

African Crop Science Journal by African Crop Science Society is licensed under
a Creative Commons Attribution 3.0 Uganda License.

Based on a work at www.ajol.info/

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v32i3.2>



DIVERSITÉ ET ABONDANCE DE LA FAUNE D'INSECTES DE LA LAITUE DANS LE CENTRE-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

S. DIABATE, D. FONDIO, O. SIB, K.A.P. APPO YAO et S. SORO

Jean Lorougnon Guédé University, Daloa, P. O. Box 150, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant : seydoudiabate01@gmail.com

(Received 24 May 2024; accepted 30 August 2024)

RÉSUMÉ

La laitue, *Lactuca sativa* (Asteraceae), est un légume-feuille essentiel à la santé humaine, notamment dans les zones urbaines et périurbaines. Cependant, sa production est limitée par divers facteurs, dont l'impact des insectes. Cette étude vise à documenter la diversité et l'abondance de l'entomofaune associée à la culture de la laitue en Côte d'Ivoire. Elle a été réalisée en octobre 2023, pendant la saison des pluies, à Daloa, en utilisant des pièges jaunes et des filets fauchoirs. Au total, 980 insectes ont été capturés, répartis en 63 genres, 52 familles et 9 ordres. Les Diptères ont été les plus abondants (46 %), suivis par les Chrysomelidae (27 %), dominés par *Cerotoma sp.* avec 264 individus. Les défoliateurs, principalement de la famille des Chrysomelidae, ont été les nombreux dans les cultures. Les insectes bénéfiques des ordres des Hyménoptères, Coléoptères, Diptères et Odonates ont été moins représentés. Les indices de diversité de Shannon ($H' = 1,47$) et d'équitabilité ($E = 0,51$) ont été plus élevés pour les Diptères, tandis que les Dermaptères ont présenté l'indice de diversité le plus bas ($H' = 0,03$). L'indice de Simpson, bien que similaire pour tous les ordres, a été légèrement inférieur pour les Coléoptères (0,92). Cette étude offre un inventaire préliminaire des insectes associés à la culture de la laitue, fournissant une base pour de futures recherches.

Mots Clés : Diptères, *Lactuca sativa*, indice de diversité de Shannon, urbain

ABSTRACT

Lettuce, *Lactuca sativa* (Asteraceae), is a leafy vegetable that plays an essential role in human health, especially in urban and peri-urban areas. However, its production is limited by various factors, including the impact of insects. This study aims to document the diversity and abundance of insect fauna associated with lettuce cultivation in Côte d'Ivoire. It was conducted in October 2023, during the rainy season, in Daloa, using yellow traps with soapy water and sweep nets. A total of 980 insects were captured, spread across 63 genera, 52 families, and 9 orders. Diptera were the most abundant (46%), followed by Chrysomelidae (27%), dominated by *Cerotoma sp.* with 264 individuals. Many defoliating insects, mainly from the Chrysomelidae family, were observed in the crops. In contrast, beneficial insects from the Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, and Odonata orders were found in smaller numbers.

The Shannon diversity ($H' = 1.47$) and Equitability index ($E = 0.51$) were higher for Diptera, while Dermaptera showed the lowest diversity index ($H' = 0,03$). Although the Simpson index was similar across all orders, it was slightly lower for Coleoptera (0.92) compared to others. This study provides a preliminary inventory of insect species associated with lettuce crops in urban and peri-urban areas in Côte d'Ivoire and will serve as a foundation for future research.

Key Words: Diptera, *Lactuca sativa*, Shannon diversity index, urban

INTRODUCTION

La laitue, *Lactuca sativa L.* est un légume-feuille de plus en plus populaire en Afrique sub Saharienne, en particulier dans les zones urbaines et périurbaines. Elle joue un rôle essentiel en apportant des bienfaits pour la santé, notamment en réduisant le taux de cholestérol, en luttant contre l'insomnie, en empêchant la croissance des cellules cancéreuses et en fournissant des antioxydants (Mampholo *et al.*, 2016). Cependant, la production de la laitue est entravée par plusieurs facteurs biotiques, dont les insectes représentent une contrainte majeure.

Les insectes constituent le groupe animal le plus dominant et le plus diversifié, représentant plus de 75 % des espèces connues du règne animal (Balakrishnan *et al.*, 2014). Le nombre d'espèces d'insectes est estimé entre 5,4 et 7,2 millions (Stork, 2018). Ils ont développé une diversité remarquable et ont colonisé tous les environnements, où ils jouent un rôle essentiel dans la régulation et la stabilité des écosystèmes (Jactel *et al.*, 2020). Les insectes participent à de nombreux processus biologiques tels que la pollinisation, la décomposition de la matière organique, la régulation des populations de ravageurs et la dispersion des graines. Ces processus sont cruciaux pour maintenir la biodiversité et assurer le bon fonctionnement des écosystèmes, offrant ainsi des services vitaux pour l'agriculture, la foresterie et l'environnement (Schowalter *et al.*, 2018). Dans le domaine agricole, les insectes ravageurs constituent l'une des principales contraintes biologiques limitant la production mondiale (Laing *et al.*, 2006), particulièrement

dans les zones tropicales où le climat chaud et humide favorise leur prolifération.

En Côte d'Ivoire, les principaux ravageurs de la laitue sont les pucerons, la teigne des feuilles et la cicadelle de la laitue, qui peuvent affecter de manière significative la qualité et la quantité des rendements en feuilles (Dosso *et al.*, 2023). Afin de protéger leurs cultures et de minimiser les pertes, les producteurs appliquent fréquemment des pesticides chimiques, souvent sans respecter les consignes de sécurité d'utilisation (Doumbia et Kwadjo, 2009 ; Diabate *et al.*, 2022). Le non-respect des recommandations d'application des pesticides sur les légumes à feuilles a des effets négatifs avérés sur la santé humaine et l'environnement (de Bon *et al.*, 2014).

Le développement de stratégies efficaces pour lutter contre les insectes ravageurs sans avoir recours aux pesticides de synthèse nécessite une bonne connaissance des insectes présents dans les agroécosystèmes. Cependant, peu d'informations sont disponibles sur l'entomofaune de la culture de la laitue en Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est de documenter la diversité et l'abondance de l'entomofaune associée à la culture de la laitue dans les jardins urbains et périurbains en Côte d'Ivoire.

MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Sites d'étude. L'étude a été réalisée dans les sites de production maraîchère de "Kétégbéu" (6°52'50.5"N, 6°27'11.1"W) et "Gako" (6°52'08.9"N, 6°25'59.4"W) dans la ville de Daloa, Côte d'Ivoire. Ces zones ont été choisies en raison de leur longue tradition dans

la production et la commercialisation des produits maraîchers (Tonessia et al., 2019). Des parcelles dédiées à la culture de la laitue ont été sélectionnées dans chaque zone pour l'étude. La variété de laitue "Blonde de Paris" est celle que l'on a trouvé dans les champs des deux sites.

Le climat de Daloa est de type tropical, comprenant une saison chaude et sèche de novembre à février et une saison des pluies de mars à octobre. La température annuelle moyenne se situe entre 26,2 et 27,9 °C, avec des précipitations annuelles moyennes de 1305,5 mm (Koffi, 2022).

