

PROSPECTION, COLLECTE ET CARACTERISATION AGROMORPHOLOGIQUE DES MORPHOTYPES DE VOANDZOU [*VIGNA SUBTERRANEA* (L.) VERDC. (FABACEAE)] DE LA ZONE SAVANICOLE EN COTE D'IVOIRE

Yaya Touré

Mongomaké Koné

Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Souleymane Silué

Université Péléforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Yatty Justin Kouadio

Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Abstract

In Africa, Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] is the third most important grain-legume after groundnut (*Arachis hypogaea*) and cowpea (*Vigna unguiculata*). An extended mission of exploration and collection has been achieved in the savannah area of Côte d'Ivoire to acquire knowledge on the plant management by farmers. Agromorphological performances of 15 collected landraces have been evaluated in experimental plots established in Korhogo. Sixty six (66) villages were visited and 156 accessions of Bambara groundnut were collected. The results showed that Bambara groundnut is mainly cultivated by women (90 %). The landraces Ci2, Ci5, Ci6 and Ci1 have been identified as the mostly grown and consumed in savannah area. Chemical products (cypermethrin and profenofos) and ash were often used for seeds storage. Moreover, *Ocimum canum*, *Hyptis spicigera*, *Azadirachta indica* and *Khaya senegalensis* are also used in seeds stock. Multifactorial analysis indicated three distinctive groups of landrace: Early maturing landraces with low vegetative development and low seed yield; late maturing landraces with high vegetative development and high seed yield; late maturing landraces with medium vegetative development and high value of seed yield components.

Keywords: *Vigna subterranea*, exploration, collection, savannah area, characterization

Résumé

Le voandzou [*Vigna subterranea* (L.)] est en Afrique, la troisième légumineuse la plus importante en termes de production et de consommation après l'arachide [*Arachis hypogaea* (L.)] et le niébé [*Vigna unguiculata* (L.)]. Afin de recenser les morphotypes puis d'acquérir les connaissances paysannes sur la gestion du voandzou, une prospection suivie de collecte de graines ont été effectuées dans la zone savanicole (Nord) de la Côte d'Ivoire. La caractérisation agromorphologique de 15 morphotypes collectés a ensuite été réalisée en parcelle expérimentale à Korhogo. Le dispositif en blocs complètement randomisé a été adopté. Au total, 66 villages ont été visités et 156 accessions de voandzou ont été collectées. Cette mission de prospection a révélé que la culture du voandzou est principalement pratiquée par les femmes (90 % des paysans). Les morphotypes les plus cultivés à savoir, Ci2, Ci5, Ci6 et Ci1 sont également les plus consommés par les populations locales. Les produits chimiques à base de cyperméthrine et de profénofos et la cendre sont couramment utilisés pour la conservation des graines du voandzou. Les plantes telles que *Ocimum canum*, *Hyptis spicigera*, *Azadirachta indica* et *Khaya senegalensis* sont aussi utilisées sous forme de poudre dans les stocks de graines. Les analyses multifactorielles ont montré que les morphotypes de voandzou collectés dans la zone des savanes peuvent être classés en trois groupes : Les morphotypes précoces (trois mois), à faible développement végétatif et à faible rendement ; les morphotypes tardifs (4 mois) avec un développement végétatif important et un rendement élevé ; les morphotypes tardifs avec un développement végétatif moyen et des graines de grande taille.

Mots-clés: *Vigna subterranea*, collecte, prospection, zone savanicole, caractérisation

Introduction

En Afrique, le voandzou est la troisième légumineuse alimentaire la plus importante en termes de production et de consommation après l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) et le niébé (*Vigna unguiculata* L Walp.) (Linnemann, 1992; Howell, 1994). La plante est cultivée pour ses graines riches en protéine, en glucide et en lipide (Brought et Azam-Ali, 1992). Les graines renferment aussi différents éléments minéraux tels que le calcium, le magnésium et le potassium (Amarteifio et al., 2006). Les protéines contenues dans les graines de voandzou ont une teneur élevée en lysine et leur association avec les céréales dans l'alimentation, constitue un complément nutritionnel pour de nombreuses populations locales qui ne peuvent faire face aux coûts élevés des protéines animales (Massawe et al., 2005). La

culture de voandzou contribue à la fertilisation du sol à travers la fixation symbiotique de l'azote en association avec les bactéries du genre *Rhizobium* (Mukumbira, 1985). En outre, certains morphotypes résistent bien aux attaques des insectes, aux maladies et aux conditions difficiles de sécheresse (Mungate, 1997).

En Côte d'Ivoire, très peu d'informations sont actuellement disponibles sur la distribution, la diversité génétique, la culture et les utilisations du voandzou dans les grandes zones de production. L'élaboration d'un programme de prospection, de collecte et de caractérisation des morphotypes de voandzou s'avère donc indispensable. L'intégration des connaissances paysannes, constitue de fait une étape importante pour l'adoption des nouvelles variétés et pour le développement d'une stratégie de gestion durable des espèces végétales incluant le voandzou. Dans ce contexte général, la présente étude vise à : (i) répertorier les pratiques paysannes de gestion de la plante dans la zone savanicole ; (ii) collecter les différentes accessions ; (iii) déterminer la variabilité agromorphologique entre quelques morphotypes collectés.

Matériel et méthodes

Prospection et collecte des accessions

La prospection et la collecte des accessions de voandzou ont été réalisées dans la zone de savane de la Côte d'Ivoire. Le climat est de type soudanais avec une saison humide (Juin-Septembre) et une longue saison sèche (Octobre-Mai). Les précipitations varient de 1000 à 1300 mm/an avec une température moyenne de 30 °C. Les villages visités entre Octobre 2009 et Février 2010, sont situés dans un rayon de 15 km autour de quatre grandes villes: Korhogo, Ferkessedougou, Ouangolodougou et Boundiali (figure 1). Au cours de cette étude, la proportion de paysans (femme et homme) pratiquant la culture a été estimée. Le mode de culture, les critères de choix des morphotypes cultivés et les méthodes de conservation des graines ont été déterminés.

La méthode d'obtention des données et de collecte des accessions à consisté en des entretiens directs avec les paysans et les commerçants aléatoirement choisis dans les villages.

