARI, EV 8728-SR, KOMSAYA), il n'y a pas eu de variétés la moins attaquée. L'évaluation de l'efficacité des produits insecticides sur les larves de *S. frugiperda* a donné des taux de mortalité plus élevés avec le NECO. Ces taux étaient de 100% à la dose de 2,38 g/L à 24 à 48 h après traitement. Le NECO pourrait être utilisé pour contrôler les larves de *S. frugiperda*.

Mots clés : *Zea mays*, *S. frugiperda*, produits insecticides, variétés, Niellé.

ABSTRACT

INCIDENCE OF ATTACKS BY *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE) ON THE PRODUCTION OF 3 CORN VARIETIES AND TESTS FOR CONTROL USING INSECTICIDAL PRODUCTS (NIELLE, COTE D'IVOIRE)

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae), is a pest of *Zea mays*. The need to control this pest led to testing the effect of insecticide products (*Ricinus communis*, *Hyptis suaveolens*, NECO 50 EC, Three fighters) on the larvae of *S. frugiperda* in Niellé. The efficacy of the insecticides was tested on *S. frugiperda* larvae in controlled infestation, in comparison with a conventional insecticide, REZO 50 EC. *S. frugiperda* larvae were treated at different doses. Statistical analysis of the data showed that among the 3 varieties (WARI, EV 8728-SR, KOMSAYA), there was no variety least attacked. Evaluation of the efficacy of insecticides on *S. frugiperda* larvae yielded higher mortality rates with NECO. These levels were 100% at the dose of 2.38 g/L at 24 to 48 h after treatment. NECO could be used to control *S. frugiperda* larvae.

Key words : *Zea mays*, *S. frugiperda*, insecticide products, varieties, Niellé.

INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays* L.) est la plante la plus cultivée au monde avec une production estimée à 1 120 millions de tonnes pour la campagne 2019-2020 (Commodafrica, 2020). En Côte d'Ivoire, la culture du maïs, à l'origine concentrée dans le nord principalement dans les régions du Zanzan (Bouna, Téhini, Doropo), des Savanes et du Denguélé, s'étend à l'ensemble du territoire national depuis une trentaine d'année.

La superficie de la culture du maïs est estimée en Côte d'Ivoire à près de 350 000 ha avec une production moyenne annuelle estimée à 600 000 tonnes dont 60 % est assurée par la région des Savanes avec un rendement de 1,9 tonnes à l'hectare (Yara, 2020). Constituant l'aliment de base de nombreuses populations ivoiriennes, en particulier celles du Nord, le maïs intervient aussi dans l'alimentation animale (volailles, porcs, bovins) et sert de matière première dans certaines industries (brasserie, savonnerie et huilerie) (Boone *et al.*, 2008). Les rendements moyens des variétés traditionnelles en milieu paysan sont de l'ordre de 0,8 tonne par hectare contre 2 à 5 tonnes par hectare en milieu contrôlé pour les variétés sélectionnées par la recherche (CNRA, 2006). Toutefois, cette culture du maïs est de plus en plus menacée par les attaques des insectes nuisibles dont celles de la chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera : Noctuidae).

Ce ravageur originaire des régions tropicales et subtropicales des Amériques, a été signalé pour la première fois sur le continent africain en janvier 2016 (Goergen *et al.*, 2016). Des études ultérieures ont révélé que ce ravageur est présent dans presque toute l'Afrique sub-saharienne (ASS) où il provoque des dégâts considérables, en particulier dans les champs de maïs et dans une moindre mesure de sorgho et d'autres cultures. Il s'attaque à plus de 80 espèces végétales appartenant à 27 familles (Zenner *et al.*, 2007 ; Prasanna *et al.*, 2018) ; ce qui fait de lui un des ravageurs polyphages des cultures les plus nuisibles.

Bien qu'aucune évaluation véritable n'ait été faite pour déterminer l'impact de *S. frugiperda* sur les rendements à Niellé, les taux d'infestation atteignant 45 % ont entraîné des pertes de rendement de 40 % (ANADER, 2018). En Afrique, les pertes de rendement du maïs de 8,3 (21,3 %) et 20,6 (52,8 %) tonnes par an sur la production totale attendue, correspondant à

des pertes comprises entre 2,5 et 6,1 milliards de dollars américains par an, sont attendues (CABI, 2017). L'utilisation non guidée des pesticides est non seulement coûteuse, mais constitue des risques pour la santé humaine et l'environnement (OMS, 1991). *S. frugiperda* serait également résistante à certains pesticides courants. Compte tenu de ces complexités, le Gouvernement doit prendre des mesures d'urgence pour soutenir les agriculteurs, notamment l'usage de variétés de maïs d'intérêt, les plus tolérantes aux attaques de *S. frugiperda*.

Dès la levée des jeunes plants de maïs (stade rosette), les larves de *S. frugiperda* dévorent les feuilles et les tiges. Elles s'attaquent également aux épis après la floraison. Ces agressions provoquent une baisse de la production du maïs. Pour réduire les dégâts dus à ce ravageur, des méthodes de lutte agronomique, mécanique, biologique et chimique sont utilisées. Cependant, ces méthodes présentent des limites (Prasanna *et al.*, 2018 ; Pascal, 2019). L'objectif de ce travail a été d'évaluer l'efficacité de produits insecticides dans le contrôle de *S. frugiperda* en vue de déterminer parmi les variétés de maïs (WARI, KOMSAYA et EV 8728-SR) la moins attaquée par ce ravageur.

MATERIEL ET METHODES

ZONE DE L'ETUDE

La ville de Niellé est localisée au nord de la Côte d'Ivoire dans le département de Ouangolodougou et dans la région du Tchologo. Elle est située entre les latitudes 10°0' et 10°23' nord, les longitudes 5°24' et 5°49' ouest. Elle est limitée au nord par la sous-préfecture de Toumoukoro, au sud par la sous-préfecture de Diawala et le département de M'bengué à l'ouest. La commune de Niellé, avec une superficie de 164 km², est située à 30 km de la frontière avec le Mali, à 60 km de Ouangolodougou et à environ 700 km d'Abidjan, la capitale économique. Le climat de la région du Tchologo est de type tropical sec (Guillaumet & Adjanohoun, 1971) marqué par deux saisons. Une saison sèche caractérisée par de forte chaleur, qui dure de novembre à mars. Une saison pluvieuse unimodale allant d'avril à octobre. La pluviométrie moyenne annuelle cumule à 1 200 mm, avec des niveaux de précipitation les plus élevés en août-septembre où 600 à 700 mm sont enregistrés (environ 50 à 60 %). La température

moyenne journalière s'élève à 27° C, avec des écarts thermiques généralement faibles.

