

African Journal of Tropical Entomology Research

ISSN : 2791-0113 (Online)

Journal homepage: www.ajter.com, Lenaf homepage: www.lenaf-ifa.org

Research article

OPEN ACCESS



Paramètres de la table de survie et dynamique des populations de la chenille défoliatrice, *Noorda blitealis* Walker (1859) (Lepidoptera: Crambidae), sur trois espèces du Moringa (Capparales : Moringaceae), en conditions expérimentales au Niger

✉ Mamane Sani Halilou^{1*}

¹Laboratoire de Gestion des Bioagresseurs, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, BP 10 960 Niamey, Niger.

*Corresponding author, E-mail: hims.sani@yahoo.fr

Copyright © 2023 Halilou et al. | Published by LENAIF/ IFA-Yangambi | [License CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Received: 19 May 2023

Accepted: 12 July 2023

Published : 20 Aug 2023

RÉSUMÉ

Noorda blitealis Walker (1859) (Lepidoptera : Crambidae) est le principal ravageur des plantes de la famille Moringaceae au Sahel et au Niger en particulier. Cependant, la bioécologie de l'insecte est encore mal connue dans la sous-région. Le présent travail avait pour objectif d'étudier les paramètres biologiques du développement de *N. blitealis* et la dynamique de l'infestation de ses populations dans le contexte du Niger. Les expérimentations ont été conduites au laboratoire, pour l'étude des paramètres biologiques et au terrain, en station, en ce qui concerne la dynamique de la population de *N. blitealis* sur trois espèces du Moringa, à savoir *Moringa oleifera* Lamarck, *Moringa peregrina* (Forsk.) Fiori et *Moringa stenopetala* (Barker f.) Cufodontis. Les résultats de l'étude au laboratoire sur les paramètres biologiques de *N. blitealis* ont montré que les espèces *M. oleifera* et *M. stenopetala* sont plus favorables au développement de l'insecte par rapport à *M. peregrina*. En effet, les poids des larves pré-nymphes et des chrysalides issues des élevages des larves sur *M. stenopetala* ont été significativement plus élevés que celui de ceux provenant de l'élevage sur *M. oleifera* et *M. peregrina*. Le taux de survie des œufs jusqu'à l'âge adulte a été plus faible chez les individus issus de l'élevage sur l'espèce *M. peregrina* comparativement aux espèces *M. oleifera* et *M. stenopetala*. L'expérience a montré que *N. blitealis* a bouclé son cycle du développement sur toutes les trois espèces du Moringa testées et qu'en général a une forte capacité reproductive. La dynamique d'infestation estimée en nombre des œufs et des larves a été similaire sur les trois espèces hôtes testées sans aucune influence significative quelle que soit la période de l'année. Cependant, les périodes de l'année subdivisée en mois semblent influencer significativement le nombre d'œufs et des larves par plant ainsi que le taux de la défoliation sur toutes les espèces testées. La forte densité des populations de *N. blitealis* ainsi que la sévérité des dégâts ont été enregistrés pendant la période d'Octobre à Novembre.

Mots-clés : Moringa, *Noorda blitealis*, biologie, infestation, Niger

ABSTRACT

Parameters of the life table and population dynamics of the defoliating caterpillar, *Noorda blitealis* Walker (1859) (Lepidoptera: Crambidae), on three species of Moringa (Capparales: Moringaceae), under experimental conditions in Niger

Noorda blitealis Walker (1859) (Lepidoptera: Crambidae) is the main pest of plants of the Moringaceae family in the Sahel and in Niger in particular. However, the bioecology of the insect is still poorly known in the sub-region. The objective of this work was to study the biological parameters of the development of *N. blitealis* and the dynamics of the infestation of its populations in the context of Niger. The experiments were conducted in the laboratory, for the study of biological parameters and in the field, in the station, with regard to the dynamics of the population of *N. blitealis* on three species of Moringa, namely *Moringa oleifera* Lamarck, *Moringa peregrina* (Forsk.) Fiori and *Moringa stenopetala* (Barker f.) Cufodontis. The results of the laboratory study on the biological parameters of *N. blitealis* showed that the species *M. oleifera* and *M. stenopetala* are more favorable to the development of the insect compared to *M. peregrina*. In fact, the weights of pre-nymph larvae and pupae from the larval rearing on *M. stenopetala* were significantly higher than those from the rearing on *M. oleifera* and *M. peregrina*. The survival rate of eggs until adulthood was lower in individuals from the rearing on the species *M. peregrina* compared to the species *M. oleifera* and *M. stenopetala*. The experiment showed that *N. blitealis* completed its development cycle on all three tested Moringa species and generally has a high reproductive capacity. The estimated infestation dynamics in terms of number of eggs and larvae was similar on the three tested host species without any significant influence whatever the period of the year. However, the periods of the year subdivided into months seem to significantly influence the number of eggs and larvae per plant as well as the defoliation rate on all tested species. The high density of populations of *N. blitealis* as well as the severity of the damage were recorded during the period from October to November.

stenopetala are more favorable to the development of the insect compared to *M. peregrina*. Indeed, the weights of pre-pupa and pupae larvae from rearing larvae on *M. stenopetala* were significantly higher than those from rearing on *M. oleifera* and *M. peregrina*. The survival rate of eggs to adulthood was lower in individuals reared on the species *M. peregrina* compared to the species *M. oleifera* and *M. stenopetala*. The experiment showed that *N. blitealis* completed its development cycle on all three *Moringa* species tested and that in general has a strong reproductive capacity. The estimated infestation dynamics in number of eggs and larvae was similar on the three host species tested without any significant influence regardless of the time of year. However, the periods of the year subdivided into months seem to significantly influence the number of eggs and larvae per plant as well as the rate of defoliation on all the species tested. The high population density of *N. blitealis* as well as the severity of the damage were recorded during the period from October to November.

Keywords: *Moringa*, *Noorda blitealis*, biology, infestation, Niger

INTRODUCTION

La chenille défoliatrice, *Noorda blitealis* (Lepidoptera: Crambidae) est considérée comme étant le ravageur le plus redoutable du *Moringa*. En raison de la grande expansion de la culture du *Moringa* dans le monde, le ravageur élargit continuellement sa zone de distribution (Negusu, 2005 ; Kotikal & Math, 2016). La présence de *N. blitealis* a été signalée dans la plupart des pays d'Asie du Sud-Est, du Moyen-Orient et de la péninsule arabique. En Afrique, il a été signalé en Éthiopie, au Kenya, en Somalie, en Afrique du Sud, en Namibie, en Gambie, au Niger, à Madagascar et à la Réunion. Jusque-là *N. blitealis* ne s'attaque qu'aux plantes de la famille des Moringaceae (Foidl et al., 2001 ; Mridha, 2015 ; Manzo et al., 2016 ; Yiftach, 2018). Des dégâts d'importance économique sont enregistrés sur les espèces cultivées de *Moringa oleifera*, *Moringa stenopetala* et *Moringa peregrina*, (Nair, 1970; Butani & Verma, 1981; Butani & Jotwani, 1984; Gillett, 1997; Demuelenaere, 2001; Parrotta, 2001; Satti et al., 2013 et Halilou et al., 2021). Malgré son importance économique, *N. blitealis* a fait l'objet de très peu d'études en Afrique de l'Ouest. Les quelques travaux sur sa bioécologie ont été conduits dans le sous-continent Indien. La présence de l'insecte au Niger a été rapportée pour la première fois en 2010 (Ratnadass et al., 2011). Mais cela n'a été suivi, d'aucune autre investigation sur sa bioécologie et les dégâts occasionnés au Niger. Cependant, la mise au point des méthodes de lutte contre un ravageur, nécessite au préalable une bonne connaissance de sa bioécologie qui, selon Lale & Vidal (2003), peut être influencée par l'environnement dans lequel il se développe et se reproduit. De même que la perception des producteurs sur la connaissance ainsi que les pratiques de contrôles de *N. blitealis* s'avèrent indispensables pour la mise en œuvre des stratégies efficaces de contrôle (Halilou et al., 2021). Le présent travail a pour objectif d'étudier la biologie de *N. blitealis*, la dynamique de ses populations au cours de l'année ainsi que la quantification des dégâts qu'il cause. La diversité de la plante hôte dans la famille des Moringaceae influencerait sur les paramètres biologiques et la dynamique des populations de *N. blitealis*. Ces éléments contribueront

