

SCIENCES AND TECHNOLOGIES for Sustainable Agriculture

Revue scientifique à comité de lecture éditée par l'Université Nationale d'Agriculture du Bénin. Journal ayant pour vocation d'inciter et d'accompagner le développement d'une agriculture durable en Afrique et ailleurs.



- ◆ Plant productions
- ◆ Animal productions
- ◆ Forestry
- ◆ Horticulture
- ◆ Veterinary Medicine
- ◆ Fisheries science
- ◆ Biotechnology
- ◆ Rural economy
- ◆ Agro industry
- ◆ Agro-climatology
- ◆ Human nutrition
- ◆ Agricultural extension
- ◆ Conservation of bio-resources
- ◆ Food science and technology
- ◆ Rural sociology and anthropology
- ◆ Rural Engineering
- ◆ Environmental management and climate change

....



UNIVERSITE NATIONALE D'AGRICULTURE



<https://stsa.una.bj/index.php/st>

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture

Revue Scientifique à Comité de Lecture

Vol 5, N°1 –Janvier-Juin 2026 - ISSN: 1659-5726 (Online) 1659-634X (Print)

Publication semestrielle

Université Nationale d'Agriculture
BP 43 Kétou Email : revues.stsa@una.bj / unastad@gmail.com
Site web : <https://stsa.una.bj/index.php/st>

Comité éditorial

L'éditeur est le garant de la ligne éditoriale. Le comité éditorial est composé d'éditeurs thématiques et est présidé par un éditeur en chef et son adjoint. Le comité éditorial est nommé par une décision rectoriale.

Comité Editorial:

Editeur en chef : Dr (MC) TOTIN Edmond ;

Editeur en chef-adjoint : Dr (MC) PADONOU Elie ;

Responsable du service des publications : M. ADOUN Sènan Landry.

Editeurs Thématiques:

Champs thématiques	Editeurs thématiques
Sciences Animale et Halieutique	Dr (MC) Brice Hervé DAKPOGAN Dr (MA) Clément Dogbé ADJAHOUINOU
Sciences Végétale, Horticole et Forestière	Dr (MA) Rodrigue IDOHOU Dr (MC) Ghislain TEPA-YOTTO Dr (MA) Félicien Djigbo BADOU
Sciences des Alimentaires et Nutrition	Dr (MC) Wilfried PADONOU Dr (MC) Harold HOUNHOUIGAN.
Economie et Sociologie rurales	Dr (MC) Nestor ALOKPAÏ Dr (MA) Jaures Cocou AMEGNANGLO Dr (MC) Alice BONOU
Génie rural	Dr (MC) Edem CHABI Dr (MA) Chaim Vivien DOTO

Comité Scientifique

DJOSSA Agossou Bruno (UNA - BENIN)

OKRY Kowouan Florent (UNA - BENIN)

FANDOHAN Adandé Belarmain (UNA - BENIN)

OLOUNLADE A. Pascal (UNA - BENIN)

BIAOU Gauthier (UNA - BENIN)

HOUNGNANDAN Pascal (UNA - BENIN)

SINSIN Brice (UAC - BENIN)

CODJIA Jean T. Claude (UNA - BENIN)

MENSAH Guy Appolinaire (INRAB – BENIN)

MONGBO Rock (UAC – BENIN)

SALIFOU Sahidou (UAC – BENIN)

TOSSOU Rigobert (UAC – BENIN)

AKLI Cokou (UL – TOGO)

van DAMME Patrick (Université de Gand - BELGIQUE)

AYSSIWEDE Simplicie Bosco (EISMV – SENEGAL)

NOUT Robert (PAYS - BAS)

AHOYO-ADJOVI Nestor (INRAB – BENIN)

TAMO Manuele (IITA – BENIN)

ENGELMANN Florent (IRD – BENIN)

AFFOGNON Hippolyte (CORAF)



National University of Agriculture

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture (STSA)

ISSN: 1659-5726 (Online) 1659-634X (Print) <https://www.stsa.una.bj/index.php/st>

VOLUME 5 N° 1 (ORIGINAL ARTICLE)

*Évaluation en station de divers types de pièges à phéromones pour la surveillance de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) au Bénin (Afrique de l'Ouest)*

Borghéro Tarnos Ahouagbé Dahoueto^{1,2*}, Tchoromi Ghislain Tapa-Yotto^{1,2,3}, Kossiba Jeannette Winsou², Yêyinou Laura Estelle Loko⁴, Elie Ayitondji Dannon⁴, Appolinaire Adandonon^{1,3}

¹Laboratoire des Agrosystèmes et Paysages Durables (LAPaD), Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Université Nationale d'Agriculture (UNA), BP 43 Kétou, Bénin

²Biorisk Management Facility (BIMAF), International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 08 BP 0932 Tri Postal, Cotonou, Bénin

³Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière, Université Nationale d'Agriculture (UNA), BP 43 Kétou, Bénin

⁴Ecole Nationale Supérieure des Biosciences et Biotechnologies Appliquées (ENSBB), Université Nationale des Sciences Technologies Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM), BP 486 Abomey, Bénin

Résumé

La chenille légionnaire d'automne (CLA) *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) constitue un ravageur invasif majeur du maïs à l'échelle mondiale. Sa gestion efficace repose sur une surveillance régulière de sa population, généralement assurée par des pièges à phéromone dont l'efficacité dépend de leur conception et de l'attractivité des types de phéromones utilisés. La présente étude vise à évaluer deux pièges locaux, le piège local 1 (GTY1) et le piège local 2 (GTY2), comparés au modèle commercial Unitrap sur la capture des mâles de la CLA au Bénin. Les expérimentations ont été menées pendant les grandes saisons de pluie de 2024 (saison 1) et 2025 (saison 2) à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), station du Bénin. Six traitements ont été testés dans un dispositif de bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Les résultats ont montré que le piège Unitrap a été le plus efficace pour la capture des mâles de la CLA. Le piège local GTY1 a assuré une capture régulière durant les expérimentations menées sur les deux saisons. Cependant, le nombre moyen de légionnaires d'automne capturés par ce piège artisanal est demeuré significativement inférieur à celui obtenu avec le piège Unitrap ($p < 0,001$), quelles que soient les saisons (saison 1 : $0,127 \pm 0,001$ pour GTY1 contre $0,579 \pm 0,004$ pour Unitrap et saison 2 : $0,174 \pm 0,001$ pour GTY1 contre $1,16 \pm 0,005$ pour Unitrap). Le piège local GTY2 a été le moins efficace et n'a capturé aucun papillon durant la première saison, lorsque la densité de la CLA était faible. Le piège local GTY1, conçu à partir de matériaux locaux recyclés et réalisable à moindre coût, pourrait être utilisé pour le suivi et la surveillance de la CLA dans les programmes de lutte intégrée, notamment en contexte de petits producteurs.