Caractérisation agromorphologique de quelques morphotypes collectés

Après la mission de prospection et de collecte, 15 morphotypes ont été sélectionnés pour la caractérisation agromorphologique. Ce choix s'est fait en se basant sur la coloration, la taille des graines et la quantité de l'échantillon. L'étude a été effectuée sur une parcelle paysanne située à Korhogo (9°27'04.22''N ; 5°40'18.94''O) au cours des campagnes 2010 et 2011. Le dispositif en bloc complet aléatoire à cinq répétitions a été adopté. Les parcelles élémentaires ont été distantes de 50 x 50 cm. Au total, 350 graines ont été semées par morphotypes.

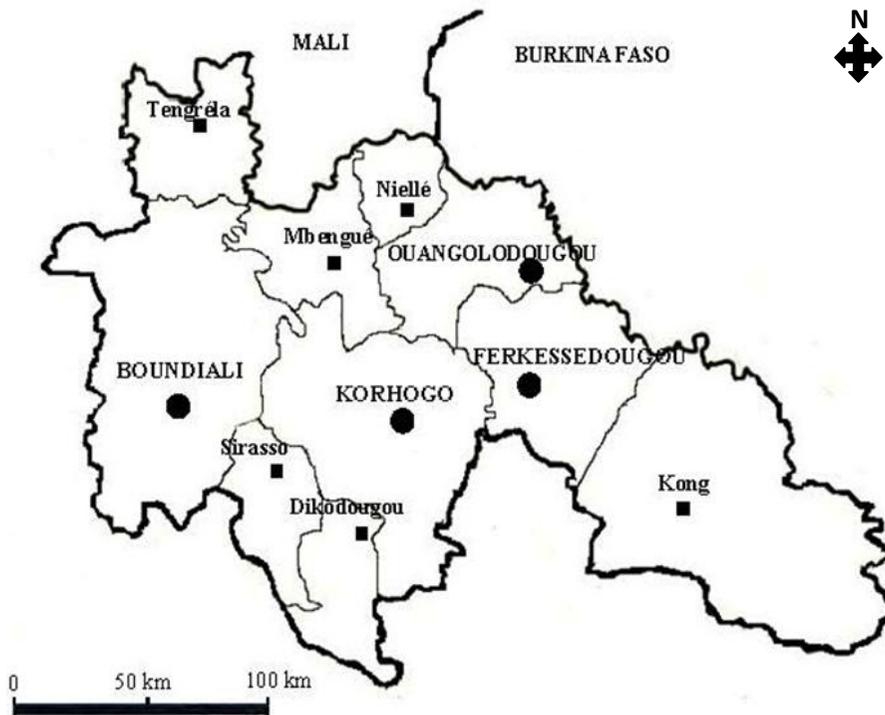


Figure 1. Carte de la zone des savanes de la Côte d'Ivoire

● Zones autour desquelles la prospection et les collectes ont été réalisées

Les variables ou paramètres mesurés sont : le taux d'émergence des plantules, la taille de la plante, le nombre de feuilles, la surface foliaire totale, l'envergure, la biomasse sèche totale, le délai de maturation des gousses, le nombre de gousses mures, le taux de coques par gousse, le poids de 100 graines, le poids d'une graine, la longueur et la largeur des graines et le rendement. Les différents paramètres agromorphologiques sont mesurés suivant les recommandations des descripteurs du pois bambara (IPGRI et al., 2000).

Analyse statistique des données

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel SAS 9.1.3. L'analyse de variance a été suivie du test de la plus petite différence significative (LSD) lorsque $P < 0,05$. Les valeurs obtenues en pourcentage ont préalablement été transformées à l'aide de la formule suivante : $\arcsin(\sqrt{p})$ où p est la valeur en fréquence. Ensuite, une analyse en composantes

principales (ACP) a été réalisée afin de définir les liens qui existent entre les variables quantitatives étudiées et de regrouper les morphotypes ayant les mêmes similitudes.

Résultats et discussion

Sexe	Nombre paysans	proportions
Femme	290	87,88
Homme	40	12,12
Total	330	100

Tableau 1. Proportions de femmes et d'hommes pratiquant la culture du voandzou dans la zone des savanes de la Côte d'Ivoire

Type de culture	Nombre de parcelles	Taux (%)
Culture pure	179	54,24
Culture associée	151	45,76
Total	330	100

Tableau 2. Modes de culture du voandzou dans la zone des savanes de la Côte d'Ivoire

Prospection et collecte des morphotypes

Les résultats de l'enquête relative à la proportion des hommes et des femmes pratiquant la culture du voandzou dans la zone Nord sont indiqués dans le tableau I. L'analyse de ce tableau révèle que le voandzou est principalement cultivé par les femmes (environ 90 %). Des observations similaires ont déjà été rapportées dans diverses régions de la Tanzanie (Ntundu, 2006) et du Ghana (Berchie et al., 2010). La pratique de la culture du voandzou en fonction du sexe, dépend du groupe ethnique et des traditions locales. Chez les Gnaraforo, groupe ethnique situé dans le département de Ferkessédougou, précisément à Palwalakaha, la culture du voandzou est exclusivement dévolue aux hommes. Les femmes n'interviennent qu'au stade post-récolte à savoir, le séchage et l'écossage des gousses. Par contre, dans ce même département, dans le village Alamandiougoukaha habité par le groupe ethnique Palaga, toutes les tâches relatives à la culture du voandzou sont entièrement exécutées par le genre féminin.

Mode de culture du voandzou

Le tableau 2 indique les modes de culture pratiqués par les paysans. La monoculture et l'association culturale sont adoptées pour la culture du voandzou au nord de la Côte d'Ivoire 54 % des paysans pratiquent la culture pure alors que 46 % associent le voandzou avec d'autres plantes telles que l'arachide, le maïs, le niébé et l'igname. Contrairement à ces observations, Sesay et al. (1999) ont rapporté que dans plusieurs régions du Swaziland, la monoculture représente 98 % des parcelles occupées par le voandzou. Les associations réalisées (2 %) sont généralement établies avec le maïs, le sorgho et le mil.