indispensablement à fournir des informations nécessaires à la mise en place des outils d'aide à la décision pour une lutte efficace et durable contre cet insecte.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

Les expérimentations en station se sont déroulées à l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi Arides (ICRISAT) à Sadoré, dans la zone bioclimatique du Sahel. La station est située dans la partie Sud-Ouest du Niger (13°15 de latitude Nord et 2°18 de longitude Est) dans la région de Tillabéri (Niger), Département de Kollo, commune de Youri (Fig. 1).

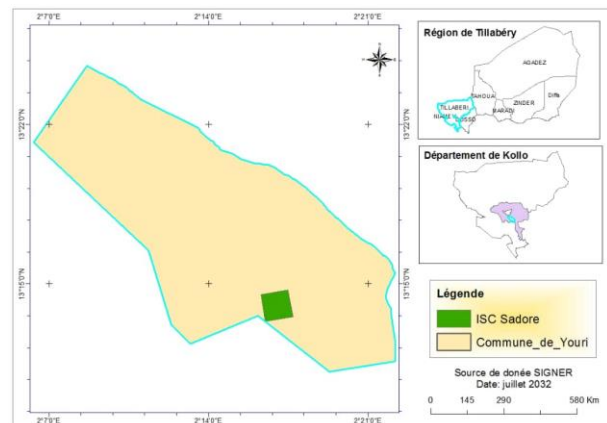


Figure 1. Carte de localisation de la station de recherche de la Station de recherche de l'ICRISAT Centre Sahélien de Sadoré (ISC Sadoré)

Conditions d'études au laboratoire

Les études de biologie de *N. blitealis* ont été effectuées dans le laboratoire d'entomologie de l'ICRISAT à Sadoré en 2019. La température a varié de 25 °C (minimum) à 30°C (maximum) et la moyenne était maintenue à $27,01 \pm 0,82^\circ \text{C}$ et l'humidité relative à $80,72 \pm 12,07 \%$.

Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de trois espèces de Moringa à savoir, *Moringa stenopetala* Barker f. Cufodontis, *Moringa oleifera* Lamarck et *Moringa peregrina* Forskal Fiori. Les trois espèces sont cultivées en continue sur la station de recherche de l'ICRISAT à Sadoré, Niamey au Niger.

Elevage de l'insecte en masse

Les élevages en masse de *N. blitealis* ont été mis en place à partir de larves collectées sur des plants de Moringa au sein même de la station de recherche de Sadoré. Ces dernières sont gardées dans des boîtes en plastique (12cm Φ x 14.5 cm de hauteur, Fig. 2) et pourvues chaque matin de feuilles fraîches de Moringa collectées sur des plants sains non traités d'insecticide. Les larves sont ainsi suivies jusqu'au dernier stade (L5). Elles sont ensuite transférées dans des boîtes (12cm Φ x 11.5 cm de hauteur) dont le fond est tapissé

d'une couche d'un sol sableux. Ce substrat est utilisé par les larves pour confectionner des cocons dans lesquels elles se nymphosent. Les boîtes sont gardées fermées en incubation jusqu'à l'émergence des adultes. Les adultes sont collectés puis regroupés dans des cages d'accouplement munis des pondoirs et de boules coton imbibées d'une solution de miel à 10% placées pour l'alimentation des adultes. Les pondoirs (Fig. 3) sont des morceaux du bois (branches du Moringa) (2 cm Φ x et 9 cm de longueur) enroulés par des tissus blancs et accrochés dans les cages à l'aide d'un fil de fer plastifié. Les tissus sont préalablement poudrés avec la farine de blé afin de faciliter la collecte des œufs pondus. Les œufs sont facilement collectés à l'aide d'un pinceau une fois que le tissu est déroulé du bois. Pour la mise en incubation, les œufs collectés peuvent être collés sur les papiers Bristol à l'aide d'une colle non toxique afin de faciliter la collecte des larves L1 pendant l'éclosion. L'élevage en masse de *N. blitealis* étant bien maîtrisé, permettant ainsi la mise en place des différents essais biologiques au laboratoire.



Figure 2. Larves de *Noorda blitealis* nourries au laboratoire sur les feuilles du Moringa pour l'élevage en masse



Figure 1. Préparation des pondoirs : A) Morceaux du bois de Moringa ; B) Poudrage du tissu ; C) Enroulement du tissu sur le bois et D) Pondoirs prêt à être accrochés dans les cages de ponte

Etude au laboratoire des paramètres biologiques de *Noorda blitealis*

Le cycle du développement de *N. blitealis* a été étudié sur trois espèces différentes de Moringa, *M. oleifera*, *M. stenopetala* et *M. peregrina*. Pour ce faire, un lot quarante-huit (48) larves L1 de *N. blitealis*,