Mots clés : espèce invasive, *Spodoptera frugiperda*, petits producteurs, piégeage des mâles, lutte intégrée.

Abstract

The fall armyworm (CLA) *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) is a major invasive pest of maize worldwide. Effective management relies on regular population monitoring, generally carried out using pheromone traps which effectiveness depends on their design and the attractiveness of the pheromone lures used. This study aims to evaluate the effect of the design of two local traps, i.e. the local trap 1 (GTY1) and the local trap 2 (GTY2), compared to the commercial Unitrap model on FAW males trapping in Benin. The experiments were conducted during the major rainy seasons of 2024 (season 1) and 2025 (season 2) at International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Benin station. Six treatments were evaluated in a randomized complete block design with three replicates. The results showed that Unitrap was the most effective in catching FAW males. The local GTY1 trap consistently caught the moths during the two seasons. However, the average number of fall armyworms captured by this homemade trap remained significantly lower than that obtained with the Unitrap ($p < 0.001$), regardless of the season (season 1: 0.127 ± 0.001 for GTY1 vs. 0.579 ± 0.004 for Unitrap and season 2: 0.174 ± 0.001 for GTY1 vs. 1.16 ± 0.005 for Unitrap). The local trap GTY2 was the least effective. GTY2 caught no moths during the first season, when the FAW density was low. The local GTY1 trap, made from locally recycled materials and manufactured at a lower cost, could be used for the monitoring and surveillance of FAW in integrated pest management programs, particularly in the context of small-scale producers.

Keywords: invasive species, *Spodoptera frugiperda*, smallholder farmers, male trapping, integrated pest management.

Corresponding author: *Borghéro Tarnos Ahouagbé Dahoueto*

Received in Feb 2026 and accepted in Jun 2026

E-mail address: borgherotar@gmail.com

1. Introduction

La chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* (Smith JE, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae), est un insecte ravageur polyphage qui se nourrit de plus de 350 espèces végétales appartenant à 76 familles (Montezano et al., 2018; Badhai et al., 2020; Jing et al., 2021; Kenis et al., 2022; Tapa-Yotto et al., 2022a; Chen et al., 2023; Sisay et al., 2023). Elle a été signalée pour la première fois en Afrique en 2016 et s'est rapidement répandue les années suivantes sur tout le continent, causant d'énormes pertes de rendement de maïs, principalement dans les petites exploitations agricoles (Goergen et al., 2016; Abrahams et al., 2017; Rwomushana et al., 2018; Sisay et al., 2019; De Groote et al., 2020; Houngbo et al., 2020; Nagoshi et al., 2022; Kartakis et al., 2025). Ainsi, il est devenu essentiel de surveiller et de contrôler les populations de *S. frugiperda* afin de préserver la production agricole et la sécurité alimentaire (FAO, 2018; Liu et al., 2025; Togola et al., 2025). Toutefois, l'efficacité des stratégies de lutte repose en grande partie sur la mise en place de dispositifs de suivi et de surveillance fiables (Meagher et al., 2019; Tapa-Yotto et al., 2022b; Chen et al., 2023), et adaptés aux conditions locales. La surveillance à l'aide de piège à phéromones et le dépistage constituent des outils essentiels pour détecter précocement la présence du ravageur et la prise de décision de gestion adaptée et en temps réel (Olmstead et al., 2016; Hendrichs et al., 2021; Chen et al., 2023; Sisay et al., 2024).

Les paraphéromones sexuelles sont des outils stratégiques majeurs dans la mise en œuvre des programmes de lutte contre les ravageurs (Kwon et al., 2021). Elles sont utilisées pour la surveillance, le piégeage de masse et la perturbation sexuelle (Cork, 2016; Evenden, 2016; Malo et al., 2018; Bratovich et al., 2019; El-Ghany, 2019; Cruz-Esteban et al., 2020). L'efficacité du dispositif de piégeage repose non seulement sur la performance de la paraphéromone mais aussi sur un ensemble de paramètres intrinsèques au piège, incluant sa conception, ses dimensions et sa couleur (Spears et al., 2016; Malo et al., 2018; Cruz-Esteban et al., 2022). La conception des pièges constitue un facteur déterminant de l'efficacité des captures en fonction du comportement des insectes (Williams & Jonusas, 2019; Liu et al., 2025; Mahas et al., 2025). Plusieurs types de pièges ont été développés pour capturer les papillons de *S. frugiperda* dans son aire de répartition d'origine et dans les zones envahies (Malo et al., 2018; Meagher et al., 2019; Cruz-Esteban et al., 2022; Tapa-Yotto et al., 2022b; Liu et al., 2025; Mahas et al., 2025). Toutefois, l'efficacité des pièges et leur intégration dans les programmes de lutte peuvent être influencées par des facteurs biologiques et environnementaux (Malo et al., 2018; Whitfield et al., 2019).

Des études menées en Afrique de l'Ouest, notamment au Togo et au Bénin, ont évalué différents pièges locaux comparés au piège universel Unitrap. Ces pièges locaux ont montré des performances variables (Meagher et al., 2019; Tapa-Yotto et al., 2022b). Cependant, les pièges Unitrap se sont révélés plus efficaces que les pièges locaux mais sont coûteux, ce qui pourrait limiter leur utilisation pour les petits exploitants (Malo et al., 2018). La mise au point de pièges à phéromone à la fois efficaces et peu coûteux devrait constituer une priorité pour la recherche en particulier dans les pays en voie de développement, où les agriculteurs disposent de ressources limitées et ne peuvent acquérir des pièges onéreux pour la surveillance de *S. frugiperda* (Sisay et al., 2024).

Les pièges fabriqués localement peuvent être construits à partir de matériaux recyclés tels que des récipients en plastique. Mais étant

fabriqués de façon artisanale, il convient de poursuivre l'amélioration des prototypes testés. La présente étude se propose d'évaluer deux versions différentes de prototypes de pièges locaux, comparés au piège Unitrap afin de trouver un piège efficace et peu coûteux utilisable sur le plan local pour la surveillance et le suivi de *S. frugiperda*.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Les expérimentations ont été menées en station pendant les grandes saisons de pluie (mars à juillet) de 2024 (saison 1) et 2025 (saison 2) à l'Institut International d'Agriculture Tropicale, station du Bénin (IITA-Bénin) (6,417500°N, 2,331500°E). L'institut est situé à Abomey-Calavi dans le département de l'Atlantique. Le site se caractérise par des sols ferrallitiques tropicaux favorables à la culture du maïs. Il est situé dans une zone à climat subéquatorial marqué par une pluviométrie bimodale, avec deux saisons pluvieuses s'étendant de mars à juillet et de septembre à novembre (Zanzana et al., 2025).

