

Variabilités morphologique et phénologique de dix accessions de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae), niébé cultivées en Côte d'Ivoire

[Morphological and phenological variability of ten accessions of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae), cowpea grown in Côte d'Ivoire]

Kimou Serge Hervé¹, Nanti Bi Tra Jean-Innocent², Koné Tchoa³, and Koné Mongomaké⁴

¹Département des Sciences et Techniques, Université ALASSANE OUATTARA, 01 BP V 18 Bouaké, Côte d'Ivoire

²UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

³UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

⁴UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: Cowpea is important for food safety in several countries of Africa. In spite of this importance, we have an insufficiency of data on the morphophenologic and nutritional characteristics of *Vigna unguiculata* in Côte d'Ivoire. Then, in the present study, analysis of morphological and phenologic traits of 10 cowpea accessions was carried out to identify ideal plant producing simultaneously in quantity seeds and fodder during a short time of culture cycle. The 10 accessions were cultivated under the same pedological and climatic conditions according to a device in block with 5 repetitions. Germination growth and reproduction parameters were evaluated from the sowing to the harvest period. Results show that any accession can be retained as the ideal plant. However, NR2 and NRB1 can be recommended for their high seed yield. NB1 can be retained for the production of seeds and fodder. On the other hand, accessions NN1, NN2, NRB2, NMC1, and NMC2 can be appreciated for a higher length of pods and for their earlier cycle.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*, morphological and phenologic variabilities, food safet.

RESUME: *Vigna unguiculata* joue un rôle important dans la sécurité alimentaire des pays en Afrique. Malgré cette importance, on note une insuffisance de données sur les caractéristiques morphophénologiques et nutritionnelles de *Vigna unguiculata* en Côte d'Ivoire. Par conséquent, l'analyse des variabilités morphologique et phénologique de 10 accessions de *Vigna unguiculata* a été réalisée pour la recherche d'une plante modèle. Cette plante présenterait une aptitude à produire simultanément en quantité des graines et du fourrage dans un cycle de culture assez court. Les 10 accessions ont été cultivées dans les mêmes conditions pédologique et climatique selon un dispositif en bloc avec 5 répétitions. Les paramètres de germination, de croissance et de reproduction ont été évalués du semis à la récolte. Les résultats montrent qu'aucune accession testée ne présente à la fois les caractéristiques recherchées (cycle court et production quantitative des graines et de fourrage). Toutefois, il existe des accessions intéressantes pour des caractéristiques spécifiques. Les accessions NR2 et NRB1 peuvent être recommandées pour leur rendement élevé en graines. L'accession NB1 peut être retenue sur le plan quantitatif pour la production du fourrage. Par contre les accessions NN1, NN2, NRB2, NMC1, NMC2 peuvent être appréciées pour une longueur de gousses plus élevée et pour leur cycle de culture généralement court.

MOTS-CLEFS: *Vigna unguiculata*, variabilités morphologique et phénologique, sécurité alimentaire.