nouvellement écloses, correspondant à chacune de trois espèces du Moringa, sont introduites individuellement dans des boîtes de forme cylindrique (2cm Φ x 5cm de hauteur) contenant 10 g de folioles des feuilles d'une des trois (3) espèces de Moringa. Dans chacun des cas, les feuilles de Moringa sont prélevées de plants ne faisant l'objet d'aucun traitement insecticide. Les plants sont préalablement désinfectés à l'eau de javel (10%) avant d'être fournies aux insectes. Dans chacune des boîtes, les feuilles sont renouvelées au quotidien avec de nouvelles feuilles fraîches de la même espèce de Moringa. Les larves sont inspectées chaque matin au moment du renouvellement des feuilles. La libération de la capsule céphalique par une larve correspond à la mue et donc au passage à un nouveau stade larvaire. Les mensurations des larves au début de chaque stade (après la libération de la capsule céphalique) ont été faites à l'aide d'une règle graduée. Les tailles moyennes de larve aux stades L1, L2, L3, L4 et L5 sont respectivement $03 \pm 0,07$; $2,38 \pm 0,18$; $8,08 \pm 0,31$ et $12,31 \pm 0,44$; $11,62 \pm 0,43$ mm. Les données collectées ont porté sur la durée de chaque stade larvaire (L1 à L5) ainsi que la durée totale du développement larvaire (de l'éclosion des œufs à la pupaison). Les larves ont été pesées au 5^e stade larvaire juste avant la nymphose, et les chrysalides pesées une fois la nymphose effectuée à l'aide d'une balance de précision (RADWAG AS 220.R2). La longévité des adultes, la fécondité des femelles et l'éclosion des œufs ont été étudiées à partir des adultes de *N. blitealis* émergeant des larves nourries sur les différentes espèces de moringa. Au total, 10 ; 7 et 13 couples de *N. blitealis* respectivement issus des élevages des larves sur *M. oleifera*, *M. peregrina* et *M. stenopetala* ont été suivis durant toute leur vie. Chaque couple est isolé dans une boîte (5cm Φ x 8,5cm de hauteur) dans laquelle on dépose quelques feuilles de Moringa pour servir de support pour la ponte. Un tampon de coton imbibé d'une solution de miel à 10 % est placé dans les boîtes pour l'alimentation des adultes. Les boîtes sont examinées chaque jour afin de déterminer la durée de la pré-ponte, la fécondité, et la longévité des adultes mâles et femelles. Parallèlement les œufs pondus étaient collectés de chacune des boîtes et mis en incubation dans d'autres boîtes (2cm Φ x 5cm de long). Des masses d'œufs collectées des femelles issues de chacune des espèces du Moringa ont été mises en incubation en même temps (soit 10, 7 et 13 masses de *N. blitealis* respectivement pour *M. oleifera*, *M. peregrina* et *M. stenopetala*). Chaque jour, les œufs sont observés et le nombre d'œufs éclos sont notés. Ce qui a permis de déterminer la durée d'incubation des œufs et les taux d'éclosion selon les espèces de Moringa. Par ailleurs les paramètres de la table de vie de la population de *N. blitealis* sur les trois espèces du Moringa utilisées pour l'élevage des larves ont été

calculés en utilisant la formule de Birch (1948). Le tableau 1 illustre ces principaux paramètres et formules utilisés pour les calculer.

Etude en station de la dynamique des populations de *Noorda blitealis*

Dispositif expérimental

Cette expérimentation a été conduite du mois d'aout 2020 au mois de juillet 2021 dans un dispositif complètement randomisé comprenant trois (3) traitements et trois (3) répétitions (=bloc) dans une superficie de 16 m x 20 m (Fig. 4). Les trois (3) traitements correspondent à trois (3) espèces de Moringa, *M. oleifera*, *M. stenopetala* et *M. peregrina*. Chaque parcelle élémentaire est constituée de neuf (9) plants d'une espèce du Moringa plantée sur trois (3) lignes de trois (3) plants aux écartements de 1 m x 2 m. Chaque bloc comprend une (1) parcelle élémentaire de chacune des trois (3) espèces de Moringa, soit donc trois (3) parcelles élémentaires par bloc.

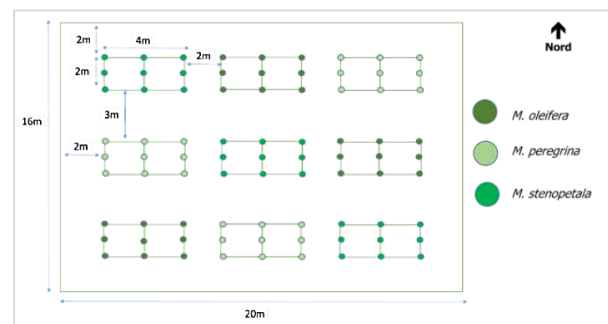


Figure 2. Dispositif expérimental pour l'étude de la dynamique d'infestation de *Noorda blitealis* sur trois espèces du Moringa

Pépinière et repiquage du Moringa

Les plants proviennent d'une pépinière mise en place par nous même à partir du semis de graines dans des pots en plastique. Le repiquage des plants des *Moringa* sp. a eu lieu 120 jours environ après semis. La préparation des poquets et apport de fumier organique de 250 g par poquet puis des arrosages ont été effectués avant la plantation.

Observations et collecte des données

Tous les plants de chacune des neuf (9) parcelles élémentaires (81 plants au total) du dispositif sont observés chaque semaine, soit une fréquence de quatre (4) semaines par mois durant les 12 mois de la durée de l'expérimentation. Sur chaque plant de Moringa, les larves, les pupes ainsi que les œufs de *N. blitealis* sont collectés et comptés tôt le matin une fois par semaine.

Les observations sur les dégâts dus à *N. blitealis* se font directement au champ selon Halilou (2022) et ont porté sur le nombre de feuilles attaquées du plant, le nombre total de feuilles du plant, le nombre de pétioles attaquées de la feuille, ainsi que le nombre total de pétioles de la feuille. Sur cette base les paramètres suivants ont été calculés selon les espèces et les mois de l'année : Nombres moyens des œufs et des larves selon les espèces et les mois de l'année;

Taux d'attaque (TA) par plant :

$$TA (\%) = \frac{(\text{Nombre des feuilles attaquées})}{(\text{Nombre total des feuilles})} \times 100$$

Echelle des dégâts (ED) par feuille,

$$ED (\%) = \frac{(\text{Nombre des pétioles attaquées})}{(\text{Nombre total des pétioles})} \times 100$$

Degré de défoliation (DD) par plant :

$$DD (\%) = \frac{\text{Pétioles attaqués} \times \text{Feuilles attaquées}}{\text{Total pétioles} \times \text{Total feuilles}} \times 100,$$

ou $DD (\%) = (TA \times ED) \times 100$

Tableau 1. Formules de calcul des différents paramètres de la table de vie des populations de *Noorda blitealis*

Définition et abréviation des paramètres	Formule de calcul
Survie spécifique à l'âge et au stade qui correspond à la probabilité qu'un œuf nouvellement éclos survive ou existe à l'âge x et au stade j (S_{xj})	$S_{xj} = \frac{N_{xj}}{N_{01}}$
Survie spécifique à l'âge qui correspond à la probabilité qu'un œuf nouvellement éclos survive ou existe à l'âge x (l_x)	$l_x = \sum_{j=1}^k (S_{xj})$
Fécondité moyenne des individus à l'âge x (m_x)	$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{\infty} (S_{jx} f_{jx})}{\sum_{j=1}^{\infty} (S_{jx})}$
Taux net de reproduction (R_0) qui correspond au nombre de progénitures produit par femelle et par génération	$R_0 = \sum_{x=1}^{\infty} (l_x m_x)$
Taux d'accroissement intrinsèque qui est le nombre de femelles produit par femelle par jour (R_m)	$R_m = \frac{\ln(R_0)}{T}; T = \frac{\sum_{x=1}^{\infty} (x l_x m_x)}{\sum_{x=1}^{\infty} (l_x m_x)}$
Temps de doublement de la population qui est le temps nécessaire pour doubler la population initiale (TD)	$TD = \frac{\ln(2)}{R_m}$
Taux d'accroissement fini (λ)	$\lambda = e^{(R_m)}$

Analyses des données

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS (IBM SPSS Statistics Version 25). Des statistiques descriptives (moyennes et erreurs standards) ont été calculées pour les différentes variables. Les données ont été soumises au test de significativité statistique des moyennes à l'aide d'ANOVA (analyse des variances) comparées par les tests Student Newman Keuls au niveau de 5%. Et lorsque les ANOVA sont significatives les moyennes sont soumises test Post hoc à l'aide du test de Fisher afin de déterminer les plus petites différences significatives (LSD) sous SPSS.

