



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Contribution de trois plantes répulsives dans la lutte biologique contre les insectes ravageurs de la tomate à la Vallée du Kou au Burkina Faso

Alizèta SAWADOGO^{1*}, Pierre KIENTEGA², Issaka ZIDA¹ et Serge R OUEDRAOGO³

¹Centre National de la Recherche scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Centre Régional de référence en fruits et légumes, Laboratoire Central d'Horticulture, BP 910 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

²Université de Dédougou, Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, BP 176 Dédougou, Burkina Faso.

³Pennsylvania State University, Entomology Department.

*Auteur correspondant ; E-mail : atezila82@gmail.com, Tel (+226 71833585).

Received: 10-07-2024

Accepted: 15-10-2024

Published: 31-10-2024

RESUME

L'utilisation non raisonnée des insecticides de synthèse dans le contrôle des insectes ravageurs par les maraîchers constituent un danger pour le consommateur et l'environnement. Pour atténuer ce problème, des recherches de méthodes alternatives telles que les pratiques culturales s'avèrent nécessaires. L'étude a été réalisée dans la Vallée du Kou, de novembre 2022 à mars 2023. Elle visait à évaluer l'efficacité de plantes ayant des propriétés répulsives sur la densité des insectes ravageurs, les dégâts et le rendement de la tomate. Pour ce faire, un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets constitué de cinq traitements en quatre répétitions a été mis en place. Les analyses des données ont montré que les traitements ont eu un effet significatif ($P=0,02$) sur les dégâts occasionnés par *Helicoverpa armigera* Hübner. La densité des prédateurs était plus importante dans l'association tomate + œillet d'Inde. Les rendements moyens de tomate étaient plus élevés dans les parcelles traitées avec le pyricol 480 EC (8,71 t/ha), suivi des parcelles tomate + œillet d'Inde (8,29 t/ha). L'intégration de l'œillet d'Inde dans un système push-pull pourra contribuer à améliorer l'efficacité du dispositif de lutte biologique contre les insectes ravageurs de la tomate au Burkina Faso.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa armigera*, dégâts, œillet d'Inde, densité, rendement.

Contribution of three repellent plants in the biological control of insect pests associated with tomato at the Kou Valley, Burkina Faso

ABSTRACT

The uncontrolled use of synthetic insecticides by market gardeners to control insect pests is a danger to consumers and the environment. To alleviate this problem, research into alternative methods such as cultivation practices is needed. The study was carried out in the Kou Valley from November 2022 to March 2023. The aim was to assess the effectiveness of plants with repellent properties on insect pest density, damage and tomato

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

9723-IJBSC

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i5.19>

yield. To do this, a randomised complete block design consisting of five treatments in four replications was set up. Data analysis showed that the treatments had a significant effect ($P=0.02$) on the damage caused by *Helicoverpa armigera* Hübner. Predator density was higher in the tomato + marigold combination. Average tomato yields were higher in plots treated with pyricol 480 EC (8.71 t/ha), followed by tomato + marigold plots (8.29 t/ha). Integrating marigold into a push-pull system could help to improve the effectiveness of the biological control system against insect pests of tomato in Burkina Faso.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa armigera*, damage, marigold, density, yield.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, la filière maraichère occupe une place de choix parmi les filières porteuses. Cette filière engendre près de 400 000 emplois et représente 16,5% de la production agricole et 10,5% de celle du secteur primaire (MAHRH, 2011). En termes d'économie, elle génère près de 6 milliards de FCFA, soit une contribution moyenne de 4,5% au produit intérieur brut du pays (MAHRH, 2011). Après l'oignon, la tomate (*Solanum lycopersicum* L.), appartenant à la famille des solanacées, est la deuxième plus importante culture maraichère au Burkina Faso. En effet, sa culture contribue significativement à lutter contre l'insécurité alimentaire et nutritionnelle, le chômage, la pauvreté et les mauvaises conditions de vie (Traore et al., 2022). La tomate est cultivée pour ses fruits qui sont riches en vitamines et sels minéraux, particulièrement en vitamines A et C et se consomme frais ou transformé (Chougourou et al., 2012, N'zi et al., 2019). Cultivée à travers tout le pays et par 30% de la population maraichère, la tomate a rapporté environ 80 milliards de francs CFA pour une production de 170 000 tonnes en 2018 (MAAH, 2019).

Malheureusement, la production de la tomate au Burkina Faso est sujette à des contraintes biotiques telles que les agents pathogènes et les insectes ravageurs (IFDC, 2007). Parmi les insectes ravageurs, on peut citer *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera : Aleyrodidae), *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera : Noctuidae) et *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) qui peuvent induire des pertes de récolte pouvant aller de 50 à 100% (IFDC, 2007) ; ce qui explique souvent la baisse de production (IFDC, 2007 ; Blancard et al., 2009). Face à ces

bioagresseurs, les maraichers utilisent des produits chimiques de synthèse (Drabo et al., 2020). Cette méthode de lutte permet de contrôler les insectes ravageurs mais reste cependant préjudiciable à l'homme et à l'environnement dû à la toxicité et l'écotoxicité des produits (Naré et al., 2015). L'utilisation des pesticides de synthèse pose des problèmes tels que l'accroissement de la résistance des insectes ravageurs, la disparition des insectes utiles (pollinisateurs, prédateurs et parasitoïdes), la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques, la neutralisation de la vie du sol, etc. (Toé et al., 2013).

