

## **Influence du calendrier de semis du maïs (*Zea mays* L.) et de l'année de culture sur le rendement et les composantes de rendement du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) dans la région savanicole de la Côte d'Ivoire**

### **[ Influence of sowing calendar of maize (*Zea mays* L.) and sowing year on yield and yield component in bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) in woodland savannahs of Cote d'Ivoire ]**

**Kouassi N'dri Jacob, Gore bi Boh Nestor, and Ayolié Koutoua**

Université Jean Lorougnon Guédé, Laboratoire de physiologie et pathologie végétale, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 study was made in Manfla. Optimization of sowing calendar corn and Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) was made. This study aimed to evaluate the effect of corn seeding calendar on agronomic parameters of voandzou. A series of pure cultures device of offset and simultaneous planting seedling was taken. These provisions are voandzou sown 15 days before maize (M15JAPV), voandzou sown 30 days before maize (M30JAPV), voandzou sown 15 days after maize (M15JAVV) voandzou sown 30 days after maize (M30JAVV) and simultaneous sowing. The production of each association system was evaluated on the basis of measurements on the yield and yield components. Thus, it is noted that the most important voandzou production is obtained when voandzou sown 15 and 30 days before maize maize.

**KEYWORDS:** *Vigna subterranea*, cereal, yield components, Côte d'Ivoire.

**RESUME:** L'étude menée à Manfla a porté sur l'évaluation agronomique d'un morphotypes de voandzou (*Vigna subterranea*). Une optimisation du calendrier de semis du maïs et du voandzou a été faite. Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet de du callendrier de semis du maïs sur les paramètres agronomiques du voandzou. Un dispositif de séries de cultures pures, de semis décalés et des semis simultanés a été effectué. Ces dispositions sont: Voandzou semé 15 jours avant le maïs (M15JAPV), Voandzou semé 30 jours avant le maïs (M30JAPV), Voandzou semé 15 jours après maïs (M15JAVV), Voandzou semé 30 jours après maïs (M30JAVV) et les semis simultanés. La production de chaque système d'association a été évaluée sur la base des mesures portant sur le rendement et les composantes du rendement. Ainsi, l'on remarque que la production du voandzou la plus importante est obtenue avec un décalage de ses semis de 15 ou 30 jours avant ceux du maïs.

**MOTS-CLEFS:** *Vigna subterranea*, céréale, composantes du rendement, type de culture, Côte d'Ivoire.

## **1 INTRODUCTION**

En cultures associées, les expérimentations ont montré que les pratiques des agriculteurs sont fondées sur la quasi-absence de restitution organo-minérale, conduisant à une baisse de rendement au fil du temps. C'est dans ce cadre que plusieurs investigations ont été menées sur la mise au point ou la caractérisation des associations culturales simples et rentables [1], [2], [3]. Compte tenu de l'importance des céréales dans l'alimentation et l'économie des pays d'Afrique subsaharienne d'une part et du faible niveau de fertilité des sols de ces régions d'autre part, la majorité des modèles d'associations culturales proposées sont basées sur le binôme céréale-légumineuse [4]. Le maïs est la principale céréale

impliquée dans les associations culturales à base de cultures vivrières. L'évaluation du potentiel de plusieurs espèces de légumineuses, comme composantes de l'association culturale a été effectuée. Ainsi, en Côte d'Ivoire, l'arachide et le soja ont été évalués en association avec le maïs dans le nord [5]. Ces travaux ont montré que l'arachide était la meilleure pourvoyeuse d'azote, engendrant une augmentation du rendement de 18% chez le maïs. Cependant, une autre légumineuse dont le potentiel agronomique en tant que pourvoyeuse d'azote en association culturale impliquant les céréales n'a pas encore été évalué en Côte d'Ivoire est le voandzou. Deux études ont été conduites au Botswana sur l'association voandzou et plusieurs céréales (maïs, mil et sorgho). L'une de ces études a porté sur l'effet du voandzou sur la productivité des céréales par [6] tandis que l'autre a porté sur l'effet de l'ombrage apporté par ces céréales sur le rendement du voandzou [7]. [8] a montré que cette plante résistait bien au déficit hydrique. Les potentialités de cette légumineuse ont montré qu'elle s'adapte aux fluctuations climatiques [9]. Ceci constitue un avantage quant à sa culture dans une région à faible pluviométrie.

Le voandzou constitue un excellent précédent pour une culture annuelle ou d'arrière saison car elle apporte, en même temps qu'une masse importante de matière organique résultant de la végétation, l'azote nécessaire après sa dégradation. En effet, il est susceptible d'améliorer la production d'une céréale en culture associée [6]. En rotation culturale, il contribue à améliorer à long terme et à maintenir la fertilité du sol grâce à l'azote fourni et restitué en outre une part importante des exportations phospho-potassiques [10]. Les graines servent à l'alimentation humaine. Le voandzou constitue une plante hautement calorifique (387kcal /100g), riche en vitamines et en éléments minéraux et très équilibrée en protéines [11]. En dépit de ces nombreux avantages, le voandzou a été peu étudié et est très peu représenté dans les collections mondiales des ressources phyto-génétiques [12].