Code	Nom local	Couleur des graines	Groupe ethnique	Localités
Ci1	Tikanikourou, Tchitchègan, Chumorgo	Crème	Malinké, Gbin, Mossi, Samorgo	Ouangolodougou
Ci2	Pouguélé, Poulolo Tikanikourou Tchitchègan, Chumorgo	Beige roux tachetées de rouge foncé	Sénofo, Malinké Gbin, Samorgo, Mossi	Korhogo, Boundiali, Ferkessédougou, Ouangolodougou,
Ci3	Pouguélé Tikanikourou, Tchitchègan, Chumorgo	Marbrures noires et brunes sur fond crème	Sénofo, Malinké, Gbin, Mossi, Samorgo	Ouangolodougou
Ci4	Pouguélé poulolo	Noire	Sénofo	Korhogo, Boundiali, Ferkessédougou, Ouangolodougou
Ci5	Pouguélé Poulolo Tikanikourou, Tchitchègan	Rouge foncé	Sénofo, Malinké, Gbin	Korhogo, Boundiali, Ferkessédougou, Ouangolodougou
Ci6	Pouguélé Poulolo Tikanikourou, Tchitchègan	Crème avec œil noir en forme de papillon	Sénofo, Malinké, Gbin	Korhogo, Boundiali, Ferkessédougou, Ouangolodougou
Ci7	Pouguélé Tikanikourou	Violet claire avec rayure violet foncé	Sénofo Malinké	Korhogo Ouangolodougou,
Ci1 0	Pouguélé	Beige taché de noir	Sénofo	Korhogo (Gbalèkaha à sédiogo)
Ci1 1	Pouguélé	Rouge tacheté de rouge et brun	Sénofo	Korhogo (Gbalèkaha à sédiogo)
Ci1 2	Pouguélé	Beige claire tachetées de rouge claire	Sénofo	Korhogo (Gbalèkaha à sédiogo)
Ci1 4	Pouguélé	Rouge tacheté	Sénofo	Sediogo (Korhogo)
Ci1 5	Pouguélé ou Pouchonnou	Rouge brunâtre	Sénofo	Korhogo (Gbalèkaha à sédiogo)
Ci2 0	Tikanikourou	Violet foncé avec rayure violet foncé	Malinké	Ouangolodougou (Kaoura)
Ci2 1	Pouguélé Chumorgo	Crème contour du hile noir	Sénofo, Mossi	Ouangolodougou (Détikaha)
Ci2 2	Pouguélé	Beige foncé tachetées de rouge foncé	Sénofo	Korhogo (Waraniéné)

Tableau 3. Morphotypes collectés dans la zone des savanes de la Côte d'Ivoire.

Critères de choix des morphotypes cultivés

Au total, 156 accessions ont été collectées dans 66 villages prospectés. En se basant sur la coloration du tégument et la taille des graines, les accessions ont été regroupées en 15 morphotypes (Tableau 3). Les noms locaux attribués au voandzou varient en fonction du groupe et du sous-groupe ethnique. Dans le groupe sénofo, les Nafaran, les Tchémara, les Fondonon et les Trinwéré désignent le voandzou par le nom pouguélé tandis que les gnaraforo et les Palaga l'appellent respectivement poulolo et pogolo ou poulodjogue. Contrairement au groupe sénofo, les groupes ethniques de la zone Ouest du Ghana identifient les morphotypes de voandzou dans la

langue locale en fonction de critères tels que, la couleur des graines et le cycle de culture (Abu et Buah, 2011).

Généralement, dans la zone prospectée, les paysans ne font pas de distinction entre les morphotypes de voandzou. Les semis se font en mélangeant tous les morphotypes. Le taux des morphotypes collectés dans la zone des savanes est illustré par la figure 2. Le morphotype Ci2 est le plus cultivé dans toute la zone des savanes (figure 3A). Les morphotypes Ci5 et Ci6 représentés respectivement par les figures 3B et 3C sont présents dans toute la zone avec une forte production dans les départements de Boundiali et de Ferkessédougou. Dans certains villages tels que Salamvogo et Détikaha situés dans le département de Ouangolodougou, le choix des morphotypes est lié à la durée du cycle de culture et à la coloration des graines. Selon les paysans de ces villages, le morphotype Ci1 illustré par la figure 3D est le plus cultivé compte tenu du fait qu'il est plus précoce (3 mois), plus digeste et facile à cuire. Les graines de ce morphotype sont beaucoup prisées par les groupes ethniques Malinké, Gbin, Mossi et Samorgo. Ce morphotype, originaire du Burkina faso, aurait été introduit en Côte d'Ivoire par les groupes ethniques Mossi, Gbin et Senoufo. Conformément à nos observations, Ramolemana et al. (2004) ont montré que dans la majorité des régions d'Afrique où le voandzou est cultivé, les graines de couleur crème sont les plus consommées.

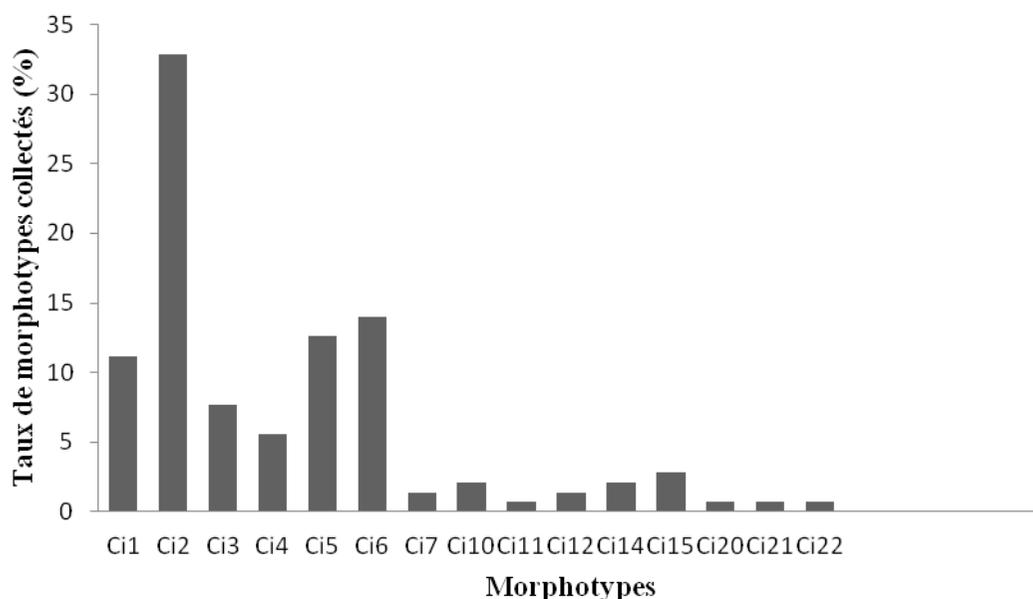


Figure 2. Fréquences de collecte des morphotypes de voandzou dans la zone de savane de la Côte d'Ivoire



