

Influence de la Diversité Morphologique sur la Phénologie Florale de cultivars de *Phaseolus lunatus* L. en Côte d'Ivoire

[Influence of Morphological Diversity on the Floral Phenology of *Phaseolus lunatus* L. cultivars in Côte d'Ivoire]

Yao Kouakou Abessika Georges¹, Gbotto Ahou Anique¹, Anzara Gnigouan Kadio Guy Roland¹, Tiemoko Bagui Fabien¹, Gore Bi Boh Nestor¹, Akaffou Doffou Sélastique¹, and Zoro Bi Irie Arsène²

¹Departement of Agronomy and forestry, of Jean Lorougnon Guede University, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratory of Biology and Improving Vegetable Productions, Natural Sciences Unit, University Nangui Abrogoua (UNA), BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Phaseolus lunatus* is a legume rich in protein and essential amino acids, with a notable morphological diversity that influences its floral phenology. The aim of this study was to evaluate the flowering period of four morphotypes and to determine the duration of flower opening. The experiments were carried out at the Université Jean Lorougnon Guédé in Daloa, Côte d'Ivoire. The experimental set-up used was a complete block with 10 plants per morphotype. The results revealed significant variability between morphotypes. Morphotype 3 showed early flowering (79 days), while morphotype 2 was the latest (137 days). Analysis of floral morphology using an optical microscope revealed significant differences between morphotypes in terms of the number of flowers opened and aborted. This study underlines the importance of understanding floral phenology for optimizing *P. lunatus* production and guiding varietal selection. The variability observed highlights the potential for genetic improvement, in order to develop better-performing varieties that are better adapted to changing climatic conditions.

KEYWORDS: *Phaseolus lunatus*, morphological diversity, flowering, significant variability, phenology, climatic conditions.

RESUME: *Phaseolus lunatus* est une légumineuse riche en protéines et en acides aminés essentiels, présentant une diversité morphologique notable qui influence sa phénologie florale. Cette étude a pour objectif d'évaluer la période de floraison de quatre morphotypes et de déterminer la durée d'ouverture des fleurs. Les expérimentations ont été menées à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, en Côte d'Ivoire. Le dispositif expérimental utilisé est un block complet avec 10 plants par morphotype. Les résultats ont révélé une variabilité significative entre les morphotypes. Le morphotype 3 a montré une floraison précoce (79 jours), tandis que le morphotype 2 a été le plus tardif (137 jours). L'analyse de la morphologie florale, réalisée à l'aide d'un microscope optique, a mis en évidence des différences significatives entre les morphotypes en ce qui concerne le nombre de fleurs épanouies et avortées. Cette étude souligne l'importance de la compréhension de la phénologie florale pour l'optimisation de la production de *P. lunatus* et pour orienter la sélection variétale. La variabilité observée met en lumière un potentiel d'amélioration génétique, afin de développer des variétés plus performantes et mieux adaptées aux conditions climatiques changeantes.

MOTS-CLEFS: *Phaseolus lunatus*, diversité morphologique, floraison, variabilité significative, phénologie, conditions climatiques.