Dispositif expérimental. L'expérimentation a été menée dans les champs de laitue des agriculteurs. Dans chaque site, 10 pièges colorés en forme d'assiette jaune ont été disposés de manière aléatoire sur des parcelles élémentaires de 10 m² pour collecter des insectes. Dans la zone de "Kétégbou", la parcelle de laitue a couvert une superficie de 180 m², tandis que dans la zone de "Gako", la parcelle de laitue a occupé 120 m². Un traitement phytosanitaire a été réalisé chaque semaine par les maraîchers.

Collecte et identification des insectes. Les insectes ont été collectés durant le mois d'octobre, correspondant à la saison des pluies. Deux méthodes de collecte ont été utilisées pour capturer les insectes dans les champs : les pièges colorés et le filet fauchoir. Le piège coloré est une assiette jaune de 6 cm de long et 12 cm de large, contenant une solution de savon à vaisselle. L'assiette a été placée dans un trou et ajusté au même niveau que le sol. La solution savonneuse a été préparée en dissolvant un litre de savon liquide dans trois litres d'eau de robinet. Cette solution savonneuse a été utilisée pour remplir les pièges colorés aux deux tiers afin de piéger les insectes qui tombent à l'intérieur (Franck, 2008).

Pour chaque champ de laitue, des échantillons ont été collectés 48 heures après

la pose des pièges, avec un intervalle d'un jour entre les champs, sur une période de deux semaines. Pour récupérer les insectes d'un piège coloré rempli d'eau savonneuse, un tamis a été utilisé pour filtrer les insectes, et une paire de pinces a été utilisée pour les saisir délicatement. Les insectes capturés ont été conservés dans de l'alcool à 70 % pour éviter leur décomposition et leur désintégration. L'eau savonneuse a été remplacée après chaque collecte d'échantillons d'insectes afin de préserver l'efficacité du piège.

La deuxième méthode a consisté à utiliser un filet fauchoir pour capturer les insectes volants. Cette technique consiste à traverser le champ en balayant les plants de laitue par des mouvements rapides et latéraux du filet. Les captures ont débuté quatre semaines après le semis de la laitue. L'opération a été effectuée tous les deux jours pendant deux semaines de 9 h à 10 h. Les insectes ont été retirés du filet à l'aide de pinces flexibles et placés dans de l'alcool à 70 % pour une identification et un comptage ultérieur.

Identification des spécimens. Chaque échantillon d'insectes collecté a été étalé sur une feuille de polyéthylène, et les spécimens d'insectes ont été classés en fonction de leur morphologie externe, à l'aide d'une loupe binoculaire (Leica EZ4). Les spécimens ont été identifiés jusqu'au niveau des genres, en utilisant divers ouvrages de référence (Roth, 1980 ; Delvare et Aberlenc, 1989 ; Mignon et al., 2016).

Analyse des données. L'abondance relative des insectes a été calculée à l'aide de l'Équation 1 (Zaïme et Gautier, 1989) :

$$Ar = (Ni/N) \times 100 \dots\dots\dots \text{Equation 1}$$

Où : Ni = nombre d'individus du genre i ; et N = nombre total d'individus de tous les genres.

L'indice de diversité au sein d'une communauté ou d'un habitat spécifique a été

déterminé à l'aide de l'indice de Shannon-Wiener (Magurran, 2003) :

$$H' = - \sum (p_i \times \ln(p_i)) \dots\dots\dots \text{Equation 2}$$

Où : $P_i = n_i/N$; n_i = nombre d'individus observés dans chaque genre, i correspondant à un genre donné dans l'environnement (allant de 1 à S , le nombre total de genres observés), et N est le nombre total d'individus capturés.

L'indice d'équitabilité (E) a été calculé selon l'Équation 3 (Dajoz, 1982) :

$$E = H'/H'_{\max} \dots\dots\dots \text{Equation 3}$$

Où : $H'_{\max} = \ln(S)$, H'_{\max} représente la diversité maximale de Shannon, et S le nombre de genres. La valeur de cet indice varie entre 0 (dominance d'un genre) et 1 (distribution équitable des individus entre les genres).

Enfin, l'indice de diversité de Simpson (D), qui mesure la probabilité que deux individus choisis au hasard appartiennent au même genre, a été calculé à l'aide de l'Équation 4 (Morin et Findlay, 2001) :

$$D = 1 - [\sum(n_i(n_i-1)) / N(N-1)] \dots \text{Equation 4}$$

Où : n_i = nombre d'individus dans un genre donné, et N = nombre total d'individus capturés. Cet indice varie de 0 (diversité minimale) à 1 (diversité maximale).

RÉSULTATS

Diversité des insectes de la laitue. Selon l'indice de Shannon, la plus grande diversité d'insectes a été observée dans l'ordre des Diptères ($H' = 1,47$), suivi des Coléoptères ($H' = 0,41$) (Tableau 1). L'ordre des Diptères a également montré le plus haut niveau d'équitabilité ($E= 0,51$) (Tableau 1). En revanche, les Lépidoptères ($E= 0,04$) et les Odonates ($E= 0,06$) ont affiché les plus faibles indices d'équitabilité.

Il n'a pas été possible de calculer l'indice d'équitabilité pour les Thysanoptères et les

TABLEAU 1. Indices de diversité pour les ordres d'insectes collectés dans les cultures de Laitue

N°	Ordres	Nombre total des familles	Nombre total des genres	Nombre total des individus	Abondance relative (%)	Indice de Shannon- Wiener	Indice d'Équitabilité	Indice de Simpson
1	Coléoptère	4	7	274	28	0,41	0,21	0,92
2	Dermaptère	1	1	7	1	0,03	-	0,99
3	Diptère	14	18	453	46	1,47	0,51	0,97
4	Hémiptère	7	7	46	5	0,21	0,11	0,99
5	Hyménoptère	14	16	75	8	0,34	0,12	0,99
6	Lépidoptère	4	5	14	1	0,08	0,04	0,99
7	Odonate	4	4	17	2	0,08	0,06	0,99
8	Orthoptère	3	4	50	5	0,19	0,14	0,99
9	Thysanoptère	1	1	44	4	0,13	-	0,99
	Total	52	63	980				

Dermaptères, qui ont été chacun représentés par un seul genre. L'indice de diversité de Simpson de tous les ordres a été proche de un (01), indiquant une grande diversité d'insectes au sein des ordres (Tableau 1). Néanmoins, l'indice de diversité de Simpson des Coléoptères a été le plus bas (0,92) par rapport aux autres ordres d'insectes.

Abondance des insectes de la laitue. Un total de 980 insectes, comprenant 9 ordres, 52 familles et 63 genres, a été collecté (Fig. 1). L'ordre des Diptères a présenté la plus grande abondance relative (46 %), suivi des Coléoptères (28 %), des Hyménoptères (8 %), des Hémiptères (5 %) et des Orthoptères (5 %).

En ce qui concerne les genres, *Cerotoma sp* a montré la plus haute abondance relative avec 27 %, suivi de *Sarcophaga sp* (8 %) et *Nemopoda sp* (6 %) (Tableau 2).