Pour toutes ces raisons, il est opportun de penser à des méthodes de substitution aux pesticides de synthèse dans la lutte contre les insectes ravageurs de la tomate. Parmi ces méthodes, les pratiques culturales telles que l'utilisation des plantes répulsives est susceptible de réduire significativement la pression des bioagresseurs (Amoatey et Acquah, 2010 ; Ngando et al., 2022). Au Burkina Faso, très peu d'informations existent sur l'utilisation des plantes répulsives en association avec la tomate dans la gestion des insectes ravageurs. La seule information dont nous disposons fait référence à une étude menée sur l'association de la tomate avec le basilic (*Ocimum basilicum* L.), l'ail (*Allium sativum* L.) ou l'oignon bulbe (*Allium cepa* L.) et qui a donné de bons résultats (Son et al., 2017). Ce déficit d'informations doit être comblé et permettre aux producteurs d'avoir une gamme variée de plantes répulsives pour une perspective de lutte biologique. La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'effet de plantes répulsives (basilic, œillet d'inde et ciboulette) sur la densité des insectes

ravageurs, les dégâts et le rendement de la tomate.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'expérimentation a été conduite au cours de la campagne sèche, de novembre 2022 à mars 2023 sur la plaine de la Vallée du Kou, site expérimental de la station de recherche de Farako-Bâ. Cette plaine, située à environ 25 km de Bobo-Dioulasso, relève de la commune rurale de Bama à 10°20' de latitude Nord et de 4°20' de longitude Ouest. C'est une plaine entièrement aménagée sur 1200 ha avec un système d'irrigation gravitaire sans pompage. Dans cette plaine, la Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest dispose d'une superficie de 60 ha pour les expérimentations et la production de semences agricoles. Cette zone a un climat de type Sud-soudanien et est caractérisé par une alternance d'une saison pluvieuse de mai à octobre et d'une saison sèche de novembre à avril. La pluviométrie dans la région varie entre 900 et 1200 mm d'eau par an. Les températures moyennes varient entre 25 et 30°C (Guinko, 1984). Les sols de la Vallée du Kou sont de types ferrugineux tropicaux, très hydromorphes par endroits, de texture limono-sableuse à argilo-limoneuse. Ils sont marqués par un lessivage actif des éléments nutritifs, causant parfois des problèmes de fertilité. Ce sont des sols acides à pH en eau variant entre 5,5 et 6,5 avec une concentration en bases échangeables relativement élevée (Nébié, 1995).

Matériel

Le matériel végétal utilisé était constitué de la variété de tomate Mongal F1 de la société TECHNISEM. C'est une variété de cycle court (65 JAR), adaptée à la saison très chaude et à l'hivernage, résistante au flétrissement bactérien, au fusarium, au Tomato Mosaic Virus (TMV) et aux nématodes à galles. Les plantes répulsives utilisées étaient composées du basilic (*Ocimum basilicum* L.), de ciboulettes (*Allium schoenoprasum* L.) et de l'œillet d'inde (*Tagetes erecta* L.) respectivement de la

famille des Lamiacées, des Amaryllidacées et des Astéracées. Ces plantes ont été utilisées en culture intercalaire avec la tomate. L'insecticide de synthèse utilisé était le Pyrical 480 EC à la dose de 1 l/ha.

Méthodes

Mise en place de la pépinière

Les pépinières ont été mises en place dans des bacs dont le terreau a d'abord été stérilisé à l'eau bouillante (100°C) quelques jours avant l'ensemencement des graines. Des lignes de semis avec un écartement de 15 cm ont été tracées pour ensemercer les graines des différentes spéculations (œillet d'inde, basilic et tomate). Les pépinières ont été arrosées tous les jours jusqu'à deux jours avant le repiquage.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé était un bloc complètement randomisé avec cinq traitements en quatre répétitions. Les traitements étaient constitués de (i) Association tomate + basilic: TB; (ii) Association tomate + Œillet d'Inde : TO ; (iii) Association tomate + ciboulette: TC; (iv) Tomate traitée avec Pyrical 480 EC : TI ; (vi) Tomate sans association ni traitement insecticide comme témoin : T.

Les répétitions étaient séparées entre elles par une distance de 5 m. Chaque répétition était composée de 5 parcelles élémentaires dont chacune avait une superficie de 15m² (3m de largeur sur 5m de longueur). La distance entre ces parcelles élémentaires était de 2m.

Préparation des parcelles et repiquage des plants

La préparation des parcelles a consisté à un labour à plat suivi d'un émiettement des grosses mottes à la main. Les plantes répulsives ont été repiquées trois jours avant la tomate. Les plants ont été repiqués avec des écartements de 0,3 m sur 0,4 m pour l'œillet d'inde et le basilic ; de 0,15 m sur 0,2 m pour la ciboulette et de 0,4 m sur 0,8 m pour la tomate. Le dispositif de repiquage était tel que dans les différentes associations, les plants de tomate étaient encadrés de part et d'autre, suivant la longueur, par 2 rangées de plantes répulsives. Pour l'œillet d'Inde ou le basilic, il y'avait 4 rangées de 17 plants chacune qui

encadraient 5 rangées de 35 plants de tomate. Pour la ciboulette, 4 rangées de 26 plants chacune encadraient 6 rangées de 42 plants de tomate. Les parcelles de tomates seules étaient constituées de 8 rangées de 7 plants chacune.

