



Effets des visites des insectes sur la fructification de *Moringa oleifera* Lam. au Burkina Faso

BAZIE Babou Frédéric ^{1,2*}, **DAO Madjelia Cangré Ebou** ¹,

1 Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles Ouagadougou / Burkina Faso (INERA) 03 BP 7047 Ouagadougou 03

2 UFR / SVT Laboratoire d'entomologie fondamentale et appliquée, Université Joseph Ky-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03

Auteur pour correspondances : Email : bazie524@yahoo.fr ; Tél : +22670604033

Submission 1st November 2022. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st January 2023
<https://doi.org/10.35759/JABs.181.8>

RESUME

Objectifs : L'objectif du présent travail est d'étudier l'effet des visites d'insectes sur la fructification chez *Moringa oleifera*. **Méthodologie et résultats :** L'étude a été menée à Komsilga et à Ouagadougou de juillet à octobre de l'année 2019 et 2020. Dans chaque site un échantillon de 10 arbres en floraison et 20 inflorescences/arbre a été choisi de façon aléatoire. Dix inflorescences à fleurs nouvellement épanouies sont laissées en libre pollinisation et dix autres reçoivent l'ajout supplémentaire de pollen. Les résultats montrent que le poids moyen des graines a été de 63(±11,2) g pour le traitement pollinisation manuelle contre 50 (±7,4) g pour la pollinisation libre sans ajout de pollen (F = 7410, p< 0,0001).

Conclusion et application des résultats : Les insectes pollinisateurs contribuent à une amélioration substantielle de la production de fruits de *Moringa*. Il faudrait éviter d'utiliser des pesticides sur le terrain lorsque cela n'est pas nécessaire

Mots clés : *Moringa oleifera*, pollens, insectes, fructification.

ABSTRACT

Effects of insect visits on *Moringa oleifera* fruiting in Burkina Faso

Objectives: The objective of the present work is to study the effect of insect visits on fruiting in *Moringa oleifera*.

Methodology and results: The study was conducted in Komsilga and Ouagadougou from July to October of the year 2019 and 2020. In each site a sample of 10 flowering trees and 20 inflorescences/tree was randomly selected. Ten inflorescences with newly opened flowers were left to pollinate freely and ten others received additional pollen. The results show that the average seed weight was 63(±11.2) g for the hand-pollinated treatment versus 50 (±7.4) g for open pollination without pollen addition (F = 7410, p< 0.0001).

Conclusion and application of results: Insect pollinators contribute to a substantial improvement in *Moringa* fruit production. The use of pesticides in the field should be avoided when not required.

Key words: *Moringa oleifera*, pollens, insects, fruiting,

INTRODUCTION

Les interactions plantes-hôtes/insectes visiteurs sont déterminantes dans le succès de la reproduction sexuée chez les plantes à fleurs (Diallo, 2001). C'est au cours de cette interaction qu'intervient la pollinisation croisée qui débute par un transfert du pollen des étamines sur le stigmate de la fleur (Richard, 1997). Plusieurs facteurs écologiques sont susceptibles d'affecter le succès de la pollinisation de nombreuses espèces en zone soudano sahélienne notamment le manque de pollens provoqué par le déclin des pollinisateurs, le fort taux de parasitisme, la dégradation et la perte d'habitats ainsi que les changements climatiques (Stout *et al.*, 2017). Une diversité accrue de pollens disponibles dans le milieu améliorent les rendements en termes de nombre et du poids des graines produites affectant ainsi positivement leurs valeurs nutritionnelle et commerciale (Bommarco *et al.*, 2012 ; Brittain *et al.*, 2014 ; Garibaldi *et al.*, 2016). Des études sur les patterns de la pollinisation ont porté pour la plupart du temps sur le caféier (Roubik., 2002), l'avocatier et le manguier (Johannsmeier, 2001), le palmier (Auffray, 2017) qui sont des cultures de rentes dans la région Ouest africaine et très peu études existent sur les espèces légumineuses de rente telle que *Moringa oleifera*. *Moringa* est une espèce ligneuse beaucoup consommée par les populations burkinabé et de plus en plus vulgarisée comme plante légume par les communautés locales. Selon Diouf *et al.*