En fonction du nombre total de genres, l'ordre le plus dominant a été celui des Diptères, avec 18 genres comptabilisés, suivi

des Hyménoptères avec 16 genres, des Coléoptères et des Hémiptères, chacun avec 7 genres, et des Lépidoptères avec 5 genres (Tableau 1). Les Thysanoptères et les Dermaptères ont été représentés par un seul genre chacun.

Parmi les Diptères, les Culicidae ont été la famille la plus dominante, avec trois genres. Les familles Stratiomyidae et Diopsidae ont chacune eu deux genres, tandis que les autres familles (Tupilidae, Dolichopodidae, Anthomyiidae, Agromyzidae, Sepsidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Syrphidae, Muscidae, Tachinidae, Mydidae) ont été représentées chacune par un seul genre (Tableau 2). Parmi les Hyménoptères, les Braconidae ont été la famille dominante avec trois genres, tandis que les autres familles ont été représentées par un seul genre chacune. Pour l'ordre des Coléoptères, la famille des Coccinellidae a été dominante avec trois genres, et celle des Chrysomelidae a eu deux genres. Les familles des Curculionidae et Pseudostigmatidae ont été représentées

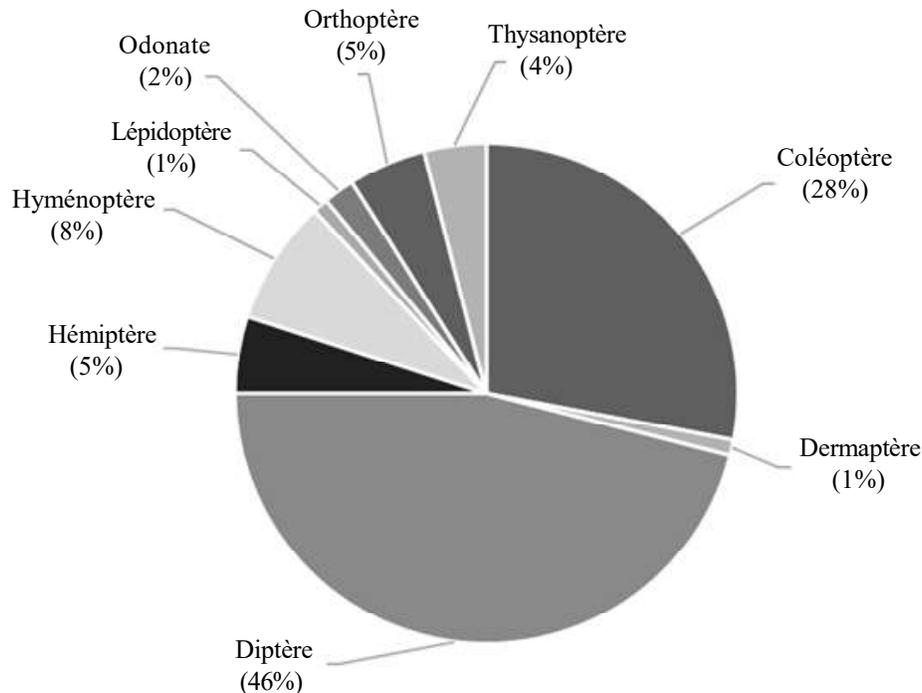


Figure 1. Abondance relative des insectes en fonction des ordres.

TABLEAU 2. Liste des insectes capturés dans les pièges aux assiettes jaunes et filet fauchoir en Octobre 2023

Ordres	Familles	Genre	Pièges aux assiettes jaunes	Capture au filet fauchoir	Total	Abondance relative (%)
Coléoptère	Chrysomelidae	<i>Cerotoma</i>	264	0	264	27
		<i>Systema</i>	0	1	1	0,1
	Coccinelidae	<i>Scymnus</i>	2	0	2	0,2
		<i>Exochomus</i>	1	0	1	0,1
		<i>Epilachna</i>	0	2	2	0,2
	Curculionidae	<i>Apion</i>	3	0	3	0,3
Pseudostigmatidae	<i>Megaloprepus</i>	0	1	1	0,1	
Diptère	Tupilidae	<i>Tanyptera</i>	26	0	26	2,5
	Dolichopodidae	<i>Poecilobothrus</i>	45	0	45	4,5
	Anthomyidae	<i>Anthomyia</i>	1	0	1	0,1
	Diopsidae	<i>Cyrtodiopsis</i>	2	3	5	0,5
		<i>Diopsis</i>	0	1	1	0,1
	Agromyzidae	<i>Liriomyza</i>	24	0	24	2,3
	Sepsidae	<i>Nemopoda</i>	55	3	58	6
	Calliphoridae	<i>Calliphora</i>	46	3	49	5
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	74	5	79	8
	Syrphidae	<i>Syrphus</i>	5	2	7	1
	Stratiomyidae	<i>Hedriodiscus</i>	30	1	31	3,1
		<i>Hermetia</i>	5	2	7	1
	Muscidae	<i>Musca</i>	12	0	12	1,2
	Culicidae	<i>Aedes</i>	49	2	51	5,2
		<i>Culex</i>	10	0	10	1
		<i>Anopheles</i>	45	0	45	4,5
	Tachinidae	<i>Formosa</i>	0	1	1	0,1
	Mydidae	<i>Mydas</i>	1	0	1	0,1
	Dermaptère	Carcinophoridae	<i>Carcinophora</i>	6	1	7
Hémiptère	Miridae	<i>Lygocoris</i>	1	0	1	0,1
	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes</i>	2	0	2	0,2
	Pentatomidae	<i>Nezara</i>	0	4	4	0,4
	Aphididae	<i>Nasonovia</i>	16	0	16	1,5
	Psyllidae	<i>Cacopsylla</i>	12	1	13	1,3
	Membracidae	<i>Hemikyptha</i>	2	1	3	0,3
	Jassidae	<i>Cicadella</i>	7	0	7	1
Hyménoptère	Formicidae	<i>Formica</i>	29	5	34	3,4
	Bethylidae	<i>Bethylus</i>	7	3	10	1
	Braconidae	<i>Apanteles</i>	1	0	1	0,1
		<i>Praon</i>	3	0	3	0,3
		<i>Meteorus</i>	4	0	4	0,4

TABLEAU 2. Contd.

Ordres	Familles	Genre	Pièges aux assiettes jaunes	Capture au filet fauchoir	Total	Abondance relative (%)
	Eulophidae	<i>Chrysocharis</i>	0	1	1	0,1
	Ichneumonidae	<i>Pristomerus</i>	0	1	1	0,1
	Colletidae	<i>Hylaeoides</i>	2	0	2	0,2
	Apidae	<i>Apis</i>	0	1	1	0,1
	Serphidae	<i>Exallonyx</i>	2	0	2	0,2
	Argidae	<i>Arge</i>	7	2	9	1
	Scoliidae	<i>Scolia</i>	2	0	2	0,2
	Aphelinidae	<i>Encarsia</i>	0	1	1	0,1
	Sphecidae	<i>Ampilex</i>	0	1	1	0,1
	Mutillidae	<i>Mutilla</i>	2	0	2	0,2
	Pteromalidae	<i>Pteromalus</i>	0	1	1	0,1
Lépidoptère	Papilionidae	<i>Papilio</i>	4	0	4	0,4
		<i>Ornithoptera</i>	2	4	6	0,6
	Pyralidae	<i>Chilo</i>	1	1	2	0,2
	Pieridae	<i>Eurema</i>	1	0	1	0,1
	Noctuidae	<i>Spodoptera</i>	0	1	1	0,1
Odonate	Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i>	0	4	4	0,4
	Lestidae	<i>Lestes</i>	0	10	10	1
	Deshnidae	<i>Tetracanthagyna</i>	0	1	1	0,1
	Cordulegastridae	<i>Cordulegaster</i>	0	2	2	0,2
Orthoptère	Acrididae	<i>Schistocerca</i>	2	1	3	0,3
	Gryllidae	<i>Gryllus</i>	33	0	33	3,2
		<i>Brachytrupes</i>	2	0	2	0,2
	Tetrigidae	<i>Tetrix</i>	12	0	12	1,2
Thysanoptère	Thripidae	<i>Frankliniella</i>	44	0	44	4,4

