

Caractérisation phénologique et morphologique de 18 accessions de piment piquant (*Capsicum* spp.) collectées dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire

[Phenological and morphological characterization of 18 accessions of hot pepper (*Capsicum* spp.) collected in the Haut-Sassandra region in Côte d'Ivoire]

Joseph Moroh Akaza, Georges Abéssika Kouakou Yao, Anique Ahou Gbotto, Norbert Boh Bi Gore, Issa Siniyobo, and Sélastique Doffou Akaffou

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

Copyright © 2022 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: The exploitation of peppers is oriented by their characteristics, namely and first the pheno-morphological ones. Those of peppers from the Haut-Sassandra region (Côte d'Ivoire) are poorly described. In order to establish them, 18 accessions were characterized from eight quantitative parameters in a five-repeat incomplete random block trial. The analyses revealed accessions with opposite and similar characteristics. Thus, the accession *Bec d'oiseau* collected in Zoukougbeu, with a long germination period (9 days), good growth and good vegetative development, the largest leaf area (26.61 cm²), is it the most different accession of the 17 others. Also the accession *Inconnu* collected in Daloa stood out with the shortest time to germination (5 days), good growth and vegetative development, the second highest plant height (23.02 cm), but low lateral growth and leaf area. Likewise, the accession *Bec d'oiseau* from Issia stood out with the longest time to germination (10 days), average growth and development. The other 15 accessions formed a cluster, with a relatively short to relatively long time to germination (6-8 days), relatively slow growth and vegetative development. This study showed the existence of an important pheno-morphological diversity within the 18 accessions of peppers studied. Time to germination, plant height and leaf area were particularly discriminant of these accessions. The characteristics of these peppers can be exploited in breeding.

KEYWORDS: Pepper (*Capsicum*), accession, time to germination, Phenomorphological diversity, Haut-Sassandra, Côte d'Ivoire.

RESUME: L'exploitation des piments est orientée par leurs caractéristiques, notamment et en premier les caractéristiques phéno-morphologiques. Celles des piments de la région du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire) sont peu décrites. En vue de les établir, 18 accessions ont été caractérisées à partir de huit paramètres quantitatifs dans un essai en blocs aléatoires incomplets à cinq répétitions. Les analyses ont révélé les accessions aux caractéristiques opposées et semblables. Ainsi, l'accession *Bec d'oiseau* collectée à Zoukougbeu, avec un long délai de germination (9 jours), une bonne croissance et un bon développement végétatif, la plus grande surface foliaire (26,61 cm²), est-elle l'accession la plus différente des 17 autres. Aussi l'accession *Inconnu* collectée à Daloa s'est-elle distinguée avec le plus court délai de germination (5 jours), une bonne croissance et un bon développement végétatif, la deuxième plus grande hauteur de plante (23,02 cm), mais une croissance latérale et surface foliaire faibles. De même, l'accession *Bec d'oiseau* prise à Issia s'est distinguée avec le plus long délai de germination (10 jours), une croissance et un développement moyens. Les 15 autres accessions ont constitué un groupement, avec un délai de germination relativement court à relativement long (6 à 8 jours), une croissance et un développement végétatif relativement lents. Cette étude a montré l'existence d'une importante diversité phéno-morphologique au sein des 18 accessions de piments étudiées. Le délai de germination, la hauteur de la plante et la surface foliaire ont été particulièrement discriminants pour ces accessions. Les caractéristiques de ces piments sont exploitables en sélection.

MOTS-CLEFS: Piment (*Capsicum*), accession, délai de germination, diversité phéno-morphologique, Haut-Sassandra, Côte d'Ivoire.

1. INTRODUCTION

Le piment piquant est très exploité en alimentation et en industrie pharmaceutique [1]. Ses racines, feuilles et fruits sont consommés en légumes ou condiments. Selon [2], le piment est consommé quotidiennement de 87 à 97,16 %. Il est aussi utilisé en médecine traditionnelle [3]. Ses propriétés anti-oxydantes et antibiotiques ont été mises en évidence [4], [5].

Par ailleurs, en Côte d'Ivoire, le piment est l'une des cultures de diversification des exportations agricoles, du fait de ses prix de plus en plus attractifs [6], [7]. Mais, la production de piment est faible du fait des ravageurs, des maladies, de la sécheresse et de la réduction de la fertilité des sols [8], [9], [10]. Pour relever le rendement, diverses ressources sont exploitées. Il s'agit de variétés et lignées dites sélectionnées introduites en Côte d'Ivoire. Puis, la recherche locale sélectionne parmi elles, celles les mieux adaptées aux conditions locales de pratiques agricoles. Aussi, certaines de ces variétés et lignées sélectionnées ivoiriennes sont cultivées selon des zones spécifiques (soit forêt soit savane) [11].

Par ailleurs, la référence [6] a identifié sur les marchés d'Abidjan six variétés. De son côté, le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) a publié six lignées et un cultivar local [11]. Il en découle ainsi qu'en Côte d'Ivoire il existerait des variétés de piment non encore connues. Cela rend moins efficaces les programmes de sélection. Ainsi, la présente étude avait pour objectifs de collecter et déterminer la diversité phénologique et morphologique d'accessions de piment dans la région du Haut-Sassandra.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal étudié était constitué de 540 plantes de 18 accessions de piment collectées dans la région du Haut - Sassandra, à raison de 30 plantes par accession. Ces 18 accessions sont présentées dans les résultats.

2.2. METHODES

2.2.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Les accessions de piment étudiées ont été collectées dans les quatre départements (Daloa, Issia, Vavoua et Zoukougbeu) de la région du Haut Sassandra au Centre - Ouest de la Côte d'Ivoire (Figure 1). Cette région est située entre 6° et 7° de latitude Nord et 7° et 8° de longitude Ouest.

Le climat est de type tropical humide avec deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches alternées [12]. La pluviométrie annuelle oscille entre 1200 et 1600 mm. Les précipitations sont réparties sur toute l'année avec un maximum en juin et juillet et un minimum entre décembre et mars. La température moyenne annuelle varie de 24,65 à 27,75 °C [13].

Les sols sont majoritairement ferrallitiques typiques, allant de moyennement à faiblement dénaturés. Ils sont très profonds (20 m) et riches en matière organique [14]. La région est majoritairement couverte de forêt semi-décidue, et de savanes herbeuses et arbustives.

2.2.2. COLLECTE ET CONDITIONNEMENT DES ACCESSIONS DE PIMENT

Des fruits mûrs et frais ont été collectés, en septembre 2019, sur les marchés des quatre départements (Daloa, Issia, Vavoua, Zoukougbeu). La variété à laquelle appartient chaque accession a été notée sur déclaration du fournisseur de l'accession. Par département et par variété, une seule accession a été retenue. Ces fruits ont été traités selon [15].

2.2.3. MISE EN PLACE DE L'ESSAI

Les graines sélectionnées par suite de test de flotaison, ont été semées sous une ombrière construite à l'aide de palmes. L'ombrière a été enlevée progressivement à partir du 15^e jour après semis jusqu'à ce qu'elle ait été totalement éliminée 7 jours avant le repiquage.