1 INTRODUCTION

La biodiversité des espèces cultivées est un pilier fondamental pour assurer la sécurité alimentaire mondiale et la durabilité des systèmes agricoles [1,2]. Parmi les espèces les plus essentielles, les légumineuses occupent une place particulière en raison de leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, leur richesse nutritionnelle et leur rôle dans l'amélioration de la fertilité des sols [3, 4]. Ces plantes sont d'autant plus importantes dans un contexte où la réduction de l'utilisation des engrais azotés est un enjeu global pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES) et promouvoir une agriculture plus durable [5]. En tant que deuxième source alimentaire mondiale après les céréales, les légumineuses jouent un rôle crucial dans la sécurité nutritionnelle des populations, notamment grâce à leur teneur élevée en protéines, fibres alimentaires, minéraux et vitamines [6]. Parmi ces légumineuses, *Phaseolus lunatus*, communément appelé haricot de Lima, constitue une source importante de protéines végétales indispensables à l'alimentation humaine et animale grâce à leur haute teneur en protéines (20-42%) et en acides aminés essentiels [7; 8]. En plus de leurs intérêts alimentaires et agronomiques, sont d'une grande importance en médecine traditionnelle [9]. En effet, les feuilles *Phaseolus lunatus* sont utilisées dans le traitement des maux d'oreilles et aussi comme analgésiques. Les graines de l'espèce sont utilisées dans la prise en charge de certaines affections chroniques comme le diabète et le cancer [10] puis d'autres maladies telles que l'hydropisie, les gonflements, l'œdème, la goutte et les tumeurs [11; 12]. Elle se distingue par sa grande diversité morphologique [13; 14]. Cette diversité, qui inclut différentes tailles, couleurs de graines et formes de croissance, peut avoir des répercussions importantes sur les caractéristiques agro-morphologiques et phénologiques [15; 16; 17] notamment sur la floraison. La floraison est une phase critique pour la reproduction des plantes, car elle détermine non seulement la formation des fruits, mais influence également la productivité globale d'une culture [18]. De plus, la variabilité de la floraison au sein des morphotypes peut être influencée par des facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité et la photopériode, rendant l'adaptation des plantes à leur environnement encore plus complexe [19]. Le changement climatique exacerbe ces défis, car les légumineuses, bien que résilientes, sont sensibles aux perturbations climatiques [20]. Les fluctuations de température, la modification des régimes de précipitation et les variations de la durée du jour affectent directement les cycles de floraison et la productivité [21]. Cela soulève la nécessité d'une meilleure compréhension des dynamiques de floraison de *Phaseolus lunatus*, en particulier dans les environnements tropicaux, où les impacts du changement climatique sont plus prononcés. Bien que des études aient été menées sur les traits morphologiques de *Phaseolus lunatus*, peu de recherches se sont concentrées sur la variabilité phénologique de la floraison entre les morphotypes dans un contexte tropical. Cette lacune documentaire limite la capacité des producteurs à choisir les morphotypes les plus adaptés à leurs environnements et à maximiser la productivité. Il est donc crucial d'approfondir la connaissance des facteurs qui influencent la floraison, afin de mieux guider la gestion des cultures et les programmes de sélection variétale. L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'optimisation de la reproduction de *Phaseolus lunatus* en évaluant les variations de floraison entre quatre morphotypes cultivés dans un environnement tropical. Plus spécifiquement, il s'agit d'évaluer la période de floraison pour chaque morphotype, de déterminer les moments précis d'ouverture des fleurs et de fournir des données qui permettront d'orienter les stratégies d'amélioration de cette espèce.

2 MATERIAL AND METHOD

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée en Côte d'Ivoire, dans la région du Haut Sassandra, précisément à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Daloa, située à 6°54'28" N et 6°26'25" O, est une ville du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, caractérisée par un climat tropical avec quatre saisons distinctes: deux saisons de pluies (grande et petite) et deux saisons sèches (grande et petite). Les précipitations annuelles moyennes sont de 1 317 mm et les températures varient entre 24,65°C et 27,75°C. Cependant, ces dernières années, un changement climatique marqué par une augmentation des températures et une diminution de la pluviométrie a été observé. La végétation environnante est principalement composée de forêt dense mésophile, aujourd'hui remplacée par des cultures de rente telles que le café, le cacao et l'hévéa.

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé dans cette étude comprend quatre morphotypes de *Phaseolus lunatus* collectés dans les localités d'Adzopé et de Bongouanou, deux zones importantes de production. Un total de 120 graines a été utilisé pour mesurer les paramètres de germination, et 40 plants, âgés d'au moins quatre mois, ont été observés pour la caractérisation des inflorescences et des fleurs.