Les données météorologiques, notamment la pluviométrie et la température ont été obtenues auprès de la station météorologique de l'Institut International d'Agriculture Tropicale, station du Bénin (IITA-Bénin). Durant la période des expérimentations, les précipitations enregistrées étaient de 555,8 mm en 2024 et de 637,3 mm en 2025. Les températures moyennes étaient de 27,34 °C en 2024 et de 27,07 °C en 2025 (Tableau 1).

Tableau 1. Paramètres météorologiques enregistrés au cours de la période des expérimentations

Mois	Année 2024		Année 2025	
	Pluviométrie (mm)	Température moyenne (°C)	Pluviométrie (mm)	Température moyenne (°C)
Avril	137,3	28,99	177	28,53
Mai	113	27,9	194,1	27,75
Juin	270,8	26,78	256,2	26,84
Juillet	34,7	25,71	10	25,16
Total/Moyenne	555,8	27,34	637,3	27,07

Source : Station météorologique, IITA-Bénin 2026.

2.2. Types de pièges

Trois types de piège ont été testés : le modèle Unitrap (Prasanna et al., 2018), le piège local 1 (GTY1) adapté de Tapa-Yotto et al. (2022b) et le piège local 2 (GTY2) adapté de Tapa-Yotto et al. (2022b) et Sisay et al. (2024) (Figure 1). Le piège Unitrap encore appelé « piège à seau » est disponible auprès de nombreux distributeurs internationaux pour environ 5575 FCFA. C'est un piège tricolore qui se compose d'un pot blanc muni d'un dessus vert qui offre une protection contre la pluie et d'un entonnoir jaune (hauteur totale 21 cm, circonférence du pot 50 cm) (Figure 1A) (Prasanna et al., 2018). Le piège local 1 (GTY1) (environ 800 FCFA) est constitué d'un pot en plastique transparent de 4 litres à usages multiples avec un couvercle vert. Quatre perforations équidistantes de 10 × 4 cm sont faites sur la surface cylindrique supérieure du pot pour servir d'entrées aux papillons attirés. La paraphéromone est enveloppée dans du filet compressé et suspendue au couvercle du pot par un fil de nylon. Un entonnoir de couleur jaune est placé à l'intérieur du pot (Figure 1B). Le piège local 2 (GTY2) (environ 600 FCFA) est constitué suivant une approche similaire à celle du GTY1, sans entonnoir et est rempli d'eau à

moitié (Figure 1C). Du coton imbibé d'une solution insecticide inodore et incolore d'alpha-cyperméthrine 100g/L, à raison de 15 ml/litre d'eau et 100 ml de la bouillie par pot de piège, est placé au fond des pots des pièges Unitrap et du GTY1 pour tuer les spécimens capturés.

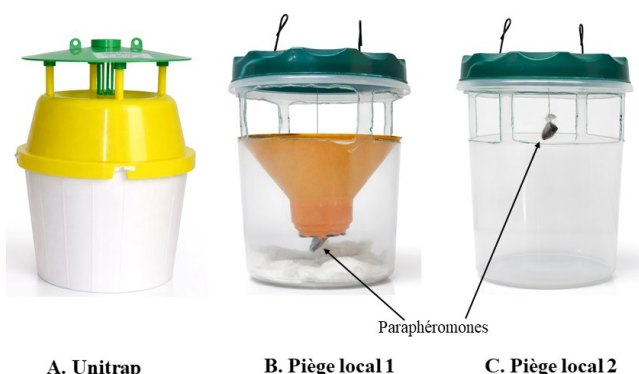


Figure 1. Pièges utilisés dans l'étude : modèle commercial Unitrap (A) ; Piège local 1, GTY1 (B) et piège local 2, GTY2 (C).

2.3. Type de phéromone

Une paraphéromone sexuelle à quatre composants (4C) [Z9-14:Ac (78,3%), Z11-16:Ac (3,6%), Z7-12:Ac (11,2%) et Z9-12:Ac (7,0%)] de *S. frugiperda* (Meagher et al., 2013, 2019; Tapa-Yotto et al., 2022b) a été utilisée dans cette expérimentation. Elle a été synthétisée sur commande spécifique à Pherobank (Wilk bij Duurstede, Pays-Bas). Dans des études antérieures, la paraphéromone 4C a attiré le plus grand nombre de papillons de nuit au Bénin par rapport à une paraphéromone à deux composants (2C), L976 ou Fall armyworm- PSU (Scentry Biologicals, Inc., Billings, Montana, États-Unis), Z9-14:Ac (90,5 %) et Z7-12:Ac (9,5 %). La paraphéromone 4C a été testée dans la plupart des écosystèmes en Afrique et est disponible sur le marché (Prasanna et al., 2018; Tapa-Yotto et al., 2022b).

2.4. Installation et suivi de l'expérimentation

La variété de maïs précoce "2000 SYN EE" (MAEP, 2016) a été semée à un écartement de 80 cm entre les lignes et de 40 cm entre les plants sur des bandes (sous-blocs) de 150 m x 10 m (1500 m²). Les blocs, d'une superficie de 12000 m² (150 x 80 m), sont constitués de trois sous-blocs et répétés trois fois. Ils sont distants d'environ 200 m les uns des autres (Figure 2). L'engrais NPK et urée ont été apportés à la dose de 100 kg et 50 kg/ha, respectivement. L'engrais NPK a été appliqué deux semaines après levée du maïs et juste après le premier sarclage. L'engrais urée (46 % d'azote) a été appliqué deux semaines après l'application de NPK. Au total, 3 sarclages ont été effectués à un intervalle de 2 à 4 semaines en fonction de la densité des adventices.

