



Évaluation de l'effet insecticide d'une phéromone sexuelle « *Spodoptera frugiperda* lure » sur la chenille légionnaire de l'automne en culture du maïs dans le nord de la Côte d'Ivoire

Patrick Henri N'GUESSAN¹, Konan Didier KOUAME¹,
Kouadio Jacques Edouard YAO^{2*}, Félicia JOHNSON³,
Koffi Fernand Jean-Martial KASSI¹, Koffi Gaston KOUAME⁴, Gnénakan YEO⁵ et
Achi Laurent N'CHO⁵

¹ UPR de Physiologie et Pathologies Végétales, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny
Abidjan, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

² Laboratoire de l'Amélioration de la Production Agricole UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon
Guédé (UJLOG), B.P. 150 Daloa.

³ UPR d'Entomologie et gestion des écosystèmes, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny
Abidjan, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

⁴ Université Péléforo Gon COULIBALY (UPCG) Korhogo, Département de Biologie Végétale,

⁵ Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 1740, Abidjan, Côte d'Ivoire, Programme Maïs,
Mil, Sorgho

*Auteur correspondant ; E-mail : yaojacques87@gmail.com; Tel : 00225 0749433080.

Received: 11-07-2024

Accepted: 15-10-2024

Published: 31-10-2024

RESUME

Le maïs constitue la plus importante matière première dans la nutrition animale et humaine en Côte d'Ivoire. La chenille légionnaire d'automne (CLA) figure parmi les ravageurs, qui causent des pertes importantes allant de 50 à 100%. L'objectif de la présente étude visait à contribuer à la mise au point d'une méthode de lutte efficace contre la chenille légionnaire de l'automne (*Spodoptera frugiperda*) dans la culture du maïs en Côte d'Ivoire avec l'utilisation de phéromone sexuelle. Une méthode de lutte a été proposée par l'utilisation des insecticides contre *Spodoptera frugiperda*. Cette étude de bio efficacité d'une phéromone «*Spodoptera frugiperda* Lure » (SFL) a été constituée d'acétate de Z-7-dodécényle, acétate de Z-11-hexadécényle et acétate de Z-9-tétradécényle à Ferkessédougou. L'effet du SFL a été comparé à des parcelles traitées (T1) avec un insecticide binaire à double action à base d'Acétamipride à 25 g/l et Indoxacarbe 30 g/l recommandé dans la lutte contre les insectes et à des parcelles non traitées et sans phéromones (T0). Les SFL ont été placées au 14^{ème} jour après semis dans les parcelles aux densités de 8 (T2) ; 12 (T3) ; et 16 (T4) pièges/ha. Les parcelles traitées avec l'insecticide ont reçu une application chaque semaine. Les données du taux d'infestation ont montré qu'aux densités de 8, 12, 16 pièges /ha, les valeurs enregistrées ont été faible respectivement 27%, 12%, 10% largement aux parcelles témoins 42%. Le «*Spodoptera frugiperda* Lure» testé, a permis de protéger efficacement les champs de maïs contre la chenille légionnaire d'automne.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mot clés : Phéromone Sexuelle, Lutte Intégrée, Maïs, Chenille Légionnaire d'Automne, *Spodoptera frugiperda*

Evaluation of the insecticidal effect of the sex pheromone “*Spodoptera frugiperda* lure” on fall armyworm in maize cultivation

ABSTRACT

Maize is the most important raw material for animal and human nutrition in Côte d'Ivoire. The fall armyworm (CLA) is one of the pests that cause significant losses ranging from 50 to 100%. The aim of this study was to contribute to the development of an effective control method for the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize crops in Côte d'Ivoire using sex pheromones. The use of insecticides against *Spodoptera frugiperda* has been proposed as a control method. This bioefficacy study of a pheromone ‘*Spodoptera frugiperda* Lure’ (SFL) was made up of Z-7-dodecenyl acetate, Z-11-hexadecenyl acetate and Z-9-tetradecenyl acetate in Ferkessédougou. The effect of the SFL was compared to plots treated (T1) with a dual-action binary insecticide based on Acetamiprid 25 g/l and Indoxacarb 30 g/l recommended for insect control and to untreated plots without pheromones (T0). The SFLs were placed on the 14th day after sowing in the plots at densities of 8 (T2); 12 (T3); and 16 (T4) traps/ha. Plots treated with insecticide received one application each week. The infestation rate data showed that at the densities of 8, 12 and 16 traps/ha, the values recorded were low at 27%, 12% and 10% respectively, compared with 42% for the control plots. The ‘*Spodoptera frugiperda* Lure’ tested provided effective protection for maize fields against the armyworm.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Sex pheromone, Integrated Pest Management, Maize, Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*