2.3 PRÉPARATION DU TERRAIN

Le terrain a d'abord été nettoyé en éliminant les mauvaises herbes à l'aide d'une machette. Un labour de 20 cm de profondeur a ensuite été réalisé avec une daba pour ameublir et aérer le sol, et limiter les agents pathogènes et la concurrence des mauvaises herbes. Les graines ont ensuite été semées à des intervalles réguliers selon le dispositif expérimental.

2.4 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'expérimentation a été conduite selon un dispositif en block complet sur une parcelle de 20 m x 20 m à l'Université Jean Lorougnon Guédé. Chaque morphotype était représenté sur une ligne comportant 10 points de semis, soit un total de 40 points de semis répartis sur quatre lignes. La distance entre deux points de semis était de 2 m, et chaque point a reçu deux graines. Un sarclage régulier a été effectué chaque semaine pour réduire la concurrence des adventices et favoriser une bonne croissance des plants. Les plants, de nature grimpante, ont été tuteurés pour éviter que les tiges ne se cassent sous l'effet du vent ou du poids des plants.

2.5 PARAMÈTRES MESURÉS

Les observations ont été réalisées à partir du semis pour enregistrer les paramètres de germination et de floraison: qui sont les suivants: temps moyen et taux de germination. Le nombre d'inflorescences par plant, l'envergure de la plante, longueur des inflorescences, le nombre de boutons floraux par inflorescence, le nombre de fleurs épanouies, le nombre de fleurs avortées, ainsi que la longueur et le diamètre des boutons floraux et des pétales.

2.6 ANALYSES STATISTIQUES

Une analyse multivariée de la variance (MANOVA) et l'Analyse de la variance ont été utilisées pour comparer les morphotypes en fonction des différentes variables mesurées. Cette méthode a permis de déterminer les différences significatives entre les morphotypes pour l'ensemble des caractères étudiés. Lorsqu'une différence significative a été observée, le test de la plus petite différence significative (PPDS) a été appliqué à un seuil de 5 % pour identifier les morphotypes qui se distinguaient. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistica, version 7.1 [22].

3 RÉSULTATS

3.1 GERMINATION DES MORPHOTYPES

L'analyse des données de germination a montré que tous les morphotypes étudiés ont un taux de germination supérieur à 50 %. Le temps moyen de germination a été estimé entre 9 et 11 jours pour les quatre morphotypes. Bien que ces valeurs restent proches, aucune différence significative n'a été observée entre les morphotypes ($P > 0,05$). Ces résultats indiquent que les conditions environnementales étaient uniformes et favorables pour tous les morphotypes, et que les variations morphologiques n'ont pas affecté de manière notable la phase de germination.

Tableau 1. Temps moyen de germination par morphotype

Morphotypes	Effectif	Germination (j)
M1 (Marron)	10	9,87 ^a ±1,36
M2 (Marron clair)	10	11,50 ^a ±2,74
M3 (Marron Blanc)	10	10,28 ^a ±2,75
M4 (Rose Noire)	10	9,33 ^a ±0,816
<i>F</i>		1,61
<i>P</i>		0,204

Les résultats montrent que tous les morphotypes présentent une émergence des plantules dans une fourchette relativement étroite. Ainsi, les différences dans les phases ultérieures de développement, notamment la floraison, pourraient offrir des indications plus pertinentes sur l'influence des morphotypes.

3.2 DYNAMIQUE DE LA FLORAISON

L'analyse de la dynamique de la floraison a révélé des différences significatives entre les morphotypes. Le morphotype 3 (Marron blanc) a été le plus rapide à produire des inflorescences, avec une floraison débutant 79 jours après le semis. En revanche, le morphotype 2 (Marron clair) a montré une floraison plus tardive, à 136,7 jours après le semis. Les analyses statistiques (ANOVA) ont révélé une différence significative ($P < 0,001$) entre les morphotypes en termes de nombre de jours après semis (NoJAS), de nombre d'inflorescences (NoI), et de longueur de l'inflorescence (Lo). Ces variations démontrent que les traits phénologiques de la floraison sont directement influencés par les caractéristiques morphologiques de chaque groupe.