Les pièges ont été installés au milieu des sous-blocs après le semis, dans un dispositif en Bloc Aléatoire Complet (BAC) avec six traitements, répétés trois fois par bloc. Trois blocs ont été installés pour évaluer les pièges. Les traitements (T) comprenaient : T1 (Unitrap sans paraphéromone), T2 (piège local GTY1 sans paraphéromone), T3 (piège local GTY2 sans paraphéromone), T4 (Unitrap-4C), T5 (piège local GTY1-4C) et T6 (piège local GTY2-4C) (Figure 2). Un espacement de 25 m sépare les pièges les uns des autres sur la ligne et une distance de 12,5 m sépare les pièges de la bordure des parcelles (Chen et al., 2023; Unbehend et al., 2013). Les pièges ont été suspendus à un support à 1,5 m au-dessus du sol (Sisay et al., 2024). Les paraphéromones ont été changées toutes les 4 semaines et

le coton imbibé d'insecticide chaque semaine (7 jours). La superficie totale de l'expérimentation était de 36000 m² (Figure 2).

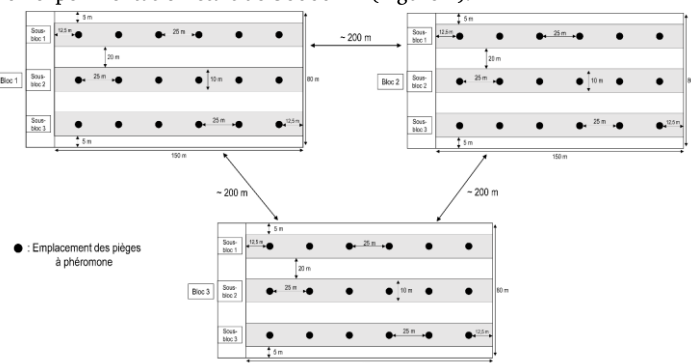


Figure 2 : Schéma du dispositif expérimental

2.5. Identification des espèces collectées

Les mâles adultes capturés dans les pièges à phéromones ont été examinés afin de déterminer s'il s'agissait de la chenille légionnaire d'automne, sur la base de critères morphologiques, comme décrit par Huesing et al. (2018). Les autres espèces ont été classées comme n'appartenant pas à la chenille légionnaire d'automne et désignées comme « non-cibles ». Elles ont été identifiées morphologiquement de manière préliminaire au niveau du genre et de l'espèce.

2.6. Analyse statistique

La normalité de toutes les données a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. En raison de la surdispersion des données de comptage, un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une distribution binomiale négative a été utilisé pour comparer le nombre de papillons de *S. frugiperda* et d'insectes non-cibles capturés par chaque piège. Un GLM avec la distribution de Poisson a été utilisé pour analyser le nombre de papillons capturés au cours des échantillonnages. Une analyse de variance (ANOVA) a permis de déterminer l'effet de la saison sur les paramètres mesurés. Les différences entre l'attractivité des pièges ont été évaluées au moyen du test de chi-carré. Les moyennes ont été comparées à l'aide de tests post-hoc de Tukey HSD ($P < 0,05$). Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel statistique R, version 4.4.2 (R Core Team & R Core Team, 2024).

3. Résultats

3.1. Évaluation des pièges sur la capture de *S. frugiperda*

Le nombre de papillons capturés a varié considérablement entre les types de piège et les saisons de la période des expérimentations (Figure 3). Les résultats montrent l'influence combinée du type de piège et de la saison sur le nombre moyen de papillons de *S. frugiperda* capturés (Tableau 2). En effet, l'analyse de déviance issue du modèle binomial négatif révèle un effet hautement significatif du type de pièges ($ddl = 2$; $p < 0,001$) confirmant que l'efficacité des pièges varie selon leur conception. La saison a également exercé un effet significatif sur l'abondance des captures ($ddl = 1$; $p < 0,001$), traduisant l'influence des conditions environnementales sur la dynamique des populations de *S. frugiperda*. L'interaction entre le type de piège et la saison est aussi significative ($ddl = 2$; $p = 0,0447$), indiquant que la performance des pièges dépend du type de piège et de la saison. Les pièges Unitrap ont capturé un nombre moyen significativement plus élevé de papillons ($0,579 \pm 0,004$; $1,16 \pm 0,005$) que les pièges locaux sur les deux saisons ($p < 0,001$). Le piège

local GTY1 a enregistré des captures significativement plus élevées ($0,127 \pm 0,001$; $0,174 \pm 0,001$ papillons) que le piège local GTY2 (0 ; $0,014 \pm 0,0003$ papillons) sur les deux saisons ($p < 0,001$) (Figure 3).

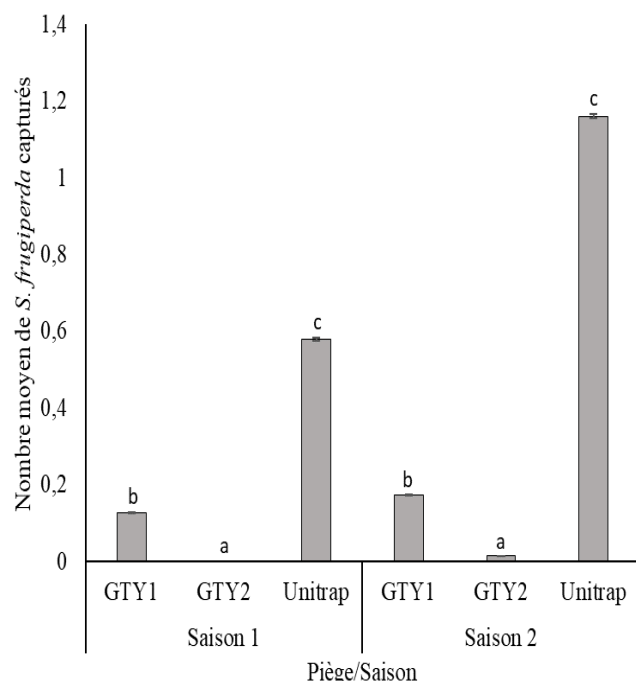


Figure 3. Nombre moyen de *S. frugiperda* capturés par les pièges sur les deux saisons.

3.2. Evaluation des pièges sur la capture des espèces non-cibles

Les insectes non-cibles capturés ont varié significativement en fonction des types de piège (ddl = 2 ; $p < 0,001$) et de la saison (ddl = 1 ; $p = 0,001$) (Tableau 2). Au cours de la première saison, le piège Unitrap a capturé plus d'espèces non-cibles ($0,312 \pm 0,002$ papillons), statistiquement plus élevé ($p < 0,003$) que les pièges locaux (GTY1 ; $0,122 \pm 0,001$; GTY2 : $0,005 \pm 0,000$ papillons). A la seconde saison, le piège local GTY2 a capturé le plus faible nombre d'espèces non-cibles ($0,077 \pm 0,001$ papillons) qui est statistiquement inférieur à ceux capturés par l'Unitrap ($2,26 \pm 0,015$ papillons) et le piège local GTY1 ($2,10 \pm 0,012$ papillons). Cependant, aucune différence significative ($p < 0,943$) n'a été observée entre les captures des espèces non-cibles par l'Unitrap et le piège local GTY1 (Figure 4).