INTRODUCTION

La production mondiale de maïs a atteint environ 850 millions de tonnes par an et est dominée par quelques pays principaux. En 2023, États-Unis était le plus grand producteur avec plus de 348 millions de tonnes et la Chine suit avec environ 21% de la production mondiale (FAO, 2021). En Côte d'Ivoire, la production nationale est estimée à environ 650 000 tonnes en 2020 (Faostat, 2022) Cette production est essentielle pour l'alimentation humaine et animale, ainsi que pour la production de biocarburants et d'autres produits industriels. Malgré cette importance du maïs, sa production est fortement limitée par les ravageurs et maladies. Parmi les contraintes liées à la production du maïs, la chenille légionnaire figure en bonne place. 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). Les infestations de ce ravageur durant le stade de développement du maïs peuvent entraîner des pertes de rendement allant de 15 à 73% (Hruska et al., 1997). Il a ainsi fait d'importants dégâts au Togo et au Nigeria. Au Togo, près de 30.000 à 40.000 ha de maïs ont été détruits (Tendeng et al., 2019 ; Balde et al., 2022). En

Côte d'Ivoire, une étude préliminaire réalisée en 2021 par les chercheurs du Centre Nationale de recherche Agronomique (CNRA) à Ferkessédougou a montré que les dégâts de la chenille légionnaire peuvent engendrer des pertes allant de 50 à 60% voire 100% dans certaines localités s'il n'y a pas de lutte (Prasanna et al., 2018). La gestion de ce bio agresseur dans la culture du maïs est difficile et les résultats d'enquêtes sur sa gestion ne permettent pas de porter un choix clair sur une méthode de lutte optimale et efficace. 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 (Pascal, 2019) ; Certains producteurs ont même recours à des applications de pesticides distribués pour la production de coton (Sinzogan et al., 2008). Cela entraîne une augmentation des coûts de production et une réduction de la densité et de la diversité de population d'insectes utiles entre autres les prédateurs naturels et les parasitoïdes. Une accumulation de résidus de pesticides dans les denrées alimentaires et une pollution de l'environnement pourraient survenir si rien n'est fait (Sinzogan et al., 2008). Les phéromones produites par les insectes sont

cruciales pour le système de communication sexuelle des mâles et des femelles dans un environnement naturel. Par conséquent, l'exploitation de ce comportement pour la surveillance et le piégeage de masse d'individus mâles à l'aide de la phéromone sexuelle femelle est d'une plus grande importance. Cela pourrait engendrer une lutte réussie contre la chenille légionnaire d'automne et constituerait l'un des outils importants de Gestion Intégrée des Ravageurs (IPM) pour une gestion écologique en réduisant la charge d'insecticides. Dans le monde entier le contrôle des nuisibles est orienté vers le développement des stratégies alternatives respectant l'environnement. Ces stratégies incluent l'utilisation d'appâts attractifs de l'adulte de la chenille légionnaire d'automne (Adandonon et al., 2009). C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui visait à contribuer à la mise au point d'une méthode de lutte efficace contre la chenille légionnaire de l'automne (*Spodoptera frugiperda*) dans la culture du maïs en Côte d'Ivoire avec l'utilisation de phéromone sexuelle.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'essai a été réalisé dans le département de Ferkessedougou sur le site expérimental du cabinet Agriculture Recherche et Développement (AGRED-CI) situé entre les longitudes 005°14'03,8" Ouest et les latitudes 09°36'05,9" Nord. La pluviométrie annuelle est comprise généralement entre 1 000 mm et 1 400 mm avec une température moyenne qui oscille entre 28°C et 32°C. Les sols y sont ferrallitiques, peu profonds sur granite ou gneiss (Guillaumet et Adjanohoun, 1971).