Des plantules, choisies au hasard en pépinière, ont été transplantées, 45 jours après semis, sur 20 billons, en parcelle expérimentale suivant un dispositif en blocs aléatoires complets de 18 traitements en cinq répétitions [16]. Un bloc a comporté quatre billons. Sur un billon et dans un bloc, chaque accession a été représentée par six plantes séparées de 0,5 m. Ainsi, la

parcelle expérimentale a comporté 540 plantes, à raison de 30 par accession. L'écartement entre ces billons a été de 0,8 m. Une bordure de 1 m de large a été établie.

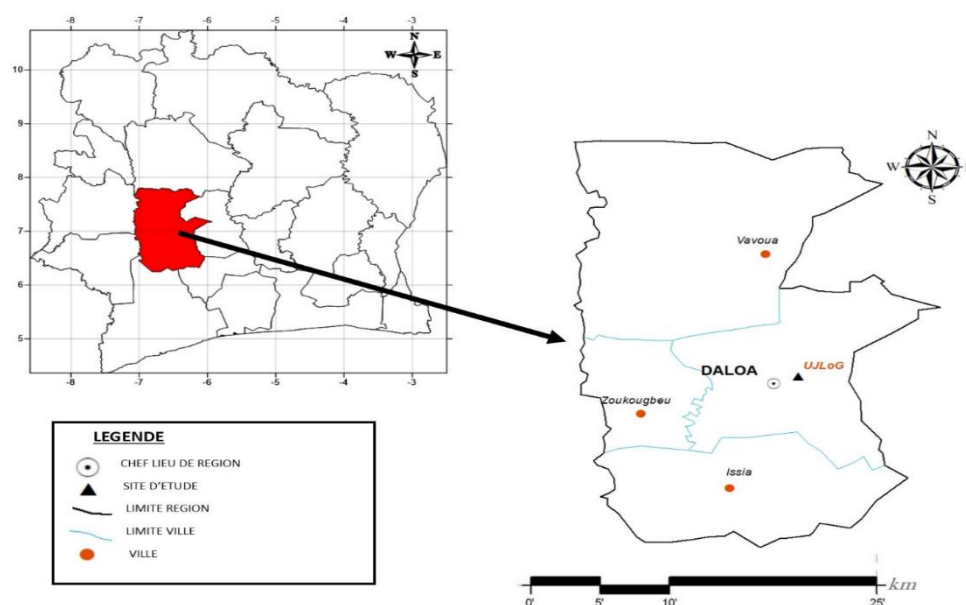


Fig. 1. Carte de la Côte d'Ivoire avec indication des départements de collecte des accessions de piment étudiées

2.2.4. COLLECTE DES DONNEES

Les données collectées ont concerné la germination des semences et des paramètres morphologiques de croissance et de développement des plantes. Pour la germination, le délai (Dger) a été considéré. Concernant les paramètres morphologiques, les variables mesurées et observées à la floraison sur chacune des 540 plantes ont été le diamètre au collet (DiaC), la hauteur de la plante (HauP), le nombre de ramifications primaires (Nram), la longueur de la ramification la plus développée (LonRD), l'envergure de la frondaison (EnvFron), la surface foliaire (SurFo) et la densité du feuillage (DenFeu). Cette densité est notée sur une échelle allant de 1 à 3, avec 1 = faible densité, 2 = densité moyenne et 3 = forte densité.

2.2.5. ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES

Les données ont été soumises au calcul des corrélations linéaires de Pearson entre les variables, puis à une analyse de la variance pour tester à 5 % l'effet accession sur les huit variables et, subséquemment, l'effet département, pour les accessions des variétés *Bec d'oiseau*, *Gros-Gros*, *Gros-Gros Ferké*, *Petit de Gros-Gros* et *Sent bon*. Cela indique que toutes les accessions de la même variété présentent les mêmes caractéristiques ou non. Lorsque l'effet a été significatif, des groupes homogènes de valeurs moyennes obtenues par variable et par accession ont été constitués par le test HSD de Tukey à 5 %. Aussi, une analyse en composantes principales (ACP) normée centrée – réduite et une classification ascendante hiérarchique (CAH), utilisant la distance euclidienne et la méthode de Ward comme critères de distance et d'agrégation ont été effectuées pour mettre en évidence la structure de la diversité phénomorphologique des piments. Ces calculs et analyses ont été réalisés avec le logiciel Statistica version 7.1.

3. RESULTATS

3.1. ACCESSIONS DE PIMENT COLLECTEES

Les 18 accessions de piments collectées sont codées de D1 à Z3 et réparties selon les neuf variétés auxquelles elles ont été déclarées appartenir (Tableau 1). Cinq accessions, donc cinq variétés, ont été répertoriées à Daloa, Issia et Vavoua contre trois à Zoukougbeu. Chacune des deux variétés *Bec d'oiseau* et *Gros-Gros* a été rencontrée dans les quatre départements. Alors que *Sent bon africain*, *Piment baoulé*, *Jaune-Jaune*, *Inconnu* ont été rencontrées uniquement et respectivement à Vavoua, Zoukougbeu, Vavoua et Daloa.

Tableau 1. Accessions de piment collectées rangées par département du Haut-Sassandra et correspondance des noms populaires de leurs variétés

DALOA		ISSIA		Vavoua		Zoukougbeu5	
Code	Variété d'appartenance	Code	Variété d'appartenance	Code	Variété d'appartenance	Code	Variété d'appartenance
D1	Bec d'oiseau	I1	Bec d'oiseau	V1	Bec d'oiseau	Z1	Bec d'oiseau
D2	Sent bon	I2	Sent bon				
				V2	Sent bon africain		
						Z2	Piment Baoulé
D3	Gros-Gros	I3	Gros-Gros	V3	Gros-Gros	Z3	Gros-Gros
D4	Gros-Gros Ferke	I4	Gros-Gros Ferke				
				V4	Jaune-Jaune		
D5	Inconnu						
		I5	Petit de Gros-Gros	V5	Petit de Gros-Gros		

3.2. CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES CONSIDEREES

L'analyse du tableau 2 indique que le délai de germination (Dger) et la surface foliaire (SurFo) ont été corrélés positivement, respectivement, faiblement ($r = 0,57$) à la longueur de la ramification la plus développée (LonRD) et modérément ($r = 0,70$) à l'envergure de la frondaison (EnvFron). Aussi, le diamètre au collet (DiaC), le nombre de ramifications (Nram), l'envergure de la frondaison (EnvFron) et la densité du feuillage (DenFeu) ont été, chacun, corrélés positivement, faiblement à fortement ($0,47 \leq r \leq 0,87$), à cinq des sept autres variables. Alors que la hauteur de plante (HauP) et LonRD, ont été, chacune, corrélées positivement à quatre variables. Les corrélations ont été fortes ($0,81 \leq r \leq 0,87$) entre HauP et DiaC, d'une part, et entre la densité du feuillage et le nombre de ramifications primaires de la tige, d'autre part.