Du compost enrichi au Burkina phosphate a été utilisé comme fumure de fond à la dose de 4 t/ha. Les engrais chimiques tels que le NPK et l'urée ont été appliqués respectivement à la dose de 120 kg/ha, 10 jours après repiquage et 100 kg/ha, 30 jours après repiquage et. Des sarclages ont été faits au besoin.

Evaluation de la densité des insectes

L'évaluation de la densité des insectes a consisté à faire des observations sur des plants de tomate afin de dénombrer les insectes présents. Ainsi, 10 pieds de tomate ont été choisis de manière aléatoire dans chaque parcelle élémentaire pour les observations. Les observations ont été faites directement en parcelle tous les 7 jours. Au total, huit observations ont été effectuées à partir du 28 décembre 2022 jusqu'au 15 février 2023. Toutes les observations ont été faites très tôt le matin (avant 7 h) sur les feuilles, sur les bouquets floraux et sur les fruits.

Evaluation du rendement de la tomate en fonction des traitements

Le rendement en fruit a été calculé en fonction des traitements. Ainsi, dans chaque parcelle élémentaire, les fruits ont été récoltés au niveau des lignes centrales. Ces fruits ont été triés pour séparer les fruits perforés des fruits commercialisables. Les fruits commercialisables ont été pesés par la suite afin de déterminer le rendement. Ce rendement a été déterminé en divisant la production totale commercialisable de chaque traitement par la surface parcellaire. L'évaluation des dégâts des ravageurs a été faite en considérant les fruits infestés par *H. armigera* au niveau de chaque traitement. Le taux d'attaque des fruits a été calculé en utilisant la formule suivante : $T = \frac{A}{B} \times 100$
T= Taux d'attaque ; A = nombre de fruits perforés ; B = nombre total de fruits

Traitement et analyses des données

Les données collectées ont été saisies sur un tableur Excel 2016 et analysées avec le logiciel R version 4.2.2. L'effet de l'association des plantes répulsives avec la tomate sur la densité des insectes ravageurs, les dégâts occasionnés ainsi que le rendement a été déterminé par des tests non paramétriques. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé suivi du Pairwise.t.test en cas différence significative au seuil de 5%.

RESULTATS

Insectes rencontrés dans les parcelles élémentaires

Le Tableau 1 présente l'abondance relative des insectes rencontrés sur les parcelles expérimentales selon le groupe fonctionnel et les traitements. Les ravageurs rencontrés étaient *H. armigera*, *B. tabaci* et les thrips. Les fourmis, les coccinelles et les punaises sont les prédateurs observés au cours de l'étude. Dans les parcelles de tomate sans association et sans traitement insecticide, beaucoup d'insectes ravageurs y ont été dénombrés par rapport aux parcelles associées et aux parcelles traitées avec l'insecticide. Quant aux prédateurs, leur nombre était plus élevé (939 individus) dans les parcelles de tomate associées à l'œillet d'Inde. Parmi les insectes ravageurs, *H. armigera* et *B. tabaci* étaient les plus abondants et les plus fréquents et constitueront, par la suite, le centre de l'étude.

Fluctuation des populations de *B. tabaci* en fonction des traitements

La Figure 2 présente les nombres moyens d'adultes de *B. tabaci* par plant de tomate enregistrés à chaque date d'observation. La densité des adultes de *B. tabaci* par plant de tomate était plus élevée au début des observations (30^{ème} JAR) quel que soit le traitement considéré. On remarque également sur la même figure que les courbes de fluctuation de la population de *B. tabaci* dans les parcelles associées à l'œillet d'Inde et au basilic étaient en dessous des autres courbes des autres traitements jusqu'au 44^{ème} JAR. A partir du 51^{ème} JAR, la densité de *B. tabaci* est passée de 12 à 5 individus dans les parcelles de

tomate traitées avec l'insecticide chimique (TI). La courbe de la fluctuation des populations de *B. tabaci* dans les parcelles témoins est restée au-dessus de tous les autres du début jusqu'à la fin de l'expérimentation. De manière générale, on observe une diminution de la densité de populations du ravageur quel que soit le traitement.

Fluctuation des populations de *H. armigera* en fonction des traitements

La Figure 3 présente les fluctuations des larves de *H. armigera* au cours de l'expérimentation. Les larves de *H. armigera* ont été rencontrées dans les parcelles expérimentales à partir de la troisième observation (44 JAR). Une diminution relative du nombre de larves par plant de tomate a été observée au niveau de tous les traitements sauf dans les parcelles témoins où la densité des larves de *H. armigera* est passée de 0 à presque 7 larves /plants au 58^{ème} JAR. A la dernière date d'observation (72 JAR) aucune larve de *H. armigera* n'a été rencontrée dans les parcelles de tomate traitées avec l'insecticide de synthèse. Au niveau des parcelles associées, la tendance des courbes de fluctuation montre qu'il y a eu moins d'insectes dans les parcelles de tomate associées à l'œillet d'inde.

Importance des dégâts de *H. armigera* sur la tomate en fonction des traitements

Les résultats des analyses statistiques ont montré que les traitements ont eu un effet significatif (Chi carré =11,173 ; df = 4 ; P = 0,02) sur le niveau des dégâts occasionnés par *H. armigera* sur les fruits (Tableau 2). Ces

dégâts étaient plus faibles dans les parcelles traitées avec l'insecticide chimique. Par contre, le niveau de dégâts le plus élevé a été enregistré dans les parcelles témoins. On note que dans les parcelles de tomate associée avec le basilic et avec les ciboulettes, le niveau des dégâts était au moins deux fois plus faible que dans les parcelles témoins.