Les espèces non-cibles les plus fréquemment capturées au cours de cette étude étaient *Myrlaea insignella* (Mann) (Lepidoptera : Pyralidae) avec 1833 individus sur les deux saisons, *Chrysodeixis sp.* (Lepidoptera : Noctuidae) avec 4 individus, ainsi que deux espèces non identifiées.

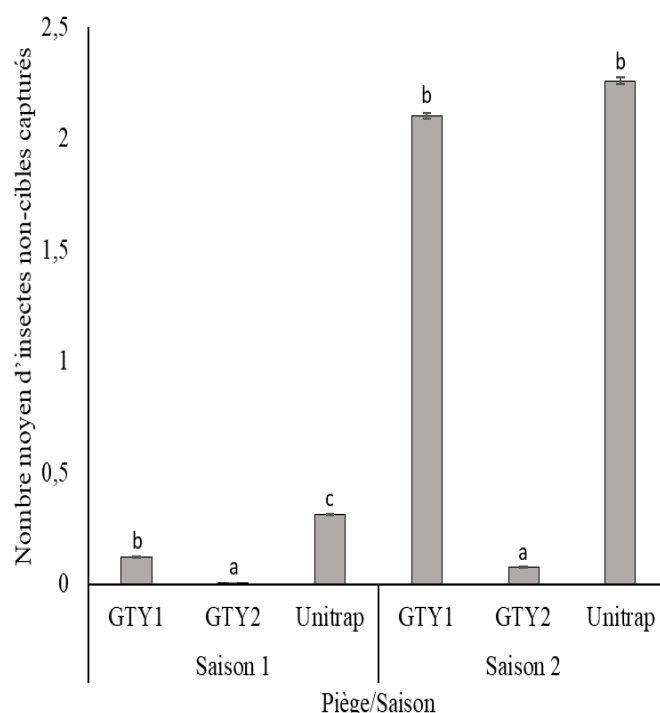


Figure 4. Nombre moyen d'insectes non-cibles capturés par les pièges sur les deux saisons.

Tableau 2. Analyse statistique comparative des effets des types de pièges et de la saison sur les captures de *S. frugiperda* et des papillons non-cibles, réalisée à l'aide d'un modèle linéaire généralisé (GLM) à distribution binomiale négative.

Source de variation	Degré de liberté (ddl)	<i>Spodoptera frugiperda</i>			Non-cibles		
		Déviance	Déviance résiduelle	Pr (> Chi)	Déviance	Déviance résiduelle	Pr (> Chi)
NULL			1178,3			1192,69	
Piège	2	405	773,13	< 0,0001	243,183	949,51	< 0,0001
Saison	1	15	757,82	< 0,0001	170,324	779,19	< 0,0001
Piège x Saison	2	6,22	751,6	0,04467	5,648	773,54	0,059

3.3. Evolution temporelle des captures de *S. frugiperda* sur les deux saisons

Les captures ont débuté dès l'installation des pièges (Figure 5). Au cours de la première saison, elles ont été faibles au départ, puis ont augmenté progressivement à partir de mi-juin, avec des pics en fin juin et début juillet. Le modèle Unitrap a enregistré les captures moyennes les plus élevées, $0,944 \pm 0,115$; $2,06 \pm 0,213$; $2,83 \pm 0,292$; $1,5 \pm 0,144$ papillons respectivement les 17, 23, 29 juin et 05 juillet, suivi du piège GTY1 ($0,278 \pm 0,065$; $0,556 \pm 0,091$; $0,778 \pm 0,117$ papillons), tandis que le piège GTY2 n'a enregistré aucune capture (Figure 5A).

Au cours de la seconde saison, les captures ont été globalement plus élevées et ont présenté une variabilité moins marquée, tout en conservant la même tendance observée précédemment. Le piège Unitrap est demeuré le plus performant, avec des captures moyennes de $3,89 \pm 0,316$; $5 \pm 0,5$ et $5 \pm 0,65$ papillons respectivement les 17 juin, 26 juin et 14 juillet. Il a été suivi par le piège GTY1, dont les captures moyennes étaient de $0,111 \pm 0,037$; 0 ; $0,889 \pm 0,086$ papillons aux mêmes dates. Le piège

GTY2 a enregistré les plus faibles niveaux de capture, avec des moyennes de $0; 0,111 \pm 0,037$ et 0 papillons respectivement (Figure 5B).

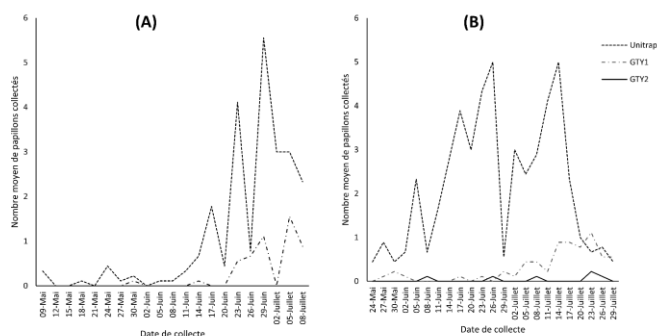


Figure 5. Evolution temporelle du nombre moyen de papillons collectés durant la première (A) et la seconde (B) saison.

4. Discussion

La présente étude met en évidence l'importance du type de piège dans la surveillance des populations de *S. frugiperda*. Les trois dispositifs évalués, à savoir un piège commercial Unitrap et deux pièges locaux (GTY1 et GTY2), ont montré des efficacités variables en fonction de leur conception. Ces résultats concordent avec des travaux antérieurs montrant que la conception des pièges influence significativement les taux de capture de *S. frugiperda* (Malo et al., 2018; Cruz-Esteban et al., 2022; Tapa-Yotto et al., 2022b; Sisay et al., 2024; Liu et al., 2025). Par ailleurs, l'Unitrap a enregistré les nombres moyens de captures les plus élevés par rapport aux pièges locaux au cours des deux saisons ($p < 0,001$), confirmant ainsi son efficacité pour la capture des papillons de la chenille légionnaire d'automne.