Dans le but d'améliorer la situation socio-économique du monde rural ivoirien, le Groupe de Recherche sur les Cultures Mineures (GRCM) de l'Université Nangui Abrogoua (UNA) a initié un projet dont l'objectif principal est l'amélioration des systèmes de production agricole utilisant les cultures secondaires, dont le voandzou. C'est dans cette perspective que se situe le présent travail qui vise l'intensification des systèmes des productions agricoles afin d'accroître le développement socio-économique des populations rurales. Cette intensification se fera à travers l'introduction de nouvelles technologies respectant les exigences climatiques de la région de la Marahoué. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du calendrier de semis du maïs sur la production du voandzou. Ces essais ont permis d'identifier les systèmes qui réduisent significativement le degré de compétition entre les cultures associées pour les ressources.

## **2 METHODE**

### **2.1 SITE D'ETUDE**

Les expérimentations ont eu lieu à Manfla pendant trois années (2005, 2006 et 2007). Ce village est situé dans la sous-préfecture de Gohitafla, précisément dans le département de Zuénoula et dans la région de la Marahoué. Ce département est situé au centre-ouest de la Côte d'Ivoire à environ 400 km d'Abidjan entre 6°49' Nord et 5°43' Ouest. C'est une zone moyennement arrosée avec une pluviométrie annuelle variant entre 800 et 1400 mm. La température moyenne annuelle est de 27°C. La végétation est la savane arborée avec une dominance de *Chromolaena odorata* qui, malgré son apparence homogène, comporte plusieurs espèces. Les sols des parcelles étaient en jachère depuis au moins deux années avant l'installation des expérimentations. Les sols du site sont pauvres en argile et en matière organique. C'est un sol très sableux à texture sablo-limoneuse, légèrement acide et pauvre en azote et en phosphore. Le choix de ce village se justifie par le fait qu'il constitue une zone de production du voandzou. La variabilité des précipitations est le principal facteur limitant à la production agricole dans la zone. La surexploitation des terres caractérise toute la zone et met en danger les écosystèmes.

### **2.2 DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX**

Le calendrier de semis du maïs et du voandzou en cultures associées a été testé pendant trois années (2005, 2006 et 2007). Le dispositif expérimental est un bloc complètement randomisé avec trois blocs et trois répétitions. Sur l'ensemble des trois blocs, 18 parcelles élémentaires de 6 m x 6 m ont été constituées. La distance entre deux blocs consécutifs est de 2 m et celle des parcelles à l'intérieur d'un bloc, de 1 m. Les espacements adoptés sont de 50 cm x 50 cm tant sur les parcelles d'associations que sur celles en cultures pures. Pour chaque espèce, trois graines ont été semées par poquet mais un seul plant vigoureux a été laissé par poquet. Les calendriers de semis étudiés sont les semis simultanés et décalés. Le voandzou est semé 15 et 30 jours avant le maïs (M15JAPV et M30JAPV) d'une part, 15 et 30 jours après maïs (M15JAVV et M30JAVV) d'autre part. Par ailleurs, des semis simultanés des deux espèces ont été effectués. Des cultures pures de voandzou ont été également mises en place pour servir de base de calcul du taux de surface équivalente. Les effectifs des individus en fonction du type de traitement aussi bien en association qu'en culture pure estimés en nombre de plantes par hectare est de 40000.

## 2.3 COLLECTE DES DONNEES

Les rendements (la production en graines et la biomasse sèche) et neuf caractères agronomiques sélectionnés dans la liste des descripteurs du voandzou [13] ont été analysés. Ces caractères ont été identifiés comme des composantes de rendement [14]. Les mesures ont été effectuées sur un échantillon de 30 plantes pris de façon aléatoire sur chaque parcelle élémentaire. A la dixième semaine (date à laquelle il n'a plus d'apparition de nouveaux organes au niveau de la plante), l'envergure, la hauteur et le nombre de feuilles par plante ont été déterminés. A la récolte, le poids des gousses fraîches a été déterminé. Le nombre de gousses a été également noté pour chaque plante. Les gousses et la plante ont été séchées au soleil jusqu'à l'obtention d'un poids sec constant. Ensuite, le poids des gousses sèches par plante, le poids de la plante sèche, le poids des graines sèches par plante, l'indice de récolte et le taux de remplissage ont été définis. Les mesures effectuées sont consignées dans le tableau 1.