MATERIEL BIOLOGIQUE

Il comprend le matériel végétal composé d'une part de plants de maïs de 3 variétés (*WARI*, *KOMSAYA* et *EV 8728SR*) appartenant à l'espèce *Zea mays* et d'autres parts, des feuilles et capsules de deux plantes locales qui sont : *Hyptis suaveolens* et *Ricinus communis*. Le matériel animal était représenté par les larves de *S. frugiperda*. Ce lépidoptère a un développement larvaire en six stades. Au stade larvaire 1, 2, 3, 4, 5 et 6, la chenille mesure respectivement 0,17 cm, 0,35 cm, 0,64 cm, 1 cm, 1,7 cm et 3,42 cm (Esmenjaud, 1984).

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La parcelle expérimentale, d'une superficie de 266 m² (19 m x 14 m), est divisée en 3 blocs distants de 2 m. Ces blocs sont disposés de façon aléatoire complète. Chaque bloc comporte 03 parcelles élémentaires mesurant chacune 5 m de longueur sur 4 m de largeur. Deux parcelles élémentaires consécutives sont séparées de 1 m. Au niveau de chaque parcelle élémentaire, les semis de chaque variété de maïs sont disposés sur 4 lignes de 5 m de longueur séparées les unes des autres par un intervalle de 0,80 m. La pratique agricole utilisée est le semis en poquet avec un écartement de 0,40 m entre les poquets tel que recommandé par l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER). Sur chaque ligne, 10 poquets sont disposés soit 40 poquets par parcelle élémentaire. Dans chaque poquet, deux (02) grains de maïs sont semés. Le démarriage à un plant par poquet au stade de 2 à 3 feuilles est réalisé 15 jours après semis. Ce qui conduit à 360 pieds sur l'ensemble de la parcelle.

PREPARATION DES EXTRAITS AQUEUX

Le protocole de préparation utilisé a été celui de Zirihi & Kra (2003). Les feuilles de *H. suaveolens* et les capsules des graines de *R. communis* ont été récoltées. Ces organes ont été séchés à l'ombre (à l'abri du soleil) pendant trois semaines. Les feuilles et les capsules ont été ensuite broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une poudre. Une quantité de 100 g de poudre obtenue par type d'organe de chaque espèce de plante a été diluée dans 200 ml d'eau distillée. L'ensemble (poudre plus eau distillée) a été homogénéisé dans le mixeur pendant dix

minutes. Le mélange obtenu a été ensuite filtré à l'aide de la mousseline. Deux autres filtrations ont été effectuées respectivement avec du papier *Whatman* (3 MM) et à l'aide d'un entonnoir contenant à l'intérieur du coton hydrophile. Le produit obtenu de ces trois filtrations a été mis dans des assiettes *melam*, puis concentré par évaporation dans une étuve réglée à 50 °C pendant 48 heures jusqu'à l'obtention d'un résidu sec. Le résidu sec obtenu par type d'organe de chaque espèce de plante a permis de préparer les doses de D₁ (20 gramme/Litre (g/L)) ; D₂ (25 g/L) ; D₃ (33,33 g/L) ; D₄ (50 g/L) et D₅ (100 g/L).

DETERMINATION DES DOSES DES INSECTICIDES CHIMIQUES

L'insecticide chimique de référence utilisé est le *REZO 50 EC* dont la matière active est la cyperméthrine 50 g/L. La dose recommandée pour le traitement des plants est de 40 ml du produit à diluer dans 15 litres d'eau ordinaire soit 2,67 ml du produit dans 1 litre d'eau ordinaire. Ce qui correspondait à une dose de 0,133 g/L.

Le *NECO 50 EC* est un biopesticide à base d'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*. La dilution du *NECO 50 EC* (1 ml) dans de l'eau distillée (5 ml ; 10 ml ; 15 ml ; 20 ml et 25 ml), a permis d'avoir 5 doses respectives : D₁ (1,92 g/L) ; D₂ (2,38 g/L) ; D₃ (3,12 g/L) ; D₄ (4,54 g/L) ; D₅ (8,33 g/L).

Les Trois combattants sont des produits chimiques dont la principale matière active est : le *LDC* (Alkylbenzène Sulphonate), le *CARE* (Alkyl Dimethylbenzylammonium chloride) et le *SUPER 10* (Alkylate Sulphonate). La dilution des Trois combattants (*CARE*, *SUPER 10* et *LDC*) dans 1 litre d'eau ordinaire a permis d'avoir 5 doses respectives : D₁ (1 ml de *CARE*, 1 ml de *SUPER 10*, 1 ml de *LDC* et 1 litre d'eau) ; D₂ (5 ml de *CARE*, 5 ml de *SUPER 10*, 5 ml de *LDC* et 1 litre d'eau) ; D₃ (10 ml de *CARE*, 10 ml de *SUPER 10*, 10 ml de *LDC* et 1 litre d'eau) ; D₄ (15 ml de *CARE*, 15 ml de *SUPER 10*, 15 ml de *LDC* et 1 litre d'eau) ; D₅ (20 ml de *CARE*, 20 ml de *SUPER 10*, 20 ml de *LDC* et 1 litre d'eau).

APPLICATIONS DES TRAITEMENTS

L'application des traitements s'est faite sur une autre parcelle distante de 100 m de la parcelle précédente. Sur cette parcelle, une des variétés de maïs (*KOMSAYA*) a été semée. Les semis sont réalisés le même jour que sur l'autre parcelle. Cinq pulvérisateurs à main sont utilisés. Ils sont étiquetés *Ricinus*, *Hyptis*, *NECO*, Trois combattants et *REZO*. Un jour avant les

traitements, des contrôles de plants de maïs ont permis de relever 180 pieds de maïs (30 pieds de maïs pour chaque extrait de plante, 30 pieds pour chaque insecticide chimique et 30 plants témoins) comportant des larves de *S. frugiperda* à différents stades de développement (stade 1 ; stade 2 ; stade 3 ; stade 4 ; stade 5 et stade 6). Ceci afin de mieux juger les produits insecticides. Ces pieds de maïs sont protégés par des cages composées d'un support métallique recouvert d'une toile transparente de couleur blanche afin d'isoler les larves de *S. frugiperda*. Le jour suivant, les larves de *S. frugiperda* ont été traitées aux différentes concentrations des extraits aqueux et des insecticides chimiques. Les traitements sont réalisés très tôt le matin entre 06 heures et 06 heures 30 minutes toutes les deux semaines. Les larves vivantes de *S. frugiperda* ont été dénombrées 24 et 48 heures après traitement. Trois répétitions ont été faite par concentration de produit.