Tableau 2. Corrélations linéaires de Pearson entre les variables considérées.

Variables	Dger	DiaC	HauP	Nram	LonRD	EnvFron	SurFo
Dger	1,000						
Diac	0,14	1,000					
HauP	- 0,02	0,87***	1,000				
Nram	0,13	0,74**	0,56*	1,000			
LonRD	0,57*	0,59*	0,36	0,62*	1,000		
EnvFron	0,35	0,68*	0,54*	0,47*	0,46	1,000	
SurFo	0,45	0,24	0,11	- 0,08	0,21	0,70**	1,000
DenFeu	0,16	0,79**	0,66*	0,81***	0,58*	0,74**	0,28

Dger: délai de germination, DiaC: Diamètre au collet, HauP: hauteur de la plante, Nram: nombre de ramifications, LonRD: longueur de la ramification la plus développée, EnvFron: envergure de la frondaison, SurFo: surface foliaire, DenFeu: densité du feuillage. En gras, significatif à 5 %.

*faible, **: modérée, ***forte (élevée), ****: très forte (très élevée). axes.

3.3. COMPARAISON DES ACCESSIONS

Pour le délai de germination (Dger, le test HSD de Tukey au seuil de 5 %, a range ($p = 0,00$) les 18 accessions en six groupes (Tableau 3): i) les accessions I3, D5 et V1, ii) les accessions V5, I5, D1, V4, D4, D3, V2, V4, iii) les accessions I2 et D2, iv) les accessions V3 et Z3, v) les accessions Z2 et Z1 et vi) l'accession I1. La germination était survenue dans un délai court (5 jours) chez Gros-Gros d'Issia (I3), Inconnu de Daloa (D5), Bec d'oiseau de Vavoua (V1), mais dans un long délai (10 jours) chez Bec d'oiseau d'Issia (I1).

Tableau 3. Effet accession de piment sur les huit variables phénologique et morphologiques considérées

Code Accession	Variables phénologique et morphologiques							
	Dger (jours)	DiaC (mm)	HauP (cm)	Nram	LonRD (cm)	EnvFron (cm)	SurFo (cm ²)	DenFeu
D1	5,58±0,77 ^{cd}	3,26±1,08 ^a	12,26±4,0 ^{9d}	2,79±1,58 ^a	3,86±3,20 ^a	12,53±4,85 ^a	16,38±8,91 ^{ab}	1,95±0,78 ^a
D2	7,00±0,00 ^{abcd}	3,36±0,64 ^a	13,40±3,78 ^{cd}	1,40±0,89 ^a	2,76±2,49 ^a	12,41±2,30 ^a	17,65±8,44 ^{ab}	1,60±0,89 ^a
D3	6,26±1,66 ^{cd}	3,45±1,08 ^a	15,50±7,16 ^{bcd}	3,47±2,04 ^a	4,92±5,25 ^a	11,74±4,94 ^a	11,59±6,49 ^b	2,00±0,88 ^a
D4	6,13±0,99 ^{cd}	4,45±0,98 ^a	25,00±9,66 ^a	5,13±2,75 ^a	6,31±5,63 ^a	15,38±3,29 ^a	22,25±9,21 ^{ab}	2,50±0,75 ^a
D5	5,04±1,50 ^d	4,14±0,65 ^a	23,02, ±4,40 ^b	3,54±1,53 ^a	4,25±2,29 ^a	11,81±2,53 ^a	11,62±4,39 ^b	2,26±0,66 ^a
I1	9,87±1,73 ^a	3,63±1,05 ^a	15,33±4,77 ^{cd}	4,33±2,64 ^a	7,10±4,30 ^a	12,80±5,99 ^a	17,12±9,47 ^{ab}	2,40±0,82 ^a
I2	6,50±0,71 ^{abcd}	3,38±0,34 ^a	17,00±1,41 ^{abcd}	3,50±3,54 ^a	2,50±0,71 ^a	9,00±0,00 ^a	16,25±1,77 ^{ab}	2,00±0,79 ^a
I3	4,75±0,45 ^d	3,22±0,89 ^a	15,50±3,45 ^{cd}	3,75±1,60 ^a	3,00±1,15 ^a	10,67±3,44 ^a	12,39±7,05 ^b	1,83±0,75 ^a
I4	5,93±0,27 ^{cd}	3,78±0,81 ^a	16,86±4,07 ^{abcd}	3,14±1,51 ^a	5,07±3,17 ^a	13,29±2,99 ^a	19,61±17,15 ^{ab}	2,57±0,80 ^a
I5	5,53±1,45 ^{cd}	3,05±0,87 ^a	15,62±4,75 ^{bcd}	2,85±1,57 ^a	3,85±4,13 ^a	11,54±5,06 ^a	12,00±6,83 ^b	2,00±0,82 ^a
V1	5,20±0,41 ^d	3,16±1,07 ^a	11,98±3,50 ^d	2,20±1,32 ^a	3,77±2,76 ^a	10,30±4,45 ^a	14,73±8,36 ^b	1,73±0,79 ^a
V2	6,33±1,93 ^{cd}	3,37±0,91 ^a	15,44±4,43 ^{cd}	2,66±1,82 ^a	2,83±1,03 ^a	11,42±3,42 ^a	15,02±9,39 ^{ab}	1,75±0,75 ^a
V3	7,33±1,12 ^{bc}	3,61±1,37 ^a	16,76±7,01 ^{abcd}	2,54±1,69 ^a	4,55±3,80 ^a	11,09±4,63 ^a	16,41±11,29 ^{ab}	2,00±0,89 ^a
V4	6,43±2,34 ^{cd}	3,68±1,00 ^a	15,24±4,33 ^{cd}	3,50±1,87 ^a	5,04±3,51 ^a	10,57±4,16 ^a	12,11±7,15 ^b	2,00±0,88 ^a
V5	5,53±0,83 ^{cd}	3,50±0,94 ^a	15,96±6,09 ^{abcd}	3,40±1,55 ^a	4,43±2,98 ^a	11,93±4,69 ^a	12,15±6,64 ^b	2,06±0,88 ^a
Z1	9,00±1,3 ^{4ab}	4,20±0,99 ^a	20,18±5,82 ^{abc}	3,22±1,63 ^a	5,73±4,02 ^a	15,45±3,65 ^a	26,61±12,16 ^a	2,41±0,73 ^a
Z2	8,58±1,88 ^{ab}	3,80±1,27 ^a	15,83±6,04 ^{abcd}	3,83±1,99 ^a	6,71±4,76 ^a	10,42±4,27 ^a	12,17±9,23 ^b	2,00±0,95 ^a
Z3	7,55±0,53 ^{bc}	3,68±0,68 ^a	19,88±5,84 ^{abcd}	3,55±1,51 ^a	5,28±2,71 ^a	13,67±2,87 ^a	15,53±9,71 ^{ab}	2,22±0,66 ^a
F	17,582	2,112	5,919	1,9758	1,5411	1,947	3,3626	1,413
P	0,00	0,007439	0,000000	0,013689	0,082147	0,015520	0,000017	0,131317