**Tableau 1. Méthodes de mesures des composantes de rendement du voandzou en réponse au type de culture et à la densité de semis**

Rendements et composantes de rendement	Méthodes de mesures et la taille des échantillons par parcelle élémentaire
Rendement: Rdt (t/ha)	Mesure du poids moyen de graine par plante à l'hectare.
Biomasse sèche: BmS (t/ha)	Mesure du poids moyen de la plante sèche à l'hectare
Envergure de la plante: Env (cm)	Mesure de la distance entre les deux feuilles les plus extrêmes, effectuée pour 30 plantes.
Hauteur de la plante: Hau (cm)	Mesure de la distance séparant la feuille la plus éloignée de la surface du sol, effectuée sur 30 plantes.
Nombre de feuilles: NbF	Effectif de l'ensemble des feuilles de chaque plante, effectué sur 30 plantes.
Nombre de gousses par plante: NbGo	Effectif de l'ensemble des gousses sur chaque plante, effectué sur 30 plantes.
Nombre de graines par plante: NbGr	Effectif de l'ensemble des graines après séchage des gousses pour chaque plante, effectué sur 30 plantes.
Poids des gousses sèches: PGoS (g)	Masse des gousses récoltées et séchées sur chaque plante, effectuée sur 30 plantes.
Poids des graines: PGr (g)	Masse des graines sur chaque plante, effectuée sur 30 plantes.
Indice de récolte: InR	Rapport masse totale de graines sèches issues d'une plante sur le poids de la plante totale, effectué sur 30 plantes.
Taux de remplissage: TxR	Rapport masse totale de graines sèches issues d'une plante sur le poids des gousses de la même plante, effectué sur 30 plantes.

## 2.4 ANALYSE STATISTIQUE

L'influence du calendrier de semis et de l'année d'essai sur la productivité des cultures associées a été testée. L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) a donc été utilisée pour étudier cette influence. La signification du test est déterminée en comparant la probabilité ( $P$ ) associée à la statistique du test au seuil  $\alpha = 0,05$ . Lorsqu'une différence significative a été observée entre les caractères, l'ANOVA a été complétée par le test de la Plus Petite Différence Significative (PPDS).

## 3 RÉSULTATS

### 3.1 INFLUENCE DE L'ANNEE DE CULTURE SUR LA PRODUCTIVITE DU VOANDZOU

A l'exception du rendement en graines et de l'indice de récolte, une influence significative de l'année d'essai a été observée sur les paramètres analysés (tableau 2). L'année 2005 a donné les valeurs les plus élevées de l'envergure de la plante, du poids des gousses sèches et du poids des graines. Par contre, les plus grandes valeurs du nombre de feuilles et du taux de remplissage ont été observées en 2007. Une différence partielle a été observée pour cinq variables. Ce sont la biomasse sèche, l'envergure et la hauteur de la plante, le nombre de gousses et de graines par plante. Pour la biomasse sèche et l'envergure, la différence est due à l'année 2005, alors qu'au niveau du nombre de gousses et de graines, cette différence est attribuable aux faibles valeurs obtenues en 2007. Dans l'ensemble, six variables ont donné les plus faibles valeurs en 2007.

**Tableau 2. Moyennes ( $\pm$  écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le voandzou en fonction des années de culture et résultats des tests statistiques.**

Variables	Moyennes ( $\pm$ écart-type)			Statistiques	
	2005	2006	2007	F	P
Rdt (t/ha)	0,45 $\pm$ 0,261	0,45 $\pm$ 0,368	0,32 $\pm$ 0,259	0,73	0,488
BmS (t/ha)	0,38 $\pm$ 7,58 <sup>a</sup>	0,24 $\pm$ 8,47 <sup>b</sup>	0,26 $\pm$ 8,78 <sup>b</sup>	16,47	<0,001
Env (cm)	59,63 $\pm$ 7,43 <sup>b</sup>	57,98 $\pm$ 7,05 <sup>a</sup>	57,17 $\pm$ 5,13 <sup>a</sup>	10,96	<0,001
Hau (cm)	26,52 $\pm$ 2,97 <sup>a</sup>	29,37 $\pm$ 3,22 <sup>b</sup>	26,32 $\pm$ 2,10 <sup>a</sup>	96,00	<0,001
NbF	78,04 $\pm$ 18,53 <sup>a</sup>	103,10 $\pm$ 30,71 <sup>b</sup>	133,96 $\pm$ 36,45 <sup>c</sup>	541,65	<0,001
NbGo	31,05 $\pm$ 13,11 <sup>b</sup>	32,13 $\pm$ 16,51 <sup>b</sup>	22,85 $\pm$ 11,59 <sup>a</sup>	52,23	<0,001
NbGr	31,82 $\pm$ 13,72 <sup>b</sup>	32,64 $\pm$ 17,13 <sup>b</sup>	23,17 $\pm$ 11,56 <sup>a</sup>	51,84	<0,001
PGoS (g)	31,37 $\pm$ 14,13 <sup>c</sup>	26,84 $\pm$ 15,08 <sup>b</sup>	20,64 $\pm$ 11,27 <sup>a</sup>	58,94	<0,001
PGr (g)	23,13 $\pm$ 11,17 <sup>c</sup>	19,88 $\pm$ 11,21 <sup>b</sup>	14,79 $\pm$ 7,71 <sup>a</sup>	62,57	<0,001
TxR	50,00 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	45,00 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	61,00 $\pm$ 0,13 <sup>c</sup>	49,48	<0,001
InR	0,73 $\pm$ 0,19	0,74 $\pm$ 0,04	0,72 $\pm$ 0,05	1,34	0,110