1 INTRODUCTION

Une étude de la banque mondiale a révélé que moins de la moitié des pays en Afrique, sont capables d'assurer la ration d'énergie alimentaire suffisante de 2300 calories, par personne et par jour [1]. L'amélioration des productions végétales se présente alors comme l'un des défis majeurs de l'agriculture pour atteindre l'autosuffisance alimentaire [1]. La culture des légumineuses à graines a été reconnue comme étant l'une des meilleures solutions et la moins coûteuse pour résoudre les problèmes de malnutrition et plus spécifiquement les carences protéiques en Afrique subsaharienne [2]. La majeure partie du régime alimentaire des populations des zones rurales et urbaines démunies en Afrique est composée de féculents tels que le manioc, l'igname, le plantain, le mil, le sorgho et le maïs. La complémentation de ce régime alimentaire avec les légumineuses, en général, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., en particulier, améliorerait nettement l'équilibre alimentaire et augmenterait ainsi la qualité et la quantité des protéines. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. est l'une des principales légumineuses d'importance mondiale [3]. La plante joue un rôle majeur dans la nutrition de l'homme et du bétail à cause de sa composition en acides aminés essentiels en minéraux et vitamines. Ses taux de protéines varient de 20 à 25 % du poids sec des graines [4]. Pour sa richesse en protéines, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a été désignée comme étant la viande des pauvres. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. est très utilisée dans les rotations culturales car elle améliore la fertilité des sols par la fixation de l'azote atmosphérique grâce aux symbioses avec les bactéries du genre *Rhizobium* spp et *Bradyrhizobium* spp [5]. Malgré la contribution significative de *Vigna unguiculata* dans la sécurité alimentaire, il existe peu de données sur les caractéristiques agromorphologiques des accessions de niébé en Côte d'Ivoire. Très peu d'informations restent disponibles à ce jour, sur les accessions (traditionnelles et améliorées), la distribution, la diversité génétique, les performances agronomiques et les utilisations de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. dans les différentes zones agroécologiques de la Côte d'Ivoire. La gestion et l'exploitation efficaces du potentiel génétique nécessite une connaissance détaillée sur la diversité génétique par l'évaluation des caractères quantitatifs et qualitatifs des accessions de niébé [6]. La présente étude a pour objectif, la caractérisation agromorphologique de 10 accessions de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. susceptibles de contribuer à la sécurité alimentaire et d'améliorer la santé des populations humaine et animale. Cette caractérisation permettra d'identifier la plante modèle, c'est-à-dire, celle qui présenterait une aptitude à produire simultanément en quantité des graines et du fourrage dans un cycle de culture assez court.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 MATERIEL VEGETAL

Dix accessions de *Vigna unguiculata* cultivées en Côte d'Ivoire ont été utilisées pour estimer la variabilité génétique. Les graines ont été collectées sur des parcelles paysannes au Nord de la Côte d'Ivoire. Les différentes accessions sont décrites dans le tableau 1

Tableau 1. Lieu de collecte et quelques caractères distinctifs des graines de *Vigna unguiculata* utilisées

Accessions	Provenances	Couleur	Aspect	Forme
NN1	Dikodougou	Noir	Lisse	Ovoïde
NN2	Korhogo	Noir tacheté	Lisse	Ovoïde
NR1	Korhogo	Rouge	Lisse	Ovoïde
NR2	Korhogo	Rouge	Lisse	Ovoïde
NMC1	Korhogo	Marron clair	Lisse	Ovoïde
NMC2	Korhogo	Marron clair tacheté	Lisse	Ovoïde
NRB1	Korhogo	Rouge Bordeaux	Lisse	Ovoïde
NRB2	Korhogo	Rouge Bordeaux tacheté	Lisse	Ovoïde
NB1	Korhogo	Blanche	Ridée	Réniforme
NB2	Minignan	Blanche	Lisse	Ovoïde

2.2 METHODE

2.2.1 EXPERIMENTATION

L'expérimentation a été conduite selon un dispositif en blocs complètement aléatoire (DBCA) avec cinq répétitions. La parcelle expérimentale est composée de cinq blocs de dix parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire correspond à un traitement (accession). Les parcelles ont été distantes de 25 cm. Un espace de 25 cm de large a été laissé entre les bordures du champ et les parcelles. Les graines des différentes accessions de *Vigna unguiculata* ont été semées en raison de 02 graines par poquet à une profondeur de 3 cm. La distance entre les points de semis (dans la ligne et entre les lignes) a été de 50 cm. Quelques jours après le semis (JAS), le démariage a été réalisé afin de ne conserver qu'une plante par poquet de semis. Un désherbage mensuel a été effectué pour l'entretien de la parcelle. Aucun arrosage n'a été effectué en dehors des précipitations. De plus, aucun produit chimique n'a été apporté au cours de l'expérimentation.

Les différentes évaluations ont été réalisées sur 10 plantes choisies aléatoirement par parcelle élémentaire. Au total, 18 paramètres ont été évalués au cours de cette expérimentation. La caractérisation des dix accessions de *Vigna unguiculata* a été réalisée à l'émergence des plantules, aux stades du développement de la plante et à la récolte. La croissance des différents organes a été estimée pendant la phase végétative. Les principales dates phénologiques de la phase de reproduction ont été déterminées. Après ce stade, les composantes du rendement ont été évaluées à la récolte.