RESULTATS

Paramètres biologiques de *Noorda blitealis* en fonction de trois espèces

Poids des larves pré-nymphes et des chrysalides de *Noorda blitealis* selon la diète

Les résultats de la figure 1 révèlent, au terme du développement larvaire, les larves matures (stade 5) élevées sur *M. stenopetala* pèsent en moyenne 0,081 g

environ 1,74 et 1,16 fois plus que celles élevées respectivement sur *M. peregrina* et *M. oleifera* ($F_{(2, 126)} = 77,868$; $P < 0,001$) (Fig. 5). Le poids des chrysalides issues de *M. stenopetala* est significativement plus élevé que celui de celles provenant de l'élevage sur *M. oleifera* et *M. peregrina* ($F_{(2, 110)} = 33,238$; $P < 0,001$) (Fig. 5).

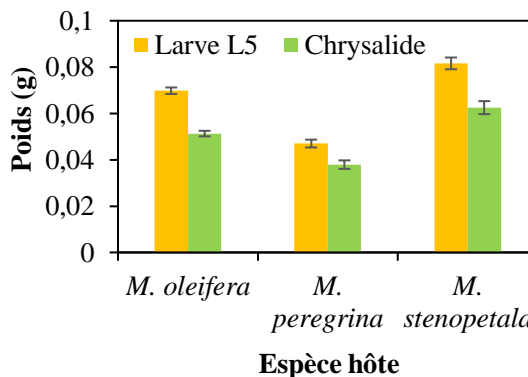


Figure 3. Poids des larves et des chrysalides de *Noorda blitealis* nourries de trois espèces du Moringa

Durée de développement des populations de *Noorda blitealis* selon la diète

Les données consignées dans le tableau 2 montrent que les œufs pondus éclosent au bout de deux (2) à trois (3) jours sans aucune différence significative ($F_{(2, 141)} = 0,238$; $p = 0,788$) sur la provenance des femelles ayant pondus lesdits œufs. La durée de développement des larves de stade 1 et 2 de *N. blitealis* n'est pas influencée par les feuilles de l'espèce du Moringa dont elles se nourrissent ($F_{(2, 121)} = 12,613$; $P < 0,001$; Tableau 2). Cependant à partir du stade 3 les larves élevées sur l'espèce *M. peregrina* ont un développement significativement plus long que celles issues de *M. oleifera* et *M. stenopetala* (Tableau 2). La durée totale du développement larvaire était de 12 à 14 jours avec une moyenne, significativement plus longue, sur *M. peregrina* et *M. stenopetala*

comparativement à *M. oleifera* (Tableau 2). En général les adultes émergent six (6) à huit (8) jours après la pupaison de Moringa d'origine avec une moyenne, significativement plus longue, sur *M. peregrina* et *M. stenopetala* comparativement à *M. oleifera* (Tableau 2). La longévité des adultes ne semble pas être influencée par le type d'espèce du Moringa sur laquelle a été élevé *N. blitealis* quel que soit le sexe. De l'émergence à la mort, l'adulte mâle a duré en moyenne de 10 à 11 jours, et de 13 à 16 jours pour l'adulte femelle (Tableau 2). La durée de vie totale de l'insecte (de l'éclosion de la larve à la mort de l'adulte) varie en moyenne de 32 à 37 jours chez le mâle et de 37 à 40 chez la femelle dans ces conditions d'étude (Tableau 2). La durée de vie est significativement plus élevée chez les individus mâles issus d'élevage sur *M. peregrina* et sur *M. stenopetala* comparativement à l'espèce *M. oleifera* ($F_{(2, 27)} = 1,139$; $P = 0,335$).

Tableau 2. Durées des différents stades du développement de *Noorda blitealis* en fonction de l'espèce du Moringa utilisée pour l'élevage des larves

Durée de développement		<i>M. oleifera</i>	<i>M. peregrina</i>	<i>M. stenopetala</i>	F-test
Œufs		2,94 ± 0,09a*	2,85 ± 0,08a	2,90 ± 0,08a	$F_{(2, 141)} = 0,238$; $P = 0,788$
Larve L1		1,27 ± 0,06a	1,35 ± 0,07a	1,44 ± 0,07a	$F_{(2, 141)} = 1,456$; $P = 0,237$
Larve L2		1,57 ± 0,08a	1,83 ± 0,09a	1,78 ± 0,09a	$F_{(2, 129)} = 2,624$; $P = 0,076$
Larve L3		2,82 ± 0,10a	3,37 ± 0,09b	2,73 ± 0,10a	$F_{(2, 127)} = 11,518$; $P < 0,001$
Larve L4		2,34 ± 0,10a	2,73 ± 0,11b	2,69 ± 0,10b	$F_{(2, 126)} = 4,415$; $P = 0,014$
Larve L5		4,85 ± 0,21a	6,33 ± 0,15c	5,40 ± 0,17b	$F_{(2, 110)} = 16,480$; $P < 0,001$
Développement larvaire		12,36 ± 0,29a	14,45 ± 0,43b	14,15 ± 0,21b	$F_{(2, 121)} = 12,613$; $P < 0,001$
Chrysalide		7,45 ± 0,16b	8,10 ± 0,23c	6,48 ± 0,20a	$F_{(2, 82)} = 16,928$; $P < 0,001$
Longévité adulte	Mâle	10,50 ± 0,93a	10,43 ± 1,00a	11,31 ± 0,72a	$F_{(2, 27)} = 0,348$; $P = 0,709$
	Femelle	15,40 ± 0,96a	13,43 ± 0,81a	16,08 ± 1,32a	$F_{(2, 27)} = 1,139$; $P = 0,335$
Cycle de vie	Mâle	32,90 ± 0,95a	36,86 ± 1,44b	35,38 ± 0,77b	$F_{(2, 27)} = 3,616$; $P = 0,041$
	Femelle	37,80 ± 1,14a	39,86 ± 1,14a	40,15 ± 1,45a	$F_{(2, 27)} = 0,918$; $P = 0,411$

*Les différentes lettres indiquent des différences significatives entre les différentes espèces végétales ($p < 0,05$)

Fécondité de la femelle selon la diète

Quelle que soit l'espèce de Moringa sur laquelle a été élevé *N. blitealis*, les femelles qui en émergent commencent à pondre trois (3) à quatre (4) jours après l'émergence sans aucune différence significative sur

leur provenance (Tableau 3). Les femelles issues de *M. stenopetala* pondent en moyenne plus d'œufs (242,2) que les femelles émergeant de *M. oleifera* (222,1) et *M. peregrina* (174) sans aucune différence significatives (Tableau 3).