La dose létale 50 (DL₅₀) est celle qui provoque la mort de 50 % des larves de *S. frugiperda* traitées au bout de 24 heures. Elle a été déterminée pour le *Ricinus*, l'*Hyptis*, le *NECO* et les Trois combattants par la méthode de Finney (1971).

$$\text{Pourcentage de feuilles attaquées par pied} = \frac{\text{Nombre de feuilles attaquées}}{\text{Nombre total de feuilles}} \times 100$$

Détermination de la variété de maïs la moins attaquée par les larves de *S. frugiperda*

Trois (3) parcelles élémentaires de variétés les plus vulgarisées dans la localité de Niellé ont été choisies. Il s'agit des variétés *WARI*, *KOMSAYA* et *EV 8728-SR*. Pour chaque variété, 30 pieds ont été choisis par parcelle élémentaire selon la technique d'échantillonnage du tableau I ; soit au total 90 pieds choisis. Les travaux sont conduits sur des parcelles élémentaires non traitées contre ce ravageur. ANALYSE DE DONNEES

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel *STATISTICA* version 7.1. L'analyse de variance (ANOVA) et le test de Student-Newman-keuls (SNK) au seuil de 5 % ont permis d'analyser et comparer les taux moyens globaux d'attaque des feuilles et les taux de mortalité des larves de *S. frugiperda*. Les résultats du test dose-

EVALUATION DES DEGATS CAUSES PAR LES LARVES DE *S. frugiperda*

Caractérisation des techniques d'échantillonnage dans la parcelle expérimentale

Pour évaluer les dégâts chaque semaine, 30 pieds de maïs de chaque variété ont été choisis de façon aléatoire et marqués selon une ligne en zigzag par parcelle élémentaire (Martin *et al.*, 2006 ; Hamilton *et al.*, 2009) dans le sens de la diagonale pendant 10 semaines. Ces dégâts sont évalués suivant les quatre stades phénologiques du maïs.

Incidence des attaques de *S. frugiperda* dans la parcelle expérimentale

Les observations ont porté sur les feuilles de chaque pied de maïs choisi suivant les quatre stades phénologiques du maïs (stade de la levée, de la montaison, de la floraison et de l'épiaison). Toutes les feuilles de chaque pied de maïs ont été dénombrées et inspectées pour rechercher les feuilles attaquées par les larves de *S. frugiperda*. Ainsi, le pourcentage de feuilles attaquées a été calculé selon la formule suivante (Isirima *et al.*, 2010 ; N'ta *et al.*, 2013) :

réponse sont soumis à une analyse de probit selon la méthode de Finney (1971). Le logiciel *XLSTAT* version 2020 a été utilisé pour calculer la dose létale (DL₅₀) des produits insecticides à l'exception du *REZO*.

RESULTATS

DEGATS CAUSES PAR LES LARVES DE *S. Frugiperda* AUX FEUILLES SUIVANT LES QUATRE STADES PHENOLOGIQUES DU MAÏS

Les taux moyens d'attaque des feuilles des trois (3) variétés de maïs par les larves de *S. frugiperda* faibles au cours de la levée, ont augmenté durant les autres stades phénologiques. Les taux moyens d'attaque les plus importants ont été observés à la floraison pour les 3 variétés avant de se stabiliser à l'épiaison (Figure 1).

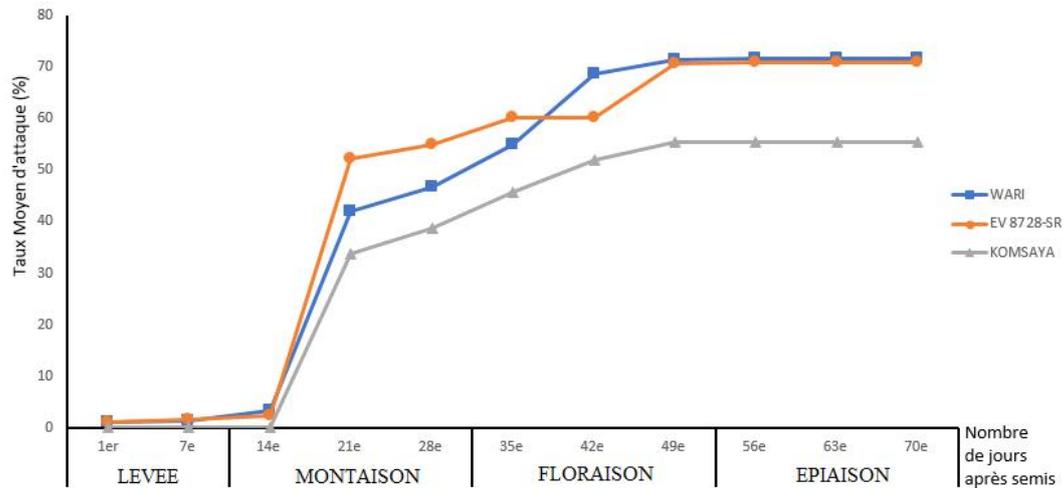


Figure 1 : Taux moyen d'attaque (%) de *S. frugiperda* sur les variétés de maïs

VARIETES DE MAÏS LA MOINS ATTAQUEE PAR LES LARVES DE *S. Frugiperda*

Les taux moyens globaux d'attaque des feuilles de chaque variété ont été de 45,91 ; 46,91 et 35,61 % respectivement pour la variété *WARI*,

EV 8728-SR et *KOMSAYA* (Figure 2). L'analyse statistique n'a pas révélé de différence significative entre les taux moyens globaux d'attaque des feuilles des variétés de maïs par les larves de *S. frugiperda* ($F = 0,54$; $ddl = 2$; $p = 0,58$). Il n'y a pas eu de variété la moins attaquée par les larves de *S. frugiperda*.