2.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

Toutes les valeurs obtenues ont été soumises à une analyse de variance. Le logiciel STATISTICA 7.1. a été utilisé pour réaliser cette analyse de variance (ANOVA un facteur). Lorsque l'analyse indique qu'au moins une moyenne est différente des autres, le test de comparaison multiple de Newman-Keuls au seuil $\alpha = 5 \%$ est réalisé pour séparer les moyennes. Pour mieux discriminer les accessions, une analyse en composantes principales (ACP) basée sur la dérivation des variables orthogonales a été réalisée à l'aide du logiciel statistique XL STAT 7.5

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 L'ÉMERGENCE DES PLANTULES

L'émergence des plantules a été étudiée pour apprécier la capacité germinative des graines à travers l'apparition des plantules à la surface du sol. Chez toutes les accessions étudiées, l'émergence des plantules a été observée entre le 2^{ème} jour et le 7^{ème} jour après semis. Toutes les accessions ont exprimé des taux d'émergence élevés et statistiquement identiques.

L'émergence des plantules a également été estimée par le TME (Temps moyen d'émergence). Le TME a varié de 3,12 à 4,47 JAS. Le TME le plus court a été observé avec NN1 et NMC2 et le plus long TME a été obtenu avec NRB1. Ces résultats traduisent un étalement de l'émergence des plantules qui pourrait résulter d'une hétérogénéité de la qualité germinative des semences. Des graines de différentes tailles, illustrant différents niveaux de remplissage des graines et l'état sanitaire traduisent de façon physique la qualité germinative des semences.

3.2 LA CROISSANCE DES PLANTES

La croissance de la plante a montré que la hauteur de la plante a varié de 20,8 à 37,82 cm. Des résultats similaires ont été obtenus avec [7]. Les longueurs des gousses des accessions NN1, NRB2, NR1 et NMC2 ont été statistiquement identiques mais supérieures à celles des autres accessions. La longueur des gousses pourrait résulter d'une variabilité génétique. A l'exception de l'accession NB1 qui a présenté une biomasse aérienne élevée toutes les autres accessions ont exprimé une biomasse aérienne statistiquement identique. La forte biomasse de NB1 pourrait être liée à l'efficacité d'interception du rayonnement et surtout à l'efficacité biologique de sa conversion en biomasse. L'accumulation de la biomasse par les plantes est liée à la quantité des radiations photosynthétiques actives interceptées [9]. Plusieurs études ont montré une forte relation linéaire entre l'accumulation de la biomasse et la radiation solaire interceptée par différentes plantes [10], [11]. Cette accumulation de la biomasse pourrait être liée aussi à l'activité photosynthétique des chloroplastes et à leur densité dans les cellules foliaires.

Les mesures effectuées sur la foliole principale ont montré que selon la clé de description des légumineuses de [12], NMC1 est à foliole oblongue car sa longueur est le triple de sa largeur et les autres accessions sont à foliole ovale car la longueur

avoisine le double de la largeur. Aussi NR2 s'est différenciée des autres accessions par ses mesures de longueur de foliole, de pétiole, d'entre-nœud, sa largeur de foliole et son diamètre de tige élevé.

3.3 LA PHENOLOGIE

Les dates de floraison (DF), de formation des gousses (DFG) et de maturité physiologique des gousses (DMPG) sont les paramètres les plus importants dans la caractérisation du stade reproducteur chez les plantes. Les résultats relatifs à l'évaluation de ces paramètres ont été résumés dans le tableau 2.

La DF a varié entre 44 et 81 JAS en fonction des accessions. A l'exception du NB1 dont la floraison est tardive (81 JAS), toutes les autres accessions ont fleuri à partir de 44 JAS.

Chez NB1 la formation des gousses et leur maturation ont été tardives. Par contre la DF, la DFG et la DMG, ont été précoces chez les accessions NN1 et NN2. Cela pourrait résulter du fait qu'il existe des accessions à cycle court et des accessions à cycle long. NB1 est à cycle long et les autres sont à cycle court.