(1999), la culture de *Moringa* dans les jardins potagers pour ses feuilles et graines est une activité lucrative de jeunes producteurs et productrices démunis des zones rurales qui génère des revenus importants. Cependant, le rendement en gousses en quantité et en qualité est en deçà des attentes des producteurs et des acheteurs (Dao *et al.*, 2015). Les fleurs sont hermaphrodites et la reproduction sexuée majoritairement de type croisé se fait grâce à l'intervention de transporteurs de pollen constitués par plusieurs hordes d'insectes qui se succèdent toute la journée pour butiner les fleurs. *Apis mellifera*, *Anthophora pilipes* et *Bombus sp.*, sont impliquées dans la pollinisation croisée de *moringa* dans la localité de Dano, une localité de la zone soudano sahélienne au Burkina Faso (Krieg *et al.*, 2017) et en Inde (Sowmiya *et al.*, 2018). La production fruitière de cette espèce n'est toujours pas améliorée pour les producteurs locaux. Il est donc essentiel d'acquérir des connaissances sur l'écologie de la pollinisation de *Moringa* à travers deux questions essentielles : (i) le faible taux de fructification de *moringa* est-il le résultat d'un faible succès de pollinisation liés au comportement des insectes pollinisateurs se manifestant par un faible taux de nouaison ? (ii) Est-ce qu'un apport supplémentaire en pollen sur le stigmate des fleurs pourrait augmenter le taux de nouaisons des fleurs et plus tard de meilleurs rendements en gousses et en graines ?

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude : L'étude a été réalisée de juillet à octobre des années 2019 et 2020 en zone nord soudanienne sur 02 sites situés à Komsilga une commune rurale de la province du Kadiogo au Burkina Faso (12°18'48,2"N et 1°64'60,2"W) et dans la station d'expérimentation de l'INERA à Ouagadougou (12°22'801''N et 1°30'295" W).

Matériel végétal : Le matériel végétal est constitué de pieds de *Moringa* issus de semis direct suivant un écartement de 2m x 2m. Les plants de *Moringa* âgés de plus de 03 ans ont précédemment tous fleuri et fructifié au moins durant 02 années. L'entretien porte sur le désherbage et sarclage manuels pour éliminer les mauvaises herbes et favoriser le développement des plants.

Méthodologie

Effet des visites d'insectes pollinisateurs sur le rendement des gousses et des graines :

Dans chacun des 02 sites d'étude, nous avons échantillonné au hasard et marqué un total de 200 inflorescences au stade de boutons floraux allongés qui débuteraient leurs épanouissements au bout de 24 h réparties sur dix arbres. Par arbre, 10 inflorescences témoins au stade boutons floraux allongés sont laissées libre et accessibles aux insectes et à l'autopollinisation appelées traitement (X) et 10 autres inflorescences au stade boutons floraux allongés appelées traitement (Y) ont été protégées contre les visites d'insectes mais accessibles à l'autopollinisation. Les fleurs ont été exclues des visites d'insectes grâce à des filets de protection en moustiquaire à mailles suffisamment petits pour permettre les visites d'insectes (Diallo 2002). Les filets de protection des inflorescences ont été retirés une semaine après que les fleurs soient entièrement fanées ou après la nouaison des fruits. A la maturité des fruits, le décompte de la fructification des différents traitements a été fait par infrutescence en fin octobre de chaque année de 2019 et de 2020 avant la déhiscence des gousses, puis immédiatement pesés. Les gaines ont été prélevées, comptées et pesées à l'aide d'une balance de précision.

Effet de l'ajout supplémentaire de pollen sur le rendement en fruits et en graines : La méthodologie a consisté à choisir au hasard un échantillon total de 200 inflorescences au stade de boutons floraux allongés en début d'épanouissement réparties sur 10 arbres en floraison. Ces inflorescences ont été soumises aux traitements suivants :

-traitement 1 ou témoin : 100 inflorescences étiquetées et laissées en libre pollinisation soit 10 inflorescences/arbre,

-traitement 2: 100 autres inflorescences dont les fleurs nouvellement épanouies étiquetées ont reçu un apport supplémentaire manuel de pollen soit 10 inflorescences/arbre. Cette démarche s'inspire du protocole décrit par Burd (1994) et Bommarco *et al.*, (2012). Les pollens qui ont servis à la pollinisation manuelle ont été obtenus à partir des anthères de fleurs nouvellement épanouies récoltées des arbres de moringa d'autres localités suffisamment distantes afin de favoriser une pollinisation croisée (Ferland, 2014). Les anthères portant de grains de pollens ont été écrasés dans une feuille cartonnée et ensuite frotté sur le stigmate de la fleur réceptrice. Cette méthode a l'avantage de déposer directement sur le stigmate une quantité suffisante de grains de pollen pour initier la nouaison (Cane et Schiffhauer, 2003 ; Javorek *et al.*, 2002 ; Ferland, 2014). Toutes les fleurs ouvertes des inflorescences marquées dans le traitement 2 ont été manuellement pollinisées. A la maturité des fruits, le décompte de la fructification des différents traitements a été fait par infrutescence en fin octobre 2019 et 2020 et les gousses ont été pesées. Les graines extraites des gousses par concassage ont été comptées et pesées.