Tableau 2. Comparaison des caractères observés sur les inflorescences des morphotypes

Facteur	NoJAS (j)	NoI	Lo (cm)	En (cm)
M1	112,8 ^b ±2,35	6,05 ±0,83 ^b	1,39 ±0,22 ^a	2,9 ^a ±0,55
M2	136,7 ^c ±2,45	5,96 ±0,74 ^b	2,03 ±0,23 ^b	2,47 ^a ±0,29
M3	79 ^a ±1,56	2,81 ±0,27 ^a	1,93 ±0,27 ^b	2,5 ^a ±0,29
M4	125,1 ^{bc} ±2,35	2,38 ±0,31 ^a	1,27 ±0,23 ^a	2,5 ^a ±0,29
F	1590,5	7,06	2,87	0,31
P	<0,001	<0,001	0,003	0,82

NoJAS: Nombre de jours après semis; **NoI:** Nombre d'inflorescences; **En:** Envergure, **Lo:** Longueur de l'inflorescence

Le morphotype 2, malgré sa floraison tardive, a montré une longueur d'inflorescence plus élevée (2,03 cm), ce qui pourrait indiquer une plus grande capacité de production florale, une caractéristique favorable pour l'amélioration de la production de graines.

3.3 ÉVALUATION DES PARAMÈTRES FLORAUX

L'étude des boutons floraux et des fleurs épanouies a également mis en évidence des différences significatives entre les morphotypes. Le morphotype 1 (Marron) a produit le plus grand nombre de fleurs épanouies (51,33 ± 8,41), tandis que le morphotype 3 (Marron blanc) a montré le nombre de fleurs avortées le plus faible (20 ± 2,52). Ces résultats suggèrent que les variations phénologiques ne se limitent pas au moment de la floraison, mais influencent également la production et la viabilité des fleurs.

Tableau 3. Valeurs moyennes du nombre de boutons floraux, de fleurs épanouies et de fleurs avortées

Morphotype	NoBF	NoFE	NoFA
M1	58 ^a ±8,33	51,33 ^c ±8,41	47 ^c ±9,00
M2	50,67 ^a ±8,35	35,33 ^b ±2,40	30,67 ^{ab} ±3,18
M3	32,67 ^a ±3,71	23 ^a ±2,00	20 ^a ±2,52
M4	48 ^a ±2,00	36 ^b ±4,16	28,67 ^a b±4,67
F	2,89	5,50	4,26
P	0,10	0,02	0,04

NoBF: Nombre de Boutons Floraux, **NoFE:** Nombre de fleurs épanouies, **NoFA:** Nombre de Fleurs Avortées

Sur la colonne, pour le paramètre, les individus dont les valeurs moyennes portent des lettres différentes sont statistiquement différentes ($P < 0,05$). Les lettres correspondent aux rangs obtenus à l'issue du classement des morphotypes. Significative: $P \leq 0,05$; hautement significative: $P \leq 0,001$; P : % de probabilité; F : test de la Plus Petite Différence Significative

Les résultats obtenus montrent que le morphotype 1 a une meilleure capacité à produire des fleurs viables. Cela pourrait être avantageux pour les travaux d'hybridation, visant à améliorer le rendement en graines.