Matériel

Matériel végétal et technique

Le matériel végétal a été constitué de plants de maïs au stade végétatif âgés de 14 jours après semis, stade à partir duquel les infestations de la chenille légionnaire d'automne commencent. Le matériel technique a été constitué de pièges de type Funnel Trap et d'appât à phéromone.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a été un bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Une parcelle d'une superficie de 3 ha a été utilisée et subdivisée en trois parties. Une répétition a été constituée d'une parcelle d'un hectare (10 000 m²). Dans chacune des répétitions cinq traitements ont été effectués. Les traitements témoins ont été T0 (Témoin absolu) avec des plants de maïs sans application d'insecticide ni de piège à phéromone et T1 (Témoin relatif) constitué de pieds traités un insecticide binaire à double action à base d'Acétamipride à 25 g/l et Indoxacarbe 30 g/l recommandé dans la lutte contre les insectes; T2 : phéromone à la dose de 12 pièges/ha ; T3 : phéromone à la dose de 8 pièges/ha ; T4 : phéromone à la dose de 16 pièges/ha (Figure1). Ces doses ont été définies sur la base qui guide proposé par les travaux de Tefera et al. (2019). Au total, 50 plants ont été évalués pour chaque traitements.

Méthodes

Pose des pièges à phéromone et traitement d'insecticide

Les pièges à phéromone ont été placés dans le champ (Figure 2) au 14^e jour après semis du maïs (période favorable au début des infestations de la chenille légionnaire d'automne). L'expérimentation a duré 30 jours correspondant à l'expiration de l'effet de l'appât à phéromone. Au cours de cette période, le produit VIPER a été apporté chaque semaine (7 jours). Les parcelles élémentaires avaient une superficie un hectare ; Les applications insecticides (T1) ont été faites appliquant un insecticide binaire à double action à base d'Acétamipride à 25 g/l et Indoxacarbe 30 g/l recommandé dans la lutte contre les insectes. De plus, les phéromones ont été utilisés pour le piégeage ont été T2, T3 et T4. T2 était 8 pièges à phéromone/ha, T3 : 12 pièges à phéromone/ha ; et T4 : 16 pièges à phéromone/ha.

Collecte des données

Les chenilles légionnaires adultes et vivantes ont été collectées tous les deux jours et dénombrés (Figures 4 et 5). La collecte des données a duré trente jours (30 j) correspondant à l'expiration de l'effet de l'appât à phéromone.

Evaluation du taux d'infestation de la chenille légionnaire

Dans chaque parcelle élémentaire, le taux d'infestation de la chenille a été évalué. Ainsi, pour couvrir le plus d'espace possible dans la parcelle, un l'échantillonnage en « W » a été utilisé (Figure 4). Dans la parcelle élémentaire, il faudrait marcher en dessinant la lettre « W ». À chaque numéro du schéma, 10 plants alignés ont été inspectés minutieusement en regardant dans les cornets. S'il y a des dommages récents sur les feuilles ou des excréments frais ou présence de la chenille, la plante est notée infestée. Puis, un taux d'infestation est calculé pour cette parcelle.

$$\text{Taux d'infestation}(\%) = \frac{\text{nombre de plants infectés}}{10 \text{ plants}}$$

Evaluation de la sévérité de l'infestation de la chenille

Les paramètres phytosanitaires ont porté sur les dégâts dus à la chenille légionnaire. L'évaluation du degré de sévérité de l'infestation de la chenille a été réalisée simultanément à celle du taux d'infestation. Cette évaluation a concerné l'évolution quantitative du degré d'attaque, c'est-à-dire le pourcentage de la surface foliaire infestée (Figure 3). L'incidence des attaques de la chenille. Le nombre de chenilles par plant a été estimé par comptage des chenilles présentes

sur la plante. Les feuilles ont été ouvertes pour chercher des chenilles cachées dans les gaines des feuilles sommitales. L'incidence d'attaque (%) a été calculée 30 jours après le semis (lors de la deuxième observation) par l'établissement du rapport entre le nombre de plants attequés et le nombre total de plants dans une parcelle. Elle a consisté à affecter une échelle standard appelée score noté de 1 à 9, en fonction du degré de la surface foliaire infestée ou attequée (Figure 4).