Tableau 2. Evaluation de l'Emergence, la croissance et des dates phénologiques de *Vigna unguiculata*

Accessions										
Paramètres	NN1	NN2	NRB1	NRB2	NR1	NR2	NMC1	NMC2	NB1	NB2
Emergence										
TxE	85,8 a	87,49 a	80,83 a	95,83 a	96,66 a	93,33 a	83,33 a	92,5 a	95,83 a	91,67 a
TME	3,12 a	3,56 c	4,47 d	3,28 ab	3,44 bc	3,27 ab	3,47 bc	3,13 a	3,25 ab	3,24 ab
Croissance										
HP	21,52 a	21,14 a	31,26 e	24,26 b	25,98 bc	37,82 f	27,68 c	26,44 bc	20,80 a	23,42 ab
LG	17,94 d	17,27 c	16,95bc	18,27 d	17,84 d	15,84 a	16,20 ab	17,89 d	16,90 bc	16,59 b
BM	29,16 a	25,58 a	40,00 a	21,84 a	24,82 a	24,64 a	14,48 a	27,32 a	137,96 b	16,84 a
Lfp	8,05 a	8,55abc	10,04 f	8,15 ab	8,76 d	11,53 g	12,26 h	8,83 d	9,48 e	8,66 c
lfp	4,97 b	5,79 c	6,65 d	5,30 b	5,39 bc	8,74 e	3,66 a	5,88 cd	4,94 b	5,39 bc
Lp	7,77 a	8,51 ab	11,93 d	9,93 c	9,65 c	13,18 e	10,03 c	8,59 ab	8,30 ab	9,22 bc
Len	1,39 b	1,19 a	1,80 d	1,47 bc	1,63 c	1,86 d	1,48 bc	1,51 bc	1,41 b	1,23 a
Lt	62,5 d	49,94bc	56,3bcd	74,46 e	67,44 de	69,90 e	47,88 b	56,4 bcd	52,42 bc	21,98 a
Dt	0,48 a	0,53 ab	0,78 c	0,55 ab	0,54 ab	0,91 d	0,73 c	0,57 b	0,57 b	0,54 ab
Phénologie										
DF	44,58 a	44,52 a	56,7 e	47,4 c	46,26 ab	48,06 c	58,22 e	47,74 c	80,06 f	54,90 d
DFG	47,14 a	47,18 a	59,56 e	50,16 bc	48,86 ab	50,94 c	61,58 f	50,50 bc	82,82 g	57,56 d
DMPG	57,66 a	58,16 a	70,38 d	61,10 b	60,04 b	61,98 b	72,62 e	61,56 b	93,70 f	68,56 c

Dans une colonne, les chiffres suivis des mêmes lettres sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman-Keuls). TxE: Taux d'émergence; TME: Temps Moyen d'Emergence; HP: Hauteur de la plante; LG: Longueur des Gousses; BM: Biomasse aérienne; Lfp: Longueur de la foliole principale; lfp: largeur de la foliole principale; Lp: Longueur du pétiole; Len: Longueur des entre-nœuds; Lt: Longueur de la tige; Dt: Diamètre de la tige

3.4 COMPOSANTES DE RENDEMENT

L'évaluation des paramètres caractérisant les gousses et les graines (Tableau 3) a permis de mettre en évidence les capacités de production des plantes étudiées. L'évaluation des composantes du rendement a montré que l'accession NB1 a été caractérisée par son faible nombre de graines dans les gousses et par son poids de 100 graines le plus élevé. Le faible rendement s'expliquerait surtout par les attaques des insectes et les maladies durant le cycle de culture. Le poids de 100 graines est un caractère quantitatif important [13]. Un gène dominant caractéristique des grosses graines a été identifié [14]. Par conséquent, les accessions à grosses graines ont un poids de 100 graines plus élevé. Cela se confirme avec l'accession NB1 qui a présenté le poids de 100 graines le plus élevé. Le nombre de graines par gousse et le poids de 100 graines constituent des variables déterminantes pour la prédiction du rendement chez le niébé [15].