Figure 3. Graines de voandzou couramment cultivées et consommées dans la zone des savanes de la Côte d’Ivoire : Ci2 (A), Ci6 (B), Ci5 (C) et Ci1 (D)

Méthodes de conservation des semences

Indépendamment des groupes ethniques, diverses méthodes sont adoptées pour la conservation des semences dans la zone des savanes (figure 4). Généralement, les semences sont conservées sous forme de graines et non de gousses. Les produits utilisés pour la conservation des graines sont : la cendre, les produits chimiques, les plantes (séchée ou non) et le sel de cuisine. Quelque soit le produit utilisé pour la conservation, les graines sont stockées dans les greniers, les bidons ou dans des endroits hermétiquement clos pour éviter toute infestation. Près de 42 % des paysans utilisent les produits chimiques pour la conservation des graines. Ce sont les polytrines (Cypermétrine, Profénofos), principalement utilisés dans la lutte contre les insectes ravageurs du cotonnier. Certains produits non identifiés, sous forme de poudre blanche ou rose vendus dans de petits sachets sont aussi utilisés pour la conservation. Ces produits sont le plus souvent mélangés avec la cendre pour le stockage des graines. Toutefois, l’utilisation exclusive de la cendre pour la conservation des graines a été rapportée par 24 % de paysans. Selon, Drabo et al. (1997), ce mode de conservation est le plus répandu au Burkina Faso.

Les feuilles séchées ou fraîches de plantes telles que *Ocimum canum* (Sims), *Hyptis spicigera* (Lam.), *Azadirachta indica* A. (Juss.) sont utilisées pour la conservation des graines. Les propriétés insecticides de ces plantes ont été mises en évidence par de nombreux auteurs (Bamaiyi et al., 2006; Bambara et Tiemtoré, 2008). Le citron et le piment sont aussi utilisés pour la conservation des graines dans la zone de Korhogo. Certains paysans mélangent ces plantes avec la cendre. Dans la zone de Ouangolodougou, après le séchage des graines au soleil, elles sont recouvertes avec la poudre de l’écorce de *Khaya senegalensis* (Desr.) pour éviter les attaques des insectes.

Au moins, 7 % des paysans interrogés au cours de cette étude ne conservent pas leurs semences. Ces paysans vendent et/ou consomment toute la récolte. Selon eux, la conservation est considérée comme étant onéreuse

et, malgré la présence de produits chimiques, d'importantes pertes sont observées durant le stockage.

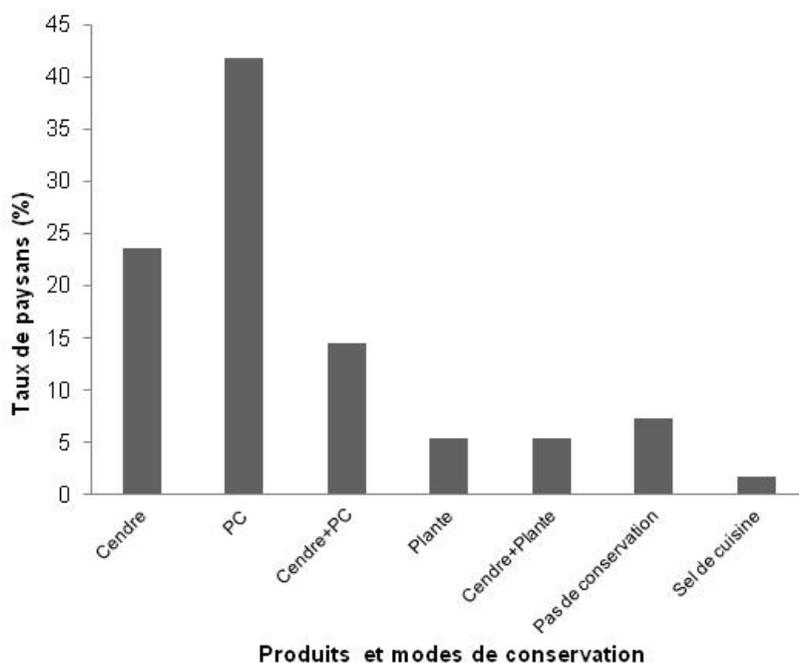


Figure 4. Taux de paysans en relation avec le mode de conservation des semences de voandzou et les produits utilisés. PC: Produit chimique

Caractérisation agromorphologique des morphotypes

La caractérisation agromorphologique a été réalisée avec 15 des morphotypes collectés. Il s'agit des morphotypes Ci1, Ci2, Ci3, Ci4, Ci5, Ci6, Ci7, Ci10, Ci11, Ci12, Ci14, Ci15, Ci20, Ci21 et Ci22. Cette caractérisation a été réalisée en deux phases. La première phase a consisté à mesurer les paramètres de croissance et de développement. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 4.

Le taux final d'émergence (TFE), déterminé après l'arrêt total de l'émergence des plantules (15 JAS) a varié de 26,8 à 91,25%. Les taux les plus élevés ont été observés avec les morphotypes Ci4, Ci12, Ci11, Ci10 et Ci15. Les morphotypes Ci3 et Ci20 collectés à Ouangolodougou et caractérisés par des graines de grande taille ont exprimé les taux les plus faibles. La variabilité de réponse exprimée dans nos conditions pourrait traduire une hétérogénéité de la qualité germinative des semences qui résulterait principalement de leurs états sanitaire et physiologique. Contrairement à cette observation, Massawe et al. (2002) ont signalé l'effet favorable de la taille des graines sur l'émergence des plantules.