chacune par un seul genre. L'ordre des Hémiptères a comptabilisé sept familles, chacune représentée par un seul genre (Tableau 2). Pour l'ordre des Lépidoptères, la famille des Papilionidae a été représentée par deux genres, tandis que les Pyralidae, les Pieridae et les Noctuidae n'ont été représentés que par un genre chacun.

Statut des insectes dans la culture de laitue. Deux catégories d'insectes ont été identifiées en fonction de leurs habitudes alimentaires : les insectes ravageurs et les

insectes bénéfiques (pollinisateurs et prédateurs). Les ravageurs capturés se sont répartis en trois groupes : les défoliateurs, les piqueurs-suceurs et les foreurs. Les insectes défoliateurs ont inclus tous les Orthoptères (par exemple, *Gryllus* sp.), certaines larves de Lépidoptères comme *Spodoptera* sp. et *Eurema* sp., ainsi que des Coléoptères (*Cerotoma* sp., *Apion* sp. et *Epilachna* sp.). Les piqueurs-suceurs ont compris tous les insectes de l'ordre des Hémiptères (par exemple, *Nasonovia* sp.) et des Thysanoptères (*Frankliniella* sp.). Les foreurs ont inclus des

larves des ordres Diptères et Lépidoptères, notamment celles du genre *Liriomyza* et *Chilo*. En ce qui concerne les insectes bénéfiques, ils ont été composés de parasitoïdes (*Meteorus* sp., *Praon* sp. et *Apanteles* sp.) et pollinisateurs (*Apis* sp.) observés parmi les Hyménoptères. Les prédateurs ont été retrouvés parmi les Coléoptères (*Scymnus* sp. et *Exochomus* sp.), les Diptères (*Poecilobothrus* sp.) et les Odonates.

DISCUSSION

Diversité des insectes de la laitue. Cette étude a révélé la présence de 9 ordres, 52 familles et 63 genres d'insectes (Tableau 1). Les résultats de cette étude indiquent que les agrosystèmes affichent un niveau élevé de diversité d'insectes. Parmi les ordres, les Diptères ont été les plus diversifiés et abondants. Cet ordre comprend des insectes ravageurs et des insectes bénéfiques. Parmi les insectes ravageurs, *Liriomyza* sp. a été peu présent dans cette étude, mais ce genre peut abriter plusieurs ravageurs d'une grande importance économique dans la production de laitue, tels que *Liriomyza huidobrensis*, *L. trifolii*, *L. langei* et *L. sativae* (Diptera : Agromyzidae) (Pretorius, 2008). Les larves de ces mouches mineuses créent des tunnels distinctifs dans les feuilles en se nourrissant entre les couches épidermiques supérieures et inférieures (Pretorius, 2008). Leur capacité à causer d'important dégâts aux cultures de laitue en fait des sérieux ravageurs. Une surveillance constante peut faciliter la détection rapide d'une augmentation de leur population, permettant ainsi d'appliquer des mesures de gestion appropriées pour protéger les cultures. Dans cette étude, la majorité des individus de l'ordre des Diptères a appartenu aux familles des Culicidae et Sarcophagidae, qui comprennent principalement des insectes considérés comme non nuisibles aux cultures de laitue. Les larves de Culicidae préfèrent se développer dans des sols humides ou marécageux (Tra bi *et al.*, 2020 ; Soro *et al.*,

2021). La culture de la laitue à Daloa se pratique dans des bas-fonds facilitant un approvisionnement constant en eau pour l'irrigation. Cette situation crée des conditions propices au développement des larves de Culicidae. En ce qui concerne les Sarcophagidae, la plupart des espèces de cette famille possèdent des larves saprophages, nécrophages et/ou coprophages (De Mello-Patiu, 2016). L'utilisation du fumier animal pour la fertilisation des sols peut expliquer la dominance des Sarcophagidae.

Des insectes prédateurs (*Poecilobothrus* sp.) de la famille des Dolichopodidae ont été trouvés dans les cultures de laitue. Cette famille de mouches prédatrices comprenant des espèces qui se nourrit de divers ravageurs agricoles tels que les pucerons, mouches blanches, thrips, larves de coléoptères et acariens (Bortolotto *et al.*, 2016 ; Kautz et Gardiner, 2019). En revanche, la plupart de leurs proies appartiennent à l'ordre des Diptères, avec plus de la moitié étant des membres de la famille des Chironomidae et des Culicidae (Cicero *et al.*, 2017). L'abondance de diverses espèces de Diptères dans les cultures de laitue pourrait expliquer la dominance de cette famille de mouches prédatrices.

En se basant sur le nombre total d'individus, les coléoptères ont été le deuxième ordre le plus diversifié et le troisième en termes de nombre de genres (7). Il a également été observé que l'indice de diversité de Simpson a été le plus faible dans l'ordre des Coléoptères (0,92) (Tableau 1). Cet faible indice peut être attribué à la forte dominance des insectes de la famille des Chrysomelidae par rapport aux autres familles de cet ordre (Jauharlina *et al.*, 2019). La dominance de la famille des Chrysomelidae a été due au grand nombre du genre *Cerotoma* capturés dans les pièges jaunes (Tableau 2). Des études antérieures ont démontré que les pièges jaunes attirent certains genres de *Cerotoma* et conviennent à la surveillance de leurs populations (Ventura *et al.*, 1996). Des travaux futurs pourraient utiliser

différents pièges à couleur pour attirer les insectes dans les champs de laitue.

L'ordre des Hyménoptères a occupé le troisième rang parmi les groupes les plus diversifiés ($H' = 0,34$) dans cette étude (Tableau 2), soulignant son importance parmi les populations d'insectes dans la production agricole. Cependant, lorsqu'on considère l'indice d'équitabilité, les Hyménoptères tombent au quatrième rang, juste derrière les Orthoptères. Ce changement de classement peut être largement dû à la dominance du genre *Formica*, qui a montré une abondance relative élevée par rapport à d'autres genres au sein de l'ordre. La prédominance du genre *Formica* pourrait éclipser la diversité d'autres genres d'hyménoptères, impactant ainsi la mesure globale de l'indice d'équitabilité. Comprendre cette dynamique est essentiel pour évaluer l'équilibre écologique au sein de l'agroécosystème, car la distribution des espèces affecte les stratégies de gestion des ravageurs et la durabilité de la production agricole.