Collecte des adultes de la chenille légionnaire capturés

Les adultes de la chenille légionnaire capturés ont été collectés tous les deux jours et dénombrés.

Collecte des chenilles légionnaires vivantes

Une inspection minutieuse tous les deux jours des cornets a été réalisée, afin de rechercher la présence de chenilles légionnaires. Celles-ci ont été collectées et dénombrées.

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA 7.1. Une analyse de variance (ANOVA 1) a été réalisée. En cas de différences, le test LSD (Low Significatives Differences) au seuil de 5% a été effectué pour séparer les traitements en groupes homogènes.

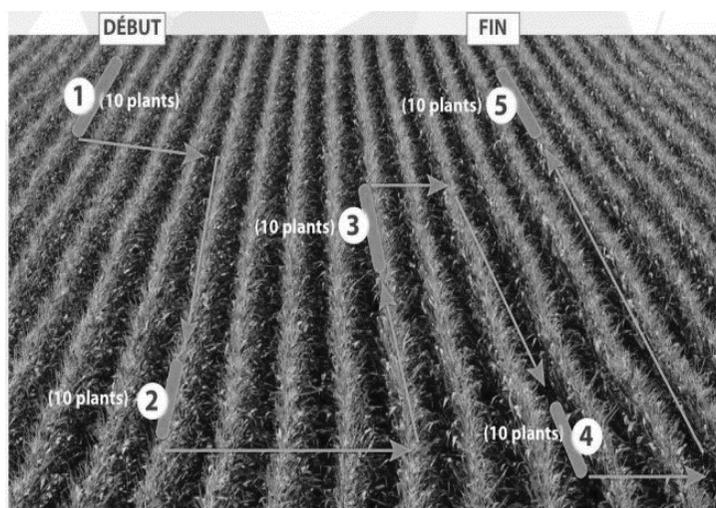


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental et plan d'échantillonnage d'un champ.



Figure 2: Pose de pièges à phéromone.

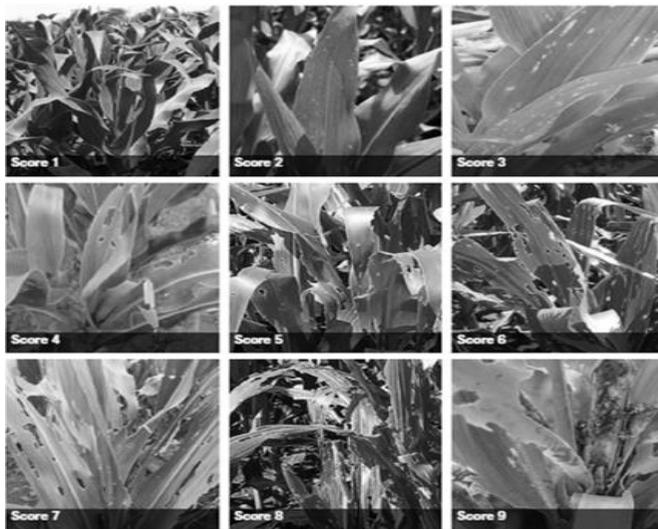


Figure 3: Echelle de notation des dégâts causés par la chenille légionnaire (score 1 à 9).



Figure 4: Adulte de la chenille légionnaire d'automne capturé par le piège à phéromone.



Figure 5: Collecte de chenilles légionnaires d'automne vivantes.

RESULTATS

Effet des traitements sur le taux d'infestation de la chenille légionnaire d'automne

Le Tableau 1 présente les taux moyens d'infestation de la chenille légionnaire. Les taux moyens ont été plus faibles pour T4 (16 pièges à phéromone/ha) avec 10% d'infestation. Par contre, les plus forts taux d'infestation ont été obtenus avec les traitements témoins (T0 et T1) avec des valeurs respectives de 42 et 33%.