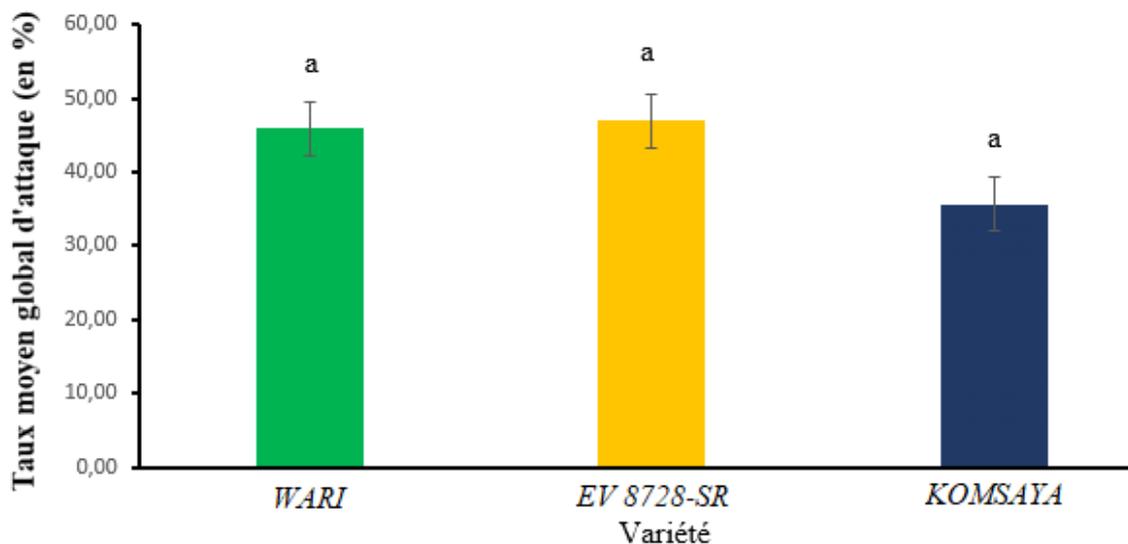


Figure 2 : Taux moyens globaux d'attaque des feuilles des variétés de maïs par les larves de *S. frugiperda*.

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 % : $F = 0,54$; $ddl = 2$; $p = 0,58$.
Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

EFFETS DES PRODUITS INSECTICIDES SUR LES LARVES DE *S. Frugiperda*

Larves de stade 1

Le traitement avec *Ricinus communis* a entraîné une mortalité élevée de $51,72 \pm 11,95$ % des larves au stade 1 avec la dose de D_5 (100 g/L) à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 1). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 110,10$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 90,14$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Le traitement avec *Hyptis suaveolens* a provoqué une mortalité plutôt remarquable avec les doses D_4 (50 g/L) et D_5 (100 g/L) donnant la même valeur de $11,49 \pm 4,98$ % à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 1). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 110,10$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 90,14$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Sous l'effet de *NECO*, le traitement aux doses de D_2 (2,38 g/L), D_3 (3,12 g/L), D_4 (4,54 g/L) et D_5 (8,33 g/L), le traitement avec le *NECO* a engendré un fort taux de mortalité qui est de 100 ± 0 % à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 1). L'analyse statistique a fait apparaître des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 110,10$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 90,14$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Les applications des Trois combattants aux doses de D_1 (3 ml), D_2 (15 ml), D_3 (30 ml), D_4 (45 ml) et D_5 (60 ml) ont donné les taux de mortalité respectifs de $37,93 \pm 10,69$ %, $93,10 \pm 11,95$ %, 100 ± 0 %, 100 ± 0 %, 100 ± 0 % à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 1). L'analyse statistique a fait apparaître des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 110,10$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 90,14$; $ddl = 21$; $p < 0,001$). L'application du *REZO* à la dose de 0,133 g/L a donné les mêmes taux de mortalité moyennement élevés de $64,28 \pm 12,37$ % 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 1).

Tableau 1 : Taux de mortalité (%) à 24 et 48 heures des larves de stade 1 de *S. frugiperda* suite à la pulvérisation des produits insecticides.

Période de contrôle après traitement	Produit insecticide	Dose en g/L et en mL					Témoin de référence (REZO)	Témoin
		D1	D2	D3	D4	D5		
24 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	51,72 ± 11,95 c		
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	11,49 ± 4,98 de	11,49 ± 4,98 de	64,28 ± 12,37 b	3,33 ± 0 e
	NECO	31,03 ± 11,95 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		
	Trois combattants	37,93 ± 10,69 d	93,10 ± 11,95 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		
48 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	4,76 ± 2,06 e	9,52 ± 4,12 de	51,72 ± 11,95 bc		
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	4,76 ± 2,06 e	11,49 ± 4,98 de	11,49 ± 4,98 de	64,28 ± 12,37 b	4,44 ± 1,93 e
	NECO	31,03 ± 11,95 cd	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		
	Trois combattants	37,93 ± 10,69, c	93,10 ± 11,95 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.
 Taux de mortalité à 24 heures : F= 110,10 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Taux de mortalité à 48 heures : F = 90,14 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Moyenne de trois répétitions (n = 30)
 Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes pour chaque durée de traitement.

Larves de stade 2

Les applications du *R. communis* ont entraîné un taux de mortalité identique de $5,75 \pm 2,09$ % des larves au stade 2 avec les doses de 50 g/L et 100 g/L 48 heures après traitement (Tableau 2). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 108,22$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à Quarante-huit heures ($F = 79,05$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Le traitement avec *H. suaveolens* a entraîné un taux de mortalité un plus important des larves au stade 2 avec les doses de 50 g/L et 100 g/L qui sont respectivement de $5,75 \pm 2,09$ % et de $11,49 \pm 4,98$ % seulement qu'à 48 heures après traitement (Tableau 2). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 108,22$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 79,05$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Le traitement avec *NECO* aux doses de 2,38 g/

L ; 3,12 g/L ; 4,54 g/L et 8,33 g/L ont provoqué un fort taux de mortalité qui est de 100 ± 0 % 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 2). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 108,22$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 79,05$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Les applications des Trois combattants aux doses de 15 ml ; 30 ml ; 45 ml et 60 ml ont provoqué un fort taux de mortalité qui est de $72,41 \pm 11,95$ % pour 15 ml et de 100 ± 0 % pour 30 ml ; 45 ml et 60 ml 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 2). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 108,22$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 79,05$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Le traitement avec *REZO* à la dose de 0,133 g/L a donné les mêmes taux de mortalité faibles de $37,93 \pm 10,69$ % 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 2).

Tableau 2 : Taux de mortalité (%) à 24 et 48 heures des larves de stade 2 de *S. frugiperda* suite à la pulvérisation des produits insecticides.