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. Rdt : Rendement (t/ha), BmS : Biomasse sèche (t/ha); Env : Envergure de la plante, Hau : Hauteur de la plante, NbF : Nombre de feuilles par plante, NbGo : Nombre de gousses par plante, NbGr : Nombre de graines par plante, PGoS : Poids des gousses sèches par plante (g), PGr : Poids des graines par plante (g), TxR : Taux de remplissage, InR : Indice de récolte

### 3.2 INFLUENCE DU CALENDRIER DE SEMIS DU MAÏS SUR LA PRODUCTIVITE DU VOANDZOU

Les résultats de l'analyse statistique ont révélé que le calendrier de semis du maïs a influencé très significativement 10 des 11 caractères analysés chez le voandzou. Il s'agit du rendement en graines, de la biomasse sèche, de l'envergure et la hauteur de la plante, du nombre de feuilles, du nombre de gousses et de graines, du poids des gousses sèches, du poids des graines et du taux de remplissage. Six variables (NbGr, NbGo, PGoS, Pgr, Rdt et TxR) ont donné les valeurs les plus élevées lorsque le maïs est semé 30 jours après voandzou. Pour l'envergure et la hauteur de la plante et le nombre de feuilles, les valeurs les plus élevées ont été observées lorsque le maïs est semé 15 jours après le voandzou. Les valeurs les plus faibles pour tous les paramètres ont été observées avec le traitement où le maïs est semé 30 jours avant le voandzou (tableau 3).

**Tableau 3. Moyennes ( $\pm$  écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le voandzou en fonction du calendrier de semis du maïs et résultats des tests statistiques.**

variables	Moyennes ( $\pm$ écart-type)					Statistiques	
	SS	M15JAPV	M15JAVV	M30JAPV	M30JAVV	F	P
Rdt (t/ha)	0,71 $\pm$ 8,70 <sup>d</sup>	0,55 $\pm$ 12,84 <sup>c</sup>	0,27 $\pm$ 4,62 <sup>b</sup>	0,93 $\pm$ 8,62 <sup>e</sup>	0,17 $\pm$ 4,68 <sup>a</sup>	24,09	<0,001
BmS (t/ha)	0,39 $\pm$ 7,44 <sup>c</sup>	0,32 $\pm$ 5,43 <sup>b</sup>	0,24 $\pm$ 4,17 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 3,83 <sup>b</sup>	0,22 $\pm$ 4,57 <sup>a</sup>	7,23	<0,001
Env (cm)	65,90 $\pm$ 6,85 <sup>c</sup>	66,10 $\pm$ 6,53 <sup>d</sup>	45,95 $\pm$ 6,08 <sup>b</sup>	63,85 $\pm$ 8,36 <sup>c</sup>	39,70 $\pm$ 5,16 <sup>a</sup>	60,94	<0,001
Hau (cm)	28,25 $\pm$ 2,02 <sup>d</sup>	29,55 $\pm$ 3,51 <sup>d</sup>	23,65 $\pm$ 1,92 <sup>b</sup>	27,10 $\pm$ 2,53 <sup>c</sup>	19,9 $\pm$ 2,19 <sup>a</sup>	36,40	<0,001
NbF	94,35 $\pm$ 19,69 <sup>b</sup>	104,65 $\pm$ 15,82 <sup>d</sup>	50,75 $\pm$ 15,15 <sup>a</sup>	98,95 $\pm$ 21,75 <sup>c</sup>	55,6 $\pm$ 12,52 <sup>a</sup>	34,59	<0,001
NbGo	47,90 $\pm$ 11,37 <sup>c</sup>	38,75 $\pm$ 18,10 <sup>b</sup>	13,50 $\pm$ 5,79 <sup>a</sup>	55,80 $\pm$ 14,26 <sup>d</sup>	14,15 $\pm$ 5,10 <sup>a</sup>	28,05	<0,001
NbGr	50,05 $\pm$ 12,51 <sup>c</sup>	40,85 $\pm$ 19,92 <sup>b</sup>	13,50 $\pm$ 5,79 <sup>a</sup>	62,35 $\pm$ 14,97 <sup>d</sup>	14,15 $\pm$ 5,10 <sup>a</sup>	27,11	<0,001
PGoS (g)	44,61 $\pm$ 11,29 <sup>d</sup>	39,31 $\pm$ 18,71 <sup>c</sup>	19,44 $\pm$ 5,95 <sup>b</sup>	57,57 $\pm$ 11,82 <sup>e</sup>	11,08 $\pm$ 4,89 <sup>a</sup>	25,47	<0,001
PGr (g)	35,74 $\pm$ 8,70 <sup>d</sup>	27,74 $\pm$ 12,84 <sup>c</sup>	13,53 $\pm$ 4,62 <sup>b</sup>	46,88 $\pm$ 8,62 <sup>e</sup>	8,81 $\pm$ 4,68 <sup>a</sup>	24,09	<0,001
TxR	65,00 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	60,00 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	41,00 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	68,00 $\pm$ 0,09 <sup>c</sup>	46,00 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	16,85	<0,001
InR	0,71 $\pm$ 0,03	0,70 $\pm$ 0,02	0,73 $\pm$ 0,05	0,70 $\pm$ 0,03	0,71 $\pm$ 0,14	0,71	0,610