Tableau 3. Composantes du rendement chez les 10 accessions de *Vigna unguiculata*

Paramètres	NN1	NN2	NRB1	NRB2	NR1	NR2	NMC1	NMC2	NB1
Nb gr/G	16,22 cd	16,12 c	16,84 e	17,08 e	16,54 cde	17,06 f	14,48 b	16,28 cd	12,64 a
P100 gr	11,68 b	12,36 bc	9,22 a	11,36 b	12,10 bc	8,88 a	13,08 d	11,80 b	14,40 e
RDT	177,61 a	150,27 a	227,72 a	200,05 a	169,64 a	218,93 a	118,96 a	90,55 a	175,5 a

Dans une colonne, les chiffres suivis des mêmes lettres sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman-Keuls). Nb gr/G: Nombre de graines par gousse; P100 gr: Poids de 100 graines; RDT: Rendement à l'hectare.

3.5 VARIABLES DISCRIMINANT LES ACCESSIONS DE VIGNA UNGUICULATA

L'analyse en composante principale a permis de classer les accessions en 3 groupes. Le premier groupe est constitué des accessions NR2 et NRB1. Ce groupe a été caractérisé par des moyennes élevées de nombre de graines par gousse, de hauteur, de largeur et longueur de folioles, de longueur de pétioles, de longueur des entre-nœuds et de diamètre des tiges. Par contre, ce groupe renferme des accessions dont le poids de 100 graines est faible.

Le deuxième groupe est constitué des accessions NB1 et NMC1. Ce sont des accessions tardives caractérisées par une forte production de biomasse et dont le poids de 100 graines est élevé.

Le troisième groupe est constitué de six accessions (NN1, NN2, NRB2, NMC2, NR1 et NB2). Celles-ci ont été identifiées par les dates phénologiques, la biomasse, les longueurs des gousses et des folioles principales. Ce sont des accessions précoces à faible production de biomasse et à faible développement végétatif. L'ACP a permis de classer les accessions en 3 groupes. Des résultats similaires ont été rapportés par [15] chez *Vigna mungo* et [16] chez *Vigna subterranea*. Ces auteurs ont également montré que les variables caractérisant le stade végétatif et reproducteur ont contribué à la formation d'un même axe.

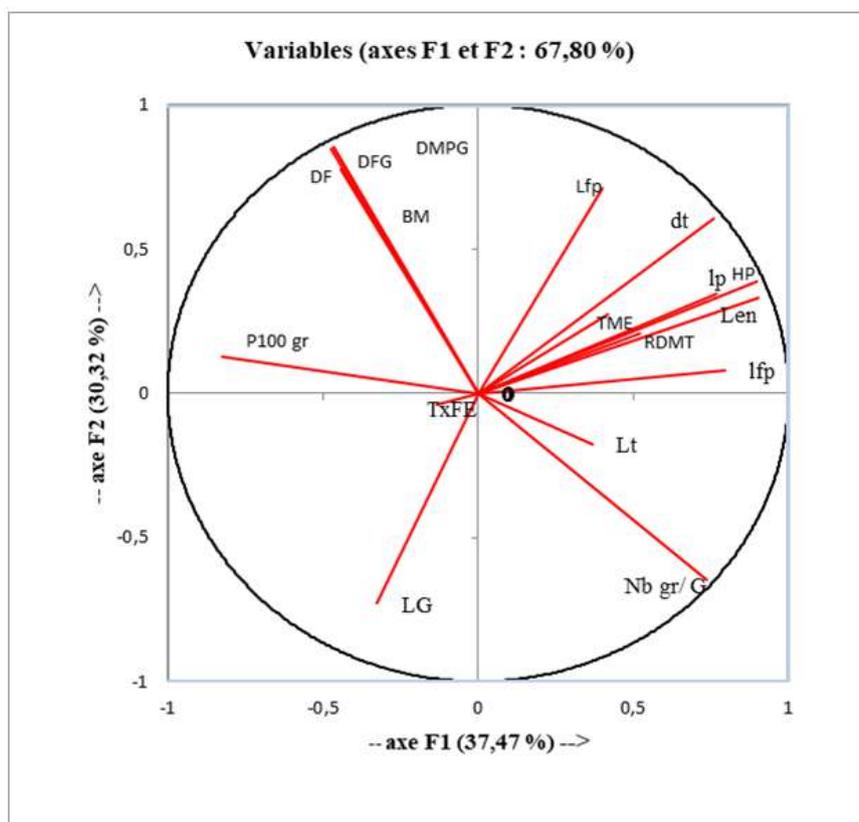


Fig. 1. Cercles de corrélation (variables/ facteurs) l'ACP exprimant la représentativité des variables agromorphologiques sur les axes F1 et F2