Analyse des données : La production moyenne des fruits et le poids moyen des graines par infrutescence dans chacun des traitements ont été calculés. Pour chaque test, l'analyse de Kruskal-Wallis (McKight et Najab, 2010) a été réalisée puis la normalité les résidus n'étaient vérifiées, afin de comparer les valeurs médianes des types de pollinisation (libre et protégée) et les différents sites. Le test de Tukey a été utilisé pour la séparation des moyennes au seuil de 5 %.

RESULTATS

Effets des visites des insectes sur les rendements en gousses et en graines : Le tableau 1 nous présente les effets du site d'étude et du type de pollinisation sur les paramètres mesurés (nombre de graines, nombre d'organes de reproduction en nouaison, poids des fruits et poids moyen des graines). Il ressort de ce tableau que le site de production avait eu un effet hautement significatif sur la nouaison (P-value = 0,0001) au seuil de 5 % sur le nombre de graines (P-value = 0,0464), le poids des fruits (P-value = 0,0422) et le poids moyen des graines (P-value = 0,0464). Par ailleurs, on observe une différence très significative au niveau du nombre de graines (P-value = 0,0026), poids des fruits (P-value = 0,0022) et poids moyen

des graines (P-value = 0,0026) provenant de la pollinisation libre et celle protégée. Les inflorescences à pollinisation libre ont produit plus de fruits et de graines sur l'ensemble des deux sites que celles protégées. Les inflorescences à pollinisation libre ont produit en moyenne 1,46 fruits à la station d'expérimentation de l'INERA contre 0,99 fruits par inflorescence à Komsilga. Par contre celles à inflorescence protégées ont produits 0,24 et 0,12 fruits par inflorescence respectivement à la station d'expérimentation de l'INERA et à Komsilga. Le poids moyen des graines par inflorescence est d'une manière générale plus élevé en pollinisation libre qu'en pollinisation protégée sur l'ensemble des sites.

Tableau 1 : Effets du site de production et du type de pollinisation sur la production

Paramètre	Degré de liberté	Sites		Libre et protégées	
		F	Probabilité	F	Probabilité
Nombre graines	1	3,9685	0,0464	9,1041	0,0026
Nouaisons	1	30,6747	0,0000	93,9179	0,0000
Poids fruit	1	4,1284	0,0422	9,3880	0,0022
Poids moyen graine	1	3,9685	0,0464	9,1041	0,0026

La structuration des valeurs des paramètres mesurés entre les deux (02) sites de production (Ougadougou et Komsilga) sont présentés dans la figure 1. Il ressort de cette figure que le nombre d'organes floraux entrant en phase de nouaison est hautement élevé sur le site de Ougadougou que Komsilga. Le test de

Kruskal-Wallis montre une différence significative dans la production des organes floraux selon les sites de production (F=49049 ; P-value <0,0001). De plus le nombre de graines, le poids des fruits et le poids moyen de graines sont significativement plus élevés sur le site de Ougadougou.