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. Rdt : Rendement (t/ha), BmS : Biomasse sèche (t/ha); Env : Envergure de la plante, Hau : Hauteur de la plante, NbF : Nombre de feuilles par plante, NbGo : Nombre de gousses par plante, NbGr : Nombre de graines par plante, PGoS : Poids des gousses sèches par plante (g), PGr : Poids des graines par plante (g), TxR : Taux de remplissage, InR : Indice de récolte. SS : Semis simultané des deux cultures, M15JAPV : Voandzou semé 15 jours avant le maïs, M30JAPV : Voandzou semé 30 jours avant le maïs, M15JAVV : Voandzou semé 15 jours après maïs, M30JAVV : Voandzou semé 30 jours après maïs

### 3.3 INTERACTION CALENDRIER DE SEMIS-ANNEE D'ESSAI SUR LA PRODUCTIVITE DU VOANDZOU

Les résultats de l'interaction ont indiqué que tous les caractères mesurés, à l'exception de la hauteur de la plante, ont présenté une différence significative (tableau 4). Le rendement en graines, la biomasse sèche, le nombre de gousses, le nombre de graines, le poids des gousses et le poids des graines les plus élevés ont été obtenus en 2006 lorsque le voandzou est semé 30 jours avant le maïs. Les valeurs les plus élevées de l'indice de récolte et du taux de remplissage ont été observées en 2005 lorsque le maïs est semé 15 et 30 jours après voandzou respectivement. Alors que l'année 2007 a donné le nombre de feuilles le plus élevé lorsque le voandzou est semé 30 jours avant le maïs. Un grand nombre de faibles valeurs est observé en 2007 lorsque le voandzou est semé 30 jours après le maïs.

**Tableau 4. Moyennes ( $\pm$  écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le voandzou en interaction entre les années de culture et du calendrier de semis du maïs et résultats des tests statistiques**