Dger: délai de germination, DiaC: Diamètre au collet, HauP: hauteur de la plante, Nram: nombre de ramifications, LonRD: longueur de la ramification la plus développée, EnvFron: envergure de la frondaison, SurFo: surface foliaire, DenFeu: densité du feuillage, mm: millimètre, cm: centimètre, cm²: centimètre carré, D1: Bec d'oiseau de Daloa, D2: Sent bon de Daloa, D3: Gros gros de Daloa, D4: Gros gros Ferké de Daloa, D5: Inconnu de Daloa, I1: Bec d'oiseau de Issia, I2: Sent bon de Issia, I3: Gros gros de Issia, I4: Gros gros Ferké de Issia, I5: Petit de gros gros de Issia, V1: Bec d'oiseau de Vavoua, V2: Sent bon africain de Vavoua, V3: Gros gros de Vavoua, V4: Jaune jaune de Vavoua, V5: Petit de gros gros de Vavoua, Z1: Bec d'oiseau de Zoukougneou, Z2: Piment baoulé de Zoukougneou, Z3: Gros gros de Zoukougneou. F: valeur du test de Fischer, p: probabilité associée au test de Fischer.

Les valeurs moyennes dans une colonne suivies de la même lettre ou des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement à 5 % selon le test de Fisher.

Concernant les paramètres de croissance et développement, l'analyse de variance a révélé des différences significatives à très hautement significatives ($p < 0,05$ à $p < 0,001$) entre les 18 accessions de piment, au niveau du diamètre au collet (DiaC), de la hauteur de la plante (HauP), du nombre de ramifications de la tige principale (Nram), de l'envergure de la frondaison (EnvFron) et de la surface foliaire (SurFo) (Tableau 3)

Le test HSD a distingué, à 5 %, plusieurs groupes homogènes d'accessions pour HauP et SurFo. En effet, pour la HauP, sept groupes d'accessions ont été distingués: i) les accessions V1 et D1, ii) les accessions D2, V4, I1, V2, I3, iii) les accessions D3 et I5, iv) les accessions V5, Z2, V3, I4, I2, Z3, v) l'accession Z1, vi) l'accession D5 et vii) l'accession D4. Ainsi, les plus grandes hauteurs de plante ont été présentées par l'accession *Gros-Gros Ferké* de Daloa (D4) avec 25 cm et l'accession *Inconnu* de Daloa (D5) avec 23,02 cm. Les plus faibles hauteurs, 11,98 et 12,26 cm, ont été enregistrées, respectivement, chez *Bec d'oiseau* de Vavoua (V1) et de Daloa (D1). Pour la SurFo, trois groupes d'accessions ont été révélés: i) les accessions D3, D5, V4, V5, Z2, I3, I5 et V1, ii) les accessions V2, Z3, V3, I2, D1, I1, D2, I4 et D4 et iii) l'accession *Bec d'oiseau* de Zoukougneou (Z1) qui a présenté la plus grande SurFo (26,61 cm²). Aussi, la SurFo a varié, pour le groupe (ii), de 15,02 à 22,25 cm² et pour le groupe (i), de 11,59 à 14,73 cm², avec la plus faible surface enregistrée chez l'accession *Gros-Gros* de Daloa (D3) (Tableau 3).

3.4. DIVERSITE DES ACCESSIONS PAR L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Les plans (1, 2) et (1, 3) (Figures 2a et 2b) de l'analyse en composantes principales (ACP) ont expliqué, respectivement, 75,33 et 67,93 % de l'inertie totale. L'analyse du tableau 4 montre que les variables DiaC, HauP, Nram, EnvFron et DenFeu ont été modérément à très fortement et négativement corrélées ($-0,913 \leq r \leq -0,761$) à l'axe 1 et ont ainsi contribué à la formation de la partie négative de cet axe. Aussi, Dger et SurFo ont été positivement et modérément corrélés ($0,726 \leq r \leq 0,761$) à l'axe 2 et ont contribué de 33 à 35 % à la construction de sa partie positive. De même, la variable LonRD a été négativement et faiblement corrélée ($r = -0,553$) à l'axe 3. Elle a contribué à 29,83 % à la construction de sa partie positive. Les variables Dger et SurFo ont aussi été positivement mais très faiblement corrélées ($0,451 \leq r \leq 0,471$) à cet axe 3. Leurs contributions à la construction de la partie positive de cet axe 3 ont été 19,578 et 22 %

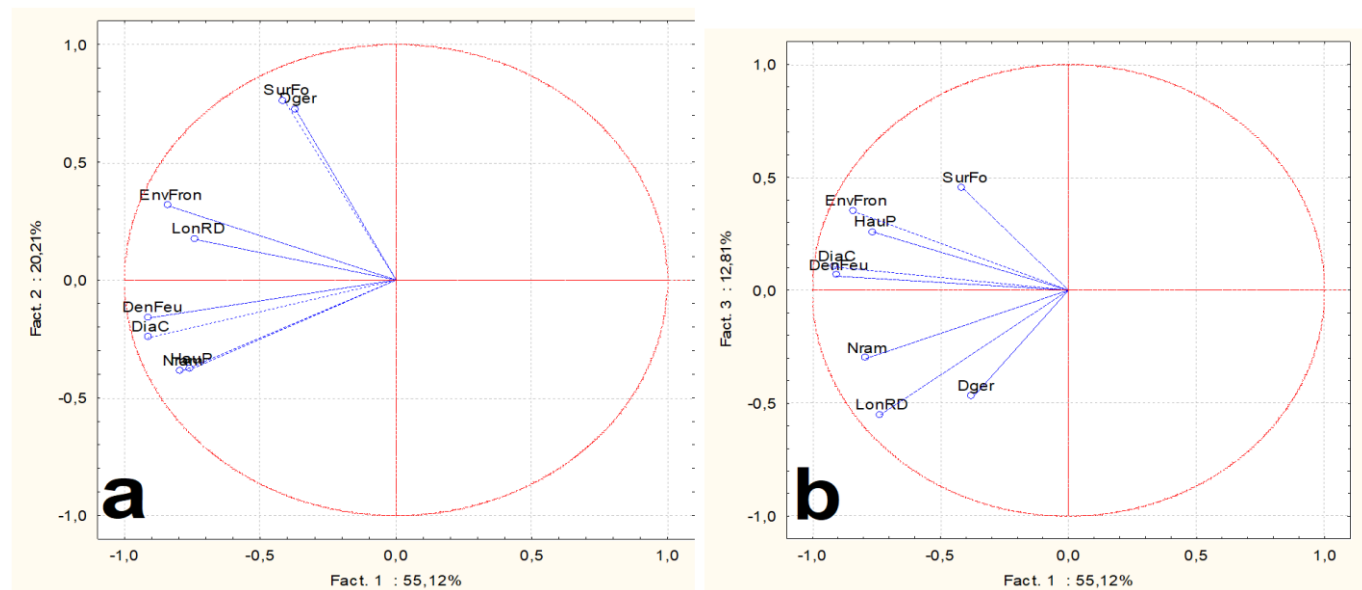


Fig. 2. Cercles des corrélations des variables dans les plans (1, 2) (a) et (1, 3) (b) de l'analyse en composantes principales