Période de contrôle après traitement	Produit insecticide	Dose en g/L et en mL					Témoin de référence (REZO)	Témoin
		D1	D2	D3	D4	D5		
24 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d		
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	37,93 ± 10,69 c	3,33 ± 0 d
	NECO	18,39 ± 1,99 cd	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		
	Trois combattants	18,39 ± 1,99 cd	72,41 ± 11,95 b	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		
48 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	5,75 ± 2,09 e	5,75 ± 2,09 e		
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	5,75 ± 2,09 e	11,49 ± 4,98 de	37,93 ± 10,69 c	3,33 ± 0 e
	NECO	18,39 ± 1,99 de	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		
	Trois combattants	18,39 ± 1,99, c	72,41 ± 11,95 b	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a		

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.
 Taux de mortalité à 24 heures : F = 108,22 ; dd l= 21 ; p < 0,001. Taux de mortalité à 48 heures : F = 79,05 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Moyenne de trois répétitions (n = 30).
 Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes pour chaque durée de traitement..

Larves de stade 3

Le traitement avec *R. communis* à la dose de 100 g/L seule des larves au stade 3 a engendré un taux de mortalité de $5,75 \pm 2,09$ % à 48 heures après traitement (Tableau 3). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 409,55$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 254,68$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Les applications du *H. suaveolens* à la dose de 100 g/L seule a donné un taux de mortalité de $5,75 \pm 2,09$ % à 48 heures après traitement (Tableau 3). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 409,55$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 254,68$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Sous l'effet de *NECO*, seules les doses de 2,38

g/L ; 3,12 g/L ; 4,54 g/L et 8,33 g/L ont provoqué un fort taux de mortalité qui est de 100 ± 0 % 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 3). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 409,55$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 254,68$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Le traitement avec Trois combattants aux doses de 3 ml ; 15 ml ; 30 ml ; 45 ml et 60 ml ont donné respectivement un taux de mortalité de $11,49 \pm 4,98$ % ; $58,62 \pm 0$ % ; 100 ± 0 % ; $86,21 \pm 11,95$ % et 100 ± 0 % 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 3). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 409,55$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 254,68$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

L'application du *REZO* à la dose de 0,133 g/L a donné un taux de mortalité nul 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 3).

Tableau 3 : Taux de mortalité (%) à 24 et 48 heures des larves de stade 3 de *S. frugiperda* suite à la pulvérisation des produits insecticides.

Période de contrôle après traitement	Produit insecticide	Dose en g/L et en mL					Témoin de référence (REZO)	Témoin
		D1	D2	D3	D4	D5		
24 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	3,33 ± 0 d
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d
	NECO	5,75 ± 2,09 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	Trois combattants	11,49 ± 4,98 d	58,62 ± 0 c	100 ± 0 a	100 ± 0 a			
48 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	5,75 ± 2,09 d	3,33 ± 0 d
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d
	NECO	5,75 ± 2,09 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	Trois combattants	11,49 ± 4,98 d	58,62 ± 0 c	100 ± 0 a	100 ± 0 a			

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.
 Taux de mortalité à 24 heures : F = 409,55 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Taux de mortalité à 48 heures : F = 254,68 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Moyenne de trois répétitions (n = 30).
 Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes pour chaque durée de traitement.

Larves de stade 4

Le traitement avec *R. communis* à la dose de 100 g/L seule des larves au stade 4 a révélé un taux de mortalité de $5,75 \pm 2,09$ % à 48 heures après traitement (Tableau 4). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 161,06$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 89,74$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Le traitement avec *H. suaveolens* à la dose de 100 g/L seule des larves au stade 4 a obtenu un taux de mortalité de $5,75 \pm 2,09$ % à 48 heures après traitement (Tableau 4). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 161,06$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 89,74$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Les applications du *NECO* aux doses de 2,38

g/L ; 3,12 g/L ; 4,54 g/L et 8,33 g/L ont engendré quant à elles un fort taux de mortalité qui est de 100 ± 0 % 24 heures et 48 heures après traitement (Tableau 4). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 161,06$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 89,74$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Le traitement avec Trois combattants aux doses de 30 ml et 60 ml ont entraîné les taux de mortalité les plus élevés (Tableau 4). L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 161,06$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 89,74$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Le traitement avec *REZO* à la dose de 0,133 g/L a donné encore un taux de mortalité nul à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 4).

Tableau 4 : Taux de mortalité (%) à 24 et 48 heures des larves de stade 4 de *S. frugiperda* suite à la pulvérisation des produits insecticides.

Période de contrôle après traitement	Produit insecticide	Dose en g/L et en mL					Témoin de référence (REZO)	Témoin
		D1	D2	D3	D4	D5		
24 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	3,33 ± 0 d
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d
	NECO	5,75 ± 2,09 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	Trois combattants	11,49 ± 4,98 d	58,62 ± 0 c	100 ± 0 a	100 ± 0 a			
48 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	5,75 ± 2,09 d	3,33 ± 0 d
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d
	NECO	5,75 ± 2,09 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	Trois combattants	11,49 ± 4,98 d	58,62 ± 0 c	100 ± 0 a	100 ± 0 a			

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.
 Taux de mortalité à 24 heures : F = 161,06 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Taux de mortalité à 48 heures : F = 89,74 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Moyenne de trois répétitions (n = 30).
 Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes pour chaque durée de traitement.

Larves de stade 5

Les applications du *R. communis* aux 5 doses ont engendré un taux de mortalité nul des larves au stade 5 vingt-quatre heures et quarante-huit heures après traitement (Tableau 5). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 67,99$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 63,87$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Le traitement avec *H. suaveolens* à la dose de 100 g/L seule a donné un taux de mortalité considérable de $5,75 \pm 2,09\%$ 48 heures après traitement (Tableau 5). L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 67,99$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 63,87$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Le traitement avec *NECO* aux doses de 2,38 g/L ; 3,12 g/L ; 4,54 g/L et 8,33 g/L a mentionné

un fort taux de mortalité de $100 \pm 0\%$ à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 5). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 67,99$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 63,87$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Les applications des Trois combattants à la dose de 60 ml ont montré un taux de mortalité le plus élevé à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 5). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 67,99$; ddl = 21 ; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 63,87$; ddl = 21 ; $p < 0,001$).

Sous l'effet de *REZO*, le traitement à la dose de 0,133 g/L a donné encore un taux de mortalité nul à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 5).

Tableau 5 : Taux de mortalité (%) à 24 et 48 heures des larves de stade 5 de *S. frugiperda* suite à la pulvérisation des produits insecticides.

