



Influence du décalage de semis du maïs (*Zea mays* L.) et du bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) sur leur production en zone savanicole de la Côte d'Ivoire

Kouassi N'dri Jacob* Tonessia Dolou Charlotte, Seu Jonathan Gogbeu, Soko Dago Faustin, Ayolié Koutoua

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

*Corresponding Author: kouassindrijacob@yahoo.fr, Tel +225 05 97 86 56 /48 66 74 48.

Other authors: jgogbeu@yahoo.fr, dolouc@yahoo.fr, fsoko2000@yahoo.com, consty6@hotmail.com

Original submitted in on 23rd April 2016. Published online at www.m.elewa.org on 30th June 2016
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v102i1.9>

RESUME

Objectif : Ce travail traite de l'effet du calendrier de semis des cultures associées sur leur production. Ce travail est de déterminer le calendrier de semis qui optimiserait le rendement de l'association culturale maïs-bambara groundnut (bambara groundnut).

Méthodologie et résultats : Les calendriers de semis étudiés sont les semis simultanés et décalés. Le bambara groundnut 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 bambara groundnut ont été également mises en place pour servir de base de calcul du taux de surface équivalente. Les rendements du maïs et du bambara groundnut les plus élevés sont obtenus lorsque ce dernier est semé 30 jours avant le maïs. Par contre, l'année de culture n'a pas influencé les rendements des deux cultures donnant des valeurs égales. Pour avoir un rendement élevé des deux cultures, il faut que le bambara groundnut soit semé 15 ou 30 jours avant les maïs.

Conclusion et application : L'association du maïs avec le bambara groundnut a amélioré le rendement du maïs seulement quand ce dernier a été introduit quatre semaines après le bambara groundnut. En effet, cette étude a montré que la valeur du LER est élevée lorsque le maïs est semé après le bambara groundnut. Pour avoir un rendement élevé des deux cultures, il faut que le bambara groundnut 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.

Mots-clés : *Vigna subterranea*, céréale, composantes du rendement, type de culture,

Seeding time influence on maize (*Zea mays* L.) and Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) production in the savanna area of Côte d'Ivoire

ABSTRACT

Objective: This work is to determine the sowing calendar that would optimize the performance of the maize crop and Bambara groundnut association ().

Methods and Results: The studied sowing schedules were staggered and simultaneous. Bambara groundnut was sown 15 and 30 days before maize (M15JAPV and M30JAPV) on the one hand, 15 and 30 days after maize (M15JAVV and M30JAVV). In addition, simultaneous seeding of the two species was done. Pure cultures of Bambara groundnut were also set up to serve as a basis for calculating the surface equivalent rate. Yields of maize and highest Bambara groundnut were obtained when sown 30 days before. For maize, the crop year did not influence the yields of both crops giving equal. To have a high yield of both crops Bambara groundnut must be sown 15 or 30 days before the maize.

Conclusion and application of the results: The combination of maize with Bambara groundnut improved maize yield only when it was introduced four weeks after bambara groundnut. Indeed, this study showed that the value of LER is high when the maize is planted after Bambara groundnut. To have a high yield of the two crops must be sown Bambara groundnut 15 or 30 days before the maize. Unlike traditional systems with low yields, there are associations of agricultural systems that optimize crop yields