L'évaluation de la croissance des plants a montré une variabilité entre les morphotypes pour la taille, le nombre de feuille, la surface foliaire totale, l'envergure de la plante et la biomasse sèche totale. La taille des plantes a varié de 14,42 à 19,62 cm. Les plants des morphotypes Ci5, Ci7, Ci14, Ci15 et Ci22 ont présenté les tailles les plus élevées.

Tableau 4. Caractérisation morphologique de quinze morphotypes de voandzou

Morphotype s	TFE	T (cm)	NF	SFT (cm ²)	ENV (cm)	BST (g)	DMG (j)
Ci1	81,44 cdef	14,87 f	84,24 e	1644,20 g	36,28 e	18,84 f	100,6 b
Ci2	83,33 bcde	17,96 d	131,24 c	3053,94 cd	46,44 c	27,86 bc	120,20 b
Ci3	55,75 h	16,77 e	107,08 d	2543,59 f	49,80 b	29,93 bc	103,2 b
Ci4	90,27 ab	18,15 cd	116,80 d	2628,01 f	45,87 c	23,53 de	121,80 a
Ci5	61,11 h	19,62 a	108,76 d	3033,79 cde	52,73 a	23,75 de	124,00 a
Ci6	76,11 ef	18,66 bc	110,20 d	2747,67 def	47,60 c	28,62 bc	123,00 a
Ci7	85,00 bcde	18,95 ab	86,60 e	2703,78 ef	46,49 c	28,21 bc	124,40 a
Ci10	88,38 abc	14,42 f	87,88 e	1534,92 g	34,31 f	12,64 g	87,80 d
Ci11	87,08 abc	17,46 de	76,20 ef	1530,83 g	18,68 g	11,89 g	86,40 d
Ci12	91,25 a	14,73f	75,96 ef	1623,13 g	36,68 e	14,64 g	88,60 cd
Ci14	85,68 bcd	19,45 a	145,9 b	3456,75 b	51,32 ab	31,14 b	124,80 a
Ci15	90,17 ab	18,93 ab	135,64 bc	3196,11bc	49,64 b	27,11 cd	124,20 a
Ci20	26,84 i	14,82 f	68,48 f	1448,64 g	35,62 ef	14,00 g	93,60 c
Ci21	78,83 def	17,09 e	77,56 ef	1590,55 g	40,09 d	20,22 ef	89,20 cd
Ci22	75,40 fg	19,46 a	166,24 a	4041,41 a	51,96 a	36,69 a	125,20 a
LSD 5%	6,682	0,69	12,46	331,41	1,89	3,861	3,73
CV	8,50	7,22	21,29	24,30	7,95	29,82	2,73

TFE= taux final d'émergence ; T= taille de la plante ; NF= nombre de feuille ; SFT= surface foliaire totale ; ENV= envergure ; BST= biomasse sèche totale ; DMG= délai de maturation des gousses. Dans une même colonne, les nombres suivis d'une même lettre sont statistiquement identiques. Les valeurs de TFE sont les valeurs non transformées alors que les valeurs de la LSD et du CV sont issues des valeurs transformées

La différence de taille observée pourrait exprimer des spécificités génotypiques et même des spécificités nutritionnelles. Le morphotype Ci22 a exprimé les valeurs les plus importantes pour les variables, nombre de feuilles, surface foliaire, biomasse sèche totale et envergure des plantes. Ainsi, le développement végétatif a été plus important avec ce morphotype.

La variabilité de croissance entre les morphotypes pourrait être liée à l'efficacité d'interception du rayonnement solaire et surtout à l'efficacité biologique de conversion de ce rayonnement en biomasse.

Le délai de maturation des gousses a permis de déterminer la durée du cycle de culture des morphotypes. Ainsi, les morphotypes Ci2, Ci4, Ci5, Ci6, Ci7, Ci14, Ci15 et Ci22 ont exprimé des délais identiques (120 jours). Le deuxième groupe constitué des morphotypes Ci1 et Ci3 est caractérisé par une durée du cycle de culture estimée à 105 jours. Enfin, le troisième groupe est composé des morphotypes, Ci10, Ci11, Ci12, Ci20 et Ci21. Avec 90 jours de durée de cycle cultural, ces morphotypes sont dits précoces. Ils se localisent dans la zone de Korhogo et de Ouangolodougou.

Tableau 5. Caractérisation agronomique de quinze morphotypes de voandzou

Morphotypes	NG	TCG (%)	P100gr (g)	Pgr (g)	Lgr (cm)	lgr (cm)	Rdt (kg/ha)
Ci1	23,40 d	27,96 f	77,72 fg	0,81 e	12,50 fg	10,66 c	487,7 d
Ci2	28,00 bcd	32,34 c	97,18 d	0,96 cd	12,92 d	11,47 b	642,6 cd
Ci3	24,0 d	42,41 a	108,30 b	1,00 bc	13,77 c	11,62 b	647,9 cd
Ci4	27,92 bcd	28,02 ef	70,14 h	0,77 e	11,76 h	10,35 d	560,2 d
Ci5	25,56 bcd	29,27 ed	100,58 d	1,02 b	14,08 b	11,49 b	693,4 bcd
Ci6	27,88 bcd	42,30 a	104,54 c	0,94 d	14,13 b	12,09 a	1013 abc
Ci7	32,08 b	32,85 c	122,34 a	1,28 a	16,57 a	10,36 d	1219,7 a
Ci10	26,88 bcd	21,33 i	58,96 j	0,56 i	10,91 j	9,23 h	448,8 d
Ci11	18,24 e	24,30 h	68,26 hi	0,66 h	11,78 h	9,43 h	537,2 d
Ci12	29,24 bc	26,29 g	66,08 i	0,68 hg	11,35 i	9,71 g	648,2 cd
Ci14	33,68 b	26,54 g	85,22 e	0,92 d	12,66 ef	10,78 c	1063,5 abc
Ci15	46,52 a	26,63 g	54,74 k	0,49 j	10,36 k	9,00 i	760,2 bcd
Ci20	21,00 de	32,18 c	74,80 g	0,76 ef	12,90 de	10,15 e	523,6 d
Ci21	30,40 bc	35,72 b	79,92 f	0,72 fg	12,25 g	10,24 de	527,4 d
Ci22	40,32 b	30,48 d	77,58 fg	0,81 e	11,30 i	9,93 f	1097,7 ab
LSD 5%	0,103	0,75	3,48	0,04	0,2503	0,20	422,36
CV	13,14	7,02	3,31	17,85	6,18	5,99	46,06