Période de contrôle après traitement	Produit insecticide	Dose en g/L et en mL					Témoin de référence (REZO)	Témoin
		D1	D2	D3	D4	D5		
24 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	1,11 ± 1,92 d
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d
	NECO	13,33 ± 5,77 c	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	Trois combattants	0 ± 0 d	19,54 ± 5,06 c	72,41 ± 11,95 b	86,21 ± 11,95 ab	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
48 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	2,22 ± 1,92 d
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d	0 ± 0 d
	NECO	13,33 ± 5,77 cd	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
	Trois combattants	0 ± 0 d	19,54 ± 5,06 c	72,41 ± 11,95 b	86,21 ± 11,95 ab	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a

Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.
 Taux de mortalité à 24 heures : F = 67,99 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Taux de mortalité à 48 heures : F = 63,87 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Moyenne de trois répétitions (n = 30)
 Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes pour chaque durée de traitement.

Larves au stade 6

Le traitement avec *R. communis* aux 5 doses a entraîné un taux de mortalité nul des larves au stade 6 vingt-quatre heures et quarante-huit heures après traitement (Tableau 6). L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 244,11$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 241,66$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Le traitement avec *H. suaveolens* aux 5 doses a entraîné un taux de mortalité nul des larves au stade 6 vingt-quatre heures et quarante-huit heures après traitement (Tableau 6). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 244,11$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 241,66$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Les applications du *NECO* aux doses de 2,38

g/L ; 3,12 g/L ; 4,54 g/L et 8,33 g/L seules ont enregistré un fort taux de mortalité de 100 ± 0 % à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 6). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 244,11$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 241,66$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Les applications des Trois combattants à la dose de 60 ml ont donné le taux de mortalité optimal (Tableau 6). L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre les taux de mortalité à 24 heures ($F = 244,11$; $ddl = 21$; $p < 0,001$) et à 48 heures ($F = 241,66$; $ddl = 21$; $p < 0,001$).

Le traitement avec *REZO* à la dose de 0,133 g/L a permis de noter un taux de mortalité nul à 24 heures et à 48 heures après traitement (Tableau 6).

Tableau 6 : Taux de mortalité (%) à 24 et 48 heures des larves de stade 6 de *S. frugiperda* suite à la pulvérisation des produits insecticides.

Période de contrôle après traitement	Produit insecticide	Dose en g/L et en mL					Témoin de référence (REZO)	Témoin
		D1	D2	D3	D4	D5		
24 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e
	NECO	11,49 ± 4,98 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	
	Trois combattants	0 ± 0 e	0 ± 0 e	65,52 ± 11,95 c	86,21 ± 11,95 b	100 ± 0 a	100 ± 0 a	
48 heures	Extrait aqueux de <i>R. communis</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	2,22 ± 1,92 e
	Extrait aqueux de <i>H. suaveolens</i>	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	0 ± 0 e	
	NECO	11,49 ± 4,98 d	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	
	Trois combattants	0 ± 0 e	0 ± 0 e	65,52 ± 11,95 c	86,21 ± 11,95 b	100 ± 0 a	100 ± 0 a	

Test de Newman-Keuls au seuil de 5%.
 Taux de mortalité à 24 heures : F = 244,11 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Taux de mortalité à 48 heures : F = 241,66 ; ddl = 21 ; p < 0,001. Moyenne de trois répétitions (n = 30).
 Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes pour chaque durée de traitement.

Dose létale 50 (DL₅₀) des produits insecticides testés sur larves de *S. frugiperda*

Sur les larves de stade 1, la DL₅₀ de *R. communis* a été de 94,95 g/L. Pour les autres produits insecticides, la DL₅₀ la plus faible a été de 1,95 g/L (*NECO*) et la plus élevée de 453,7 g/L (*H. suaveolens*) (Tableau 7). Sur les larves de stade 2, les DL₅₀ de *R. communis*, *H. suaveolens* et *NECO* ont été respectivement de 1029,28 g/L, 475,46 g/L et 1,98 g/L. Sur les larves de stade 2, les DL₅₀ de *R. communis* et *H. suaveolens* ont eu les valeurs les plus élevées

(135 g/L). La plus petite valeur a été obtenues avec le *NECO* (Tableau 7). Sur les larves de stade 4, la DL₅₀ de *R. communis* a été de 113,82 g/L. Pour les autres produits insecticides, la DL₅₀ la plus élevée a été de 456,11 g/L (*H. suaveolens*) et la plus faible a été de 2,02 g/L (*NECO*) (Tableau 7). Les DL₅₀ de *H. suaveolens* et *NECO* sur les larves de stade 5 ont été respectivement de 135 g/L et 2,05 g/L (Tableau 7). Quant au *R. communis*, il n'y a pas eu de DL₅₀. Les DL₅₀ du *NECO* et des Trois combattants augmentent en fonction des 6 stades larvaires pour atteindre respectivement 2,07 g/L et 28,30 g/L au stade 6 (Tableau 7).

Tableau 7 : Dose létale 50 (DL50) des produits insecticides testés sur larves de *S. frugiperda*.

Produit insecticide	Dose létale 50 (DL ₅₀) en g/L ou en ml					
	Larve de stade 1	Larve de stade 2	Larve de stade 3	Larve de stade 4	Larve de stade 5	Larve de stade 6
<i>Ricinus communis</i>	94,95	1029,28	135	113,82	-	-
<i>Hyptis suaveolens</i>	453,7	475,46	135	456,11	135	-
<i>NECO</i>	1,95	1,98	2,02	2,02	2,05	2,07
Trois combattants	3,79	6,94	9,81	17,92	22,99	28,30

- : Pas de résultat

DISCUSSION

Les taux moyens d'attaque des feuilles des 3 variétés de maïs (*WARI*, *KOMSA YA* et *EV 8728-SR*) par les larves de *S. frugiperda* ont augmenté suivant les 4 stades phénologiques de la plante et durant les 70 jours après semis (JAS). Les taux moyens d'attaque les plus importants ont été observés pour les 3 variétés à la floraison avant de se stabiliser à l'épiaison. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les larves de *S. frugiperda* ont à leur disposition une grande diversité de nourriture (feuille, tige et panicule). Ce qui influencerait la production agricole. Au cours de la levée, les faibles taux moyens d'attaque des feuilles des variétés *WARI* et *EV 8728-SR* s'expliqueraient par une faible présence des larves de *S. frugiperda*. Ces taux moyens d'attaque des feuilles pour les 3 variétés de maïs commencent à connaître une augmentation à partir de la montaison. Cela serait dû à une présence élevée des larves et de la qualité des feuilles. La stabilité observée à l'épiaison pourrait être dû à l'âge avancé des plants qui possèderaient des feuilles plus lignifiées et donc très difficiles à être consommées. Il aurait eu très peu de feuilles nouvellement formées et toutes les variétés auraient eu leurs feuilles attaquées. Ces larves