Rendement de la tomate en fonction des traitements

Le Tableau 3 présente les nombres moyens de fruits commercialisables et non commercialisables par plant de tomate et les rendements moyens de la tomate (t/ha) selon les différents traitements. Les quantités de fruits commercialisables les plus élevés étaient observés dans les parcelles traitées avec l'insecticide chimique tandis que les plus faibles étaient enregistrées dans les parcelles témoins (Chi carré = 9,088 ; df = 4 ; P = 0,05). Le nombre moyen de fruits commercialisables obtenu au niveau des parcelles où la tomate n'a été associée à aucune culture est 24,55 ; alors que ce nombre est 46 pour les associations tomate + œillet d'inde et tomate + basilic. En termes du rendement net, les analyses statistiques ont révélé une différence significative entre les rendements obtenus en fonction des traitements (Chi carré = 13,944; df = 4 P = 0,007). Le rendement le plus élevé a été enregistré dans les parcelles traitées avec l'insecticide de synthèse. Dans les parcelles de tomate associée avec les plantes répulsives, c'est le traitement tomate + œillet d'inde qui a obtenu le rendement le plus élevé (8,29 t/ha) suivi de la tomate + basilic (7,65 t/ha).

Tableau 1 : Abondances relatives des insectes ravageurs et prédateurs collectés au cours des différents traitements.

Groupes fonctionnels	Traitements									
	T		TO		TB		TC		TI	
	A	P(%)	A	P(%)	A	P(%)	A	P(%)	A	P(%)
Ravageurs	3441	94,35	2802	73,08	1691	73,71	2936	92,32	779	95,94
Prédateurs	206	5,64	939	24,49	361	15,73	241	7,57	33	4,06
Total	3647		3741		2052		3177		812	

A = abondance, P = proportion, T = témoin, TO = Tomate + œillet d'inde, TB = tomate + basilic, TC = tomate + ciboulette, TI= tomate traitée avec insecticide chimique.

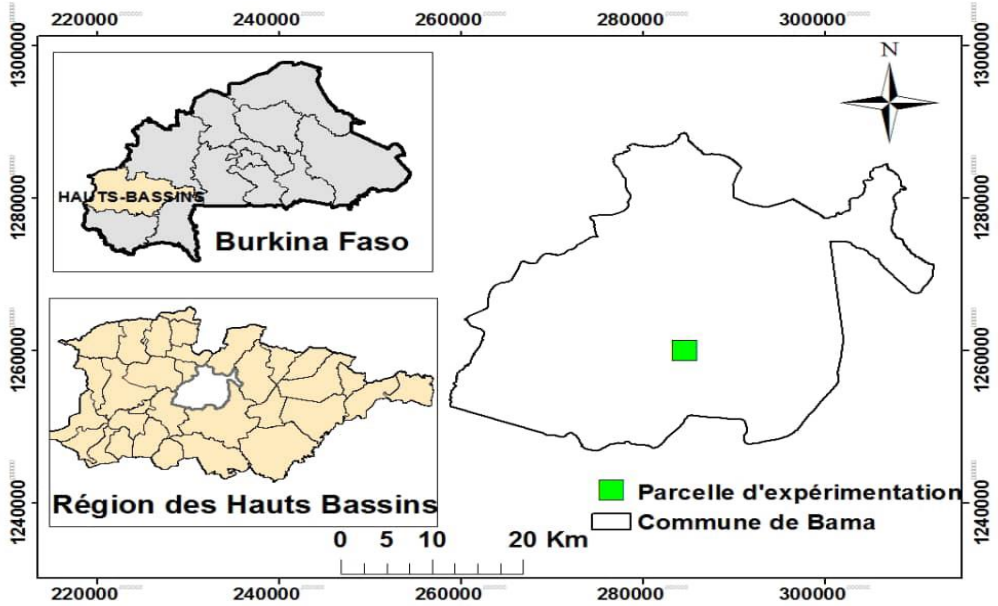


Figure 1 : Localisation géographique du site d'expérimentation.