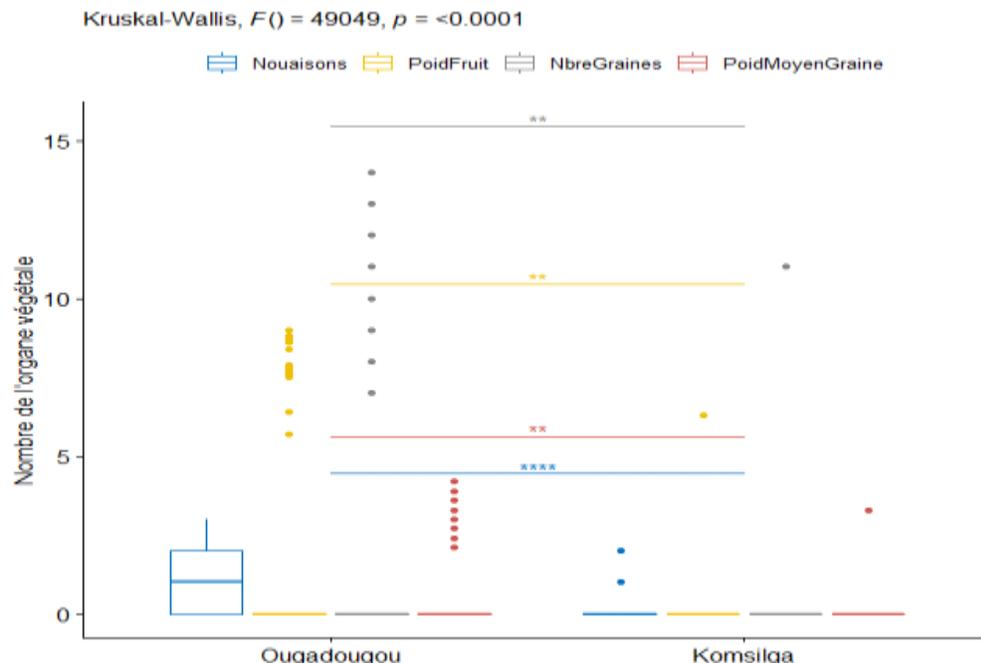


Figure 1 : Structuration des valeurs des paramètres mesurés entre les deux (02) sites de production (Ougadougou et Komsilga)

Les inflorescences à pollinisation libre ont produit en moyenne $0,15 \pm 0,02$ fruits par inflorescence tandis-que l'exclusion des pollinisateurs (inflorescences protégées) a donné en moyenne $0,03 \pm 0,04$ fruits par inflorescence. La productivité par inflorescence a été plus importante dans le traitement à pollinisation libre par rapport au traitement à pollinisation protégée ($F = 7064,4, p < 0,0001$). Le poids moyen de fruits est de $8,2$

$\pm 1,78$ g et de $6,7 \pm 1,32$ g respectivement en pollinisation libre et protégée (Figure 2). Le poids moyen des graines a été plus élevé en pollinisation libre ($50,2 \pm 7,4$ g) par rapport à la pollinisation protégée ($9,7 \pm 1,3$ g). Le pourcentage de fructification dû à l'influence des insectes en fleurs est de 86,67%. La productivité par inflorescence était de 3% dans le traitement en pollinisation libre et de 0,6% dans le traitement en pollinisation protégée.

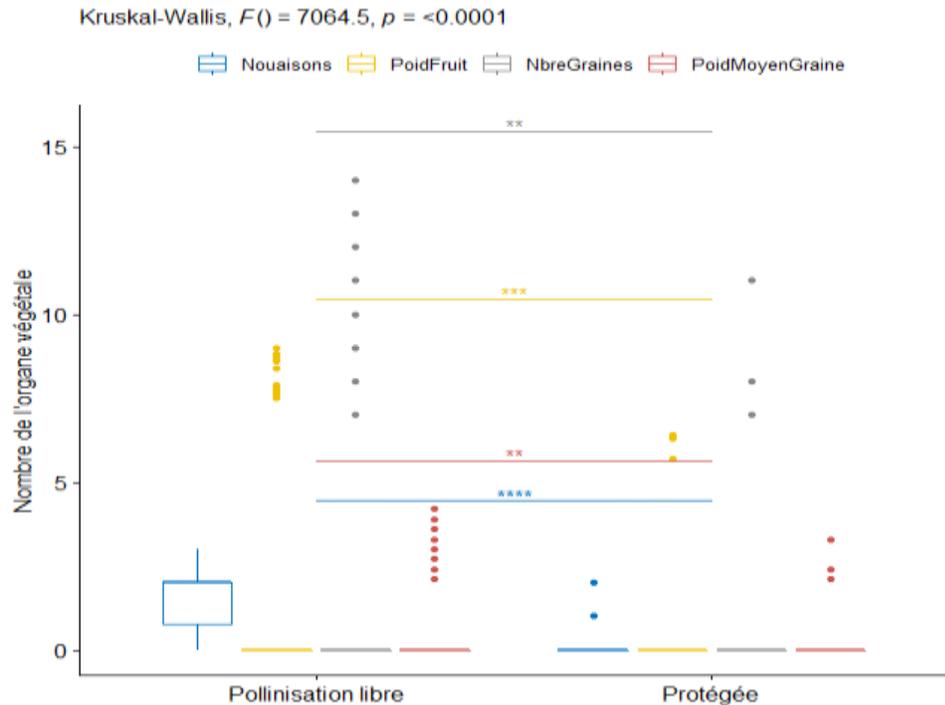


Figure 2 : Structuration des valeurs des paramètres mesurés comparées suivant les types de pollinisation (libre et protégée)