Tableau 3. Durée de pré-ponte, durée de ponte, ponte journalière, ponte totale et taux éclosion des œufs de *Noorda blitealis* sur différentes espèces du Moringa

Espèce	Durée de pré-ponte	Durée de ponte	Ponte journalière	Ponte totale
<i>M. oleifera</i>	3,7 ± 0,3 a*	2,8 ± 0,2 a	85,6 ± 15,6 a	222,1 ± 30,4 a
<i>M. peregrina</i>	3,8 ± 0,3 a	3,0 ± 0,3 a	63,4 ± 11,9 a	174 ± 24,8 a
<i>M. stenopetala</i>	3,6 ± 0,2 a	3,4 ± 0,2 a	76 ± 8,6 a	242,2 ± 22,6 a
<i>F-Test</i>	F _(2, 27) =0,163 P =0,85	F _(2, 27) =1,638 P =0,213	F _(2, 27) =0,691 P =0,51	F _(2, 27) =1,519 P =0,237

*Les différentes lettres indiquent des différences significatives entre les différentes espèces végétales (p <0,05)

Analyse de la table de survie

Le taux de survie spécifique à l'âge au jour x (l_x) représente la probabilité qu'un œuf de *N. blitealis* survive jusqu'à un âge au jour x selon l'espèce du Moringa. Le taux d'éclosion des œufs est d'environ 96% en moyenne quelle que soit l'origine des femelles les ayant pondus. La diète (espèce du Moringa) n'a pas influencé le taux d'éclosion d'œufs (F_(2, 27) =0,234 ; P =0,793). Le taux de survie des œufs, à la fin du stade larvaire, le plus élevé a été observé sur *M. oleifera*. De même, jusqu'à 60 % des œufs, pondus par les femelles issues d'élevage sur *M. oleifera*, ont normalement survécu jusqu'au stade adulte, suivis des œufs sur *M. stenopetala* (58 %). Tandis que le taux de survie des œufs le plus faible au stade adulte a été observé sur *M. peregrina* avec seulement 34 %. Le sex ratio exprimé en pourcentage des individus femelles sur le nombre total des populations émergées était de 55% sur *M.*

stenopetala, de 60% sur *M. peregrina* et de 63% sur *M. oleifera*.

Paramètres de population de *Noorda blitealis*

Les valeurs du taux net de reproduction et du taux d'accroissement intrinsèque sur *M. oleifera* et sur *M. stenopetala* étaient significativement plus élevées que celles sur *M. peregrina* (Tableau 4). En raison de la fécondité plus élevée enregistrée, le taux d'accroissement intrinsèque ($\lambda = 1,132$) était significativement plus élevé sur *M. stenopetala* que les deux autres espèces végétales (Tableau 4). L'espèce du Moringa n'influence pas le temps de génération moyen (T) qui varie de 37 à 40 jours environ. Par contre le temps (TD) nécessaire pour le doublement de la population initiale était significativement plus élevé sur *M. peregrina* (7 jours) que sur le *M. oleifera* (5,50 jours) et sur *M. stenopetala* (5,69 jours) (Tableau 4).

Tableau 4. Paramètres de la population de *Noorda blitealis* nourri de trois espèces du Moringa

Espèce	R0	TG	Rm	TD	λ
<i>M. oleifera</i>	127,20 ± 18,61b*	37,80 ± 1,14a	0,128 ± 0,006b	5,50 ± 0,31a	1,137 ± 0,007a
<i>M. peregrina</i>	59,14 ± 8,44a	39,86 ± 1,14a	0,101 ± 0,002a	7,00 ± 0,22b	1,106 ± 0,003a
<i>M. stenopetala</i>	140,54 ± 13,11b	40,15 ± 1,45a	0,123 ± 0,004b	5,69 ± 0,21a	1,132 ± 0,004b
<i>F-Test</i>	F _(2, 27) =7,016 P = 0,004	F _(2, 27) =0,918 P =0,411	F _(2, 27) =7,827 P =0,002	F _(2, 27) =8,284 P =0,002	F _(2, 27) =8,241 P =0,002

*Les différentes lettres indiquent des différences significatives entre les différentes espèces végétales (p <0,05)

Evolution de la ponte de *Noorda blitealis* en station en fonction des mois et par espèce du Moringa

Le nombre d'œufs moyen par plant varie de 0 à 85 sur *M. oleifera*, 0 à 89 sur *M. peregrina* et 0 à 68 sur *M. stenopetala* (Fig. 6). Les périodes de l'année subdivisé en mois ont influencé significativement le nombre d'œufs par plant sur toutes les espèces testées, *M. oleifera* (F_(11, 312) =16,141 ; P<0,001), *M. peregrina* (F_(11, 312) = 10,223 ; P<0,001) et *M. stenopetala* (F_(11, 312) =

13,314 ; P<0,001). De janvier à aout les œufs sont presque absentes sur des plants de Moringa, puis le nombre croit exponentiellement en septembre pour rapidement attendre un pic en novembre et enfin décroît en décembre (Fig. 6). Cette dynamique d'infestation par le nombre des œufs est similaire sur les trois espèces hôtes testées sans aucune influence significative quelle que soit la période de l'année.

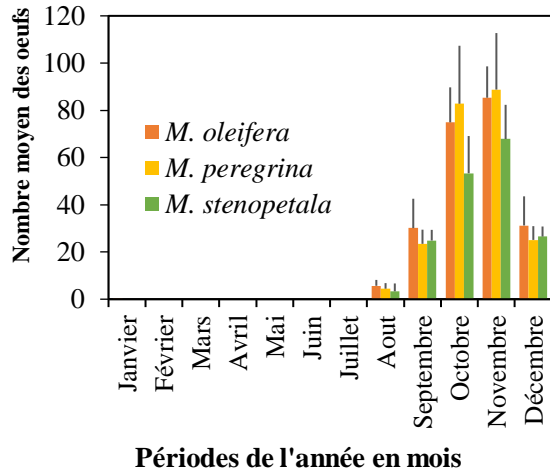


Figure 4. Evolution de la ponte de *Noorda blitealis* en fonction de l'espèce du Moringa et des mois de l'année

Evolution de la population larvaire de *Noorda blitealis* en station en fonction des mois et espèce du Moringa

Le nombre de larves par plant varie de 0 à 60 sur *M. oleifera*, 1 à 50 sur *M. peregrina* et 0 à 53 sur *M. stenopetala* (Fig. 7).

La période de l'année exprimée en mois a influencé significativement l'infestation de populations larvaires par plant sur toutes les espèces testées, *M. oleifera* ($F_{(11, 312)} = 12,028$; $P < 0,001$), *M. peregrina* ($F_{(11, 312)} = 15,574$; $P < 0,001$) et *M. stenopetala* ($F_{(11, 312)} = 9,539$; $P < 0,001$).

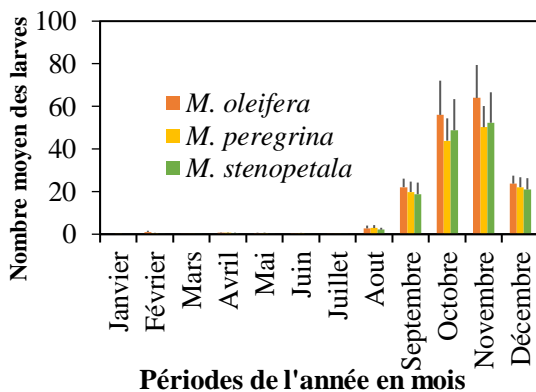


Figure 5. Evolution des larves de *Noorda blitealis* en fonction de l'espèce du Moringa et des mois de l'année

Tout comme pour le cas des œufs, de janvier à août les œufs sont presque absentes des plants de Moringa, puis le nombre croît exponentiellement en septembre

pour rapidement attendre un pic en novembre et enfin décroît en décembre. En outre, l'évolution d'infestation larvaire n'est pas influencée significativement par espèces hôtes testées quelle que soit la période de l'année (Fig. 7).