L'ordre des Dermaptères a eu l'indice de Shannon le plus bas parmi les ordres (Tableau 1). La faible abondance et diversité des familles pourraient expliquer le faible indice de Shannon observé pour cet ordre (Tableau 1). En effet, l'indice de Shannon, qui mesure la diversité des espèces au sein d'une communauté, est influencé par la distribution des individus entre différentes espèces. Lorsqu'un petit nombre d'espèces dominant fortement, ou lorsque le nombre total d'individus est faible, cet indice tend à diminuer (Magurran, 2003).

Abondance des insectes de la laitue. Les Hyménoptères ont constitué le deuxième ordre le plus dominant en termes de nombre total de genres (16), après l'ordre des Diptères (Tableau 1). Cet ordre inclut des familles qui abritent des insectes utiles pour le contrôle biologique (Sampaio *et al.*, 2009). La famille des Braconidae a été la plus dominante avec trois genres. Cette famille joue un rôle significatif dans l'écosystème agricole, en

particulier dans la gestion des populations de ravageurs (Rakhshani *et al.*, 2005 ; Zimba *et al.* 2016). Les guêpes Braconidae sont bien connues pour leur rôle d'ennemis naturels (parasitoïdes) de divers insectes ravageurs (Salim *et al.*, 2016). Par exemple, des études ont montré que les guêpes Braconidae contrôlent efficacement les populations de pucerons, *Nasonovia ribisnigri* et mouches mineuses, *Liriomyza sativae*, qui sont des ravageurs majeurs des cultures de laitue (Farsi *et al.*, 2019 ; Ridland *et al.*, 2020). L'implémentation de pratiques agricoles visant à accroître les populations de guêpes Braconidae dans les agrosystèmes pourrait constituer une solution efficace pour maîtriser les ravageurs d'insectes.

Parmi les insectes bénéfiques, les insectes prédateurs ont été les plus nombreux (Tableau 2). Les larves et les adultes des Coccinellidae sont bien connus pour se nourrir des pucerons (Shukla et Jadhav, 2014 ; Sarmad *et al.*, 2015). La famille des Coccinellidae représente un groupe important de prédateurs avec plus de 4 500 espèces prédatrices (Sathe et Bhosale, 2001).

En Côte d'Ivoire, plusieurs coccinelles prédatrices ont été identifiées sur différentes cultures, comme *Stethorus* sp., qui consomme des acariens sur la papaye (Toure *et al.*, 2020), *Cheilomenes* sp. et *Delphatus* sp. sur le coton dans la région de Tchologo (Soro *et al.*, 2020). Ces espèces prédatrices sont des agents de contrôle biologique indigènes, dont la capacité à contrôler les ravageurs d'insectes sur la laitue devrait être davantage étudiée.

En plus des Coccinellidae, la famille des Chrysomelidae a été la plus abondante dans cette étude (Tableau 2). Les coléoptères constituent l'ordre le plus vaste parmi tous les groupes animaux (Hunt *et al.*, 2007). Environ 450 000 espèces de coléoptères existent, représentant environ 40 % de tous les insectes connus (Patole, 2017). Parmi ces coléoptères, environ 75 % des espèces sont polyphages, tant au stade larvaire qu'au stade adulte (Patole, 2017). Les Chrysomelidae se nourrissent d'une

large gamme de plantes, et de nombreuses espèces sont considérées comme de redoutables ravageurs des cultures (Aslan et Vergili Bilkay, 2021). Certaines espèces de Chrysomelidae, comme *Diabrotica balteata* et *Diabrotica speciosa*, ont été signalées comme ravageurs de la laitue en Floride (États-Unis) et au Brésil (Huang *et al.*, 2003 ; Zawadneak *et al.*, 2017). Le genre *Cerotoma* sp., capturé en grand nombres dans les pièges de couleur, est un important ravageur des cultures de soja, haricot et pois en Amérique (Huang *et al.*, 2003 ; Bradshaw *et al.*, 2007 ; Zawadneak *et al.*, 2017). Bien qu'aucune information n'ait été trouvé sur les dégâts de ce ravageur dans les cultures de laitue en Côte d'Ivoire, leur présence doit alerter les producteurs de laitue sur le risque de dommages aux cultures et la nécessité de mettre en place des stratégies de gestion appropriées.

Les insectes de l'ordre des Hémiptères jouent un rôle économique important, car la majorité d'entre eux sont des ravageurs de cultures commerciales. Ces insectes ont généralement un mode d'alimentation piqueur-suceur, causant des dommages directs en se nourrissant aux cultures et, dans certains cas, des dommages indirects en transmettant des virus aux plantes (Chougule et Bonning, 2012). Les pucerons, en particulier, sont des ravageurs majeurs de la laitue, comme l'ont observé Zawadneak *et al.* (2017) et da Silva *et al.* (2024). Dans cette étude, *Nasonovia* a été le genre le plus abondant de l'ordre des Hémiptères (Tableau 2). Ce genre a été signalé comme le principal ravageur de la laitue au Brésil et l'un des quatre genres de pucerons les plus importantes sur la laitue en Afrique du Sud, à savoir *Acyrtosiphon* sp., *Nasonovia* sp., *Myzus* sp. et *Macrosiphum* sp. (Pretorius, 2008 ; Silva-Neto *et al.*, 2024). Bien que les pucerons ne soient pas les principaux ravageurs de la laitue dans cette étude, ils ont été précédemment signalés comme des ravageurs majeurs de la laitue en Côte d'Ivoire (Dosso *et al.*, 2023).

Quant aux Orthoptères, ce sont des insectes avec des mandibules pour broyer les feuilles. La famille des Gryllidae, représentée par le genre *Gryllus* domine cet ordre (Tableau 2). Ces insectes polyphages, sont responsables d'attaques sur les légumes dans les pépinières et dans les champs, mais apparaissent également de manière sporadique dans des cultures telles que le coton, le riz, le soja, le maïs, le tournesol (Andaló *et al.*, 2018). *Gryllus* sp. a également été signalé comme un ravageur de la laitue au Brésil (Andaló *et al.*, 2018).

L'ordre des Thysanoptères a été représenté par un seul genre, *Frankliniella* sp. (Tableau 1). Ce ravageur est capable de transmettre des virus aux plantes hôtes et il est un ravageur majeur de nombreuses espèces de plantes à l'échelle mondiale en raison de sa capacité à se reproduire rapidement (Zeng *et al.*, 2021). *Frankliniella* sp. a été signalé comme un ravageur majeur de la laitue à Hawaï et au Brésil (Yudin *et al.*, 1988 ; Zawadneak *et al.*, 2017). En Afrique, les thrips ont été signalés comme des ravageurs importants de la laitue en Ouganda et en Éthiopie (Nyiira, 1973 ; Zereabruk *et al.*, 2019). Cependant, la littérature concernant le lien entre les dégâts de thrips et la production de laitue en Côte d'Ivoire est encore insuffisante.

Les ordres des Odonates, Lépidoptères et Dermaptères ont eu les plus faibles effectifs dans cette étude (Tableau 1). Bien que les populations de Lépidoptères soient faibles dans la présente étude, ils restent de redoutable ravageur de la laitue selon Pretorius (2008). En Mozambique, la chenille du papillon *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lépidoptères : Noctuidae) est responsable de la coupe des jeunes plants de laitue, posant de grave problème aux agriculteurs de la province de Niassa (Sulvai *et al.*, 2016). La famille des Noctuidae est bien connue pour les dégâts qu'elle cause aux cultures de laitue (Pretorius, 2008). L'application de pesticides synthétiques par les maraîchers pour protéger leurs cultures

pourrait expliquer la faible population des Lépidoptères.