Effets de la limitation du pollen sur la mise en fruit : Le tableau 2 nous présente les effets du site de production et du type de pollinisation sur les paramètres mesurés (nombre de graines, nombre d'organes de reproduction en nouaison, poids des fruits et poids moyen des graines). Il ressort de ce tableau qu'au cours des deux années de collectes, le site de production n'avait pas eu un effet significatif

au seuil de 5 % sur la nouaison, le nombre de graines, le poids des fruits et le poids moyen des graines. Cependant, on observe une différence hautement significative entre les organes entrant en nouaison et le poids des graines au niveau de la pollinisation libre et celle réalisée par l'ajout de pollens mais non significative pour les autres paramètres mesurés.

Table 2: Effets du site de production et du type de pollinisation sur les paramètres mesurés

Paramètre	Degré de liberté	Sites		Libre et ajout de pollen	
		F	Probabilité	F	Probabilité
Nouaisons	1	1,3041	0,253	46,5142	<0,0001
Nombre fruits	1	0,013	0,312	0,122	0,052
Poids fruit	1	0,024	0,877	0,2593	0,611
Nombre graines	1	0,024	0,877	0,2593	0,611
Poids moyen graine	1	0,0045	0,947	0,0591	0,008

Les relevés effectués sur l'ensemble des deux sites montrent d'une part que le nombre moyen de fruits, le poids moyen des graines d'autre part sont plus élevés avec l'ajout de pollen qu'en pollinisation libre (sans manipulation

manuelle). Les inflorescences en pollinisation manuelle ont produit en moyenne 0,19 et 0,17 fruits par inflorescence contre 0,16 et 0,14 fruits par inflorescence en pollinisation libre respectivement à la station d'expérimentation

de l'INERA et à Komsilga. Le poids moyen des fruits, de graines par inflorescences en pollinisation manuelle sont légèrement supérieurs à ceux à pollinisation libre sur l'ensemble des sites ($F=80797$ $p= 0,7720$). La structuration des valeurs des paramètres mesurés entre les deux (02) sites de production (Ougadougou et Komsilga) sont présentés dans la figure 3. Il ressort de cette figure que malgré l'effet des sites non significatif sur les

différents paramètres mesurés, une légère différence au niveau des valeurs médianes de chaque paramètre est observée entre les deux sites. Cette différence est plus observée au niveau du nombre d'organes entrant en phase de nouaison où la médiane est légèrement plus élevée sur le site de Ougadougou que Komsilga. Chez les autres paramètres, la différence n'est pas trop remarquable.

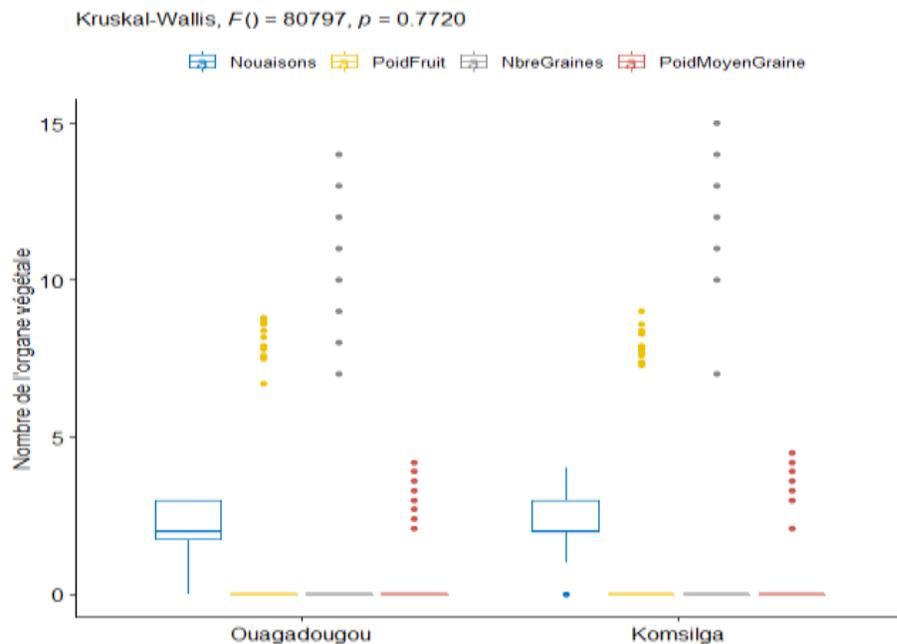


Figure 3 : Structuration des valeurs des paramètres mesurés entre les deux (02) sites de production (Ougadougou et Komsilga)