Variation du taux de défoliation de *Noorda blitealis* en station en fonction des mois et espèce du Moringa

Les dégâts causés par *N blitealis* suivent une dynamique presque similaire à celle des larves, à la différence qu'on enregistre un petit pic en mai où la défoliation varie de 8,1 % sur *M. peregrina*, 9,5 % sur *M. stenopetala* et 24,7 % sur *M. oleifera*, sans aucune différence significative (Figure 8). Ensuite les dégâts deviennent insignifiants en juin et juillet avant de remonter en août pour attendre un pic en octobre avec un taux significativement plus élevé sur *M. oleifera* comparativement aux espèces *M. peregrina* et *M. stenopetala* ($F_{(2, 87)} = 3,448$; $P = 0,020$). En ce moment la défoliation est de l'ordre de 80% sur *M. oleifera* de 67 % *M. peregrina* et de 74 % sur *M. stenopetala* (Fig. 8). Le taux de défoliation des plants tout en demeurant très importants décroît progressivement en novembre à janvier. On enregistre très peu de dégâts de février à avril. La défoliation était significativement plus élevée sur *M. oleifera* comparativement aux espèces *M. peregrina* et *M. stenopetala* en mois de janvier ($F_{(2, 86)} = 5,398$; $P < 0,01$) et en mois d'Avril ($F_{(2, 93)} = 3,074$; $P = 0,031$) (Fig. 8).

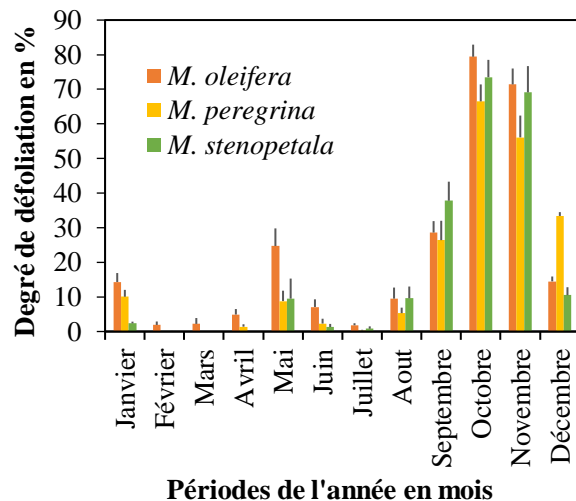


Figure 6. Evolution du taux d'infestation *Noorda blitealis* en fonction de l'espèce et les mois de l'année

DISCUSSION

Dans la présente étude, il a été montré que divers paramètres de la table de survie de *N. blitealis* sur trois espèces du Moringa sont généralement différents. Les paramètres démographiques de ce ravageur ont été déjà déterminés sur diverses variétés de *M. oleifera* (Selvi & Muthukrishnan, 2011). En général, la diversité intra-spécifique de cette espèce végétale a montré qu'elle a une grande influence sur les performances de *N. blitealis* (Selvi & Muthukrishnan, 2011). Plusieurs études ont montré que les performances du développement des plusieurs espèces de l'ordre de Lépidoptères comme *Spodoptera frugiperda* sont fonction des espèces végétales avec lesquelles elles sont nourries (Soper et al., 2013 ; Dowd & Sattler, 2015 ; Wang et al., 2020 ; He et al., 2021). Les critères d'évaluation de performance comprennent la longévité, la fécondité, la croissance et le développement sur différentes espèces végétales (Wilmar et al., 2016). Les taux de croissance plus rapides et la fécondité plus élevée des insectes sur les plantes hôtes indiquent la pertinence et la qualité nutritionnelle d'une plante hôte (Soper et al., 2013). Les résultats de cette étude montrent que le temps nécessaire pour le développement larvaire et pour l'incubation des chrysalides de *N. blitealis* est différent sur les différentes espèces du Moringa avec des durées plus longues sur le *M. pregrina*. De même que les poids des larves L5 et des chrysalides ont été plus élevés sur *M. stenopetala*, suivi de *M. oleifera* en fin sur *M. peregrina*. Cependant le sex ratio des populations de *N. blitealis* élevé sur les trois espèces du Moringa comme supports alimentaires n'a pas été influencé. Sanou et al. (2019) ont également fait les mêmes observations avec *Bactrocera dorsalis* élevé sur trois supports alimentaires (*Citrus reticulata* Blanco, *Amygdalus persica* L., *Malus pumila* Mill., Red Fuji). Il apparaît alors que le sex ratio semble être peu sensible aux sources alimentaires au regard des études de Ekesi et al. (2007) et Gomina (2015). L'étude de Yang et al. (2006) sur la composition nutritionnelle des feuilles fraîches des Moringa a ultérieurement montré que la teneur en éléments nutritifs (matière sèche, protéine, β carotène et calcium) est essentiellement plus importante dans les espèces *M. stenopetala* et *M. oleifera* par rapport à *M. peregrina*. Dans cette étude, *N. blitealis* a pu terminer son cycle de vie sur les trois différentes espèces du Moringa, bien que les valeurs des traits d'histoire de vie soient significativement différentes en faveur des

espèces *M. stenopetala* et *M. oleifera*. En effet, le temps nécessaire pour le doublement de la population de *N. blitealis* le plus élevé a été observé sur *M. peregrina* tandis que le nombre de progénitures produit par femelle et par génération (ou taux net de reproduction) (R_0) le plus élevé a été obtenu sur les espèces *M. stenopetala* et *M. oleifera*. En plus, la valeur de λ la plus élevée était sur *M. stenopetala*. Le taux net de reproduction (R_0) et le taux d'accroissement intrinsèque (R_m) sont des indicateurs importants de la dynamique des populations d'insectes (INSEE, 2007 ; Kabore et al., 2019). Les comparaisons de R_0 et R_m fournissent souvent des informations considérables au-delà de celles disponibles à partir de l'analyse indépendante des paramètres de l'histoire de vie individuelle (Shirvani et al., 2019). Les plantes hôtes ont des effets remarquables sur les études de table de survie. La mise en place d'une stratégie efficace de lutte contre les ravageurs et respectueuse de l'environnement est impossible sans la connaissance de base de la table de survie (Shirvani et al., 2019). La construction de tables de survie sur différents ravageurs cibles, en particulier ceux qui sont économiquement importants, et leur application dans les programmes de contrôle valent sans aucun doute une piste indispensable (Binsin et al., 2023). L'étude en station sur la dynamique d'infestation des populations de *N. blitealis* a permis de constater que les nombres des œufs et des larves sont relativement faibles et stables dans la période allant du mois de janvier jusqu'en août. Les nombres des larves et des œufs ont augmenté progressivement dans le mois de septembre pour ensuite atteindre leur pic dans les mois d'octobre (pour les larves) et de novembre (pour les œufs). Ainsi une diminution de l'infestation est enregistrée à partir du mois de décembre. Cette dynamique d'infestation de *N. blitealis* a été déjà décrite par les producteurs du Moringa au Niger (Halilou et al., 2021). Le degré de défoliation (DD) exprime concrètement les pertes en biomasse foliaire des plants du Moringa. Les résultats ont montré que le DD a été significativement très influencé par la période de l'année, sur toutes les trois espèces hôtes suivies en stations. On a observé les mêmes tendances pour le DD que la dynamique d'infestations de *N. blitealis*, c'est-à-dire que les DD les plus élevés ont été enregistrés dans les mois d'octobre et novembre quelle que soit la plante hôte. Selon Halilou (2022), les espèces telles que *M. peregrina* et *M. oleifera* semblent plus buissonnantes et plus vigoureuses en matière de régénération des