3.4 OUVERTURE DES FLEURS

La figure 1 nous montre le nombre de boutons floraux ouverts en une journée ainsi que l'évolution de l'ouverture d'une fleur sur trois inflorescences. L'ouverture de la fleur commence par une faille. De 8h à 13h, Le nombre de fleurs ouvertes à

tendance à augmenter et reste constant jusqu'à 17h30 au niveau des inflorescences 1 et 3. Tandis qu'il est resté constant toute la journée au niveau de l'inflorescence 2. Les fleurs de l'inflorescence 1 et 2 ont montré une ouverture progressive entre 8h et 13h puis stationnaire à partir de 13h. Tandis que celle de l'inflorescence 3 est continue

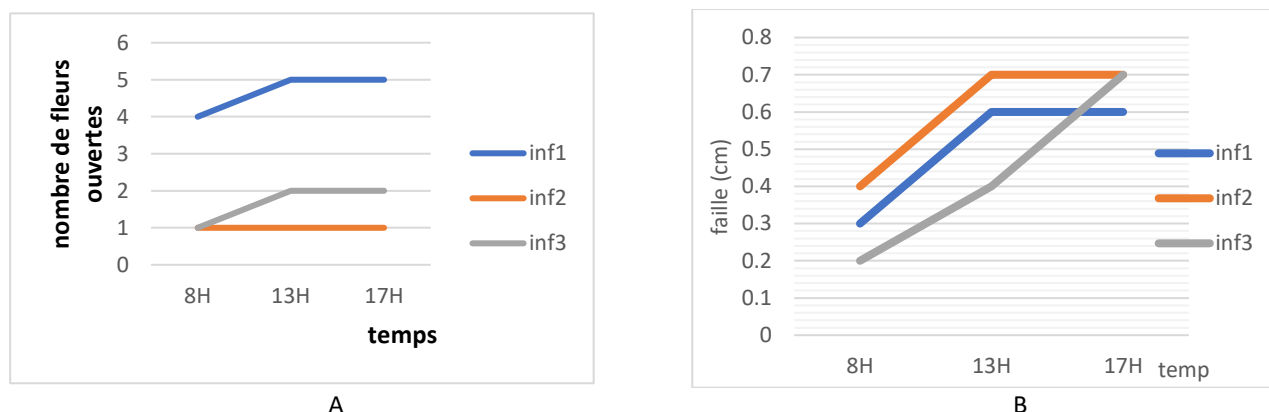


Fig. 1. Courbe d'évolution du nombre de fleurs ouvertes et du rythme de l'ouverture en une journée.
A: Nombre de fleurs par inflorescence, B: Rythme de l'ouverture d'une fleur