Dger: délai de germination, *DiaC*: Diamètre au collet, *HauP*: hauteur de la plante, *Nram*: nombre de ramifications, *LonRD*: longueur de la ramification la plus développée, *EnvFron*: envergure de la frondaison, *SurFo*: surface foliaire, *DenFeu*: densité du feuillage,

L'analyse du tableau 5 montre que les accessions D2, I2, V1 et V2, très bien représentées sur l'axe 1, y ont contribué respectivement à 18,24; 12,13 6,09 et 5,79 %. Alors que D5 et Z1, modérément bien représentées, ont fortement contribué à cet axe pour respectivement 15,47 et 25,32 %. Les accessions D5, I1 et Z1 ont contribué pour 29,41, 12,97 et 22,45 % à l'axe 2. Sur l'axe 3, l'accession Z2, très bien représentée, a contribué à 26,43 %. Parallèlement I1 et Z1 ont contribué pour 31,85 et 13,48 %. Ainsi, six groupes d'accessions ont été distingués (Figure 3). Le groupe A (GA) est représenté par Z1, le groupe B (GB) par D5, le groupe C (GC) par I1. Le groupe D (GD) est composé de D2, I2, V1, V2, le groupe E (GE) de Z3, D1, D3, D4, I4 et le groupe F (GF) de Z2, V4, V5, V3, I3, I5.

Tableau 4. Corrélations et contributions des variables aux axes

Variables	Corrélations entre variables et facteurs			Contributions des variables à la formation des axes		
	axe 1	axe 2	axe 3	axe 1	axe 2	axe 3
Dger	-0,371	0,726**	-0,471	0,031252	0,325725	0,216437
Diac	-0,913****	-0,246	0,103	0,189110	0,037403	0,010443
HauP	-0,761**	-0,382	0,257	0,131309	0,090197	0,064677
Nram	-0,794**	-0,389	-0,303	0,142976	0,093559	0,089786
LonRD	-0,736**	0,171	-0,553*	0,122989	0,018090	0,298309
EnvFron	-0,834***	0,313	0,348	0,157635	0,060552	0,117928
SurFo	-0,412	0,761**	0,451	0,038467	0,358469	0,198578
DenFeu	-0,906****	-0,161	0,063	0,186261	0,016005	0,003842

Dger: délai de germination, Diac: Diamètre au collet, HauP: hauteur de la plante, Nram: nombre de ramifications, LonRD: longueur de la ramification la plus développée, EnvFron: envergure de la frondaison, SurFo: surface foliaire, DenFeu: densité du feuillage,

*: faible, **: modérée, ***: Forte (élevée), ****: très forte (très élevée). En gras, les valeurs des paramètres ayant contribué aux axes.

Tableau 5. Qualité de représentation des accessions et contributions aux axes

Accessions	Cosinus carré			Contribution des accessions à la formation des facteurs		
	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
D1	0,001571	0,067951	0,221084	0,00698	0,82389	4,23022
D2	0,876919	0,087029	0,024280	18,23907	4,93653	2,17341
D3	0,347399	0,184550	0,028125	0,58181	0,84291	0,20272
D4	0,291169	0,128013	0,000310	1,49437	1,79176	0,00684
D5	0,524552	0,365597	0,062857	15,47349	29,41140	7,97994
I1	0,307391	0,256496	0,399071	5,70084	12,97302	31,85240
I2	0,741776	0,119381	0,028868	12,13212	5,32490	2,03198
I3	0,576195	0,257193	0,000476	4,38717	5,34058	0,01561
I4	0,369411	0,032312	0,195519	1,70216	0,40603	3,87723
I5	0,328335	0,337215	0,001167	1,06707	2,98880	0,01632
V1	0,878565	0,001936	0,018986	6,08513	0,03658	0,56596
V2	0,917259	0,000551	0,016143	5,79434	0,00948	0,43888
V3	0,284987	0,002997	0,147506	0,43282	0,01241	0,96412
V4	0,021943	0,535636	0,273968	0,08473	5,64075	4,55299
V5	0,040414	0,605070	0,104398	0,09370	3,82598	1,04174
Z1	0,684662	0,222618	0,084721	25,32273	22,45474	13,48549
Z2	0,102011	0,000751	0,800527	0,78262	0,01572	26,43157
Z3	0,158616	0,297419	0,007895	0,61883	3,16451	0,13257

D1: Bec d'oiseau de Daloa, D2: Sent bon de Daloa, D3: Gros gros de Daloa, D4: Gros gros Ferké de Daloa, D5: Inconnu de Daloa, I1: Bec d'oiseau de Issia, I2: Sent bon de Issia, I3: Gros gros de Issia, I4: Gros gros Ferké de Issia, I5: Petit de gros gros de Issia, V1: Bec d'oiseau de Vavoua, V2: Sent bon africain de Vavoua, V3: Gros gros de Vavoua, V4: Jaune jaune de Vavoua, V5: Petit de gros gros de Vavoua, Z1: Bec d'oiseau de Zoukougne, Z2: Piment baoulé de Zoukougne, Z3: Gros gros de Zoukougne.

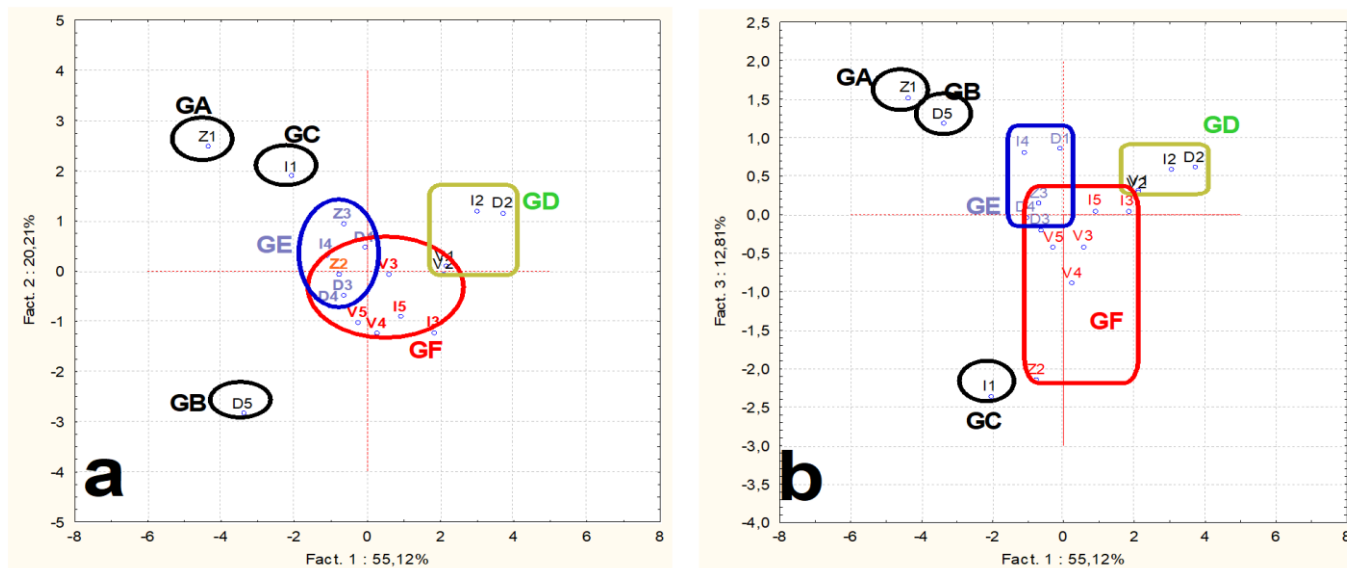


Fig. 3. Représentations des variétés codées (accessions) de piment dans les plans (1,2) (a) et (1,3) (b) de l'analyse en composantes principales