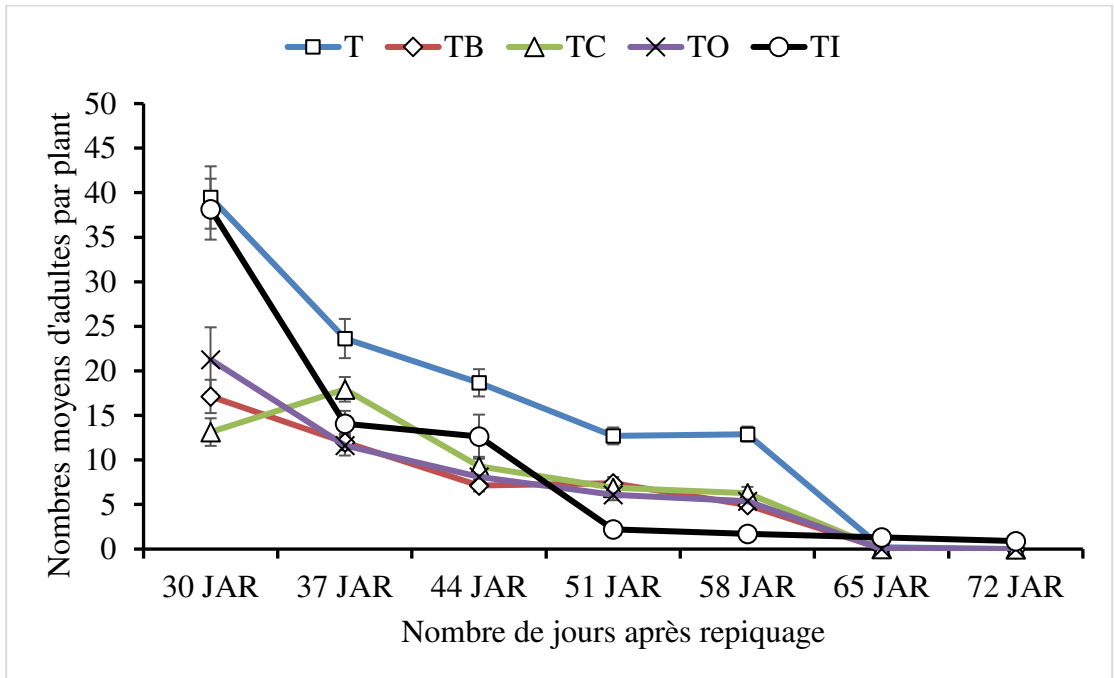


Figure 2 : Fluctuation des populations de *B. tabaci* dans les parcelles de tomate en fonction des différents traitements.

T= Témoin, TO= Tomate + œillet d'Inde, TB= tomate + basilic, TC= tomate + ciboulette, TI= tomate traitée avec insecticide chimique.

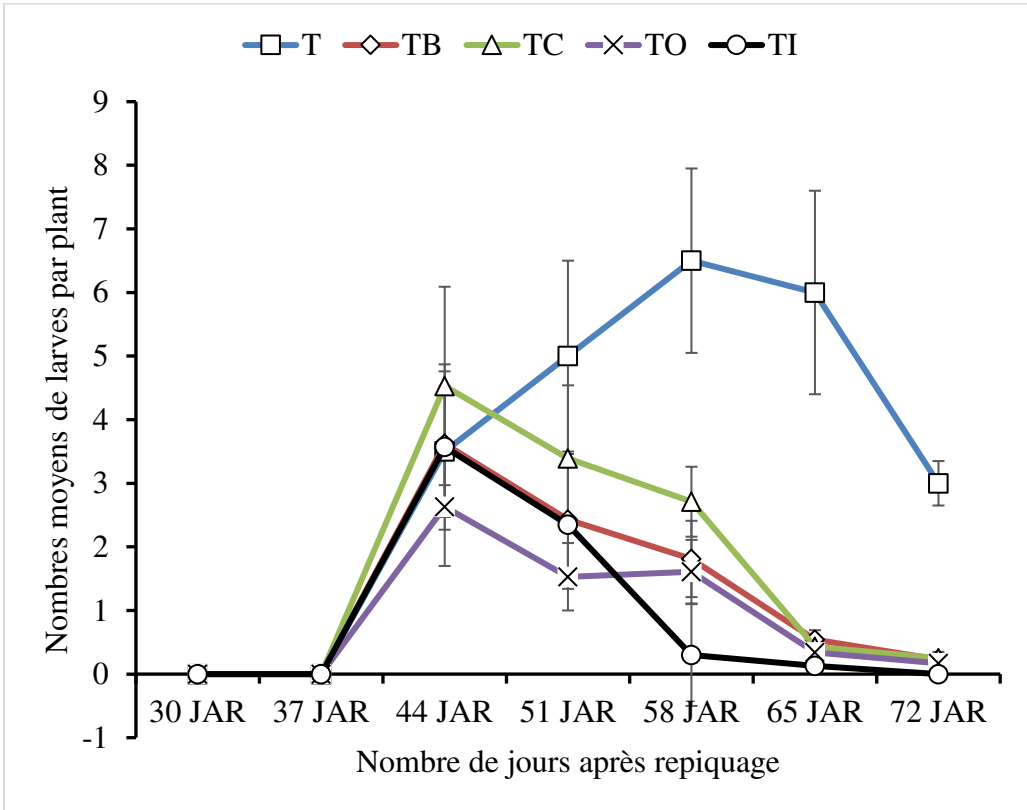


Figure 3 : Fluctuation des populations de *H. armigera* dans les parcelles de tomate en fonction des différents traitements.

T= Témoin, TO= Tomate + œillet d'Inde, TB= tomate + basilic, TC= tomate + ciboulette, TI = tomate traitée avec insecticide chimique.

Tableau 2 : Taux d'attaques des fruits de tomate par les insectes ravageurs dans les parcelles en fonction des différents traitements.

Traitements	Taux d'attaque
T	48,20 ± 7,70 ^a
TB	22,86 ± 4,92 ^b
TC	20,03 ± 5,45 ^b
TO	28,19 ± 7,44 ^{ab}
TI	16,46 ± 4,43 ^b
P	0,02*

T= témoin, TO = Tomate + œillet d'Inde, TB = tomate + basilic, TC = tomate + ciboulette, TI = tomate traitée avec insecticide chimique, * significative

NB : dans la même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil 5%.

Tableau 3 : Rendements moyens de la tomate obtenu en fonction des différents traitements.