4 DISCUSSION

La connaissance de la biologie florale d'une espèce est une étape très importante dans la compréhension de tous les mécanismes nécessaires (hybridation, sélection variétale, système de reproduction, production de semences, conservation in situ et ex situ, etc.) à sa culture [23]. Cette compréhension est d'un intérêt particulier pour les espèces qui sont reconnues d'utilité publique et qui ont une grande importance socio-économique pour les populations locales. En effet, elle permet de connaître les contraintes dans la reproduction de ces espèces [24]. Les résultats obtenus montrent que bien que la germination des différents morphotypes de *Phaseolus lunatus* n'ait pas révélé de différences significatives, la floraison, quant à elle, a été marquée par des variations notables [25]. Le fait que tous les morphotypes aient présenté des taux de germination similaires indique que les conditions expérimentales étaient favorables et que les différences entre morphotypes se manifestent principalement au stade de la floraison. Ce résultat est en accord avec les travaux de [4], qui indiquent que l'adaptation morphologique des légumineuses devient plus visible à des stades plus avancés du développement. Les différences dans la dynamique de la floraison révèlent des réponses spécifiques des morphotypes aux conditions environnementales. Le morphotype 3, par exemple, qui a montré une floraison plus rapide (79 jours), pourrait s'avérer particulièrement adapté à des environnements où la saison de croissance est courte ou à des systèmes agricoles intensifs cherchant à maximiser les récoltes en un temps réduit. En revanche, le morphotype 2, bien que plus lent (136,7 jours), a développé des inflorescences plus longues, ce qui pourrait offrir des avantages en termes de production de fleurs et, potentiellement, de graines. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par [26], qui ont souligné l'importance de la durée de la floraison pour les rendements des légumineuses dans des environnements variés. De plus, les observations relatives à la structure hémicyclique des fleurs, où les pièces florales externes sont en verticilles et les internes en spirale, corroborent les théories de [27]. Les résultats ont montré que le nombre d'inflorescence augmente au fil du temps chez tous les morphotypes. Cette augmentation du nombre d'inflorescence serait corrélée à l'émergence de nouvelles tiges, vu le caractère rampant de la plante. La longueur de l'inflorescence chez *P. lunatus* varie considérablement, ce résultat est statistiquement identique à celui de [11] qui a montré que la longueur de l'inflorescence de *P. lunatus* varie de 1,5 cm à 30 cm. L'augmentation du nombre d'ouvertures de fleurs ouvertes ainsi que le rythme d'ouverture de la fleur nous révèle deux temps ou commence l'ouverture de la fleur: dans la matinée (6h à 8h) et en mi-journée (11h30 à 13h). Notons que l'ouverture des fleurs est beaucoup plus considérable entre 6h et 8h. Les courbes d'évolution de l'inflorescence 3 montrent que dès les premiers instants d'ouverture, la fleur fait environ 4h 30 avant d'être totalement épanouie. Ces résultats sont similaires à d'autres résultats des travaux similaires réalisés sur d'autres légumineuses à cet effet. Tel est le cas de [28] et ses collaborateurs qui ont montré qu'entre 4h et 6h le nombre de fleurs ouvert chez *Ceratotheca sesamoides* est élevé par rapport aux autres heures, et jusqu'à 10h toutes les fleurs de ce légumineux sont ouvertes [28]. Cette morphologie florale particulière pourrait avoir des implications sur le mode de reproduction et la pollinisation, deux aspects essentiels pour les stratégies de sélection variétale. En termes de sélection, les morphotypes présentant une floraison précoce pourraient être favorisés dans les régions soumises à des variations climatiques plus extrêmes, tandis que ceux à floraison tardive pourraient offrir des solutions dans des zones à climat plus stable ou avec un accès plus régulier à l'eau d'irrigation.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a permis de mettre en lumière des différences significatives dans la dynamique de floraison des quatre morphotypes de *P. lunatus* étudiés. Alors que la phase de germination n'a montré aucune distinction majeure, la floraison a révélé des variations importantes en termes de nombre d'inflorescences, de jours après semis, et de longueur des inflorescences. Ces résultats soulignent l'importance de la diversité morphologique de cette légumineuse, en particulier dans des environnements tropicaux où les conditions climatiques fluctuantes nécessitent des stratégies d'adaptation spécifiques. Ces informations offrent des pistes précieuses pour améliorer la gestion des cultures de *P. lunatus*, notamment en choisissant des morphotypes adaptés à des cycles de production courts ou longs en fonction des contraintes agroclimatiques. La connaissance de la phénologie de la floraison, notamment les périodes d'ouverture des fleurs et la durée de maturation, est essentielle pour guider les travaux d'hybridation et de sélection variétale. Les résultats obtenus ouvrent la voie à plusieurs perspectives intéressantes. Ainsi, une étude plus approfondie sur la pollinisation contrôlée pourrait permettre de mieux comprendre les mécanismes reproductifs spécifiques à chaque morphotype et d'optimiser les hybridations dans le cadre de programmes d'amélioration variétale. Les morphotypes présentant des cycles de floraison plus courts ou plus longs pourraient être utilisés dans des programmes de sélection visant à développer des variétés adaptées à des conditions climatiques spécifiques ou à des systèmes de culture variés. Il serait pertinent de mener des études complémentaires sur la résistance des différents morphotypes aux stress abiotiques (sécheresse, chaleur) et biotiques (maladies, ravageurs), afin de mieux évaluer leur potentiel en agriculture durable dans un contexte de changement climatique. Répéter cette étude dans différents contextes agroclimatiques permettrait de mieux comprendre la stabilité et la performance des morphotypes étudiés et d'identifier les conditions optimales pour leur développement. Cette étude constitue donc une première étape vers une meilleure compréhension de la diversité et des potentialités de *Phaseolus lunatus*, ouvrant des perspectives pour son amélioration génétique et son adaptation à divers systèmes agricoles.