pourraient disparaître ou s'enfoncer dans le sol une fois complètement développées en fin de stade pour se transformer en chrysalides (Alejandro, 1988). Quant aux adultes femelles de *S. frugiperda*, elles auraient alors quitté la parcelle à la recherche de plante-hôte plus nutritives pour de nouvelles pontes afin de servir de nourriture pour la nouvelle génération de larves. Ces résultats sont en accord avec ceux de Yéboué *et al.* (2002) qui ont noté une baisse graduelle des altises (*Podagrica decolorata* et *Nisotra dilecta*) sur la culture du gombo du fait de l'âge avancé de la plante. Ces résultats sont également proches de ceux de Obodji *et al.* (2016) qui ont rapporté que le faible effectif des larves de *Leucinodes orbonalis* sur les plants de l'aubergine à la fin du cycle serait dû à leurs vieillissements. L'absence de différence significative entre les taux moyens globaux d'attaque des feuilles des 3 variétés de maïs par les larves révèle qu'il n'y a pas eu de variété la moins attaquée.

Certains produits insecticides ont entraîné la mort des larves de *S. frugiperda* à chaque stade larvaire en fonction des doses variant de 5,75 % à 100 % à 24 à 48 heures après traitement. Les jeunes larves (stade 1) ont été plus sensibles que les plus âgés (stade 6). Cela serait lié à la plus grande perméabilité de la cuticule des

jeunes insectes (Tano, 2012). Singh & Kaur (2016) ont également mentionné cette mortalité qui serait liée à la pénétration des composants bioactifs des extraits de plantes dans l'organisme des larves par la voie orale ou par la paroi corporelle. A des fortes doses (100 g/L), *Ricinus communis* et *Hyptis suaveolens* ont provoqué la mortalité des larves des stades 1 à 5 de 24 à 48 heures après traitement. Cette forte dose révèle l'inefficacité de *R. communis* et *H. suaveolens* qui a été confirmée par les valeurs de DL_{50} qui ont été les plus fortes. Ces résultats sont contraires à ceux de Tano *et al.* (2012), Bidiga & Nacro (2016), Mvuenga & Luhata (2017) qui ont mentionné, lors de leurs différentes études sur des adultes de Chrysomelidae, l'effet insecticide de *R. communis* et *H. suaveolens*. La mortalité observée serait liée aux propriétés insecticides des substances actives contenues dans les extraits (Ossey *et al.*, 2018). Sous l'effet du *NECO*, les taux de mortalité des larves ont connu une augmentation en fonction des doses et des stades larvaires variant de 31,03 % à la dose de 1,92 g/L au stade 1 à 100 % à la dose de 2,38 g/L du stade 1 à 6 à 24 à 48 heures après traitement. Ces résultats sont similaires à ceux de Ouedraogo *et al.* (2016) qui ont montré son efficacité à contrôler les adultes de *Sitophilus zeamais* au Burkina Faso. En effet, l'activité insecticide du *NECO 50 EC* serait dû à l'action des composés phénoliques tels que le thymol qui est le composé majoritaire de l'huile essentiel de *Ocimum gratissimum* à partir de laquelle le *NECO* a été formulé (Kassi *et al.*, 2014).

Tout comme le *NECO*, les applications des Trois combattants ont connu également des taux de mortalité croissante en fonction des doses et des stades larvaires variant de 37,93 % à la dose de 3 ml au stade 1 à 100 % à la dose de 30 ml pour les stades 1 à 4 et de 60 ml pour les 6 stades à 24 à 48 heures après traitement. Quant au témoin *REZO*, les applications à la dose de 0,133 g/L ont provoqué seulement la mort des larves de stade 1 à 2 variant respectivement de 64,28 à 37,93 %. Son inefficacité serait liée au contact des larves avec des produits insecticides. Ce qui pourrait entraîner la résistance de celles-ci à ces produits (Tano, 2012). Cette hypothèse a été également émise par Wei *et al.* (2001) et Séri-Kouassi (2004) qui ont rapporté que l'exposition des larves à certains produits serait susceptible d'entraîner le développement d'un système de détoxification de type Glutathion-S-Transférase (GST) capable d'accroître la résistance de celle-ci au traitement.

CONCLUSION

Cette étude a révélé que *S. frugiperda* a causé d'importants dégâts sur les feuilles des 3 variétés de maïs (*WARI*, *KOMSAYA* et *EV 8728-SR*). L'évaluation des dégâts des adultes de *S. frugiperda* a montré que les taux moyens d'attaque les plus importants ont été observés pour les 3 variétés à la floraison entraînant une baisse de la production agricole. Les taux moyens globaux d'attaque des feuilles des 3 variétés ont révélé que toutes les 3 variétés sont sujettes aux attaques des larves de *S. frugiperda*. Par conséquent, il n'y a pas eu de variétés moins attaquées.

L'évaluation de l'efficacité des produits insecticides sur les larves de *S. frugiperda* a donné des taux de mortalité plus élevés avec le *NECO*. Ces taux étaient de 100% à la dose de 2,38 g/L à 24 à 48 h après traitement. Le biopesticide *NECO 50 EC* peut donc être utilisé comme alternative à l'utilisation abusive des insecticides de synthèse pour réduire les dégâts du ravageur *S. frugiperda* et accroître la production du maïs en Côte d'Ivoire.

REFERENCES

- Alejandro C. Ortega, CIMMYT. 1988. Insectes ravageurs du maïs, guide d'identification au champ. ORSTOM, Paris, 115 p.
- ANADER. 2018. Rapport Annuel de l'ANADER, 13 P.
- Bidiga M. & Nacro S. 2016. Study of the Efficiency of the aqueous extract of *Azadirachta indica's* seeds and Deltamethrin on *Jatropha curcas* L. Insect Pests : Case of *Calidea panaethiopica* (Hemoptera: Scutelliridae) and *Aphthona whitfieldi* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Advances in Entomology*, 4 : 212-224.
- Boone, Peter, Stathacos, J. D. Charles, Wanzie, L. Rose. 2008. Évaluation sous régionale de la chaîne de valeurs du maïs, rapport technique ATP n°1. Bethesda, MD : projet ATP, Abt Associates Inc.
- CABI Note. 2017. Note de preuve sur la chenille légionnaire d'automne <https://www.cabi.org/cabi-publications/fall-armyworm-evidence-note-2017/> Consulté le 13 novembre 2018.
- CNRA. 2006. Bien cultiver le maïs en Côte d'Ivoire. Fiche technique du maïs. DPRAD/DIS, Abidjan, Côte d'Ivoire. 4p.