La structuration des valeurs des paramètres mesurés au cours des 2 années de suivi comparées suivant les types de pollinisation (libre et par ajout de pollen) sont présentés par la figure 4. Les inflorescences à pollinisation manuelle ont produit en moyenne $0,19 \pm 0,007$ fruits contre $0,15 \pm 0,005$ pour celles à pollinisation libre. Le taux d'inflorescence fructifiés est plus élevé avec l'ajout de pollen

(46%) comparativement à la pollinisation naturelle (30 %). Le poids moyen de fruit est de $8,2 (\pm 1,78)$ g et $7,3 (\pm 1,35)$ g respectivement en pollinisation manuelle et libre. Le poids moyen des graines en était de $50,2 (\pm 7,4)$ g et de $63,3 (\pm 11,2)$ g respectivement dans le traitement pollinisation libre et manuelle ($F = 7410$, $p < 0,0001$).

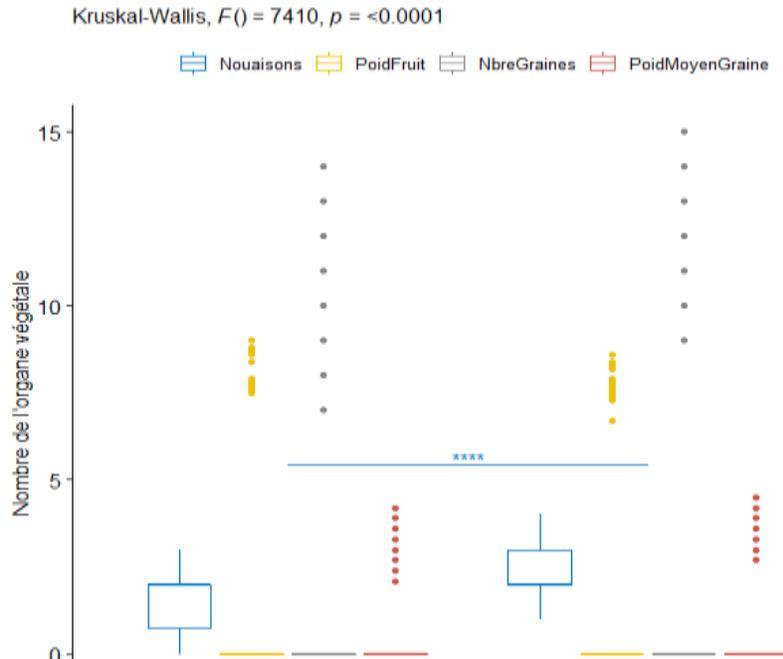


Figure 4 : Structuration des valeurs des paramètres mesurés comparées suivant les types de pollinisation (libre et par ajout de pollen)

DISCUSSION

Les inflorescences à pollinisation libre ont produit plus de fruits par rapport à celles protégées. Le nombre moyen de nouaison (fruits initiés) en pollinisation libre sur le Moringa est de 1,46 fruit sur le site de Ouagadougou. Sur le site de Komsilga, il est de 0,99 fruits. Par contre les inflorescences protégées ont produit 0,24 et 0,12 de fruits après la nouaison respectivement à la station à Ouagadougou et à Komsilga. Ces résultats sont plus ou moins semblables à ceux obtenus par Abome (2002) sur le karité en pollinisation libre en zone sud soudanienne du Burkina Faso. Les nouaisons sont réduites en privant les inflorescences de toute fréquentation d'insectes. L'étude a montré qu'il existe une différence hautement significative entre les organes entrant en nouaison et le poids des graines au niveau de la pollinisation libre et celle des inflorescences protégées ($F = 7410, p < 0,0001$). Cela signifierait que les insectes ont eu une influence significative sur la fructification de Moringa. Ces résultats montrent que les pollinisateurs faisant partie de