	Variables	Rdt (t/ha)	BmS (t/ha)	Env (cm)	Hau (cm)	NbF	NbGo	NbGr	PGoS (g)	PGr (g)	InR	TxR
2005	SS	0,42 $\pm$ 0,20 <sup>d</sup>	0,34 $\pm$ 5,7 <sup>b</sup>	58,6 $\pm$ 5,48 <sup>b</sup>	26,35 $\pm$ 2,72	72,6 $\pm$ 18,6 <sup>a</sup>	29,2 $\pm$ 10,2 <sup>e</sup>	29,4 $\pm$ 10,2 <sup>e</sup>	29,7 $\pm$ 11,2 <sup>d</sup>	21,8 $\pm$ 8,76 <sup>d</sup>	1,4 $\pm$ 1,05 <sup>e</sup>	0,70 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
	M15JAPV	0,52 $\pm$ 0,01 <sup>e</sup>	0,38 $\pm$ 6,3 <sup>b</sup>	62,17 $\pm$ 8,1 <sup>d</sup>	26,47 $\pm$ 2,87	85,0 $\pm$ 15,4 <sup>b</sup>	35,4 $\pm$ 15,2 <sup>f</sup>	36,7 $\pm$ 16,6 <sup>f</sup>	36,6 $\pm$ 16,6 <sup>e</sup>	26,6 $\pm$ 12,3 <sup>f</sup>	1,49 $\pm$ 0,9 <sup>e</sup>	0,72 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
	M15JAVV	0,40 $\pm$ 0,06 <sup>d</sup>	0,19 $\pm$ 7,8 <sup>a</sup>	60,32 $\pm$ 5,8 <sup>c</sup>	26,55 $\pm$ 3,29	76,6 $\pm$ 15,6 <sup>a</sup>	26,9 $\pm$ 12,4 <sup>d</sup>	27,1 $\pm$ 12,4 <sup>d</sup>	29,7 $\pm$ 12,8 <sup>d</sup>	21,5 $\pm$ 9,59 <sup>d</sup>	1,36 $\pm$ 0,9 <sup>e</sup>	0,73 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>
	M30JAPV	0,58 $\pm$ 0,40 <sup>f</sup>	0,6 $\pm$ 4,17 <sup>c</sup>	63,64 $\pm$ 6,6 <sup>d</sup>	27,35 $\pm$ 2,59	91,2 $\pm$ 12,8 <sup>b</sup>	40,1 $\pm$ 13,4 <sup>j</sup>	41,7 $\pm$ 13,9 <sup>j</sup>	38,4 $\pm$ 14,7 <sup>e</sup>	29,6 $\pm$ 13,2 <sup>f</sup>	1,44 $\pm$ 0,5 <sup>f</sup>	0,8 $\pm$ 0,43 <sup>f</sup>
	M30JAVV	0,30 $\pm$ 0,17 <sup>c</sup>	0,48 $\pm$ 7,9 <sup>b</sup>	58,52 $\pm$ 7,4 <sup>b</sup>	26,90 $\pm$ 3,60	76,1 $\pm$ 21,2 <sup>a</sup>	23,05 $\pm$ 7,6 <sup>c</sup>	24,15 $\pm$ 8,3 <sup>c</sup>	22,1 $\pm$ 8,03 <sup>c</sup>	15,7 $\pm$ 5,69 <sup>b</sup>	1,07 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>	0,7 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
2006	SS	0,34 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>	0,40 $\pm$ 7,8 <sup>c</sup>	58,60 $\pm$ 4,2 <sup>b</sup>	29,25 $\pm$ 2,2	106,3 $\pm$ 2,7 <sup>c</sup>	29,9 $\pm$ 10,9 <sup>e</sup>	30,2 $\pm$ 10,2 <sup>d</sup>	23,37 $\pm$ 7,4 <sup>d</sup>	17,25 $\pm$ 5,5 <sup>c</sup>	1,0 $\pm$ 0,63 <sup>d</sup>	0,73 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>
	M15JAPV	0,28 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	0,46 $\pm$ 6,6 <sup>c</sup>	57,47 $\pm$ 6,7 <sup>b</sup>	30,15 $\pm$ 3,00	93,8 $\pm$ 25,3 <sup>b</sup>	26,0 $\pm$ 8,48 <sup>d</sup>	26,1 $\pm$ 8,66 <sup>d</sup>	20,1 $\pm$ 7,27 <sup>b</sup>	14,7 $\pm$ 5,42 <sup>b</sup>	0,7 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup>	0,72 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>
	M15JAVV	0,28 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	0,20 $\pm$ 8,1 <sup>a</sup>	54,75 $\pm$ 7,4 <sup>a</sup>	28,52 $\pm$ 3,30	82,6 $\pm$ 16,4 <sup>b</sup>	21,72 $\pm$ 8,5 <sup>c</sup>	22,5 $\pm$ 8,59 <sup>c</sup>	18,65 $\pm$ 7,5 <sup>b</sup>	14,8 $\pm$ 5,59 <sup>b</sup>	0,81 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	0,75 $\pm$ 0,6 <sup>e</sup>
	M30JAPV	0,66 $\pm$ 0,11 <sup>g</sup>	0,78 $\pm$ 5,7 <sup>e</sup>	62,92 $\pm$ 4,2 <sup>d</sup>	31,37 $\pm$ 3,07	127,7 $\pm$ 3,8 <sup>d</sup>	49,85 $\pm$ 18,7 <sup>j</sup>	50,2 $\pm$ 18,7 <sup>e</sup>	46,5 $\pm$ 17,9 <sup>f</sup>	34,5 $\pm$ 13,4 <sup>g</sup>	1,37 $\pm$ 0,6 <sup>e</sup>	0,74 $\pm$ 0,3 <sup>d</sup>
	M30JAVV	0,52 $\pm$ 0,02 <sup>e</sup>	0,22 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>	61,35 $\pm$ 6,2 <sup>f</sup>	28,95 $\pm$ 2,77	132,7 $\pm$ 27,9 <sup>j</sup>	35,3 $\pm$ 14,8 <sup>f</sup>	47,1 $\pm$ 17,2 <sup>e</sup>	25,8 $\pm$ 12,9 <sup>c</sup>	26,8 $\pm$ 9,41 <sup>f</sup>	1,3 $\pm$ 0,43 <sup>d</sup>	0,72 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>
2007	SS	0,20 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	0,40 $\pm$ 7,8 <sup>c</sup>	55,92 $\pm$ 4,2 <sup>a</sup>	26,02 $\pm$ 1,88	129,8 $\pm$ 4,5 <sup>d</sup>	16,2 $\pm$ 6,43 <sup>a</sup>	26,47 $\pm$ 6,9 <sup>d</sup>	14,55 $\pm$ 5,7 <sup>a</sup>	10,64 $\pm$ 4,1 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	0,73 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>
	M15JAPV	0,22 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	0,4 $\pm$ 6,56 <sup>c</sup>	57,5 $\pm$ 3,39 <sup>b</sup>	26,57 $\pm$ 2,04	129,6 $\pm$ 5,2 <sup>d</sup>	18,47 $\pm$ 7,8 <sup>b</sup>	28,97 $\pm$ 7,8 <sup>d</sup>	15,24 $\pm$ 6,7 <sup>a</sup>	11,11 $\pm$ 5,7 <sup>a</sup>	0,51 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	0,72 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>
	M15JAVV	0,22 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup>	0,18 $\pm$ 8,0 <sup>a</sup>	55,3 $\pm$ 4,52 <sup>a</sup>	25,92 $\pm$ 1,92	111,7 $\pm$ 4,7 <sup>c</sup>	18,6 $\pm$ 9,45 <sup>b</sup>	18,92 $\pm$ 9,3 <sup>b</sup>	15,52 $\pm$ 7,8 <sup>a</sup>	11,55 $\pm$ 6,1 <sup>a</sup>	0,72 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	0,74 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>
	M30JAPV	0,36 $\pm$ 0,21 <sup>c</sup>	0,78 $\pm$ 6,9 <sup>e</sup>	60,85 $\pm$ 4,6 <sup>c</sup>	27,75 $\pm$ 1,97	197,5 $\pm$ 1,2 <sup>e</sup>	29,15 $\pm$ 9,9 <sup>e</sup>	29,4 $\pm$ 10,1 <sup>e</sup>	27,1 $\pm$ 9,57 <sup>f</sup>	19,3 $\pm$ 6,77 <sup>d</sup>	0,79 $\pm$ 0,4 <sup>d</sup>	0,71 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
	M30JAVV	0,28 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	0,4 $\pm$ 11,9 <sup>c</sup>	60,87 $\pm$ 4,4 <sup>c</sup>	26,70 $\pm$ 1,87	125,3 $\pm$ 2,2 <sup>d</sup>	22,45 $\pm$ 8,3 <sup>c</sup>	38,47 $\pm$ 8,4 <sup>i</sup>	26,3 $\pm$ 9,87 <sup>e</sup>	24,81 $\pm$ 6,3 <sup>e</sup>	1,08 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>	0,69 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>
	F	12,64	33,9	3,55	1,09	35,02	19,88	19,09	19,84	13,55	5,16	1,83
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,365	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. Rdt : Rendement (t/ha), BmS : Biomasse sèche (t/ha); Env : Envergure de la plante, Hau : Hauteur de la plante, NbF : Nombre de feuilles par plante, NbGo : Nombre de gousses par plante, NbGr : Nombre de graines par plante, PGoS : Poids des gousses sèches par plante (g), PGr : Poids des graines par plante (g), TxR : Taux de remplissage, InR : Indice de récolte. SS : Semis simultané des deux cultures, M15JAPV : Voandzou semé 15 jours avant le maïs, M30JAPV : Voandzou semé 30 jours avant le maïs, M15JAVV : Voandzou semé 15 jours après maïs, M30JAVV : Voandzou semé 30 jours après maïs