- Commodafrica. 2020. Agro-Agri-Afrique de l'Ouest. Production mondiale du maïs. <http://www.commodafrica.com/céréales/> Consulté le 07 novembre 2020.
- Esmenjaud D. 1984. Les noctuelles (Lépidoptères noctuidae) des Antilles françaises : données biologiques pour la conception d'une protection intégrée du maïs contre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) et *Heliothis zea* (Boddie) en Guadeloupe (Thèse de doctorat d'ingénieur) : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 194 p.
- Finney D. J. 1971. Probit analysis. Cambridge University Press, 3ed. Edition : 33 p.
- Goergen G, Kumar PL, Sankung SB, Togola A, Tamò M. 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa. PLoS ONE, DOI : 10.1371/journal.pone.0165632.
- Guillaumet J.L. & Adjanohoun E. 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mém. n°20, ORSTOM, Paris, 156-263.
- Hamilton AJ, Waters EK, Kim HJ, Pak WS, Furlog MJ. 2009. Validation of fixed sample size plans for monitoring Lepidopteran pests of *Brassica oleracea* crops in North *Economic Entomology* 102 (3) : 1336 -1346
- Isirima C. B., Umesi N. & Nnah M. B. 2010. Comparative studies on effects of garlic (*Allium Sativum*) and ginger (*Zingiber Officinale*) extracts on cowpea insects pest attack. *World Rural Observations*, 2(2) : 65-7.
- Kassi F. M., Badou O. J., Tonzibo Z. F., Salah Z. Amari L. D. G. E. & Koné D. 2014. Action du fongicide naturel NECO contre la cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) chez le bananier plantain (AAB) en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 75 : 6183-6191.
- Martin T, Assogba-Komlan F, Houndete T, Hougard JM and Chandre F. 2006. Efficacy of Mosquito Netting for Sustainable Small Holders' Cabbage Production in Africa. *Economic Entomology*. 99(2) : 450-454.
- Mvuenga E. M. & Luhata L. P. 2017. Evaluation of *Ricinus communis* extracts as a biopesticide for *Nisotra gemella* control. *Asian Research Journal of Agriculture*, 4(1) 1-9.
- N'ta A. I., Ibiang Y. B., Uyoh E. A., Edu N.E., Ekanem B. E. & John Q. E. 2013. Insect pest damage to leaves of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp): comparative effects of aqueous extracts of *Piper guineensis*, *Allium sativum* and *Myristica fragrans*, *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 3(2) : 17-20.
- Obodji A., L.R.N. Aboua, D.K.C. Tano, B.P. Séri-Kouassi. 2016. Inventory of entomofauna associated with African eggplant (*Solanum aethiopicum* L.) according to the phenological stages and assessment of damages caused by insect pests. *Journal of Advanced Studies in Agricultural, Biological and Environmental Sciences*, Vol.3.Issue.2. 12-21.
- OMS. 1991. L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique. Genève, 151p.pdf. Consulté le 10 août 2019.
- Ossey C.L., Aboua L.R.N., Tano D.K.C., ASSI A.N.M. & Obodji A. 2018. Effet insecticide, anti-appétant et répulsif des extraits aqueux de quatre plantes locales sur les adultes de *O. mutabilis* Sahlberg (Coleoptera : Chrysomelidae) au sud de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 14(5) : 50– 64.
- Ouedraogo I., Sawadogo A., Nebié R CH., Dakouo D. 2016. Evaluation de la toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon nardus* (L) et *Ocimum gratissimum* (L) contre *Sitophilus zeamais* Motsch et *Rhyzopertha dominica* F, les principaux insectes nuisibles au maïs en stockage au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(2) : 695-705
- Pascal N. 2019. Manuel de formation des formateurs sur la lutte intégrée contre la chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda*, 90 p. <http://manueldeformationpascalchenilegionnaireautomne.pdf> Consulté le 17 février 2020.
- Prasanna B.M., Huesing E.F., Eddy R., Virginia M. & Peschke M.V. 2018. La chenille légionnaire d'automne en Afrique : UN GUIDE POUR UNE LUTTE INTEGREE CONTRE LE RAVAGEUR, Première édition. Mexico, CDMX : CIMMY, 124 p.
- Séri-Kouassi B. P. 2004. Entomofaune du niébé (*Vigna unguiculata* L.WALP) et impact des huiles essentielles extraites de neuf plantes locales sur la reproduction de *Callosobruchus maculatus* FAB. (Coleoptera : Bruchidae) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'état ès- sciences. Université de Cocody (Côte d'Ivoire), 199 p.
- Singh A. & Kaur J. 2016. Toxicity of *Ricinus Communis* L. (Euphorbiaceae) Against the Third instar Larvae of *Musca domestica* (Diptera : Muscidae). *American Journal of*

- BioScience*. Special Issue : 4(3-1) : 5-10.
- Tano D.K.C. 2012. Contrôle de la population de *Coelaenomenodera lameensis* Berti et Mariau, 1999 (Coleoptera : Chrysomelidae), ravageur du Palmier à Huile, au moyen du Suneem 1%EC et d'extraits de plantes locales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat unique, Université Felix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, 139 p.
- Tano D.K.C., Aboua L.R.N., Séri-Kouassi B. Ph. & Koua K.H. 2012. Evaluation of the insecticidal activity of aqueous extracts of five plants on *Coelaenomenodera lameensis* Berti and Mariau (Coleoptera: Chrysomelidae) pest of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *International Journal of AgriScience*, 2(2) : 120-135.
- Wei S.H., Clark A.G. & Syvanen M. 2001. Identification and cloning of key insecticide-metabolizing glutathione S-transferase (Md GST-6A) from a hyper insecticide-resistant strain of the housefly *Musca domestica*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 31 : 1145-1153.
- Yara Côte d'Ivoire. 2020. Nutrition des cultures. Maïs. <https://www.yara.ci/fertilisation/fertilisation/maïs/maïs/> Consulté le 08 novembre 2020.
- Yéboué NL, Foua Bi K. & Kehe M. 2002. Inventaire de l'entomofaune associée à la culture du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) en zone forestière de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* (AISA), XIV (3) : 165-181.
- Zenner I, Arévalo H, Mejía R. 2007. El gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) y algunas plantas transgénicas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 1 (1): 103-113.
- Zirih G.N. & Kra A.K.M. 2003. Evaluation de l'activité anti fongique de *Microglossa pyrifolia* L. (Asteraceae) PYMI sur la croissance in vitro de *Candida albicans*. *Revue médicale et pharmacologie Africaine*, 17 : 01-19.