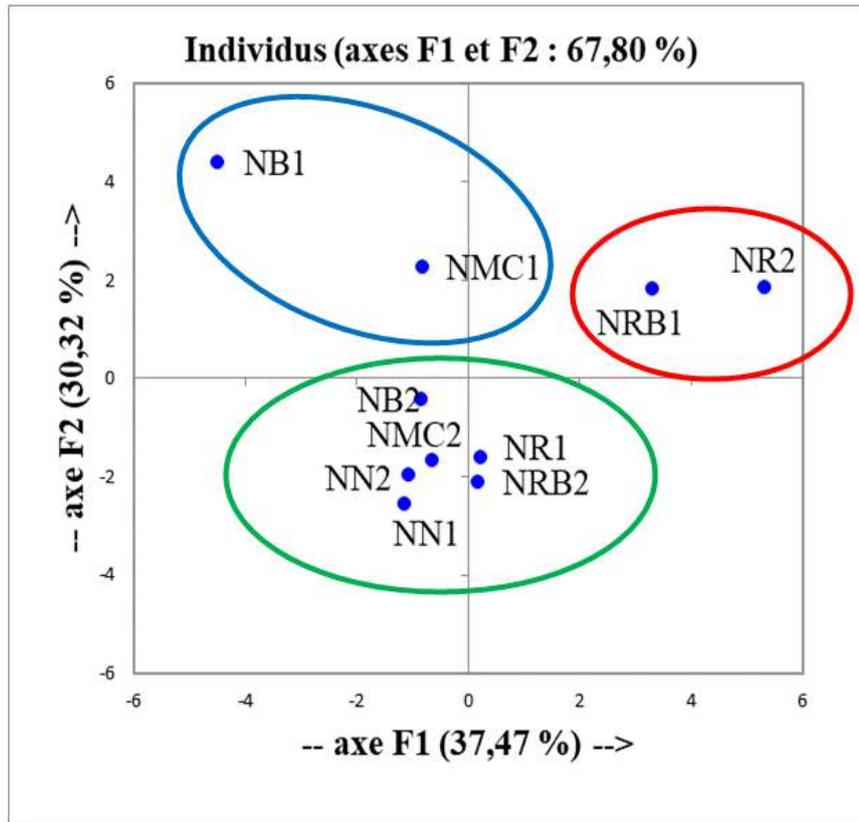


Fig. 2. Répartition des accessions dans le plan formé par de les axes F1 et F2

4 CONCLUSION

La variabilité de *Vigna unguiculata* a montré l'existence de différences significatives au niveau des caractères morphologiques et phénologiques. Les résultats obtenus ont révélé que sur les 19 variables utilisées, 17 sont suffisamment discriminantes et permettent de caractériser les accessions étudiées. Le temps moyen d'émergence, le développement de la tige et des feuilles, les dates phénologiques, le nombre de graines par gousse, le poids de 100 graines et le rendement sont des caractères importants qui varient significativement entre les accessions de *Vigna unguiculata* étudiées. Les dates phénologiques ont permis de montrer que toutes les accessions ont un cycle court à l'exception de NB1, qui a un cycle long. Ainsi, les dates de floraison, de formation et de maturation des gousses indiquent nettement que l'accession NB1 est la plus tardive. Cependant, elle peut être retenue pour la production des feuilles. En effet, elle a eu une biomasse élevée. L'accession NR1 a exprimé une meilleure germination des graines. Par contre, les accessions NR2 et NRB1 ont présenté une bonne croissance de la tige et des feuilles. Ces accessions peuvent être également recommandées pour leur rendement élevé en graines. Les accessions NN1, NN2, NRB2, NMC1, NMC2 peuvent être appréciées pour la longueur de gousses plus élevée et pour leur cycle généralement court. Cette étude a montré qu'aucune accession ne présente à la fois les caractéristiques recherchées (cycle court et production quantitative des graines et de fourrage). Toutefois, il existe des accessions intéressantes pour des caractéristiques spécifiques. Ces accessions ont été structurées en trois groupes génétiques qui offrent une grande possibilité pour la création de variétés améliorées de niébé en Côte d'Ivoire.