## 4 DISCUSSION

Les tests réalisés ont montré que le calendrier de semis du maïs a influencé le rendement en graines du voandzou. Lorsque le voandzou est semé avant le maïs les rendements en graines sont élevés chez le premier. Ce résultat serait dû à une réduction du degré de compétition pour les ressources entre les composantes de l'association. En effet, les stades phénologiques auxquels les plantes ont plus besoins d'éléments nutritifs ne toujours coïncideraient pas. Ces espèces utiliseraient les mêmes ressources du sol, mais à des périodes différentes de leur stade phénologique. Ce décalage permettrait une meilleure utilisation des ressources et par conséquent, une amélioration de la productivité des cultures associées.

Il ressort également de notre étude que le maïs semé avant entraîne une faible production du voandzou. Le faible nombre de graines par plante observé chez le voandzou serait dû à l'effet de l'ombrage produit par le maïs. En effet, après un mois de croissance le feuillage dense du maïs réduirait la quantité de lumière indispensable à la réalisation de la photosynthèse pour une bonne croissance du voandzou. Cette réduction de l'activité photosynthétique diminue le métabolisme de la plante et, par conséquent, provoque une faible production en graine du voandzou. Ce résultat est similaire à celui d'[15] sur l'association niébé-maïs. Ces auteurs ont montré que les performances du niébé avaient fortement chuté lorsqu'il est semé un mois après le maïs. L'influence négative de l'absence de lumière sur la production des plantes avait été également rapportée par les travaux de [16] et de [3] respectivement sur l'association maïs-fève et maïs-arachide-

manioc. Ces auteurs ont montré que le maïs influence négativement la production de la fève et de l'arachide, dans différents types d'associations.

Le rendement en graines du voandzou n'a pas été influencé par l'année d'essai. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les paramètres climatiques (la température et les précipitations) n'ont pas changé de manière significative durant les trois années. Les facteurs environnementaux jouent un rôle important dans la physiologie des plantes [17]. Le voandzou pouvant se développer dans des conditions assez défavorables (sol pauvre, insuffisance de pluie et température élevée), son rendement en graines n'est pas influencé par ces faibles variations climatiques observées [18], [19], [20].