REFERENCES

- [1] FAO. (2013). *The youth guide to biodiversity*, 1st edition. Rome: FAO, pp. 119-160.
- [2] FAO. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome: FAO.
- [3] Foyer, C. H., Lam, H. M., Nguyen, H. T., Siddique, K. H. M., Varshney, R. K., Colmer, T. D., Cowling, W., Bramley, H., Mori, T. A., Hodgson, J. M., Cooper, J. W., Miller, A. J., Kunert, K., Vorster, J., Cullis, C., Ozga, J. A., Wahlqvist, M. L., Liang, Y., Shou, H., & Considine, M. J. (2016). Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. *Nature Plants*, 2 (8), 1–10. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.112>
- [4] Rööös, E., Carlsson, G., Ferawati, F., Hefni, M., Stephan, A., Tidåker, P., & Witthöft, C. (2020). Less meat, more legumes: Prospects and challenges in the transition toward sustainable diets in Sweden. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35 (2), 192–205. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000443>.
- [5] Costa, M. P., Reckling, M., Chadwick, D., Rees, R. M., Saget, S., Williams, M., & Styles, D. (2021). Legume-modified rotations deliver nutrition with lower environmental impact. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.656005>.
- [6] Kouris-Blazos, A., et Belski, R. (2016). Bienfaits des légumineuses et des légumes pour la santé, en particulier les lupins doux australiens. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 25 (1), 1–17. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2016.25.1.23>. PMID: 26965756.
- [7] Wang, T. L., Domoney, C., Hedley, C. L., Casey, R., & Grusak, M. A. (2003). Can we improve the nutritional quality of legume seeds? *Plant Physiology*, 131 (3), 886-891. <https://doi.org/10.1104/pp.102.017665>.
- [8] Andriamamonjy, N. (2010). Valeur nutritionnelle des graines sèches de 7 variétés de haricot et de 2 variétés d'Ambérique. Mémoire de DEA, Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et à la nutrition. Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, 53 p.
- [9] Fabledji, R. F., Djedatin, L. G., Nonvidé, C. G., Fandy, H., Houénon, G. H. A., & Yédomonhan, H. (2022). Parataxonomie des taxons considérés comme des variétés locales de *Phaseolus*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16 (6), 2621-2640.
- [10] Tchumou Messou, Y., Grégoire, Y., & Maniga, W. (2019). Dry seeds of (*Phaseolus lunatus*) consumed in the South-East of Côte d'Ivoire can thus contribute to the prevention of cardiovascular risks and obesity.
- [11] Gardner, C. D. I., Chatterjee, C., Rigby, A., Spiller, G., & Farquhar, J. W. (2005). Effects of a plant-based diet on plasma lipids in hypercholesterolemic adults. *Annals of Internal Medicine*, 142, 725-1155.