l'entomofaune florale n'ont pas eu accès aux fleurs lorsque les inflorescences sont protégées. Le peu de fruits produits à partir du traitement à inflorescence protégée pourrait être dû au mouvement du pollen dans le sac facilité par le vent. Kreig *et al.*, (2017), avaient également conclu à un très faible taux d'auto-fertilité chez Moringa. Des travaux menés par Stout *et al.* (2017) sur le karité dans les parcs agroforestiers d'Afrique de l'Ouest ont montré que le nombre de fruits produits par inflorescence était nettement inférieur lorsque les insectes étaient exclus pendant la floraison par ensachage. Cependant les insectes peuvent contribuer avec une grande quantité de pollen venant d'autres individus de la plante et la possibilité de fertilisation augmente via la compétition polémique (Skogsmyr et Lankinen., 2002). Le pourcentage de fructification dû à l'influence des insectes en fleurs est de 86,67%. Ces résultats montrent que les insectes pollinisateurs de Moringa ont un rôle important dans l'initiation des gousses. Taimanga *et al.*, (2018) ont montré que les

rendements fruitiers et grainiers de *Glycine max* était plus important à l'air libre et très négligeable au niveau du traitement protégé. Le contraste observé entre la forte production de fleurs et la faible production de fruits sur les inflorescences libres peut s'expliquer par une insuffisance de pollinisation (Abome, 2002). La pollinisation manuelle a entraîné une augmentation du nombre moyen de fruits par inflorescence sur l'ensemble des deux sites. Après 8 à 12 mois, le *Moringa* commence à fleurir. Sa production devient plus importante entre 1 an à 3 ans avec une production moyenne de 500 fruits/arbre (ECHO, 2007). Les inflorescences à pollinisation manuelle ont produit en moyenne $0,52 \pm 0,007$ fruits contre $0,24 \pm 0,007$ pour celles à pollinisation naturelle par inflorescence. Ceci suggère qu'une réception inadéquate de pollen est une des causes des faibles taux de fécondité des plantes pérennes. L'amélioration de la production des arbres fruitiers par la pollinisation manuelle a été rapportée par Ezzahouanin *et al.*, (1996) sur *Annona cherimola* au Maroc, par Stout *et al.*, (2017) sur le karité au Burkina Faso. Un supplément de pollen a entraîné une augmentation de la nouaison et plus souvent une augmentation des graines dans les fruits (Burd, 1994). La pollinisation manuelle améliore le poids des graines à la récolte. Le poids moyen des graines était de 50,2 ($\pm 7,4$) g et de 63,3 ($\pm 11,2$) g respectivement dans les traitements pollinisation libre et manuelle. Cependant, l'analyse comparative de Kruskal-wallis du poids moyen des graines montre que

les plus petits fruits ont été obtenus à la pollinisation libre différant de manière significative à la pollinisation manuelle ($F = 7410$, $p < 0,0001$). La qualité des graines a été améliorée par la pollinisation manuelle rendant les graines plus lourdes (Bommanco *et al.*, 2012) montrant qu'une quantité donnée de pollen est nécessaire pour atteindre un rendement et une quantité élevée des graines. Plus une fleur reçoit de grains de pollen, plus elle a le potentiel de se transformer en un fruit (Mazi *et al.*, 2019). D'autres facteurs peuvent être évoqués pour expliquer ces résultats : la réceptivité des stigmates, les conditions météorologiques. Selon certains auteurs Saavedra (1977), Ezzahouanin *et al.*, (1996) la réussite de la pollinisation manuelle reste variable et dépendant principalement de la viabilité du pollen, de la réceptivité des stigmates et des conditions climatiques. Des résultats similaires selon Faegri *et al.*, (1979) ; Mazi *et al.*, (2019) indiquaient que les pollinisateurs potentiels (*Xylocopa violaceae*) contribuent à l'augmentation du taux de fructification de 27,49%, le nombre de graines par gousse de 45,43% et le pourcentage de semences normales de 89,38% sur *Phaseolus coccineus*. Les insectes pollinisateurs ont probablement un rôle important dans la production de semences de bonne qualité. Par le biais de leur activité pollinisatrice, les insectes améliorent le taux de fructification, le poids de graines, le nombre moyen de graines (Ezzahouani *et al.*, 1996 ; Taimanga *et al.*, 2018).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

La productivité par inflorescence est plus élevée dans le traitement pollinisation libre par rapport au traitement en pollinisation protégée. Le poids moyen des graines par infructescence

est plus élevé avec l'ajout de pollen. Il ressort que les insectes contribuent à améliorer le succès de la production fruitière.