Les insectes appartenant aux ordres des Odonates et des Dermaptères sont des ravageurs occasionnels de la laitue (Tableau 1). Dans le cas des Odonates, bien que ces insectes soient généralement des prédateurs d'autres arthropodes et, par conséquent, potentiellement bénéfiques pour la culture en termes de contrôle biologique, leurs faibles effectifs pourraient limiter leur impact positif sur la réduction des populations de ravageurs (Radhakrishnan *et al.*, 2020). De plus, ils sont souvent associés à des environnements aquatiques, ce qui pourrait expliquer leur présence limitée dans les champs de laitue situés en zone de montagne (Kalkman *et al.*, 2008).

Bien que le nombre des individus des Dermaptères soit faible (Tableau 1), ces insectes sont connus pour leur comportement omnivore, se nourrissant à la fois de matière végétale et de petits insectes (Mueller et Irwin, 1988 ; Helsen *et al.*, 1998). Dans certaines circonstances, ils peuvent attaquer les feuilles des cultures ; il est donc impératif de surveiller l'augmentation de leur population, car si elle est laissée sans surveillance, elle pourrait devenir plus abondante et potentiellement nuisible.

Statut des insectes dans la culture de la laitue. Plusieurs ravageurs, y compris les défoliateurs (Chrysomelidae, Gryllidae), les insectes piqueurs-suceurs (Thripidae, Aphididae) et les foreurs (Agromyzidae), ont été observés dans les cultures de laitue. Les adultes de la famille des Chrysomelidae sont connus pour percer les feuilles, créant de petits trous. D'autres défoliateurs consomment les feuilles en coupant les bords du limbe, entraînant des déformations irrégulières (Apie *et al.*, 2018). Les insectes piqueurs-suceurs causent à la fois des dommages directs et indirects. Ils aspirent directement la sève des feuilles et transmettent indirectement des virus aux plantes, compromettant davantage la santé

de la culture. De plus, la sécrétion de miellat provoque la croissance de fumagine, ce qui diminue directement la valeur marchande des légumes (Rakhesh *et al.*, 2023).

Les insectes foreurs, en particulier les larves des Agromyzidae, créent des tunnels à l'intérieur des feuilles, dégradant leur qualité et leur santé globale. Cette alimentation interne affaiblit la plante, la rendant plus sensible à d'autres stress et ravageurs (Hazini *et al.*, 2013).

Dans cette étude, peu de pollinisateurs et de parasitoïdes ont été observés dans les cultures. La laitue est récoltée avant la floraison, ce qui pourrait également expliquer le faible nombre de parasitoïdes, car ils utilisent les fleurs comme source de nourriture. Des études récentes ont mis en évidence le rôle des plantes à fleurs ouvertes dans la promotion de l'établissement des parasitoïdes et des abeilles en leur fournissant du nectar (Hatt *et al.*, 2017 ; Herrera *et al.*, 2022).

CONCLUSION

L'étude a fourni une liste des insectes présents dans les cultures de laitue en zone urbaine en Côte d'Ivoire. Les Diptères se sont avérés être l'ordre le plus abondant et le plus diversifié, suivis des Coléoptères, en particulier la famille des Chrysomelidae, qui représente une menace notable pour les rendements de la laitue en raison de leur statut de ravageurs.

Les Braconidae ont été la famille dominante dans l'ordre des Hyménoptères, avec trois genres. Cet ordre a été le troisième en termes de diversité et d'abondance d'insectes répertoriés dans la culture de laitue. La diversité des guêpes Braconidae peuvent contribuer à réduire les populations de ravageurs, ce qui est essentiel pour une production durable de laitue. L'ordre des Hémiptères, bien que moins dominant dans cette étude, pourrait jouer un rôle critique en tant que ravageurs des cultures, avec une dominance du genre *Nasonovia*, un puceron connu pour ses impacts économiques. Les Orthoptères et les Thysanoptères, bien que

moins représentés, présentent également des risques pour la santé des cultures.

Les résultats de l'étude constituent une base de données importante sur les principaux genres d'insectes ravageurs affectant la laitue en Côte d'Ivoire. Cependant, il est essentiel de mener d'autres études sur les insectes ravageurs clés afin d'adapter les stratégies de protection des cultures de la laitue en fonction des insectes bénéfiques locaux présents. De plus, le développement de pratiques agricoles durables, combiné à une compréhension approfondie des interactions insectes-cultures, pourrait aider à réduire les pertes et à améliorer les rendements.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ANADER de la région de Daloa ainsi que tous les maraîchers dont les parcelles ont été utilisées pour les travaux sur le terrain

REFERENCES

- Andaló, V., Rossati, K.P., Carvalho, F.J., Miekko, J., Faria, L.S. de, Assis, G.A. de and Barbosa, L.R. 2018. Entomopathogenic nematodes for the control of *Gryllus* sp. (Orthoptera: Gryllidae) under laboratory and field conditions. *Arquivos Do Instituto Biológico* 85(0) :1-7.
- Apie, A.N.M., Aboua, L., Nondenot, R., Landry, C., Djè, T. and Christian K. 2018. Entomofauna of *Cucumber cucumis* Sativus (L.), damage assessment caused by insect pests in Dabou in south of Côte d'Ivoire. *International Journal of Fauna and Biological Studies* 5(6): 27-34.
- Aslan, E.G. and Vergili Bilkay, K. 2021. Determination of Chrysomelidae (Coleoptera) species and host plants in vegetable areas of Burdur Province. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 12(1):52-460.
- Balakrishnan, S., Srinivasan, M. and Mohanraj, J. 2014. Diversity of some insect fauna in different coastal habitats of Tamil Nadu, southeast coast of India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 7(4):408-414.
- Bortolotto, O.C., De Oliveira Menezes, A. et Hoshino, A.T. 2016. Abundância de inimigos naturais de pulgões do trigo em diferentes distâncias da borda da mata. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 51(2):187-191. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000200011>
- Bradshaw, J.D., Rice, M.E. and Hill, J.H. 2007. No-choice preference of *cerotoma trifurcata* (Coleoptera: Chrysomelidae) to potential host plants of bean pod mottle virus (Comoviridae) in Iowa. *Journal of Economic Entomology* 100(3):808-814.
- Chougule, N.P. and Bonning, B.C. 2012. Toxins for transgenic resistance to hemipteran pests. *Toxins* 4(6):405-429.
- Cicero, J.M., Adair, M.M., Adair, R.C., Hunter, W.B., Avery, P.B. and Mizell, R.F. 2017. Predatory behavior of long-legged flies (Diptera: Dolichopodidae) and their potential negative effects on the parasitoid biological control agent of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae). *Florida Entomologist* 100(2):485-487.
- Collingwood, C. A., Agosti, D., Sharaf, M.R. and van Harten, A. 2011. Order Hymenoptera, family Formicidae. *Arthropod Fauna of the UAE* 4:405-474.
- Dajoz, R. 1982. Précis d'écologie. 4e édition, Bordas, Paris, France. 503pp.
- da Silva, T.M., Cividanes, F.J., Salles, F. A., Pacífico Manfrim Peticarrari, A.L., Zambon da Cunha, S.B. and Monteiro dos Santos-Cividanes, T. 2024. Insect pests and natural enemies associated with lettuce *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) in an aquaponics system. *Scientific Reports* 14(1):1-12.
- de Bon, H., Huat, J., Parrot, L., Sinzogan, A., Martin, T., Malézieux, E. and Vayssières, J.-F. 2014. Pesticide risks from fruit and vegetable pest management by small farmers in sub-Saharan Africa. A review.