- [12] Baudoin, J. P. (2006). *Phaseolus lunatus* L. In Brink, M., & Belay, G. (Eds.), *Cereals and pulses*. Wageningen, Netherlands: PROTA.
- [13] Fagbédji, R. F. (2018). Diversité variétale et ethnobotanique de *Phaseolus lunatus* L. (Leguminosae) dans le département du Zou au Bénin. Mémoire de Master, Faculté des Sciences et Techniques, Université Nationale des Sciences, Technologie, Ingénierie et Mathématiques, 46 p.
- [14] Missihoun, A. A., Milognon, H. W., Montcho, D., Agbo, R. I., Sedah, P., & Agbangla, C. (2017). Diversité variétale et gestion paysanne des haricots cultivés du genre *Phaseolus* cultivés au Centre et Sud Bénin (Afrique de l'Ouest). *Journal of Applied Biosciences*, 118, 11817-11828. <https://doi.org/10.4314/jab.v118i1.7>.
- [15] Sandrine, M. A. D., Kevin, K. K., & Clémence, K. L. (2020). Preliminary diversity assessment of Lima beans (*Phaseolus lunatus*) cultivated in Côte D'Ivoire. *American Journal of Plant Sciences*, 11, 2059-2065.
- [16] Kouonon, L. C., Koffi, K. A., Yao, E. P., Goba, K. A. E., Kouamé, G. K., Adjoumani, K., & Sie, R. S. (2020). Morphological and agronomical characterisation of variability among a collection of *Phaseolus lunatus* (L.) local morphotypes from Côte d'Ivoire.
- [17] Yao, K. A. G., Gbotto, A. A., Anzara, G. K. G. R., Gore, B. B. N., Dago, C. L., Akaffou, D. S., & Zoro, B. I. (2024). Evaluation of the agromorphological variability of *Phaseolus lunatus* L. morphotypes grown in Central-western Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 36 (1), 1-14.
- [18] Badou, R. B., Yedomonhan, H., Adomou, A. C., & Akoegninou, A. (2017). Phénologie florale et production fruitière de *Syzygium guineense* (Willd.) DC. subsp. macrocarpum (Myrtaceae) en zone soudano-guinéenne au Bénin.
- [19] Fisher, V. J., & Weaver, C. K. (1974). Flowering, pod set, and pod retention of Lima beans in response to night temperature, humidity, and soil moisture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99, 448-450.
- [20] FAO. (2016). Climate change and food security: risks and responses. Rome: FAO.
- [21] GIEC. (2023). Changements climatiques 2023: Rapport de synthèse. Sixième rapport d'évaluation. Propriété intellectuelle. <https://w.ipcc.ch /rapports>.
- [22] StatSoft, 2005. STATISTICA (Data Analysis Software System), Version 7.1, Available at <http://www.statsoft.com>.
- [23] Adoukonou-Sagbadja, H., Wagner, C., Ordon, F., & Friedt, W. (2010). Reproductive system and molecular phylogenetic relationships of fonio millets (*Digitaria* spp., Poaceae) with some polyploid wild relatives. *Tropical Plant Biology*, 3, 240-251. <https://doi.org/10.1007/s12042-010-9056-1>.
- [24] Singhal, V. K., Salwan, A., Kumar, P., & Kaur, J. (2011). Phenology, pollination and breeding system of *Aegle marmelos* (Rutaceae) from India. *New Forests*, 42 (1), 85–100. <https://doi.org/10.1007/s11056-010-9239-3>.
- [25] Semde, K., Ganaba, E., Dao, M.C.E. et Thiombiano, A. (2016). Caractérisation du morphol *Lannea microcarpa* dans la région du Plateau Central, Burkina Faso. *Afrique SCIENCE*, 12 (6), 168-177. <http://www.afriquescience.info>.
- [26] Maalouf, F., Khalil, S., Ahmed, S., Akintunde, A. N., Kharrat, M., Shama'a, K. E., Hajjar, S., & Malhotra, R. S. (2011). Yield stability of faba bean lines under diverse broomrape-prone production environments. *Field Crops Research*, 124 (2), 288–294. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.06.009>
- [27] El Alami A., 2018. Le règne végétal: caractères des principaux groupes de plantes et systématique des angiospermes Ed: ESPE. 2-8PP.
- [28] Sinébou, V., Ahoton, L. E., Ahohuendo, B. C., Etèka, C. A., Amadji, G., Dansi, A., Ahanchédé, A., Hounhouigan, D. J., Vodouhè, S. R., & Sanni, A. (2012). Biologie florale de *Ceratotherca sesamoides* Endl., un légume feuille traditionnel en voie de domestication au Bénin.