D1: Bec d'oiseau de Daloa, D2: Sent bon de Daloa, D3: Gros-Gros de Daloa, D4: Gros-Gros Ferké de Daloa, D5: Inconnu de Daloa, I1: Bec d'oiseau de Issia, I2: Sent bon de Issia, I3: Gros-Gros de Issia, I4: Gros-Gros Ferké de Issia, I5: Petit de Gros-Gros de Issia, V1: Bec d'oiseau de Vavoua, V2: Sent bon africain de Vavoua, V3: Gros-Gros de Vavoua, V4: Jaune-Jaune de Vavoua, V5: Petit d de Gros-Gros de Vavoua, Z1: Bec d'oiseau de Zoukougne, Z2: Piment baoulé de Zoukougne, Z3: Gros-Gros de Zoukougne. F: valeur du test de Fisher, p: probabilité associée au test de Fischer.

3.5. DIVERSITE DES ACCESSIONS PAR LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE

La variabilité par la classification ascendante hiérarchique (CAH) des 18 accessions de piment est présentée à la figure 4. La troncature effectuée à la distance 6 a dégagé six principales classes d'accessions. Les classes 1 (C1), 2 (C2) et 3 (C3) sont représentées, respectivement, par Z1, D5 et I1. La classe 4 (C4) est composée de I2, V1, D2 et D1, la classe 5 (C5) de Z3, I4, D4 et la classe 6 (C6) de Z2, V2, I3, V4, V5, I5, V3 et D3.

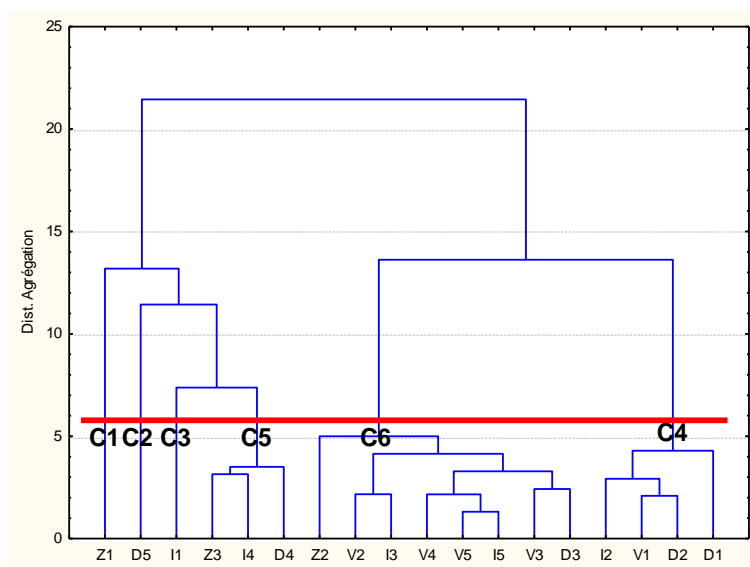


Fig. 4. Classes d'accessions de piment distinguée sur le dendrogramme obtenu par application de la méthode de Ward et de la distance euclidienne

D1: *Bec d'oiseau de Daloa*, D2: *Sent bon de Daloa*, D3: *Gros gros de Daloa*, D4: *Gros gros Ferké de Daloa*, D5: *Inconnu de Daloa*, I1: *Bec d'oiseau de Issia*, I2: *Sent bon de Issia*, I3: *Gros gros de Issia*, I4: *Gros gros Ferké de Issia*, I5: *Petit de gros-gros de Issia*, V1: *Bec d'oiseau de Vavoua*, V2: *Sent bon africain de Vavoua*, V3: *Gros gros de Vavoua*, V4: *Jaune jaune de Vavoua*, V5: *Petit de gros gros de Vavoua*, Z1: *Bec d'oiseau de Zoukougbeu*, Z2: *Piment baoulé de Zoukougbeu*, Z3: *Gros gros de Zoukougbeu*.

4. DISCUSSION

La caractérisation morphologique génère des informations de première importance sur la variabilité des ressources génétiques, en vue d'une utilisation raisonnée. Dans ce sens, ont été caractérisées, 18 accessions de piment collectées dans les quatre départements de la région du Haut-Sassandra. Les neuf variétés auxquelles appartiennent ces accessions n'ont pas été rencontrées, toutes, dans chaque département. La connaissance d'une variété sous plusieurs noms serait l'une des raisons de cette situation [17], [18].

L'analyse de variance a ressorti trois à sept groupes homogènes d'accessions pour le délai de germination, la hauteur de la plante et la surface foliaire. Ces résultats témoignent d'une forte variabilité phénologique et morphologique entre les 18 accessions. Le délai de germination, la hauteur de la plante et la surface foliaire ont été les caractères les plus discriminants. Des résultats semblables ont été obtenus par de nombreux auteurs chez le piment [15], [19], [20], [21], [22].

L'importante variabilité observée dans cette étude contraste avec le principe que la variabilité génétique est faible au sein d'une zone géographique réduite. [23]. En effet, les accessions étudiées ont été acquises sur les marchés de quatre villes d'une même région de superficie relativement réduite, Ainsi donc, cette variabilité serait due à plusieurs faits. Le piment est l'une des cultures à variabilité potentielle élevée [24]. Cette variabilité est renforcée par les introductions de variétés diversifiées à partir d'autres pays et par les créations variétales pour répondre aux exigences multiples des utilisateurs [25], [11]. Aussi, elle est générée par les pratiques de production, notamment les échanges de semences entre agriculteurs [26], [27] et la culture polyvariétale qui consiste à cultiver plusieurs variétés dans un même champ. Cette dernière pratique engendre d'autres génotypes, étant donné que le piment se multiplie essentiellement de façon générative et que, par ailleurs, l'autofécondation et la fécondation croisée existent naturellement chez le genre *Capsicum* [22].