feuilles après défoliation, ainsi elles peuvent être tolérantes que *M. stenopetala* en certaines périodes de l'année. Cette variabilité d'incidence de *N. blitealis* serait due aux conditions météorologiques locales comme il a été rapporté par plusieurs études sur différentes espèces d'insectes en Afrique. (Ba et al., 2008; Caniço et al., 2020 et Halilou et al., 2021). D'autres facteurs peuvent intervenir comme la morphologie de chaque plante, notamment la taille des feuilles utilisées comme substrats de ponte fournis à un insecte, ainsi que l'environnement peuvent influencer la ponte de ce dernier (Binda de Assis et al., 2023, Ndiaye et al., 2023). La population de l'insecte s'intensifie vers la fin de la saison des pluies, de septembre à novembre profitant ainsi de l'humidité résiduelle de la saison. Le développement de la population se voit limité à partir de décembre jusqu'en mai du fait des conditions climatiques défavorables comme la période du froid de décembre à janvier et la période de forte chaleur de mars à mai comme il a été rapporté par Cherian & Basheer (1939), Munj et al. (1998) selon Halilou et al. (2021), la dynamique des populations de *N. blitealis* ainsi que la sévérité des dégâts sont fonction des périodes de l'année. En effet, la saisonnalité influe sur la dynamique des populations d'insectes (Mano et al., 2023). Globalement la chenille de *N. blitealis* s'attaque à toutes les trois espèces observées en station.

CONCLUSION

Il ressort de l'étude du laboratoire que les deux espèces *M. Stenopetala* et *M. oleifera* se sont montrées plus favorables pour le développement de l'insecte *N. blitealis* par rapport à l'espèce *M. Peregrina*. Les durées totales moyennes du cycle du développement étaient plus longues qu'il s'agit du mâle ou de la femelle sur *M. Peregrina* suivi de *M. oleifera* mais les plus courtes ont été observées sur *M. Stenopetala*. Tandis que la fécondité, les poids de larve L5 et de chrysalide, taux de pupaison et d'émergence sont plus faibles sur *M. Peregrina* par rapport aux *M. Stenopetala* et *M. oleifera*. L'étude en station montre que l'évolution d'infestation ainsi que les dégâts varient significativement selon les mois de l'année du fait de variation des conditions météorologiques. Les populations de l'insecte sont en effet plus intenses en période d'octobre-novembre. Il faut noter que la chenille de *N. blitealis* s'attaque à toutes les trois espèces observées en station. Ces données ouvrent des perspectives, aux services techniques, de mise en place des stratégies raisonnées de lutte contre *N. blitealis*

pendant la période où l'infestation est intense sur le terrain.

Conflits d'intérêt

L'auteur déclare qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt à propos de cet article.

Remerciements

Ce travail entre dans le cadre du projet de thèse financé par le l'ICRISAT-Niger. Un sincère remerciement aux directeurs et encadreurs de la thèse, M. BA Malick Niango, Entomologiste Principal, à l'ICRISAT au Niger et Directeur de Recherche à l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA), Burkina Faso et M. Doumma Ali, Professeur Titulaire en Entomologie à l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

REFERENCES

- Ayyar, T.V.R. (1963). *Pest of drumstick. In: Handbook of economic Entomology for South India*, Namrutha publications, Madras. pp. 249-250.
<https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue4/PartV/8-4-235-123.pdf>
- Ba, N. M., Dakouo, D., Nacro, S. & Karamage, F. (2008). Seasonal abundance of lepidopteran stemborers and diopsid flies in irrigated fields of cultivated (*Oryza sativa*) and wild rice (*Oryza longistaminata*) in western Burkina Faso. *International Journal of Tropical Insect Science*, 28, 30-36.
<https://DOI:10.1017/s1742758408930435>
- Binda de Assis, C. H., Aguiar R. L., Holtz A. M. et al.(2023). Population dynamics of thrips (Insecta: Thysanoptera) in cut chrysanthemum cultivated under photoselective screens. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 11(2), 57-63.
<https://doi.org/10.22271/j.ento.2023.v11.i2a.9184>
- Binsin, C., Ahmad, H. & Abu Hasan, H. (2023). Age-stage, two-sex life table analysis of black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), reared on different organic wastes. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 26(2),102-108.
<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2023.102108>
- Birch, L. C. (1948).The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17(1) 15-26.
<https://doi.org/10.2307/1605>

- Butani, D.K. and Jotwani, M.G. (1984). *Insects in vegetables*. Periodical Expert Book Agency, Delhi, India. 356p. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1011354](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1011354)
- Butani, D.K. & Verma, S. (1981). Insect pests of vegetables and their control- drumsticks. *Pesticides*, 15(10), 29–32.
- Canico, A., Mexia A., & Santos, L. (2020). Seasonal Dynamics of the Alien Invasive Insect Pest *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Manica Province, Central Mozambique. *Insects*, 11, 512. <https://doi.org/10.3390/insects11080512>
- Demuelenaere, E. (2001). *Moringa stenopetala*, a subsistence resource in the Konso district. Proceeding International Workshop Development Potential for Moringa Products. Dar-Es-Salaam, Tanzania. pp. 2-29.
- Dowd, P. F. and Sattler, S. E. (2015). *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Responses to Sorghum bicolor (Poales: Poaceae) Tissues from Lowered Lignin Lines. *Journal of Insect Sciences*, 15 (2). <https://10.1093/jisesa/ieu162>
- Ekesi, S., Nderitu, P. W. & Chang, L. C. (2007). Adaptation to and small-scale rearing of invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) on artificial diet. *Annals of Entomological Society of America*, 100(4), 562-567. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2007\)100\[562:ATASRO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2007)100[562:ATASRO]2.0.CO;2)
- Foidl, N., Makkar, H.P.S., et Becker, K. (2001). Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie. In: Development potentiel for Moringa product : International Workshop, 29th October-2 November 2001. Dar es Salaam, Tanzanie. <https://agritop.cirad.fr/511819/>
- Gamatié, M. (2005). *Description des Filières Feuilles de Moringa au Niger*. INRA Moringanews-CTA. 9p..
- Gillett, M.P.T. (1997). Brief notes on some species of micro-moths newly recorded from AI Ain: (Lepidoptera: Micro-Heterocera: Pyralidae). *Tribulus*, 7(1), 19–20.
- Gomina, M. (2015). *Contribution à la connaissance des mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) et de leurs parasitoïdes au sud du Togo*. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Togo. 190p. <https://agritrop.cirad.fr/575402/>
- Halilou, M. S. (2022). *Bioécologie et gestion intégrée des populations de N. blitealis Walker, chenille défoliatrice du Moringa au Niger*. Thèse de Doctorat : Université Abdou Moumouni de Niamey, Entomologie Appliquée, Niamey (Niger), 138 p.
- Halilou, M. S., Ba, M. N., Karimoune, L., & Doumma A. (2021). Farmers' knowledge, perceptions and management of the moringa tree defoliator, *Noorda blitealis* Walker (Lepidoptera: Crambidae), in Niger. *International Journal of Tropical Insect Sciences*. 42(1) page 905. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00617-1>
- He, L., Wu, Q., Gao, X., & Wu, K. (2021). Population life tables for the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* fed on major oil crops planted in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 745–754. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63274-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63274-9)
- INSEE (2007). Bilan démographique 2006: un excédent naturel record (janvier 2007) (<http://www.insee.fr/fr/ffc/ipweb/ip1118/ip1118.html>)
- Kabore, A., Ba, N. M., Clementine D.-B., & Sanon, A. (2019). Towards development of a parasitoid cottage industry of the parasitoid wasp *Habrobracon hebetor* (say): optimum rearing and releases conditions for successful biological control of the millet head miner *Heliocheilus albipunctella* (De Joannis) in the Sahel. <https://doi.org/10.1007/s42690019-00005-w>
- Kotikal, Y. K., & Math, M. (2016). Insect and non-insect pests associated with Drumstick, *Moringa oleifera* (Lamk.). *Entomol Ornithol Herpetol*. <https://doi.org/10.4172/2161-0983.1000180>
- Mano, E., Ouedraogo, B., Kambou, G. & Somida, I. (2023). Diversité, abondance et comportement trophique des parasitoïdes contre le ravageur *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808) en culture de tomates biologiques au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 17(1), 1-12. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v17i1.1>
- Manzo, M.L., Halidou, D.M., Hallarou, M., Illo, A., Rabani, A., Donnen, P. & Dramaix, M. (2016). Composition de la poudre des feuilles sèches de *Moringa oleifera* dans trois régions du Niger. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition*