- Agronomy for Sustainable Development* 34(4):723-736.
- De Mello-Patiu, C.A. 2016. Family sarcophagidae. *Zootaxa* 4122(1): 884-903. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.75>
- Delvare, G. et Aberlenc, H.P. 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale / Clé de reconnaissance des familles. Montpellier : CIRAD-GERDAT. 302pp. ISBN 2-87614-023-3
- Diabate, S., Tchicaya, E., De Troij, A., Pabo, Q.O., Belmin, R., Djezou, B., Ahouangninou, C., Fondio, L., Kone, D. and Martin, T. 2022. A bio-test to assess the risk of chemical insecticide residues in soil and vegetable crops. In: IV All Africa Horticultural Congress-AAHC2021: Transformative Innovations in Horticulture 1348. 2021. pp. 83-92. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1348.12>
- Dosso, M., Koffi, A., Gloubi, I., Traore, A. et Avadi, A. 2023. Analyse fonctionnelle de la filière maraîchère périurbaine en Côte d'Ivoire (2021-2022). Rapport du WP2 - Diagnostique et évaluation du projet MARIGO. Yamoussoukro : European Union – Cirad. 138pp.
- Doumbia, M. et Kwadjo, K. 2009. Pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides par les maraîchers en Côte d'Ivoire : Cas de la ville d'Abidjan et deux de ses banlieues (Dabou et Anyama). *Journal of Applied Biosciences* 18:992-1002.
- Farsi, A., Kocheili, F., Mossadegh, M.S. and Rasekh, A. 2019. Temperature-dependent life table parameters of aphidius matricariae (Hym.: Braconidae), an important parasitoid of the currant lettuce aphid, Nasonovia Ribisnigri (Hem.: Aphididae). *Journal of Entomological Society of Iran* 38(4):365-375. doi:10.22117/jesi.2019.123448.1262.
- Franck, A. 2008. Capture, conditionnement, expédition, mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. Montpellier : CIRAD. 50pp.
- Hatt, S., Uyttenbroeck, R., Lopes, T., Mouchon, P., Chen, J., Piqueray, J., Monty, A. and Francis, F. 2017. Do flower mixtures with high functional diversity enhance aphid predators in wildflower strips? *European Journal of Entomology* 114:66-76. <https://doi.org/10.14411/eje.2017.010>
- Hazini, F., Zamani A.A., Sasakawa M., Rakhshani E. and Torabi M. 2013. A contribution to the agromyzid leaf miners (Diptera: Agromyzidae) of kermanshah, Iran. *Journal of the Entomological Research Society* 15(3):101-107.
- Helsen, H., Vaal, F. and Blommers, L. 1998. Population dynamics of the common earwig, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), in an apple orchard. Part I. Development and mortality of the seasonal populations. *Journal of Applied Entomology* 122:15-23.
- Herrera, A.R., Cotes, B., Agustí, N., Tasin, M. and Porcel, M. 2022. Using flower strips to promote green lacewings to control cabbage insect pests. *Journal of Pest Science* 95(2):669-683. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01419-7>
- Huang, J., McAuslane, H.J. and Nuessly, G.S. 2003. Resistance in lettuce to *Diabrotica balteata* (Coleoptera: Chrysomelidae): The roles of latex and inducible defense. *Environmental Entomology* 32(1):9-16.
- Hunt, T., Bergsten, J., Levkanicova, Z., Papadopoulou, A., John, O.S., Wild, R., Hammond, P.M., Ahrens, D., Balke, M., Caterino, M.S., Gómez-zurita, J., Ribera, I., Barraclough, T.G., Bocakova, M., Bocak, L. and Vogler, A.P. 2007. A comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a superradiation. *Science* 318(5858):1913-1916. doi: 10.1126/science.114695
- Jactel, H., Imler, J.L., Lambrechts, L., Failloux, A.B., Lebreton, J.D., Le Maho, Y., Duplessy, J.C., Cossart, P. and Grandcolas, P. 2020. Insect decline:

- Immediate action is needed. *Comptes Rendus - Biologies* 343(3):267-293.
- Jauharlina, J., Hasnah, H. and Ikram Taufi, M. 2019. Diversity and community structure of arthropods on rice ecosystem in Aceh. *Agrivita* 41(2):316-24. doi:10.17503/agrivita.v41i2.2160.
- Kalkman, Vincent J., Viola Clausnitzer, Klaas Douwe B. Dijkstra, Albert G. Orr, Dennis R. Paulson and Jan Van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595(1):351-563. doi:10.1007/s10750-007-9029-x.
- Kautz, A.R. and Gardiner, M.M. 2019. Agricultural intensification may create an attractive sink for Dolichopodidae, a ubiquitous but understudied predatory fly family. *Journal of Insect Conservation* 23(3):453-465. <https://doi.org/10.1007/s10841-018-0116-2>
- Koffi, B. 2022. Fonctionnement hydroclimatique du bassin versant de la rivière Lobo à Nibéhibé/ : Modélisation de la sédimentation dans la zone de captage pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Daloa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa (Côte d'Ivoire). 257pp.
- Laing, M.D., Gatarayiha, M.C. and Adandonon, A. 2006. Silicon use for pest control in agriculture: A review. *Proceedings of the South* 80:278–286.
- Magurran, A.E. 2003. Measuring biological diversity. *J Blackwell publishing*, Oxford, UK. 256pp.
- Mampholo, B.M., Maboko M.M, Soundy P. and Sivakumar D. 2016. Phytochemicals and overall quality of leafy lettuce (*Lactuca Sativa* L.) varieties grown in closed hydroponic system. *Journal of Food Quality* 39(6):805-815. doi:10.1111/jfq.12234.
- Mignon, J., Haubruge, E. et Francis, F. 2016. Clé d'identification des principales familles d'insectes d'Europe. In: *Les presses Agronomiques de Gembloux*. www.presseagro.be
- Morin, A. and Findlay, S. 2001. Biodiversity: Trend and process. Biology of species conservation. University of Ottawa, Ottawa Canada. 25pp.
- Mueller, P. and Irwin, M.E. 1988. Comparative behavior of predatory arthropods in laboratory bioassays of predation. *Environmental Entomology* 17(3):558-563.
- Nyaira, Z.M. 1973. Pest status of thrips and Lepidopterous species on vegetables in Uganda. *East African Agricultural and Forestry Journal* 39(2):131-135.
- Patole, D.S.S. 2017. Review on beetles (Coleoptera): An agricultural major crop pests of the world. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research* 3(6): 1424-1432.
- Pretorius, R.J. 2008. A plant health management system for aphididae on lettuce under variable shadehouse conditions in the central Free State, South Africa. Doctoral dissertation, Bloemfontein: Central University of Technology, Free State, South Africa. ir.cut.ac.za. 189pp.
- Quiroga-Cubides, G., García-Riaño, L., Grijalba-Bernal, E.P., Espinel, C., Otálora, P.E.C., Guevara, E.J., Gómez-Álvarez, M.I. and Barrera, M.C. 2022. Assessment of a potential bioproduct for controlling *Cerotoma arcuata tingomariana* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Applied Microbiology* 133(2):1063-1077.
- Radhakrishnan, V., Arulprakash, R., Parivarthani, I., Ponnivalavan, S., Priyadharshini, M. and Pandiyan, M. 2020. Richness and diversity of odonates of the agricultural college and research institute, Vazhavachanur, Tamilnadu, India. *Acta Biologica* 27:57-65. <https://doi.org/10.18276/ab.2020.27-06>
- Rakhesh, S., Hanchinal, S.G., Kumar, A., Naik, K. and Santhosha, K.M. 2023. Chapter-9. Mealybugs and scales: Significance in agriculture and their management. *Entomology* 133:133-161.
- Rakhshani, E., Talebi, A.A., Kavallieratos, N.G., Rezwani, A., Manzari, S. and Željko