En effet, ce résultat s'explique principalement par les différences de conception des pièges, qui influencent directement leur capacité à attirer et capturer les mâles de *S. frugiperda*. Les pièges comme l'Unitrap sont généralement standardisés et optimisés (forme, volume, système de capture, positionnement de la capsule de phéromone), ce qui favorise une meilleure diffusion des phéromones et limite les échappements des insectes capturés. À l'inverse, les pièges locaux (GTY1 et GTY2), bien que plus accessibles et adaptés au contexte, peuvent présenter des variations dans la qualité des matériaux, la structure ou le mécanisme de capture. Ainsi, l'efficacité variable observée reflète l'interaction entre la qualité de conception du piège, l'attractivité des phéromones et les conditions environnementales, ce qui souligne l'importance de choisir des dispositifs adaptés pour une surveillance fiable des populations de la CLA.

Les pièges locaux, de conception artisanale et peu coûteux ont permis de capturer les papillons de *S. frugiperda* sur les deux saisons, où la densité de population du ravageur a varié d'une saison à l'autre. Le nombre de papillons de la chenille légionnaire d'automne capturé par le piège local GTY1 était inférieur à celui de l'Unitrap sur les deux saisons et supérieur au piège local GTY2, qui n'a enregistré aucune capture durant la première saison où la densité du ravageur était faible. Ces résultats indiquent que le piège local GTY1 présente un potentiel intéressant pour la surveillance des populations de *S. frugiperda* d'autant que son faible coût permettrait un déploiement plus large que le piège Unitrap. Il apparaît ainsi nécessaire de poursuivre l'optimisation de sa conception afin d'améliorer son efficacité pour une utilisation à grande échelle. Ces résultats confirment ceux des travaux de Meagher et al. (2019) et Tapa-Yotto et al. (2022b) qui ont

évalué l'efficacité des pièges locaux comparé au piège commercial Unitrap.

Nos résultats montrent que le piège local GTY1 a capturé plus de papillons que le piège Jar 4 (Tapa-Yotto et al., 2022b) qui n'avait capturé aucun papillon. Cela peut s'expliquer par la modification de l'emplacement de la phéromone sur le piège local GTY1 qui est plus en dessous au fond de l'entonnoir dans le piège (suspendue au niveau de l'orifice inférieur de l'entonnoir sans toucher le coton) que dans le piège Jar 4 (suspendue à la même hauteur que les ouvertures d'entrée des papillons). Cette modification a engendré plus de captures suggérant que de petites modifications peuvent améliorer le niveau d'efficacité des pièges. Les études de Sisay et al. (2024) ont également comparé trois pièges (Unitrap, Tutasan et Delta) avec les mêmes paraphéromones au Kenya et ont observé que le piège Tutasan a réalisé un fort taux de captures de papillons alors que dans notre étude le piège local GTY2 qui est une adaptation du piège Tutasan, en a capturé moins avec aucune capture à la première saison. La chute de la performance du piège local GTY2 est probablement dû à sa surface plus réduite, à l'emplacement de la paraphéromone suspendue au même niveau que les ouvertures et à l'écart entre la paraphéromone et la surface de l'eau, qui limitent ainsi son efficacité. La conception des pièges joue un rôle déterminant et doit être soigneusement prise en compte pour optimiser leur efficacité en termes de capture de *S. frugiperda* (Malo et al., 2018; Sisay et al., 2024; Mahas et al., 2025). Le piège Unitrap affiche une efficacité comparable dans les différentes études et démontre constamment une performance supérieure vis-à-vis des autres pièges (Meagher et al., 2019; Tapa-Yotto et al., 2022b; Sisay et al., 2024; Liu et al., 2025; la présente étude).

Les différences significatives observées dans les captures des insectes non-cibles entre les pièges indiquent une variation de leur efficacité. Le piège Unitrap a enregistré les plus fortes captures d'espèces non-cibles, ce qui pourrait être lié à sa plus grande capacité de rétention des insectes. Des résultats similaires ont été rapportés sur *S. frugiperda*, où des combinaisons de pièges et paraphéromones favorisaient la capture d'espèces non-cibles (Tavares et al., 2025). La faible capture d'insectes non-cibles observé avec le piège GTY2 pourrait s'expliquer par sa libre surface qui ne retient pas les papillons. Les variations saisonnières observées pourraient être associées aux fluctuations de l'abondance et de la diversité des insectes. La forte présence de *M. insignella* parmi les captures non-cibles suggère une sensibilité de cette espèce aux paraphéromones ou une synchronisation écologique avec les périodes d'activité de *S. frugiperda* (Reyes-Prado et al., 2020). Le niveau de captures d'insectes non-cibles demeure un indicateur important de la qualité du piégeage. Plus le dispositif de piégeage est spécifique, c'est-à-dire capture moins d'insectes non-cibles, plus ce dernier est performant.

La dynamique temporelle des captures met en lumière une efficacité plus rapide des pièges, avec des captures enregistrées dès leur installation sur les deux saisons (Koffi et al., 2021; Tapa-Yotto et al., 2022b). Les pics observés à partir du 17 juin pendant la première saison correspondent à la phase de floraison du maïs (variété extra précoce de 75 jours) (MAEP, 2016), stade critique pour l'attaque de *S. frugiperda* (Prasanna et al., 2018; Overton et al., 2021), où les œufs pondus dès la levée ont pris par les différents stades de développement pour parvenir au stade adulte. Les captures ont été plus abondantes à la seconde saison qu'à la première (559 contre 267 papillons), suggérant une influence des conditions climatiques notamment la pluviométrie. En effet, la seconde saison a enregistré une

pluviométrie plus importante (637,3 mm contre 555,8 mm), ce qui aurait favorisé le développement du maïs et la disponibilité des ressources nutritives (plantes hôtes) pour le ravageur. Les pics qui apparaissent dès la première quinzaine de collecte traduisent une infestation précoce des parcelles par les papillons. Les travaux de Day et al. (2017) appuient ces observations, indiquant que les conditions chaudes et humides sont déterminantes pour l'expansion de la CLA en Afrique. De même, les variations saisonnières des populations de la CLA dépendent largement des facteurs environnementaux et de la disponibilité des plantes hôtes favorables (Early et al., 2018; Hruska, 2019; Anandhi et al., 2020; Ojumoola et al., 2024).

En conclusion, cette étude confirme que la conception des pièges joue un rôle déterminant dans l'efficacité du piégeage de la chenille légionnaire d'automne, le piège Unitrap étant plus performant que les modèles locaux GTY1 et GTY2. Cependant, le modèle GTY1, peu coûteux, pourrait être utilisé dans des conditions de forte densité de la chenille légionnaire d'automne ou être déployé en nombre suffisant qui permet de suivre ou de contrôler sa présence. Les recherches futures devraient explorer l'amélioration du piège local GTY1 afin d'accroître ses performances même lorsque les populations de la chenille légionnaire d'automne sont en faible densité.