Traitements	Nombres moyens de fruits commercialisables/plant	Nombres moyens de fruits non commercialisables/plant	Rendements en t/ha
T	24,55±4,10 ^a	23,33±4,50 ^b	3,84±0,48a
TB	41,22±11,89 ^{ab}	8,66±1,71 ^a	7,65±1,58 ^{ab}
TC	46,00±10,29 ^{ab}	9,89±3,06 ^a	7,33±1,41 ^{ab}
TO	46,00±11,10 ^{ab}	12,00±2,19 ^{ab}	8,29±1,49 ^{bc}
TI	82,67±19,63 ^b	5,00±0,83 ^a	8,71±1,08 ^{bc}
P	0,05*	0,003*	0,007*

T= témoin, TO= Tomate + œillet d'Inde, TB= tomate + basilic, TC= tomate + ciboulette, TI = tomate traitée avec insecticide chimique, *= significatif

NB : dans la même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil 5%.

DISCUSSION

Les résultats obtenus suite aux observations effectuées dans les parcelles expérimentales ont révélé une forte densité des insectes ravageurs dans les parcelles témoins (culture de tomate sans association) comparativement aux parcelles où la tomate a été associée aux plantes répulsives. Cette observation est similaire à celle de Mochiah et al. (2011) qui, lors de son étude, a montré qu'en monoculture, les plantes étaient plus infestées et constituaient une ressource alimentaire importante pour les insectes ravageurs par rapport à une culture associée. D'autres auteurs tels que Rhino et al. (2014) et Khafagy (2015) ont rapporté de manière générale que les plantes aromatiques contiendraient des composés volatils pouvant perturber le développement du ravageur et favoriser la croissance de la plante hôte. De nombreux prédateurs ont été recensés dans les parcelles où la tomate a été associée à l'œillet d'Inde par rapport aux autres types d'association. L'œillet d'Inde, la ciboulette et le basilic étant toutes des plantes répulsives, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses quant à ce nombre élevé de prédateurs dans ce traitement précis. L'œillet d'Inde étant une plante feuillue et très frolière (fleurs de différentes couleurs), il se pourrait que ces caractéristiques attirent les prédateurs ou soit qu'il dégage une substance volatile plaisante à ces prédateurs. Khan et al.

(2016) et Bhattacharyya, (2017) ont également affirmé que l'œillet d'Inde produit facilement des composés hautement volatils qui attirent les ennemis naturels et repoussent les ravageurs. Dans ce sens, l'œillet d'Inde pourrait agir de manière indirecte sur les insectes ravageurs par l'intermédiaire des prédateurs qu'elle attire. Cette affirmation rejoint celle de Iamba et Homband (2020) selon laquelle l'œillet d'Inde est utilisé dans la lutte contre les insectes ravageurs des légumes car elle attire un nombre important d'insectes utiles.

Il ressort de notre étude que la fluctuation des populations de *B. tabaci* et de *H. armigera* diffèrent en fonction du type de traitement au cours du temps. Au début des observations, la densité de *B. tabaci* était élevée dans chaque traitement. Cette période correspondait à la phase végétative des plants où les feuilles sont tendres et certainement appréciées par l'insecte ravageur. *B. tabaci* est un insecte piqueur-suceur de sève et les jeunes feuilles faciliteraient donc sa prise de nourriture. Vers la fin de l'expérimentation, la densité de population de l'insecte ravageur était presque nulle dans tous les traitements ; ceci peut être expliqué par l'état vieillissant des plants qui aurait emmené les mouches blanches à migrer vers d'autres sources de nourriture. Ces résultats sont proches de ceux de Nzi et al. (2010) qui ont fait des

observations similaires. Selon ces auteurs, les faibles effectifs de *B. tabaci* observés lors de leur étude peuvent être reliés à la senescence des plants qui empêche l'insecte de se nourrir et par conséquent migre vers d'autres zones favorables à leur développement. Quant aux larves de *H. armigera*, c'est à partir du 44^{ème} JAR que sa présence a été signalée dans toutes les parcelles. Cette période correspondait à la période de floraison qui se trouve être la période idéale pour détecter la présence des larves de *H. armigera* dans les champs de tomate. Dans les parcelles témoins, *B. tabaci* ou *H. armigera* ont eu le temps de se multiplier sans être perturbé ; ce qui expliquerait le fait que la courbe de fluctuation soit au-dessus de toutes les autres. Par contre pour les parcelles associées aux plantes répulsives, un faible nombre d'individus de ravageurs y a été trouvé au cours des différentes dates d'observation. Ce constat vient confirmer l'efficacité de ces plantes dans le contrôle des insectes ravageurs. Nos résultats corroborent ceux de Dross (2012) qui a trouvé que les plants de basilic associés à ceux de la tomate permettaient de réduire les infestations de *B. tabaci*.