NG= nombre de gousses matures ; TCG= taux de coques par gousse ; P100gr = poids de 100 graines ; Pgr= poids d'une graine ; Lgr= longueur des graines ; lgr= largeur des graines ; Rdt= rendement. Dans une même

colonne, les chiffres suivis d'une même lettre sont statistiquement identiques. Les valeurs de TCG sont les valeurs non transformées alors que les valeurs de la LSD et du CV sont issues des valeurs transformées

L'évaluation des composantes du rendement a permis de mettre en évidence les capacités de productivité des plantes étudiées (tableau 5). Au cours de cette étude, le nombre de gousses par plante a varié de 18 à 47. Ces valeurs sont nettement plus élevées que celles rapportées par Edjé et Sesay (2004). Ces auteurs ont indiqué que le nombre de gousses par plante chez le voandzou fluctue de 10 à 25. La différence observée entre ces résultats pourrait s'expliquer par la différence entre les morphotypes, l'état de fertilité des parcelles et les conditions climatiques locales. Le morphotype Ci15 a produit plus de gousses que les autres morphotypes. Cependant, il est caractérisé par des graines de petite taille (P100gr, Pgr, Lgr et lgr faibles). Le taux de coque élevé chez le Ci3, montre que l'épaisseur de sa coque est plus importante. Les poids de 100 graines, d'une graine et la longueur des graines sont élevés chez le morphotype Ci7. Ce morphotype avec le Ci6, le Ci14 et le Ci22 ont exprimé un rendement en graine élevé. Ces rendements ont varié de 448,8 à 1219,7 kg/ha. Ces résultats corroborent ceux de Linnemann (1992) qui a rapporté chez le voandzou, des rendements de 650 à 850 kg/ha dans de nombreux pays semi arides tels que le Burkina Faso, le Mali et le Ghana.

Afin d'établir d'éventuelles relations entre les 14 variables utilisées au cours de cette étude, une matrice de corrélation (coefficient de Pearson) a été réalisée (tableau 6). Cette matrice montre que les corrélations les plus importantes ont été observées entre le délai de maturation des gousses, les paramètres de développement végétatif et le rendement. Le délai de maturation des gousses a été positivement corrélé à la taille de la plante ($r=0,89$), au nombre de feuille ($r=0,88$), à la surface foliaire totale ($r=0,96$), à l'envergure des plantes ($r=0,82$), à la biomasse sèche totale ($r=0,90$) et au rendement ($r=0,71$). Ces résultats pourraient signifier que les morphotypes qui ont exprimé une grande taille, un nombre de feuille, une surface foliaire, une envergure, une biomasse, un rendement et un nombre de gousses élevés sont ceux qui ont un long délai de maturation. Des observations similaires ont été indiquées par Ngwuta et Agwatu (2007) et par Bonny et Djè (2011). Cependant, ces observations n'ont pas été confirmées par les travaux réalisés par Ouedraogo (2008) et par Abu et Buah (2011). Le rendement est positivement lié à tous les paramètres de développement végétatif. Parmi les composantes du rendement, seul le poids des graines est corrélé au rendement ($r=0,57$). Le rendement augmente donc avec le poids des graines.

L'ACP réalisée indique que 78,85 % de la variabilité totale ont été exprimés par les deux premiers axes. L'axe F1 explique 52,92 % de cette variabilité tandis que l'axe F2 en exprime 25,93 %. Les variables taille, NF,

SFT, ENV, BST, DMG, Pgr, Rdt sont significativement liées à l'axe 1 au seuil de 0,05 (tableau 7). Cet axe peut être qualifié d'axe de développement végétatif. Par contre, TFE, NG, TCG et P100gr sont liées à l'axe 2. L'axe 2 exprime les composantes du rendement. L'axe 1 met en évidence deux groupes (Figure 5). Le premier groupe constitué des morphotypes Ci1, Ci10, Ci11, Ci12, Ci20 et Ci21 est caractérisé par un faible développement végétatif, un court délai de maturation des gousses et un faible rendement. Ce groupe s'oppose au deuxième groupe constitué des morphotypes Ci2, Ci3, Ci4, Ci5, Ci6, Ci7, Ci14, Ci15, Ci22. L'axe des composantes du rendement a permis une répartition plus homogène du deuxième groupe. Ainsi, les morphotypes Ci2, Ci4, Ci5, Ci14, Ci15, Ci22 ont exprimé de faibles valeurs de composantes du rendement (Pgr, TCG, Largr, Longr et P100gr) et un développement végétatif important. Ce groupe s'oppose au groupe constitué des morphotypes Ci3, Ci6 et Ci7. Ce dernier groupe est caractérisé par un développement végétatif moins important que celui du groupe 2 et plus élevé que celui du groupe 1.

	TFE	Taille	NF	SFT	ENV	BST	DMG	NG	TCG	P100gr	Pgr	Lgr	lgr	Rdt
TFE	1	0,08	0,13	0,09	-0,07	0,11	0,12	0,43	-0,44	-0,37	-0,21	-0,30	-0,32	0,14
Taille		1	0,79	0,94	0,71	0,84	0,89	0,49	0,28	0,40	0,57	0,43	0,37	0,73
NF			1	0,88	0,83	0,87	0,88	0,60	0,14	0,10	0,28	0,03	0,31	0,59
SFT				1	0,81	0,90	0,96	0,50	0,28	0,38	0,56	0,39	0,44	0,79
ENV					1	0,79	0,82	0,39	0,40	0,34	0,46	0,28	0,48	0,58
BST						1	0,90	0,53	0,12	0,34	0,58	0,36	0,35	0,76
DMG							1	0,51	0,21	0,28	0,50	0,34	0,41	0,71
NG								1	-0,20	-0,27	-0,18	-0,27	-0,40	0,46
TCG									1	0,75	0,53	0,57	0,73	0,27
P100gr										1	0,91	0,92	0,73	0,44
Pgr											1	0,93	0,71	0,57
Lgr												1	0,65	0,47
lgr													1	0,22
Rdt														1