Contribution crédit des auteurs

Borghéro Tarnos Ahouagbé Dahoueto : Conceptualisation, Investigation, Méthodologie, Rédaction – ébauche initiale. Tchoromi Ghislain Tapa-Yotto : Conceptualisation, Investigation, Rédaction – revue & contributions, Mobilisation des ressources. Kossiba Jeannette Winsou : Investigation, Rédaction – revue & contributions, Yéyinou Laura Estelle Loko : Supervision, Rédaction – revue & contributions, Elie A. Dannon : Supervision, Rédaction – revue & contributions, Appolinaire Adandonon : Supervision, Rédaction – revue & contributions.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux techniciens du programme Biorisk Management Facility (BIMAF), International Institute of Tropical Agriculture (IITA) pour leur assistance dans la mise en place des expérimentations.

Financement

Les auteurs sont très reconnaissants à Biorisk Management Facility (BIMAF), International Institute of Tropical Agriculture (IITA) pour la mobilisation des ressources à travers les projets phares sur la résilience des systèmes de production vis-à-vis des changements climatiques.

Conflits d'intérêt

Les auteurs n'exhibent aucun conflit d'intérêt.

Références

Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotney, V., Cock, M., Colmenarez, Y., & Godwin, J. (2017). Fall Armyworm: Impacts and Implications for Africa; Evidence Note (2), September 2017. *Unpublished Report, CABI, Wallingford*.

Anandhi, S., Saminathan, V., Yasotha, P., Sharavanan, P., & Rajanbabu, V. (2020). Seasonal dynamics and spatial distribution of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) on Maize (*Zea mays* L.) in Cauvery Delta Zone. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(4), 978–982.

Badhai, S., Gupta, A. K., & Koiri, B. (2020). Integrated management of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize crop. *Reviews in Food and Agriculture*, 1(1), 27–29.

Bratovich, C., Saluso, A., Murua, M. G., & Guerenstein, P. G. (2019). Evaluation of sex pheromone formulations to attract *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adult males in Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, 78(3), 7–14. <https://doi.org/10.25085/rsea.780302>

Chen, M., Chen, L., Yi, T., Zhang, R., Xia, L., Qu, C., ... & Wu, M. (2023). Development of a Low-Power Automatic Monitoring System for *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Agriculture-Basel*, 13(4), 843. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040843>

Cork, A. (2016). Pheromones as Management Tools. *Pheromone Communication in Moths: Evolution, Behavior, and Application*, 349.

Cruz-Esteban, S., Julian Valencia-Botin, A., Virgen, A., Santiesteban, A., Merida-Torres, N. M., & Rojas, J. C. (2022). Performance and efficiency of trap designs baited with sex pheromone for monitoring *Spodoptera frugiperda* males in corn crops. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 715–722. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00595-4>

Cruz-Esteban, S., Rojas, J. C., & Malo, E. A. (2020). A pheromone lure for catching fall armyworm males (Lepidoptera: Noctuidae) in Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 36.

Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotney, V., Cock, M., ... & Godwin, J. (2017). *Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. Outlooks Pest Manag* 28: 196–201.

De Groote, H., Kimenju, S. C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., & Bruce, A. (2020). Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in maize production areas of Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 292, 106804.

Early, R., González-Moreno, P., Murphy, S., & Day, R. (2018). *Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest Spodoptera frugiperda, the fall armyworm. NeoBiota* 40: 25–50.

El-Ghany, N. (2019). Semiochemicals for controlling insect pests. *Journal of Plant Protection Research*, 59(1).

Evenen, M. (2016). Mating disruption of moth pests in integrated pest management: A mechanistic approach. *Pheromone Communication in Moths: Evolution, Behavior and Application*, 365–393.

FAO. (2018). Integrated management of the fall armyworm on maize: A guide for farmer field schools in Africa. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 1–139.

Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., 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*, 11(10).

Hendrichs, J., Pereira, R., & Vreysen, M. J. (2021). *Area-wide integrated pest management: Development and field application*. Taylor & Francis.

Houngbo, S., Zannou, A., Aoudji, A., Sossou, H. C., Sinzogan, A., Sikirou, R., ... & Ahanchédé, A. (2020). Farmers' knowledge and management practices of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) in Benin, West Africa. *Agriculture*, 10(10), Article 10.