BIBLIOGRAPHIE

- Abome B.M-L., 2002. Influence des parasites phanérogames et de l'entomofaune florale sur la floraison et la fructification du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.). Mémoire Cycle ingénieur IDR –Univ-UPB .59 P / eau et Forêts.
- Auffray T., 2017. Étude des interactions chimiques entre les espèces cultivées d'Élaeis et leurs insectes pollinisateurs. Thèse de Doctorat Unique. Université de Montpellier-France. 240 pages
- Bommarco R., Marini L., Vaissiere B.E., 2012. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. *Oecologia* (2012) 169:1025–1032 DOI 10.1007/s00442-012-2271-6
- Brittain C., Kremen C., Garber A., Klein A – M., 2014. Pollination and Plant Resources Change the Nutritional Quality of Almonds for Human Health. PLOS ONE. www.plosone.org.
- Burd M., 1994. Bateman's Principle and plant reproduction: The role of limitation in fruit and seed set. *Bot. Rev.* 60: 83–139.
- Cane J.H et Schiffhauer D., 2003. Dose-response relationships between pollination and fruiting refine pollinator comparisons for cranberry (*Vaccinium macrocarpon* [Ericaceae]). *Am. J. Bot.* 90 (10) : 1425-1432.
- Dao M.E, Traore M., Pare S., Ouédraogo D., et Ouédraogo S., 2015. Ravageurs des planches maraîchères de *Moringa oleifera* dans la région du centre (Burkina Faso). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2015. Vol.25, Issue 2: 3857-3869
- Diallo I., 2002. Étude de la biologie de la reproduction et de la variabilité génétique chez le jujubier (*Ziziphus mauritiana*.Lam.) Thèse Univ CHEIKH Anta-Diop de Dakar 29 juin 2002. 78p.
- Ferland S., 2014. Succès de pollinisation du bleuet, *Vaccinium uliginosum*, autour de la communauté de baker lake (nuna vut). Mémoire de la maîtrise en Sciences de l'Environnement Université du Québec
- Garibaldi L.A., Carvalheiro L.G., Vaissiere B.E., Gemmill-Herren B., Hipolito J., Freitas B.M., Zhang H., 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351, 388–391. <https://doi.org/10.1126/science.aac728>
- Javorek S.K., Mackenzie K.E. et Vander Kloet S.P., 2002. Comparative pollination effectiveness among bees (Hymenoptera : Apoidea) on *Lowbush Blueberry* (Ericaceae : *Vaccinium angustifolium*). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95 (3): 345-351.
- Johannsmeier M.F., 2001. “Beekeeping in South Africa”, (“L’apiculture en Afrique du Sud”), third edition revised, Plant Protection Research Institute handbook No. 14, Pretoria South Africa
- Krieg J., Goetze D., Porembski S., Arnold P., Linsenmair K.E. et Stein K., 2017. Floral and reproductive biology of *Moringa oleifera* (Moringaceae) in Burkina Faso, West Africa *J. Acta Hortic.* 1158. ISHS 2017. DOI 1.0.1
- Mazi S., Kingha T. B.M., Deli K.P., Faibawa E., Tchuenguem Fohouo F.N., 2019. Role of pollinators in enhancing pod and seed set of *Arachis hypogaea* Variety 28-206 (Fabaceae) at Tchabal-Mounguel (Ngaoundere, Cameroon). *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 1521-1528.
- Price, M. L. et Équipe ECHO., 1985. Le Moringa. ECHO. Note Technique ; Révision 2000, 2002 et 2007 par le personnel d'ECHO ; 22p.
- Saavedra E., 1977. Influence of pollen grain stage at the time of hand pollination as

- a fletor on fruit set of cherimoya. Hart. Science 122: 117-118
- Sowmiya C., Srinivasan M.R. and Saravanan P.A., 2018. Diversity of Pollinators in Drumstick, *Moringa oleifera* Lam. Ecosystem. Madras Agric. J., 105 (4-6): 186-190, June 2018
- Stout J.C., Nombre I., Bernd de Bruijn., Delaney A., Doke D.A., Gyimah.T., Kamano F., Kelly R., Lovett P., Marshall. E., Nana. A., Nasare L.I., Roberts J., Tankoano P., Tayleur.C, Thomas D, Vickery J., Kwapong P., 2017. Insect pollination improves yield of shea (*Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*) in the agroforestry parklands of West Africa. Journal of pollination ecology, 22(2), 2018, pp 11-20.
- Taimanga F. et Tchuenguem F-N., 2018. Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Glycine max* (Fabaceae) à Yassa (Douala, Cameroun). Int. J. Biol. Chem. Sci. 12(1) : 141-156. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print).