- Tomanoviæ. 2005. Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis Craccivora* Koch (Hemiptera: Aphidoidea) in Iran. *Journal of Pest Science* 78(4):193-198. doi:10.1007/s10340-004-0080-3.
- Ridland, P.M., Umina P.A., Pirtle E.I. and Hoffmann, A.A. 2020. Potential for biological control of the vegetable leafminer, *liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), in Australia with parasitoid wasps. *Austral Entomology* 59(1):16–36. doi:10.1111/aen.12444.
- Roth, M. 1980. Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Ed. Office de la Recherche Scientifique et Technique OutreMer (ORSTOM). Paris, France. 259pp. ISBN 2-7099-0327-X
- Salim, Muhammad, Ayhan Gökçe, Muhammad Nadir Naqqash, and Allah Bakhsh. 2016. An overview of biological control of economically important lepidopteron pests with parasitoids. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 354(41):354-362.
- Sarmad, S.A., Afzal, M., Raza, A.M., Khalil, M. S., Aqueel, M. A. and Mansoor, M.M. 2015. Feeding efficacy of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata* against *Macrosiphum rosae*. *Scientia Agriculturae* 12(2):105-108. doi:10.15192/pscp.sa.2015.12.2.105108.
- Sampaio, M.V., Bueno, V.H.P., Silveira, L.C.P. and Auad, A.M. 2009. Biological control of insect pests in the tropics. *Tropical Biology and Conservation Management* 3: 28-70.
- Sathe, T.V. and Bhosale, Y.A. 2001. Insect pest predators. *Daya Publishing House*. New Delhi, India. pp. 1-169.
- Schowaltera, T.D., Noriega, J.A. and Tschardtke, T. 2018. Insect effects on ecosystem services - Introduction. *Basic and Applied Ecology* 26:1-7.
- Shukla, A. and Darshana S.J. 2014. Biology of *Coccinella transversalis* (Fabricius) on different aphid species. *The Bioscan* 9(1): 17-22.
- Silva-Neto, C.M., Santos, L.A.C., Bernardes, M.M., Salas, C., Valdés, C., Muñoz-Quezada, M.T. and Araujo, R.O. 2024. Land use around influences the entomological community in lettuce horticultural systems. *Brazilian journal of Biology* 84: e282077. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.282077>
- Soro, L., Soro, S., Yeboue, N.L. and Ochou, O.G. 2020. Spatial and temporal dynamics of Coccinellidae (Coleoptera) and Formicidae (Hymenoptera): Two families of beneficial insects, in cotton fields in the Tchologo region (Northern Côte d'Ivoire). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 8(2):1047-1053. <http://www.entomoljournal.com/>
- Soro, S., Yeboue, N.L. and Soro, S. 2021. Dynamics of rice insects (*Oryza* spp.) according to the phenological stage in Daloa. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 9(4):95-101.
- Stork, N.E. 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual Review of Entomology* 63:31-45.
- Sulvai, F., Chaúque, B.J.M. and Macuvele, D.L.P. 2016. Intercropping of lettuce and onion controls caterpillar thread, *Agrotis ipsilon* major insect pest of lettuce. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 3(1) :1-5.
- Tonessia, D.C., Dago, S., Soumahin, E.F., Niangoran Yate, T.A., Djabla, J.-M., Dominique, Z.O., Akaffou Doffou, S., Kouadio, Y. justin and Justin, A. 2019. A field study of vegetable le farming environment, diseases and pests associated with lettuce and cabbage in Daloa (Côte d'Ivoire). *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 7(1):14-20.
- Toure, M., Kwadjo, E., Doumbia, M. et Kreiter, S. 2020. Diversité des coccinelles (Coléoptères/ : Coccinellidae) prédatrices

- dans les vergers de papayer (*Carica papaya* L.) en Côte d'Ivoire. *Afrique Science* 16(1): 271-278. <http://www.afriquescience.net>
- Tra bi, S.C., Dje, K.T., Coulibaly, T., Soumahoro, B. et Tano, Y. 2020. Entomofaune du riz (*Oryza sativa* L.) en fonction des stades phénologiques dans un bas-fond, Daloa, Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 16(1): 98-113.
- Ventura, M.U., Ito, M. and Montalván, R. 1996. An attractive trap to capture *Diabrotica speciosa* (Ger.) and *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné. *Anais Da Sociedade Entomológica Do Brasil* 25(3): 529-535. <https://doi.org/10.37486/0301-8059.v25i3.1171>
- Yudin, L.S., Tabashnik, B.E., Cho, J.J. and Mitchell, W.C. 1988. Colonization of weeds and lettuce by thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology* 17(3): 522-526. <https://doi.org/10.1093/ee/17.3.522>
- Zaïme, A. et Gautier, J.Y. 1989. Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien, au Maroc. *Revue d'écologie* 44(2):153-163. hal-03533282
- Zawadneak, C.M.A., Schuber, J., Lavoranti, O. and Cuquel, F.L. 2017. Diversity of arthropods and mollusks associated with lettuce. *Idesia* 35(3): 99-107.
- Zeng, G., Zhi, J.R., Ye, M., Xie, W., Zhang, T., Li, D.Y., Liu, L., Wu, X.B. and Cao, Y. 2021. Life table and preference choice of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) for kidney bean plants treated by exogenous calcium. *Insects* 12:838. <https://doi.org/10.3390/insects12090838>
- Zereabruk, G., Wakgari, M. and Ayalew, G. 2019. Management of onion thrips [*Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae)] on onion using eco-friendly cultural practices and varieties of onion in central zone of tigray, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Ecology Research International* 18(2): 1-10.
- Zimba, K., Heshula, U., Moore, S.D. and Hill, M.P. 2016. Host searching and oviposition behaviour of *Agathis Bishopi* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of false codling moth, *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae): A potential proxy indicator for fruit infestation. *African Entomology* 24(2): 524-529. doi:10.4001/003.024.0524.