Effet des traitements sur la sévérité des attaques de la chenille légionnaire d'automne

Les taux moyens de sévérité de la chenille légionnaire sur les feuilles de maïs les plus faibles ont été notés avec les T3 et T4 (Tableau 2). Les sévérités les plus importantes ont été observées avec le traitement T0 (témoin absolu) avec une valeur de 7% suivie du T1 (5%).

Effet des traitements sur le nombre d'adultes de la chenille légionnaire d'automne (CLA) capturés

Le comptage du nombre de chenille légionnaire d'automne a montré que plus d'adultes ont été capturés dans les parcelles de du traitement T4 (16 pièges à phéromone/ha) avec 134 individus relativement à celles des parcelles T2 et T3 (Tableau 3).

Effet des traitements sur le nombre de chenilles légionnaires d'automne vivantes collectées

Le Tableau 4 présente le nombre de chenille légionnaire d'automne collecté en fonction des traitements. Les nombres moyens de chenilles légionnaires vivantes les plus faibles observées ont été obtenus avec le traitement T4 (23 individus). Par contre, avec les témoins T0 (378 chenilles) et T1 (104 chenilles), les nombres d'individus ont été les plus importants. L'analyse statistique avait montré que les parcelles élémentaires ayant reçues les pièges à phéromones ont permis d'enregistrer moins de chenilles légionnaires vivants ($P \leq 0,05$).

Tableau 1 : Taux d'infestation de la chenille légionnaire d'automne (CLA) en fonction des traitements.

Paramètre évalué	Traitements				
	T0	T1	T2	T3	T4
Taux d'infestation (%)	42 ± 1,05 ^a	33 ± 1,05 ^c	12 ± 1,05 ^d	27 ± 1,05 ^b	10 ± 1,05 ^d

± S : erreur standard ; sur la même ligne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de LSD à 5%) ; les valeurs représentent la moyenne des trois répétitions

Tableau 2 : Sévérité des attaques de la chenille légionnaire d'automne en fonction des traitements.

Paramètre évalué	Traitements				
	T0	T1	T2	T3	T4
Sévérité	7 ± 0,05 ^a	5 ± 1,05 ^b	2 ± ,08 ^c	3 ± 1,22 ^{bd}	2 ± 0,01 ^c

± S : erreur standard ; sur la même ligne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de LSD à 5%) ; les valeurs représentent la moyenne des trois répétitions.

Tableau 3 : Nombre d'adultes de la chenille légionnaire d'automne (CLA) capturés en fonction des traitements.

Paramètre évalué	Traitements		
	T2	T3	T4)
Nombre d'adultes de CLA capturés	130 ± 0,03 ^a	64 ± 0,05 ^b	132 ± 1,00 ^a

± S : erreur standard ; sur la même ligne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de LSD à 5%) ; les valeurs représentent la moyenne des trois répétitions

Tableau 4 : Nombre de CLA vivantes collectées en fonction des traitements.

Paramètre évalué	Traitements				
	T0	T1	T2	T3	T4
Nombre de CLA vivantes collectées	378 ± 1,05 ^a	104 ± 1,05 ^b	32 ± 1,05 ^d	88 ± 1,05 ^c	23 ± 1,05 ^e

± S : erreur standard ; sur la même ligne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de LSD à 5%) ; les valeurs représentent la moyenne des trois répétitions.

DISCUSSION

Nos résultats ont montré que plus le nombre de pièges /ha de "Component Fruit Fly Lure" est élevé, moins le taux moyen d'infestation de la chenille légionnaire est important. En outre, avec ce dispositif le degré

de sévérité des attaques par la CLA est moins élevé lorsque la densité de pièges augmente. Les différentes densités des pièges à phéromones ont permis de capturer les adultes de CLA. Les captures sont plus importantes dans les parcelles de 16 pièges à