- and Development, Volume 16 No. 4. <https://doi.org/10.18697/ajfand.76.15115>
- Mridha, M.A.U. (2015). Prospects of Moringa Cultivation in Saudi Arabia. ISSN: 2090-4274. *Journal of Apply Environment and Biological Sciences*, 5(3), 39-46. <http://www.sciepub.com/reference/197122>
- Nair, M.R.G.K. (1970). *Insects and mites of crops in India*. New Jack Printing Works Private Limited, Bombay. 404p. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19870542318>
- Ndiaye, A., Mbow, B., Diallo, I., BA, I., Faye, M., Diome, T., Brevault, T., & Sembene, M. (2023). Inventory of the entomofauna associated with the cultivation of sweet corn in Senegal: Report of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 11(3), 19-23. <https://doi.org/10.22271/j.ento.2023.v11.i3a.9194>
- Negusu, Y. (2005). *Ecology of Noorda blitealis* (walker) (lepidoptera: crambidae) and its management using botanicals in konso special woreda. Addis Ababa University, Biology department.81p. <http://etd.aau.edu.et/handle/123456789/7168>
- Parrotta, J.A. (2001). *Healing Plants of Peninsular India*. CABI Publishing, Wallingford, UK and New York, NY, USA. 828 p. <https://doi.org/10.1079/9780851995014.0000>
- Pasternak, D., Keatinge, J.D.H., & Mamoudou, Z. (2017). Moringa research and cultivation in Niger. *Acta Horticulture*, 1158, 171-178. DOI :10.17660/ActaHortic.2017.1158.20
- Ratnadass, A., Ousmane-Moussa, Z., Salha, H., Minet, J., & Amadou-Seyfoulaye, A. (2011). *Noorda blitealis* Walker, un ravageur majeur du Moringa au Niger (Lepidoptera, Crambidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 116 (4), 401-404. https://agritrop.cirad.fr/562816/1/document_562816.pdf
- Sanou, A. Dabire, G., R. A., Nebie, K., Sane, C. A. B., & Diarra, K. (2019). Influence des supports alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Bactrocera dorsalis* (Hendel) et de son parasitoïde *Fopius arisanus* (Sonan) en
- Wang, W., He, P., Zhang, Y., Liu, T., Jing X., & Zhang, S. (2020). The Population Growth of *Spodoptera frugiperda* on Six Cash Crop Species conditions de laboratoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 870-881. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.24>
- Satti, A. A., Nasr, O. E-H., Fadelmula, A. & Ali, F. E. (2013). New record and preliminary bio-ecological studies of the leaf caterpillar, *Noorda blitealis* Walker (lepidoptera: pyralidae) in Sudan. *International Journal Sciences and Nature*, 4(1), 57-62. <https://www.researchgate.net/publication/271505476>
- Selvi, C., & Muthukrishnan, N. (2011). Biology of moringa leaf caterpillar *Noorda blitealis* Walk. on different annual moringa accessions. *Journal of Plant Protection and Environment*, 8, 89-92. https://www.researchgate.net/publication/322524512_Biology_of_moringa_leaf_caterpillar_Noorda_blitealis_Walk_on_different_annual_moringa_accessions/link/5ce93112a6fdccc9ddcd2dd2/download
- Shirvani, Z., Minaei, K., Aleosfoor M., & Atashi, H. (2019). Age-Stage, Two Sex-Life Table of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) reared on four greenhouse cucumber cultivars. *Entomofauna* 40/2 Hef, 19, 427-441. https://www.zobodat.at/pdf/ENT_0040_0427-0441.pdf
- Slansky, F. (1982). Insect nutrition: an adoptionist's perspective. *Florida Entomologie*, 65, 45-71. <https://doi.org/10.2307/3494145>
- Soper, A. M., Whitworth, R. J., & McCornack, B. P. (2013). Sorghum seed maturity affects the weight and feeding duration of immature corn earworm, *Helicoverpa zea*, and fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in the laboratory. *Journal of Insect Science*, 13, 67. Available online: <http://www.insectscience.org/13.67>
- Taye, M. B., Surendra, K. S., Thangavel, S., & Mulugeta, N. (2013). Distribution and damage status of moringa moth (*Noorda blitealis* Walker) on Moringa stenopetala Baker (Cufod.) in Southern Rift Valley of Ethiopia. *Journal of Agricultural Technology*, 9(4), 963-985. [http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v9_n4_13_July/19_IJAT_2013_9\(4\)_Thangavel%20Selvaraj-Pest%20management.pdf](http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v9_n4_13_July/19_IJAT_2013_9(4)_Thangavel%20Selvaraj-Pest%20management.pdf) and Implications for Its Occurrence and Damage Potential in China. *Insects*, 11, 639. <https://10.3390/insects11090639>

- Wilmar, D. L. R.-C., Julio, C. R., Leopoldo, C.-L., Alfredo, C., & Edi A. M. (2016). Attraction, Feeding Preference, and Performance of *Spodoptera frugiperda* Larvae (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on Two Varieties of Maize. *Environmental Entomology*, 45(2), 384–389. <http://10.1093/ee/nvv229>
- Yang, R.Y., Tsou, S.C.S., Lee, T.C., Chang, L.C., Kuo, G., & Lai, P.Y. (2006). *Moringa*, a novel plant rich in antioxidants, bioavailable iron and nutrients. In Herbs: Challenges in Chemistry and Biology, C.T. Ho, M. Wang, and S. Sang, eds., ACS Symposium Series 925 (N.Y.: Oxford University Press). pp 224–239. <http://dx.doi.org/10.1021/bk-2006-0925.ch017>
- Yiftach, V. (2018). *Moringa oleifera* and *Moringa peregrina*, the "miracle trees", as super-foods from the ancient times of the pharaohs to the 21st century. 21st International Conference on Food & Nutrition. *Journal of Nutrition & Food sciences*, Vol. 8. [10.4172/2155-9600-C5-064](https://doi.org/10.4172/2155-9600-C5-064)

Read online:

Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online