L'analyse en composantes principales (ACP) sur les trois premiers axes représentant 88,14 % de la variabilité totale a permis d'identifier six groupes. La référence [28] a suggéré au moins 80 % de la variabilité totale. La classification ascendante hiérarchique (CAH) a ressorti également six groupes principaux dont trois sont identiques aux groupes formés par ACP. Ces groupes d'accessions se distinguant par le délai de germination, la hauteur de la plante et la surface foliaire. Ces résultats confirment le niveau élevé de variabilité entre les 18 accessions. Ce niveau paraît plus élevé que dans d'autres travaux conduits sur 18 à 192 génotypes ou accessions pour trois à neuf groupes obtenus [19], [29], [30], [21], [31], [22].

Par ailleurs, un effet département a été noté sur les accessions D1, I1, V1, Z1 de *Bec d'oiseau*, D2 et I2 de *Sent bon*, D3, I3, V3, Z3 de *Gros-Gros*, D4 et I4 de *Gros-Gros Ferké*, I5 et V5 de *Petit de Gros-Gros*. Cet effet s'est traduit par le fait que les accessions collectées dans différents départements et déclarées, lors de la collecte, d'une même variété n'ont pas été trouvées dans le même groupe à l'issue des analyses. Cela est la conséquence de ce que, pour le délai de germination, la hauteur de la plante et la surface foliaire, ces accessions ont présenté des valeurs moyennes significativement différentes. A l'inverse, des accessions de variétés différentes ont présenté des caractéristiques semblables. Ces situations résulteraient, d'une part, de différences biologiques vraies qui existeraient entre ces accessions auquel cas l'attribution des noms aurait été faussée par les populations, d'autre part, des effets de l'environnement. Ce dernier cas se fonderait sur le fait de l'usage des paramètres influençables par l'environnement. Pour une meilleure discrimination des accessions, d'autres paramètres mêmes agromorphologiques devront être utilisés en complément. Mieux, les marqueurs moléculaires devront alors être utilisés dans les futures études de caractérisation.

En outre, les analyses ont mis en évidence quatre groupements d'accessions aux caractéristiques opposées. Ainsi, l'accession *Bec d'oiseau* collectée à Zoukougbeu (Z1) est-elle l'accession dont les caractéristiques sont les plus différentes de celles des 17 autres. Ses semences ont germé dans un long délai (9 jours) et engendré une bonne croissance et un bon développement végétatif traduits par des valeurs élevées de diamètre au collet, de hauteur de plante, de nombre de ramifications, d'envergure de frondaison, de densité de feuillage, de surface foliaire, ainsi que de longueur de la ramification la plus développée. Aussi l'accession *Inconnu* collectée à Daloa (D5) s'est-elle distinguée avec un délai de germination court (5 jours), une bonne croissance et un bon développement végétatif traduits par des valeurs élevées de diamètre au collet, de hauteur de plante, de nombre de ramifications, d'envergure de frondaison, de densité de feuillage, mais de faibles valeurs de longueur de la ramification la plus développée et de surface foliaire. De même, il y a l'accession *Bec d'oiseau* collectée à Issia (I1), avec un long délai de germination (10 jours), une croissance et un développement moyens traduits par des valeurs légèrement élevées des autres paramètres. Un groupement formé des accessions des classes 4, 5 et 6 a été distingué. Leurs

semences ont germé dans un délai relativement court à relativement long (6 à 8 jours) et engendré une croissance et un développement des plantes relativement lents. Ces résultats sont semblables à ceux de [30] sur 37 géotypes de *Capsicum annum* d'Ouganda et de [31] sur 56 accessions de *Capsicum chinense* du Brésil et du Pérou.

5. CONCLUSION

Dix-huit accessions de piment collectées dans les quatre départements de la région du Haut-Sassandra et appartenant à neuf variétés ont été caractérisées au plan phénologique et morphologique. Elles ont présenté une importante diversité, notamment au niveau du délai de germination, de la hauteur de la plante et de la surface foliaire. Par ailleurs, il a été noté que les accessions d'une variété donnée collectées dans différents départements ont présenté des caractéristiques différentes. A l'inverse, des accessions de variétés différentes ont présenté des caractéristiques semblables.

En outre, la structuration de cette diversité a opposé ces accessions. Ainsi, l'accession *Bec d'oiseau* collectée à Zoukougbeu, avec un long délai de germination (9 jours), une bonne croissance et un bon développement végétatif, est-elle l'accession la plus différente des autres. Aussi l'accession *Inconnu* trouvée à Daloa s'est-elle distinguée avec un délai de germination court (5 jours), une bonne croissance et un bon développement végétatif, mais une croissance latérale et surface foliaire faibles. De même, l'accession *Bec d'oiseau* prise à Issia s'est distinguée avec un long délai de germination (10 jours), une croissance et un développement moyens. Les 15 autres accessions ont constitué un groupement, avec un délai de germination relativement court à relativement long (6 à 8 jours), une croissance et un développement végétatif relativement lents. De cette étude, il ressort que les paramètres phéno-morphologiques permettent de discriminer les accessions de piment. Mais pour éviter leurs insuffisances, les marqueurs moléculaires devront être utilisés.

REFERENCES

- [1] H. Eching El-Ghoraba, Q. Javedb, F. M. Anjumb, S. F. Hamed and H. A. Shaabana, "Pakistani Bell Pepper (*Capsicum annum* L.): Chemical Compositions and its Antioxidant Activity," *International Journal Food Properties*, vol. 16, no. 1, pp. 18-32, 2013.
- [2] K. C. Kouassi and R. Koffi-Nevry, "Evaluation de la connaissance et utilisation des variétés de piment (*Capsicum*) cultivées en Côte d'Ivoire," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 6, no. 1, pp. 175-185, 2012.
- [3] R. Koffi-Nevry, C. Kouassi, Z. Nanga, M. Koussémon, and G. Loukou, "Antibacterial activity of two bell pepper extracts: *Capsicum annum* L. and *Capsicum frutescens*," *International Journal of Food Properties*, vol. 15, pp. 961- 97, 2012.
- [4] A. C. Koffi, R. Koffi-Nevry, K. C. Kouassi, and Y. G. Loukou, "Activité des extraits de six variétés de piment (*Capsicum*) utilisés Activity en Côte d'Ivoire," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 82, pp. 7379 -7388, 2014.
- [5] K. C. Kouassi, B. Coulibaly, I. Coulibaly, A. C. Koffi, and R. Koffi-Nevry, "Antimicrobial of the Varieties of Peppers (*Capsicum*) of Côte d'Ivoire on Multiresistant Strains." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 5, no. 10, pp. 875-890, 2016.
- [6] "Echos des marchés," *Bulletin hebdomadaire du Conseil national de lutte contre la vie chère (CNLVC)*, semaine du 20 au 27 janvier 2020, page 3, 2020.
- [7] "Les informations du marché," *Bulletin hebdomadaire d'information sur les produits vivriers, N° 06 du 25 au 30 juin 2018*, Côte d'Ivoire, 2018.
- [8] G. Konaté and O. Traoré, « Caractérisation et distribution du virus de la panachure du poivron en Afrique de l'Ouest, ». *Cahiers Agricultures*, No. 8, pp. 132-134, 1999.
- [9] E. N. Akesse, S-W. M. Ouali-N'goran and Y. Tano, "Insectes ravageurs du piment *Capsicum chinense* Jacq. (Solanaceae) à Port-Bouët (Abidjan-Côte d'Ivoire): Pratiques de lutte par les pesticides chimiques," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 93, pp. 8667 – 8674, 2015.
- [10] L. Fondio, C. Kouamé, A. H. Djidji, and S. Aïdara, *Bien cultiver le piment en Côte d'Ivoire*. Fiche Technique. *Direction des Programmes de Recherche et de l'Appui au Développement -Direction des innovations et des systèmes d'information*. CNRA, Abidjan, Côte d'Ivoire, 4 p, 2016.
- [11] CNRA, *Répertoire des variétés améliorées de cultures vivrières. Edition 2019*. Direction de la Recherche scientifique et de l'appui au développement et Direction des Innovations et des systèmes d'information, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Abidjan, Côte d'Ivoire, 80 p, 2019.
- [12] A. H. N'Guessan, K. F. N'Guessan, K. P. Kouassi, N. N. Kouamé, and P. W. N'Guessan, "Dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, *Eulophonotus myrmeleon* Felder (Lépidoptère: Cossidae) dans la région du Haut- Sassandra en Côte d'Ivoire," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 83, pp. 7606-7614, 2014.
- [13] K. Ayolié, N. J. Kouassi, D.M. Angaman, B. Kouadio, D. Soro, T. H. Kouakou, and Y. J. Kouadio, "Effect of water stress on morphological, physiological and biochemical parameters of three varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)."