phéromone/ha. Un scénario similaire a été observé avec les travaux de Kavyashree et al. (2022) qui ont également évalué des phéromones sexuelles comparées à des modules utilisant des insecticides. Par conséquent, l'utilisation des pièges à phéromones sur le terrain pour la gestion de la chenille légionnaire d'automne peut constituer un élément important du module IPM (Kavyashree et al., 2022). La performance d'un piège à phéromones dépend principalement de la composition appropriée du mélange de phéromones, du taux de chargement de phéromones, le type de matériau dans lequel les phéromones sont imprégnées et son taux de distribution (Sharath et al., 2022). Dans notre cas, le *Spodoptera frugiperda* Lure » (SFL) est constituée de trois composantes synthétiques de *S. frugiperda* : des acétates de Z-7-dodécényl, Z-11-hexadécényl et Z-9-tétradécényl. Cette triple composition lui confère une performance pour attirer et capturer les adultes mâles par une communication sexuelle. En effet, les études menées par Haenniger et al. (2020) sur les souches en Afrique de l'ouest ont montré que les souches femelles présentaient la même composition de phéromones. Elle était composée d'environ 97% d'acétate de (Z)-9-tétradécényl (Z9-14 : Ac), 2% d'acétate de (Z)-7-dodécényl (Z7-12 : Ac) et 1% (Z)-9-acétate de dodécényl (Z9-12: Ac). Ils avaient des réponses électrophysiologiques similaires et tous se sont accouplés environ trois heures en scotophase. Les résultats obtenus montrent que les différentes densités de «*Spodoptera frugiperda* Lure» ont permis de réduire le nombre et dégâts des chenilles légionnaires vivant dans les parcelles et l'émergence des adultes nocturnes par rapport aux parcelles non traitées et celles ayant reçues les applications d'insecticides. Ces différences significatives du nombre de CLA entre les différentes densités de SFL et les témoins, pourraient confirmer l'efficacité des attractifs sexuels dans la protection des parcelles de maïs contre

la chenille légionnaire de l'automne. En effet, selon, les travaux de Sorho et al. (2022), l'application des attractifs alimentaires (3-Component Fruit Fly Lure dans les vergers de manguiers en Côte d'Ivoire, a permis d'obtenir une différence hautement significative du niveau d'infestation, entre les vergers traités non traités et ceux qui l'ont été. Le faible nombre de CLA vivantes obtenu des parcelles traitées avec les produits « SFL » pourrait s'expliquer par le fait que les phéromones sexuelles bloquent le cycle de développement de l'insecte au stade adulte en empêchant l'accouplement. Les pontes d'œufs par les femelles sont ainsi réduites.

Conclusion

L'étude a permis d'évaluer l'efficacité de l'appât à phéromone (Leurres *Spodoptera frugiperda*). Les résultats ont montré que les parcelles ayant reçues les pièges à phéromone ont eu des taux d'infestation considérablement réduits. L'appât à phéromone a eu des effets plus significatifs que ceux de l'insecticide à base d'Acétamipride à 25 g/l et Indoxacarbe 30 g/l recommandé dans la lutte contre les insectes. Les doses de 12 et 16 pièges/ha ont été les meilleures pour réduire les infestations de la chenille légionnaire d'automne et ont des effets significativement identiques. Les phéromones produites par les insectes sont cruciales pour le système de communication sexuelle des mâles et des femelles dans un environnement naturel. Par conséquent, l'exploitation de ce comportement pour la surveillance et le piégeage de masse d'individus mâles à l'aide de la phéromone sexuelle est d'une plus grande importance dans la gestion réussie de la légionnaire d'automne et constitue l'un des outils importants de l'IPM pour une gestion écologique de la chenille légionnaire d'automne en réduisant la charge d'insecticide.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts concernant cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce travail a été réalisé avec la collaboration de tous les auteurs. L'auteur correspondant de l'article, YKJE, a réalisé le travail, analysé les données et rédigé le manuscrit. NPH, KKD, KKFJL, KKYE, KKN et KD ont contribué à l'interprétation des données et à la révision critique du contenu de l'article. KKD, l'initiateur de l'activité de recherche, a lu et corrigé le manuscrit. Le manuscrit final a été approuvé par tous les auteurs

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Laboratoire de UFHB, le Cabinet AGRECI, La Société SCB et la Société SODIA pour avoir apporté leur soutien matériel et technique pour la réalisation des travaux de recherche.