REFERENCES

- [1] Boussard J., Gérard F., et Voituriez T., 2005. Background study – agricultural development and food security in sub-Saharan Africa: building a case for more public support. CIRAD for FAO, pp 5-25.
- [2] Walrand S., et Rémond D., 2017. Les graines de légumineuses: caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé. *Innovations Agronomiques* 60: 133-144.
- [3] Kpatinvoh B., Adjou E.S., Dahouenou-Ahoussi E., Konfo T.R., Atevy B.C., Sohounhloue D., 2016. Problématique de la conservation du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en Afrique de l'Ouest: étude d'impact et approche de solution. *Journal of Animal and Plant Sciences* 31 (1) 4831-4842.

- [4] Masanga K.G., Ngoyi N.A., Kandolo L.A., Ngoyi K.C., Ngoyi K.F., Ngoyi M., Muanyine C., Ndjibu N.L. et Yashima Y.A., 2020. Etude de la substitution de soja (*Glycine max*) par le niébé (*Vigna unguiculata*) dans l'alimentation des poulets de chair à Kabinda: Influence sur les performances zootechniques. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 30 (2): 607-613.
- [5] Carsky R.J., Douthwaite B., Manyong V.M., Sanginga N., Schulz S., Vanlauwe B., Diels J. et Keatinge J.D.H., 2003. Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines. *Cahiers Agriculture* 12, 227-233.
- [6] Touré Y., Koné M., Tanoh K.H., Koné D., 2012. Agromorphological and Phenological Variability of 10 Bambara Groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] landraces cultivated in the Ivory Coast. *Tropicultura* 30 (4): 216-221.
- [7] Omokanye A.T., Onifade O.S., Amodu J.T. Balogun R.O. et Kalla N.S., 2003. Evaluation of Dual-purpose Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Varieties for Grain and Fodder Production at Shika, Nigeria. *Tropicultura* 21 (1): 42-46.
- [8] Siéné L.A.C., Muller B. et Aké S., 2010. Effet de la densité de semis sur l'évolution du coefficient d'extinction de la lumière et de l'efficacité de conversion du rayonnement absorbé par le couvert végétal de deux accessions de mil de longueur de cycle différente. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4 (5): 1462-1479.
- [9] Van Oosterom E.J., O'Leary G.J., Carberry P.S., Craufurd P.Q., 2002. Simulating growth, development, and yield of till ring pearl millet. III. Biomass accumulation and partitioning. *Field Crops Research*, 79: 85-106.
- [10] Lindquist J.L., Arkebauer T.J., Walters D.T., Cassman K.G., Dobermann A., 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agronomy Journal*, 97: 72-78.
- [11] Dorée A. et Sardat J., 2000. Flore pastorale de montagne. Légumineuses et autres plantes fourragères: Clé de détermination au stade végétatif, description et qualité fourragère. Editions Quae, 2000, 227 p.
- [12] Thiyagarajan K., 1989. Genetic variability of yield and component characters in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Madras Agricultural Journal* 76: 564-567.
- [13] Karkannavar J.C., Venugopal R. et Goud, J.V., 1991. Inheritance and linkage studies in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Indian Journal of Genetics* 51: 203-207.
- [14] N'Gbesso M., Fondio L., Dibi K., Djidji A.H. et Kouamé N.C., 2013. Étude des composantes du rendement de six accessions améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] *Journal of Applied Biosciences* 63: 4754 – 4762.
- [15] Ghafoor A., Sharif A., Ahmad Z., Zahid M.A. et Rabbani M.A., 2001. Genetic diversity in blackgram (*Vigna mungo* L. hepper). *Field Crops Research* 69: 183-190.
- [16] Touré Y., Koné M., Silué S., Kouadio Y.J., 2013. Prospection, collecte et caractérisation agro-morphologique des morphotypes de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc. (Fabaceae)] de la zone savanicole en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* 9 (24): 308-325.