Tableau 6. Coefficient de corrélation de Pearson de quatorze paramètres agromorphologiques utilisés dans la caractérisation des morphotypes de voandzou

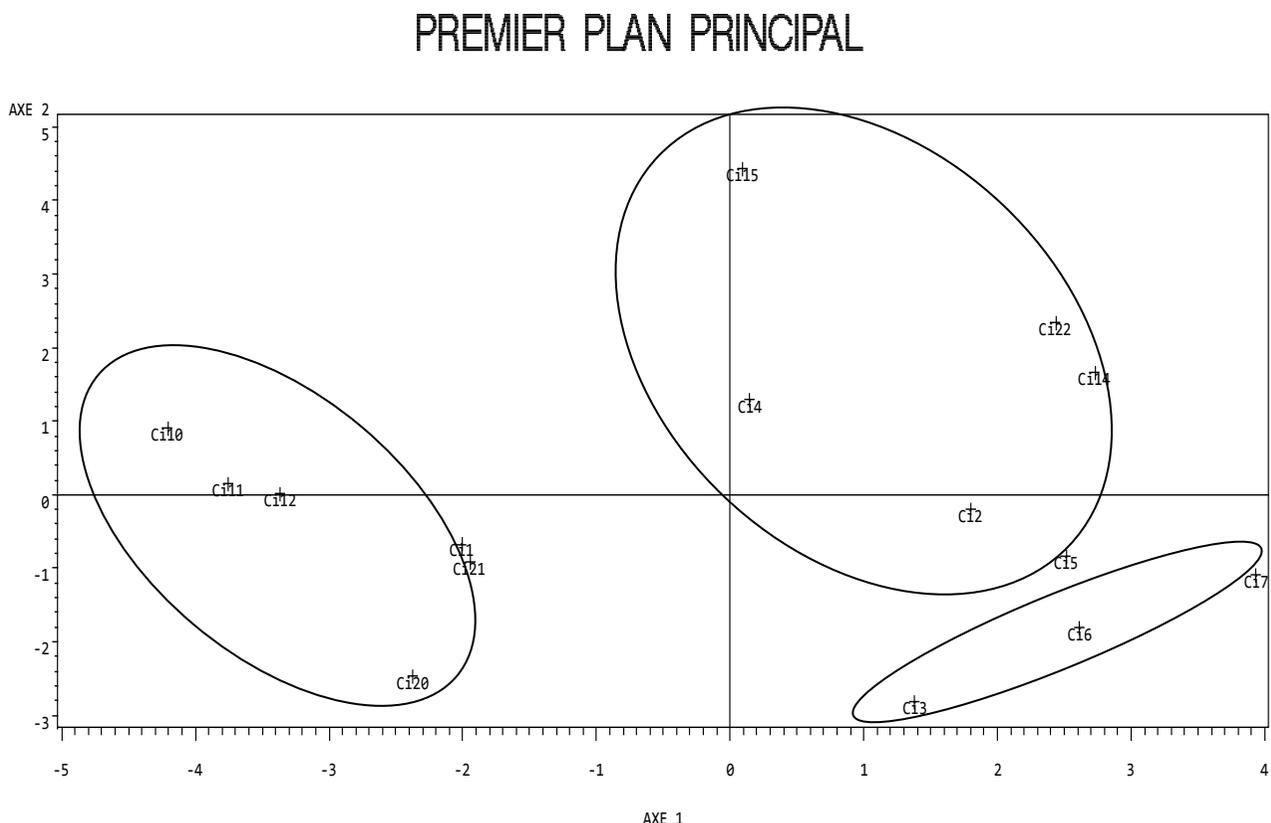
VARIABLES	Axe 1	Valeur de P	Axe 2	Valeur de P
TFE	- 0,04	0,86	0,60	0,01
Taille	0,9	< 0,001	0,22	0,41
NF	0,79	0,0004	0,48	0,06
SFT	0,94	< 0,001	0,26	0,33
ENV	0,84	< 0,001	0,16	0,55
BST	0,89	< 0,001	0,31	0,25
DMG	0,9	< 0,001	0,32	0,23
NG	0,34	0,20	0,80	0,0003
TCG	0,48	0,06	- 0,62	0,01
P100gr	0,63	0,01	- 0,71	0,0026
Pgr	0,76	0,0009	- 0,52	0,04
Longr	0,61	0,01	- 0,66	0,0073
largr	0,61	0,01	- 0,60	0,01
Rdt	0,80	0,0003	0,16	0,54

Tableau 7. Coefficient de corrélation entre les variables et les axes 1 et 2 et seuil de signification

NG= nombre de gousses matures ; TCG= taux de coques par gousse ; P100gr = poids de 100 graines ; Pgr= poids d'une graine ; Lgr= longueur des graines ; lgr= largeur des graines ; Rdt= rendement

NG= nombre de gousses matures ; TCG= taux de coques par gousse ; P100gr = poids de 100 graines ; Pgr= poids d'une graine ; Lgr= longueur des graines ; lgr= largeur des graines ; Rdt= rendement

Figure 5. Cercles de corrélations issues de l'ACP exprimant la représentativité des variables et des écotypes suivant les axes F1 et F2 (A) et les axes F1 et F3 (B)