REFERENCES

- Adandonon A, Vayssières J, Sinzogan A, Van Mele P. 2009. Density of pheromone sources of the weaver ant *Oecophylla longinoda* affects oviposition behaviour and damage by mango fruit flies (Diptera: Tephritidae). *International Journal of Pest Management*, **55**: 285-292. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670870902878418>
- Balde A, Labou B, Tendeng E, Sylla E, Diatte M, Ndiaye IA, Seydi O, Diop P, Sene SO, Diarra K. 2022. Effet de la technologie Push-pull sur le contrôle naturel de la chenille légionnaire du maïs au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **16**(3): 948-956. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.5>
- FAOSTAT.2021. IC de production. <http://www.fao.org/faostat/fr/data/QC>.
- Goergen G, Kumar PL, Sankung SB, Togola A, Tamo M. 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa. *PLoS ONE*, **11**(10): DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165632>.
- Guillaumet J, Adjanohoun E. 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In *Le Milieu Naturel de la Côte d'Ivoire*. Mém. n°20, ORSTOM ; p. 156-263.
- Haenniger S, Goergen G, Akinbuluma M. 2020. Sexual communication of *Spodoptera frugiperda* from West Africa: Adaptation of an invasive species and implications for pest management. *Sci Rep.*, **10**(1): 2892. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59708-7>
- Hruska G, Kouakou M, Kobenan K, Didi R, Bini K, Ochou O. 1997. Détection de la Chenille Légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Coleoptera : Noctuidae) et Premières Observations sur sa Biologie en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, **15**(12): 332-345. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n12.p332>.
- Kavyashree B, Sharanabasappa S, Deshmukh C, Shivanna K, Sridhar S. 2022. Impact of Various Modules on Ants and Coccinellids of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith) in Maize Ecosystem. *Biological Forum – An International Journal*, **14**(2): 1555-1558.
- Pascal N. 2019. Manuel de formation des formateurs sur la lutte intégrée contre la chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda*, p.90
- Prasanna B, Huesing F, Eddy R, Virginia M, Peschke V. 2018. *La Chenille Légionnaire d'Automne en Afrique : un guide pour une lutte intégrée contre le ravageur* (1ere éd.). CDMX, CIMMY : Mexico ; p.124.

- Sharath K, Sharanabasappa S, Deshmukh, Bathini B, Kalleshwaraswamy M, Shivanna BGN, Thippeshappa. 2022. Evaluation of Commercial Sex Pheromone Lures for Management of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Biological Forum—An International Journal*, **14**(4): 833-837.
- Sinzogana AAC, Paul VM, Vayssieres JF. 2008. June Implications of on-farm research for local knowledge related to fruit flies and the weaver ant *Oecophylla longinoda* in mango production. *International Journal of Pest Management*, **54**(3): 241–246. DOI:10.1080/09670870802014940
- Sorho N. Minhibo M, N'guessan P, Doga D, Coulibaly A. 2022. Evaluation de l'effet insecticide de l'appât alimentaire "3-Component Fruit Fly Lure" sur les mouches des fruits du manguier. Mémoire de fin d'étude de Master 2. Université Péléforo Gon Coulibaly de Korhogo, P. 53.
- Tabata J, Nakano R, Yasui H, Nakamura K, Takehara K. 2023. Sex pheromone of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*: identification of a trace component that enhances attractiveness and specificity. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **171**: 535–541. DOI: <https://doi.org/10.1111/eea.13287>
- Tendeng E, Labou B, Diatte M, Djiba S, Diarra K. 2019. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), a new pest of maize in Africa: Biology and first native natural enemies detected. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(2): 1011–1026. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.35>
- Tefera T, Goftishu M, Ba M, Muniappan R. 2019. *A Guide to Biological Control of Fall Armyworm in Africa Using Egg Parasitoids* (1st ed). Texcoco, México CIMMYT, International Maize and Wheat Improvement Center: p. 98.