- cultivated in Côte d'Ivoire, " *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*, vol. 2, no. 11, pp. 148-161, 2016.
- [14] D. Soro, K. Ayolié, Z. F. Gohi Bi, Y. F. Yao, K. H. Konan-Kan, B. Sidiky, A. P. Téhua and Y. J. Kouadio, "Impact of organic fertilization on maize (*Zea mays* L.) production in a ferralitic soil of centre west côte d'ivoire", *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, vol. 3, no. 6, pp. 556-565, 2015.
- [15] J. Segnou, A. Amougou, and E. Youmbi, "Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences", *Tropicultura*, vol. 30, No. 1, pp. 15-23, 2012a.
- [16] P. Dagnelie, "La planification des expériences: choix des traitements et dispositif expérimental", *Journal de la Société française de Statistique*, vol. 141, No. 1 & 2, pp. 5-29, 2000.
- [17] Y. Touré, M. Kkoné, S. Silué, and Y. J. Kouadio, "Pectiospon, collecte et caractérisation agromorphologique des morphotypes de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) VERDC. (Fabaceae)] de la zone savanicole en Côte d'Ivoire", *European Scientific Journal*, 9 (24), 308-325, 2013.
- [18] A. A. Gbaguidi, P. Assogba, M. Dansi, H. Yedomonhan, and A. A. Dansi, "Caractérisation agromorphologique des variétés de niébé cultivées au Bénin", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, No. 2, pp. 1050-1066, 2015.
- [19] J. Segnou, A. Akoa, E. Youmbi, and J. Njoya, "Variabilité des caractères morphologiques et analyse des composantes du rendement chez le piment (*Capsicum annum* L.)", *Agronomie Africaine*, vol. 24, No. 3, pp. 183-195, 2012b.
- [20] Zhang Xiao-min, Z. Zheng-Hai, G. Xiao-Zhen, M. Sheng-Li, L. Xi-Xiang, J. Chadœuf, A. Palloix, W. Li-Hao, and Z. Bao-Xi, "Genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp.) germplasm resources in China reflects selection for cultivar types and spatial distribution", *Journal of Integrative Agriculture*, vol. 15, No. 9, pp. 1991-2001, 2016.
- [21] P. J. N. Andrade, A. Monteros-Altamirano, C. G. T. Bastidas, and M. Sørensen, "Morphological, Sensorial and Chemical Characterization of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.) from the CATIE Genebank", *Agronomy*, vol. 10, No. 1732, pp. 1-18, 2020.
- [22] L. Waongo, M. Kiebre, B. Sawadogo, M. H. Ouedraogo, Z. Kiebre, and P. Bationo/Kando, "Phenotyping of local chili pepper (*Capsicum* spp) accessions cultivated in Burkina Faso", *International Journal of Agricultural Policy and Research*, vol. 9, No. 1, pp. 16-23, 2021.
- [23] P. N. Ravindran, K. N. Babu, and K. N. Shiva, *Botany and Crop Improvement of Ginger*. In: P.N. Ravindran, and K.N. Babu. (eds), Medicinal and aromatic plants Industrial profiles: Ginger, the genus Zingiber, Washington DC: CRC Press, pp. 15-85, 2005.
- [24] A. H. Djidji, *La collection de germoplasme des plantes légumières en Côte d'Ivoire*. Rapport d'étude. RADHORT Documents. RADHORT, 6 p., 1995.
- [25] L. Fondio, J.-C. N'zi, and K. Kobenan, "Comportement agronomique et sanitaire de nouvelles lignées de piment (*Capsicum* sp) dans le Sud de la Côte d'Ivoire", *Journal of Applied Biosciences*, vol. 92, pp. 8594-8609, 2015.
- [26] S. Delaunay, R-P. Tescar, A. Oualbego, K. Yom Brocke, and J. Lançon, "La culture du coton ne bouleverse pas les échanges traditionnels de semences de sorgho", *Cahiers Agricultures*, vol. 17, pp. 189– 194, 2008.
- [27] A. A. Missihoun, C. Agbangla, H. Adoukonou-Sagbadja, C. Ahanhanzo, and R. Vodouhè, "Gestion traditionnelle et statut des ressources génétiques du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) au Nord-Ouest du Bénin", *International Journal of Biological Chemical Sciences*, vol. 6, pp. 1003-1018, 2012.
- [28] E. Pla, *Análisis multivariado: Método de componentes principales*. 94 p. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, DC, USA, 1986..
- [29] H. Ballina-Gómez, L. Latournerie-Moreno, E. Ruiz-Sánchez, A. Pérez-Gutiérrez, and G. Rosado-Lugo, "Morphological characterization of *Capsicum annum* L. accessions from southern Mexico and their response to the *Bemisia tabaci*-*Begomovirus* complex. *Chilean Journal Of Agricultural Research*, vol. 73, No. 4, pp. 329-338, 2013.
- [30] V. Nsabiya, M. Logose, M. Ochwo-Ssemakula, P. Sseruwagi, P. Gibson, P., and C. Ojiewo, "Morphological Characterization of Local and Exotic Hot Pepper (*Capsicum annum* L.) Collections in Uganda", *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability*, vol. 7, No. 1, pp. 22-32, 2013.
- [31] A. Bianchi, P. L. R. Alm eida Da Silva, A. Alencar André Da Silva, S. P. Araújo, E. Diniz, E., Pimenta, C. P. Sudré, C. Erpen-Dalla, G. L. S. Azeredo, and R. Rosana, "Biomorphological Characterization of Brazilian *Capsicum chinense* Jacq. Germplasm", *Agronomy*, vol. 10, No. 447, pp. 1-17, 2020.