Les larves de *H. armigera* a occasionné des dégâts visibles sur les fruits de la tomate. Ces dégâts se sont traduits par des trous réguliers au niveau des fruits mûrs et non mûrs. Les dégâts variaient d'un traitement à un autre. Le taux de dégâts le plus élevé (48,20%) obtenu dans les parcelles témoins pourrait être lié à la forte population des insectes ravageurs dans ces parcelles. Les faibles pourcentages de fruits infestés ont été observés dans les parcelles associées aux plantes répulsives et celles traitées avec le pyral 480 EC. Tout comme l'insecticide de synthèse, la présence de l'œillet d'inde, du basilic et de la ciboulette dans la tomate, de par leur composé volatil, a empêché les femelles de pondre sur les plants réduisant ainsi les infestations. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Ossey et al. (2023). Selon ces auteurs, l'association du soja avec la tomate a permis de réduire les infestations des fruits. D'autres auteurs ont révélé qu'en association de culture, les plantes non hôtes libèrent des substances volatiles qui affectent le comportement de ponte des

lépidoptères (Ratnadass et al., 2012 ; Diatte et al., 2016 ; Son et al., 2018 ; Conboy et al. 2019, Poveda et al., 2019)

Le nombre de fruits commercialisables et les rendements obtenus au cours de notre étude ont été faibles dans les parcelles témoins (tomate uniquement et sans traitement). Au niveau des parcelles associées, l'œillet d'inde a permis d'obtenir un nombre élevé de fruits commercialisables (46 fruits / parcelle) et un bon rendement (8,29 t/ha). Les parcelles traitées avec l'insecticide de synthèse ont obtenu le rendement le plus élevé (8,71 t/ha). Ces résultats montrent que non seulement l'association des cultures permet de mieux protéger les cultures, mais permet aussi d'optimiser les rendements tout en étant rassuré sur la qualité des produits en termes de résidus de pesticides. Yarou et al. (2017) ont montré que même si l'efficacité des plantes répulsives n'est pas complète dans la lutte contre les ravageurs, elle peut néanmoins permettre de maintenir la population des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité et réduire l'usage des pesticides de synthèse utilisés sur les légumes. Ceci permet par conséquent de minimiser les risques d'intoxication des populations. Les plantes répulsives peuvent aussi permettre d'accroître les rendements avec un rapport coût/bénéfice comparable à celui des pesticides de synthèse (Amoabeng et al., 2014).

Conclusion

La recherche de méthodes alternatives de lutte contre les insectes ravageurs qui soient respectueuses de l'environnement et de la santé humaine a conduit à évaluer l'effet de trois types d'associations culturales dans le contrôle des insectes ravageurs les plus fréquents et abondants de la tomate. Toutes les plantes utilisées (Ciboulette, œillet d'inde et basilic) ont eu des effets répulsifs sur *B. tabaci* et *H. armigera*. L'association des plants de tomate avec le basilic ou l'œillet d'inde a permis de mieux protéger la culture contre *H. armigera* et *B. tabaci*. Cela s'est traduit par un pourcentage d'infestation des fruits par *H. armigera* plus faible. L'œillet d'inde, en plus d'avoir un effet répulsif sur les insectes ravageurs, attire les

insectes utiles qui contribuent à la régulation naturelle des populations de ces ravageurs. Les meilleurs rendements ont été obtenus dans les parcelles traitées avec l'insecticide et celles associées à l'œillet d'inde. Les résultats engrangés dans cette étude disponibilisent une base de données qui peut être prise en compte dans l'élaboration des stratégies de lutte intégrée contre les insectes ravageurs de la tomate.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AS : rédaction du protocole, collecte des données, analyses statistiques des données, proposition du draft du manuscrit. PK : collecte des données. IZ : analyse des données, correction du manuscrit. SRO : Supervision des activités, correction du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs traduisent leur remerciement à l'USAID à travers le projet « Feed the Future Innovation Lab for Current and Emerging Threats to crops » pour le soutien financier de cette étude. Cooperative agreement No: 7200AA21LE00005.

REFERENCES

Amoabeng BW, Gurr GM, Gitau CW, Stevenson PC. 2014. Cost: benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: implications for smallholder farmers in developing countries. *Crop Prot.*, **57**: 71-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2013.11.019>

Amoatey CA, Acquah E. 2010. Basil (*Ocimum basilicum* L.) intercrop as a pest management tool in okra cultivation in the Accra plains. *Ghana J Hort.*, **8**: 65-70.

Bhattacharyya M. 2017. The push-pull strategy: A new approach to the eco-

friendly method of pest management in agriculture. *J. Entomol. Zool. Stud.*, **5** (3): 604-607. DOI:

<https://dx.doi.org/10.22271/j.ento>

Blancard D, Laterrot H, Marchoux CT. 2009. Les maladies de la tomate, identifier, connaître, maîtriser. Éditions Quæ: Paris, France.

Chougourou DC, Agbaka A, Adjakpa JB, Ehinnou Koutchika R, Kponhinto UG, Adjalien EJN. 2012. Inventaire préliminaire de l'entomofaune des champs de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la Commune de Djakotomey au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(4): 1798-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.34>

Conboy NJA, Daniel T, Ormerod A, George D, Gatehouse AR, Wharton E. 2019. Companion planting with French marigolds protects tomato plants from glasshouse whiteflies through the emission of airborne limonene. *PLoS ONE.*, **14**(3): 30-71. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213071>

Diatte M, Brévault T, Sall-Sy D, Diarra K. 2016. Pratiques culturales influent sur les attaques de deux ravageurs de la tomate dans les Niayes au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 681-693. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.19>

Drabo E, Waongo A, Ilboudo Z, Traore F. 2020. Perception paysanne des principales contraintes et pratiques phytosanitaires en culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dans la zone agro-écologique de centre du Burkina Faso. *Annale de l'Université Joseph KI-ZERBO – Série C.*, **16** : 54-71

Dross C. 2012. Impact de plantes aromatiques associées à la tomate sur les populations d'aleurodes *Bemisia tabaci*. Master Sciences et Technologies du Vivant et de l'Environnement. AgroParisTech. Paris. p. 45.

- Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat d'Etat. Université de Bordeaux III. Bordeaux, France. 394p.
- Iamba K, Homband V. 2020. Intercropping of Pak choi (*Brassica rapa chinensis*) with Marigold flower (*Tagetes erecta* L.) and Onion (*Allium cepa* L.) to control foliar pests. *J Entomol Zool Stud.*, **8** (6) : 731-737. <http://www.entomoljournal.com>
- IFDC. 2007. Problématique de l'utilisation des produits phytosanitaires en conservation des denrées alimentaires et en maraîchage urbain et périurbain au Burkina Faso : cas de Bobo- Dioulasso, Ouahigouya et Ouagadougou. Rapport d'étude, p. 51.
- Khafagy IF. 2015. The role of some aromatic plants intercropping on *Tuta absoluta* infestation and the associated predators on tomato. *Egy. J. Plant Pro. Res.*, **3**(2): 37–53.
- Khan Z, Midega CA, Hooper A. 2016. Push-pull: chemical ecology-based integrated pest management technology. *J. Chem. Ecol.*, **42**(7): 689-697. DOI: 10.1007/s10886-016-0730-y
- MAAH. 2019. Résultats définitifs de la campagne agropastorale 2018/2019, de la situation alimentaire et nutritionnelle du pays et perspectives. Rapport général, Burkina Faso, p. 121.
- MAHRH. 2011. Analyse de la filière maraîchage au Burkina Faso. Rapport final, Burkina Faso, p. 127.
- Mochiah M, Banful B, Fening K. 2011. Botanicals for the management of insect pests in organic vegetable production. *J. Entomol. Nematol.*, **3**: 85-97. <http://www.academicjournals.org/jen>
- Naré RWA, Savadogo PW, Gnankambary Z, Nacro HB, Sédogo PM. 2015. Analyzing Risks Related to the Use of Pesticides in Vegetable Gardens in Burkina Faso. *Agric For Fish.*, **4**(4), 165–172. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.aff.20150404.13>
- Nebié B., 1995. Etude des facteurs agro-pédologiques déterminant la production du riz irrigué dans la vallée du Kou au Burkina Faso. Thèse Docteur-ingénieur, Option Science Agronomique. Facultés des Sciences et Techniques, Université nationale de Côte d'Ivoire, p. 209.
- Ngando WE, Essouma MJE, Voula VA, Ondoua OJS, Djoah YT, Ngatourbam L, Onana AO, Zing B Z. 2022. Evaluation de l'effet insecticide de certaines plantes locales sur les performances agronomiques de la tomate dans la réserve forestière de Mbalmayo (Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(3): 1253-1268. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.27>
- N'zi JC, Kouame C, N'guetta ASP. 2019. Influence de quelques paramètres climatiques sur les effectifs de *Bemisia tabaci* sur la tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(1): 338-352. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.27>
- Ossey CL, Coulibaly ND, Fondio L, Gadjji AG, N'gbesso MFP, N'gaza ALF. 2023. Evaluation de l'effet de la diversité des cultures dans le contrôle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : noctuidae), ravageur majeur de la tomate en Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, **42**: 287 – 299. <http://www.revist.ci>
- Ratnadass A, Fernandes P, Avelino J, Habib R. 2012. Plant Species Diversity for Sustainable Management of Crop Pests and Diseases in Agroecosystems: A Review. *Agron. Sustain. Dev.*, **32**: 273-303. DOI : <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0022-4>
- Rhino B, Dross C, Momperousse RJ, Thibaut C, Verchere A, Fernandes P. 2014. Intérêt du basilic pour la gestion agroécologique de l'aleurode. *Les Cahiers du PRAM.*, **12**: 15-17. <https://www.caecarib.org/content/downl>

- oad/4230/31852/version/2/file/L%27agr
o%C3%A9cologie+en+application.pdf
- Son D, Somda I, Legreve A, Schiffers B. 2017. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cah. Agric.*, **26**(2):1-6. DOI: 10.1051/cagri/2017010
- Son D, Somda I, Legreve A, Schiffers B. 2018. Effect of plant diversification on pest abundance and tomato yields in two cropping systems in Burkina Faso: farmer practices and integrated pest management. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 101-119. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.8>
- Toé AM, Ouédraogo M, Ouédraogo R, Ilboudo S, Guissou PI. 2013. Pilot study on agricultural pesticide poisoning in Burkina Faso. *Interdiscip Toxicol.*, **6**(4) : 185-191. DOI : 10.2478/intox-2013-0027
- Traore M, Gadiaga AD, Garane A, Koussao S, Hien E. 2022. Effet de différents types de fertilisants sur la dynamique de la macrofaune du sol et les rendements en culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(1) : 134-144. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i1.12>
- Poveda J, Jimenez-Gomez A, Saati-Santamaria Z, Usategui-Martin R, Rivas R, Garcia-Fraile P. 2019. Mealworm frass as a potential biofertilizer and abiotic stress tolerance-inductor in plants. *Appl. Soil. Ecol.*, **142**: 110-122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.04.016>
- Yarou BB, Silvie P, Komlan FA, Mensah A, Alabi T, Verheggen F, Francis F. 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol Agron Soc Envir.*, **21**(4) : 288-304. DOI : 10.25518/1780-4507.16175