## 5 CONCLUSION

Nos résultats ont montré que pour avoir un rendement élevé du voandzou, il faut qu'il soit semé 15 ou 30 jours avant les maïs. Contrairement aux systèmes traditionnels à faible rendement, il existe des systèmes d'associations culturales qui optimisent le rendement des cultures. L'encouragement des producteurs à pratiquer l'intégration de cette légumineuse dans les systèmes de production pourrait leur procurer des bénéfices en termes d'amélioration du rendement, de la stabilité et de la durabilité du système.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit du Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de l'Ambassade de France en Côte d'Ivoire (convention n° 2002 935) et du Professeur Zoro BI Irié Enseignant chercheur à l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), promoteur de ce travail, pour son soutien moral, ses conseils judicieux, sa rigueur et son entière disponibilité.

## REFERENCES

- [1] P.K. Ghosh. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-aride tropics of India. *Field Crops Research* vol 88, pp. 227-237, 2004.
- [2] P. Banik A, Midya, B. Sarkar and S. Ghose. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* vol 24, pp. 325-332, 2006
- [3] S. Hauser, L Norgrove and J.N. Nkem . Groundnut/Maize/Cassava Intercrop Yield Response to Fallow Age, Cropping Frequency and Crop Plant Density on an Ultisol in Southern Cameroon. *Biological Agriculture and Horticulture* vol 24, pp. 275-292, 2006.
- [4] M. Santalla, A.P. Rodino, P.A. Casquero and A.M. Ron (2001). Interactions of bush bean intercropped with field and sweet mays. *European Journal of Agronomy* vol 15, pp. 185-196, 2001.
- [5] A. N'Goran and K.A N'Guessan. Influence d'un précédent de légumineuse herbacée et d'une jachère courte de deux ans sur la productivité du maïs au Nord de la Côte d'Ivoire. In: Floret C. & Pontanier R (Eds). *La jachère en Afrique tropicale: rôles, aménagements, alternatives*. Dakar (Sénégal): IRD; pp 616-621, 1999
- [6] S.K. Karikari, O Chaba and B Molosiwa. Effects of intercropping Bambara groundnut on pearl millet, sorghum and maize in Botswana. *African Crop Science Journal* vol 7, pp.143-152, 1999.
- [7] S.K. Karikari. Variability between local and exotic bambara groundnut landraces in Botswana. *African Crop Science Journal* vol 8, pp. 153-157, 2002.
- [8] F.L. Mkandawire. Review of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) producti in sub-Sahara Africa. *Agricultural Journal* vol 2, pp. 464-470, 2007.
- [9] S.T. Collinson, S.N. Azam-Ali, K.M. Chavula and D.A. Hodson. Growth, developpment and yield of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture. *Journal of Agricultural Science* vol 126, pp. 307-318, 1996.
- [10] F. Kumaga, S.K.A Danso and F. Zapata. Time-course of nitrogen fixation in two bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) cultivars. *Biology and Fertility of Soils* vol 18, no 3, 231-236, 1994
- [11] S.R. Minka and M. Bruneteau. Partial chemical composition of bambara pea (*Vigna sunterranea* (L.) Verdc). *Food Chemistry* vol 68, pp. 273-276, 2000.
- [12] S.N. Azam-Ali, A. Sesay, S.K. Karikari, F.J. Massawe, J. Aguilar-Manjarrez, M Bannayan and K.J. Hampson. Assessing the potential of an underutilized crop- a case study using bambara groundnut. *Experimental Agriculture* vol 37, pp 433-472, 2001.
- [13] IPGRI/IITA/BAMNET. *Descriptors for bambara groundnut (Vigna subterranea)*. Rome; 48 pages, 2000.

- [14] M. Ouédraogo, J.T. Ouédraogo, J.B. Tigneré, D. Balma, C.B. Dabiré and G. Konaté. Characterization and evaluation of accessions of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) from Burkina Fasso. *Sciences & Nature* vol 5, pp.191-197, 2008.
- [15] E Adipala, C.P. Ocaya and D.S.O. Osiru. Effect of time of planting cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) on growth and yield of cowpea. *Tropicultura* vol 2, no 20, pp. 49-57, 2002.
- [16] L. Li, S.C. Yang, X.Li, F.S. Zhang and P. Christie. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant Soil* vol 2, no 212, pp. 105-114, 1999.
- [17] S. K Karikari and TT Tabona. Constitutive traits and selective indices of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L) Verdc) landraces for drought tolerance under Botswana conditions. *Physics and Chemistry of the Earth* vol 29, 1029-1034, 2004
- [18] M. Brink. Development, growth and dry matter partitioning in bambara groundnut (*Vigna subterranea*) as influenced by photoperiod and shading. *Journal of Agricultural Science* vol 133, pp. 159-166, 1999.
- [19] F.J. Massawe, S.N. Azam-Ali and J.A. Roberts . The impact of temperature on leaf appearance in bambara groundnut landraces. *Crop Science* vol 43, pp. 1375-1379, 2003.
- [20] S.S. Mwale, SN Azam-Ali and F.J. Massawe. Growth and development of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture:1. Dry matter and yield. *European Journal of Agronomy* vol 26, pp. 345-353, 2007.