Conclusion

L'étude réalisée a montré que le voandzou est principalement cultivé par les femmes dans la zone des savanes. La monoculture ou la culture associée sont des pratiques courantes. Plusieurs morphotypes sont utilisés dans la zone des savanes mais le morphotype à graine brun clair tacheté de rouge foncé (Ci2) est le plus cultivé et consommé. La conservation peut se faire avec la cendre, les produits chimiques, les plantes (séché ou frais) ou le sel de cuisine. La caractérisation des graines a montré que les morphotypes Ci6, Ci7, Ci14, Ci22, Ci21, Ci20, Ci12, Ci11 sont les morphotypes élites car ils ont exprimé les performances agromorphologiques les plus importantes. La culture des morphotypes Ci6, Ci7, Ci14 et Ci22 à cycle long (4 mois), devrait être réalisée dans des zones où la pluviométrie est abondante. Les corrélations entre les variables ont montré que le rendement est corrélé à la plupart des paramètres agromorphologiques utilisés dans cette étude. L'ACP a montré que les

morphotypes de voandzou collectés dans la zone des savanes peuvent être classés en trois groupes. Le groupe 1 est caractérisé par un faible développement végétatif, un cycle de culture court, de graines de petite taille et un faible rendement. Ce groupe s'oppose au groupe 2 avec des graines de taille moyenne et un rendement élevé. Enfin, le groupe 3 est caractérisé par des graines de grande taille, un développement végétatif et un rendement moins importants que ceux du groupe 2. La variabilité exprimée entre les écotypes ivoiriens peut être exploitée dans les programmes d'amélioration variétale du voandzou.

References:

- Abu HB, Buah SSJ, 2011. Characterization of Bambara Groundnut Landraces and Their Evaluation by Farmers in the Upper West Region of Ghana. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*. 6 : 64-74
- Amarteifio JO, Tibe O, Njogu RM, 2006. The mineral composition of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] grown in Southern Africa. *African Journal of Biotechnology* 5(23): 2408-2411.
- Bamaiyi LJ, Ndams IS, Toro WA, Odekina S, 2006. Effect of mahogany *Khaya senegalensis* seed oil in the control of *Callosobruchus maculatus* on stored cowpea. *Plant Protection and Science* 42(4): 130-134.
- Bambara D, Tiemtoré J, 2008. Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* (Lam.), *Azadirachta indica* A. (Juss.). et *Euphorbia balsamifera* (Ait.) sur le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Tropicultura* 26(1): 53-55.
- Berchie JN, Adu-Dapaah HK, Dankyi AA, Plahar WA, Nelson-Quartey F, Halegoah J *et al.*, 2010. Practices and Constraints in Bambara Groundnuts Production, Marketing and Consumption in the Brong Ahafo and Upper-East Regions of Ghana. *Journal of Agronomy* 9(3): 111-118.
- Bonny SB, Djè Y, 2011. Variabilité morphologique et agronomique des variétés traditionnelles de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc.(fabaceae)] de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 41: 2820 – 2835.
- Brough SH, Azam-Ali SN, 1992. The effect of soil moisture on the proximate composition of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]. *Journal of Science Food and Agriculture* 60: 197-203.
- Drabo I, Sérémé P, Dabire C, 1997. Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]: Country reports. In: Heller J, Begemann F, Mushonga J, eds. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 9. Proceedings of the workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.), 14-16 November 1995, Harare, Zimbabwe. 19-26.
- Edjé OT, Sesay A, 2004. Effects of seed source on performance and yield of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] landraces. In: Proceeding of the International bambara Groundnut Symposium” European

Union Framework Programme 5 Botswana College of Agriculture, Botswana 8 -12 September 2003. PP. 141-152.

Goli AE, 1997. Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]: Bibliographical review. In: Heller J, Begemann F, Mushonga J, eds. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 9. Proceedings of the workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.), 14-16 November 1995, Harare, Zimbabwe. 4-10.

Howell JA, 1994. Commons names given to Bambara groundnut (*Vigna subterranea* Fabaceae) in central Madagascar. *Economic Botany* 45: 217-221.

IPGRI, IITA, BAMNET, 2000. Descripteurs du pois bambara (*Vigna subterranea*). Institut international des ressources phytogénétiques, Rome, Italie; Institut International d'Agriculture Tropicale, Ibadan, Nigeria; Réseau International de pois bambara, Allemagne. 59 p

Linnemann AR, 1992. *Bambara groundnut* (*Vigna subterranea*). *Literature: a revised and updated bibliography*. Tropical Crops Communication 17 Wageningen Agricultural University, Department of Tropical Crop Science Netherlands 124 p.

Massawe FJ, Dickinson M, Roberts JA, Azam-Ali SN, 2002. Genetic diversity in Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc] landraces revealed by AFLP markers. *Genome*. 45: 1175-1180.

Massawe FJ, Mwale SS, Azam-Ali SN, Roberts JA, 2005. Breeding in Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]: strategic considerations. *African Journal of Biotechnology* 4(6): 463-471.

Mukurumbira LM, 1985. Effects of rate of fertilizer nitrogen and previous grain legume crop on maize yields. *Zimbabwe Agriculture Journal* 82(6): 177-179.

Mungate D, 1997. Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.]. In: Heller J, Begemann F, Mushonga J, eds. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 9. Proceedings of the workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.), 14-16 November 1995, Harare, Zimbabwe. 3-4.

Ngwuta AA, Agwatu UK, 2007. Evaluation of thirteen cultivars of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) in Umudike, rainforest agroecological area of Nigeria. *International Journal of Agriculture and Rural Development*, 9:126-128

Ntundu WH, Shillah SA, Marandu WYF, Christiansen JL, 2006. Morphological diversity of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces in Tanzania. *Genetic Resource and Crop Evolution* 53: 367-378.

Ouedraogo M, Ouedraogo JT, Tignere JB, Balma D, Dabire CB, Konaté G, 2008. Characterization and Évaluation of accessions of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt] from Burkina Faso. *Sciences & Nature*. 5 (2): 191-197.

Ramolemana GH, Kwerepe BC, Balole TV, khonga EB, Karikari SK, 2004. Farmer and consumer perception of the Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) ideotype in Botswana. In: Sesay A, Edjé OT. and Cornelissen R. eds. *Increasing the productivity of Bambara groundnut (Vigna subterranea) for sustainable food production in semi arid Africa*. Proceedings of the International Symposium on Bambara Groundnut. Botswana College of Agriculture, 8-12 September 2003. 17-24.

Sesay A, Kunene IS, Earnshaw DM, 1999. Farmers' knowledge and cultivation of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] in Swaziland. *UNISWA Research Journal of Agriculture, Sciences and Technology* 3(1): 27-37

Touré Y, Koné M, Tanoh KH, 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.