- Hruska, A. J. (2019). Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders. *CABI Reviews*, (2019), 1–11.
- Huesing, J., Prasanna, B., McGrath, D., Chinwada, P., Jepson, P., & Capinera, J. (2018). Integrated pest management of fall armyworm in Africa: An introduction. *Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management*, 1–10.
- Jing, W., Huang, C., Li, C.-Y., Zhou, H.-X., Ren, Y.-L., Li, Z.-Y., ... & Bo, L. (2021). Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 646–663.
- Kartakis, S., Horrocks, K. J., Cingiz, K., Kriticos, D. J., & Wesseler, J. (2025). Migration extent and potential economic impact of the fall armyworm in Europe. *Scientific Reports*, 15(1), 17405.
- Kenis, M., Benelli, G., Biondi, A., Calatayud, P.-A., Day, R., Desneux, N., ... & Van den Berg, J. (2022). *Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, Spodoptera frugiperda*.
- Koffi, D., Agboka, K., Adjevi, A. K. M., Assogba, K., Fening, K. O., Osae, M., ... & Nagoshi, R. N. (2021). Trapping *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Moths in Different Crop Habitats in Togo and Ghana. *Journal of Economic Entomology*, 114(3), 1138–1144. <https://doi.org/10.1093/jee/toab048>
- Kwon, J.-H., Huh, M.-J., Lee, D.-H., Seo, S.-M., & Park, I.-K. (2021). Effect of pheromone blends, trap type and color on the capture of male clearwing moths, *Synanthedon bicingulata* (Lepidoptera: Sesiidae). *Chemoecology*, 31(5), 289–299.
- Liu, J., Fang, J., He, X. Z., Guo, M., Xu, Y., Gu, X., ... & Deng, J. (2025). Optimisation of an effective trapping system for monitoring fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: Lure composition, dosage, trap design, and nonanal synergist. *Journal of Economic Entomology*, toaf308.
- MAEP. (2016). *Catalogue Béninois des Espèces et Variétés végétales (CaBEV)*. INRAB/DPVPPAAO/ProCAD/MAEP & CORAF/WAAPP. <https://apidsa.agriculture.gouv.bj/public/storage/uploads/WPF/BnNRG9xpVzswVdOEWYnYnEfCWWF5Zj61X5wYp.pdf>
- Mahas, J. W., Duplais, C., Hamby, K., Dively, G., Huseeth, A. S., Owens, D., ... & Nault, B. A. (2025). Trap design and pheromone lure type influence *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) moth capture in sweet corn. *Journal of Economic Entomology*, 118(5), 2460–2467.
- Malo, E. A., Cruz-Esteban, S., González, F. J., & Rojas, J. C. (2018). A home-made trap baited with sex pheromone for monitoring *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) in corn crops in Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 111(4), Article 4.
- Meagher, R. L., Agboka, K., Tounou, A. K., Koffi, D., Agbevohia, K. A., Amouze, T. R., ... & Nagoshi, R. N. (2019). Comparison of pheromone trap design and lures for *Spodoptera frugiperda* in Togo and genetic characterization of moths caught. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 167(6), 507–516. <https://doi.org/10.1111/eea.12795>
- Meagher, R. L., Nagoshi, R. N., Armstrong, J. S., Niogret, J., Epsky, N. D., & Flanders, K. L. (2013). Captures and host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) males in traps baited with different commercial pheromone blends. *Florida Entomologist*, 96(3), Article 3.
- Montezano, D. G., Sosa-Gómez, D., Specht, A., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S., ... & Hunt, T. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), Article 2.
- Nagoshi, R. N., Goergen, G., Koffi, D., Agboka, K., Adjevi, A. K. M., Du Plessis, H., ... & Meagher, R. L. (2022). Genetic studies of fall armyworm indicate a new introduction into Africa and identify limits to its migratory behavior. *Scientific Reports*, 12(1), 1941.
- Ojumoola, O. A., Omoloye, A. A., & Umeh, V. C. (2024). Seasonal difference in fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) abundance and plant injury on selected maize varieties in Ibadan, Southwest Nigeria. *International Journal of Pest Management*, 70(4), 981–991.
- Olmstead, D. L., Nault, B. A., & Shelton, A. M. (2016). Biology, ecology, and evolving management of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet corn in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 109(4), 1667–1676.
- Overton, K., Maino, J. L., Day, R., Umina, P. A., Bett, B., Carnovale, D., ... & Reynolds, O. L. (2021). Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. *Crop Protection*, 145, 105641.
- Paredes-Sánchez, F. A., Rivera, G., Bocanegra-García, V., Martínez-Padrón, H. Y., Berrones-Morales, M., Niño-García, N., & Herrera-Mayorga, V. (2021). Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*. A review. *Molecules*, 26(18), Article 18.
- Prasanna, B. M., Huesing, J. E., Eddy, R., & Peschke, V. M. (2018). Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, First Edition. CIMMYT, El Batán, Mexico State, Mexico.
- R Core Team, R. & R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2012.
- Reyes-Prado, H., Segura, A. J. G., Martínez-Peralta, C., & Sosa, P. R. G. (2020). Non-target insects captured in sex pheromone traps of *Spodoptera frugiperda* in Sorghum Surrounded by other crops and weeds. *Southwestern Entomologist*, 45(3), 643–648.
- Rwomushana, I., Bateman, M., Beale, T., Beseh, P., Cameron, K., Chiluba, M., ... & Early, R. (2018). Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. Evidence note update. *Center for Agriculture and Bioscience International-CABI*.
- Sisay, B., Sevgan, S., Weldon, C. W., Krüger, K., Torto, B., & Tamiru, A. (2023). Responses of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) to different host plants: Implications for its management strategy. *Pest Management Science*, 79(2), 845–856.
- Sisay, B., Simiyu, J., Mendesil, E., Likhayo, P., Ayalew, G., Mohamed, S., ... & Tefera, T. (2019). Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* infestations in East Africa: Assessment of damage and parasitism. *Insects*, 10(7), 195.
- Sisay, B., Subramanian, S., Weldon, C. W., Krüger, K., Khamis, F., Tefera, T., ... & Tamiru, A. (2024). Evaluation of pheromone lures, trap designs and placement heights for monitoring the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in

- maize fields of Kenya. *Crop Protection*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106523>
- Spears, L. R., Looney, C., Ikerd, H., Koch, J. B., Griswold, T., Strange, J. P., & Ramirez, R. A. (2016). Pheromone lure and trap color affects bycatch in agricultural landscapes of Utah. *Environmental Entomology*, 45(4), 1009–1016.
- Tavares, C., Catarino, S., Mexia, A., da Silva, E. B., & Monteiro, F. (2025). Genetic Characterization and Mating Disruption in Spodoptera Species, a Case Study on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae): A Systematic Review. *Insects*, 16(11), 1176.
- Tepa-Yotto, G. T., Chinwada, P., Rwomushana, I., Goergen, G., & Subramanian, S. (2022a). Integrated management of *Spodoptera frugiperda* 6 years post detection in Africa: A review. *Current Opinion in Insect Science*, 52, 100928.
- Tepa-Yotto, G. T., Meagher, R. L., Winsou, J. K., Dahoueto, B. T., Tamò, M., Sæthre, M.-G., & Nagoshi, R. N. (2022b). Monitoring *Spodoptera frugiperda* in Benin: Assessing the influence of trap type, pheromone blends, and habitat on pheromone trapping. *Florida Entomologist*, 105(1), 71–78.
- Togola, A., Beyene, Y., Bocco, R., Tepa-Yotto, G., Gowda, M., Too, A., & Boddupalli, P. (2025). Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa: Insights into biology, ecology and impact on staple crops, food systems and management approaches. *Frontiers in Agronomy*, 7, 1538198.
- Unbehend, M., Hänniger, S., Meagher, R. L., Heckel, D. G., & Groot, A. T. (2013). Pheromonal divergence between two strains of *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Chemical Ecology*, 39, 364–376.
- Whitfield, E. C., Lobos, E., Cork, A., & Hall, D. R. (2019). Comparison of different trap designs for capture of noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromone and floral odor attractants. *Journal of Economic Entomology*, 112(5), 2199–2206.
- Willims, D. T., & Jonusas, G. (2019). The influence of tree species and edge effects on pheromone trap catches of oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* (L.) in the UK. *Agricultural and Forest Entomology*, 21(1), 28–37.
- Zanzaa, K., Sinzogan, A., Tepa-Yotto, G. T., Dannon, E., Toffa, J. M., Modibo, K. A., ... & Tamò, M. (2025). Synergistic effects of maize-pigeon pea intercropping and low-dose fertilization on fall armyworm control. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 394, 109892.