Key words : *Vigna subterranea*, cereal, yield components, type of crop

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 (Ghosh, 2004; Banik *et al.*, 2006; Hauser *et al.*, 2006). Compte tenu de l'importance des céréales dans l'alimentation et l'économie des pays d'Afrique sub-saharienne 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 (Santalla *et al.*, 2001; Banik *et al.*, 2006). 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 (N'Goran et N'Guessan, 1999). 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 bambara groundnut. Deux études ont été conduites au Botswana sur l'association bambara groundnut et plusieurs céréales (maïs, mil et sorgho). L'une de ces études a porté sur l'effet du bambara groundnut sur la productivité des céréales (Karikari *et al.*, 1999) tandis que l'autre a porté sur l'effet de l'ombrage apporté par ces céréales sur le rendement du bambara groundnut (Karikari *et al.*, 2002). Mkandawire (2007) a montré que cette plante résistait bien au déficit hydrique. Les potentialités de cette légumineuse ont montré qu'elle s'adapte aux fluctuations climatiques (Collinson *et al.*, 1996). Ceci constitue un avantage quant à sa culture dans une région à faible pluviométrie. Le bambara groundnut encore appelé bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) 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 (Karikari *et al.*, 1999). 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 phosphopotassiques (Kumaga *et al*, 1994). Les graines servent à l'alimentation humaine. Le bambara groundnut constitue une plante hautement calorifique (387kcal /100g), riche en vitamines et en éléments minéraux et très équilibrée en protéines (Minka et Bruneteau, 2000). En dépit de ces nombreux avantages, le bambara groundnut a été peu étudié et est très peu représenté dans les collections mondiales des ressources phytogénétiques (Azam-Ali *et al*, 2001). 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

METHODOLOGIE

Site d'étude : 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 bambara groundnut. 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.

Dispositif expérimental : Le calendrier de semis du maïs et du bambara groundnut 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

Abrogoua (UNA) a initié un projet dont l'objectif principal est l'amélioration des systèmes de production agricole utilisant les cultures secondaires, dont le bambara groundnut. 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 des cultures associées sur leur production. Ces essais ont permis d'identifier les systèmes qui réduisent significativement le degré de compétition entre les cultures associées pour les ressources. 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 bambara groundnut 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 bambara groundnut 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.

Collecte des données : Huit caractères sélectionnés à partir des travaux de Ghosh (2004) et de Hauser *et al*. (2006) ont été retenus pour l'évaluation agronomique du maïs. Il s'agit du poids de la plante sèche (PPS), du poids de l'épi sec (PES), de la longueur de l'épi sec (LES), du diamètre de l'épi sec (DES), du poids des graines sèches (PGr), du rapport longueur/diamètre (L/d) de l'épi, du rendement en graines (Rdt) et de l'indice de récolte (InR) (Tableau 1). Les rendements (la production en graines et la biomasse sèche) et neuf caractères agronomiques sélectionnés dans la liste des descripteurs du bambara groundnut (IITA *et al*, 2000) ont été analysés. Ces caractères ont été identifiés comme des composantes de rendement (Ofori I, 1996; Karikari et Tabona, 2004; Maizeelissen, 2005; Ouédraogo *et al*, 2008). Les mesures ont été effectuées sur un échantillon de 30 plantes pris de façon aléatoire sur chaque parcelle

Kouassi et al. J. Appl. Biosci. 2016 Influence du décalage de semis du maïs (*Zea mays* L.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) sur leur production en zone savanicole de la Côte d'Ivoire

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 (Tableau 2).

Tableau 11. Méthodes de mesures du rendement et des composantes de rendement du maïs en réponse au calendrier de semis et à l'année de culture

Paramètres mesurés chez le maïs	Méthodes de mesures et taille des échantillons
Poids de la plante sèche : PPS (g)	Le poids moyen de la plante sèche a été déterminé pour chaque plante à l'aide de la balance Roberval ; les mesures ont été faites sur 30 plantes.
Poids de l'épi sec : PES (g)	Le poids moyen de l'épi sec a été déterminé à l'aide de la balance Roberval. Il a été déterminé sur 30 épis provenant chacun d'une plante.
Longueur de l'épi sec : LES (cm)	La longueur de l'épi sec a été mesurée à l'aide du ruban mètre. Il a été déterminé sur 30 épis provenant chacun d'une plante.
Diamètre de l'épi sec : DES (cm)	Le diamètre moyen de l'épi sec a été mesuré à l'aide du ruban mètre. Les mesures ont été faites sur 30 épis issus chacun d'une plante.
Poids des graines sèches : PGr (g)	Le poids des graines récoltées et séchées sur chacune des plantes a été déterminé à l'aide de la balance Roberval. Il a été déterminé sur des graines provenant 30 épis issus chacun d'une plante.
Rendement en graines : Rdt (t/ha)	Il s'obtient en ramenant le poids moyen de graines par plante à l'hectare.
Indice de récolte : InR	Il correspond au rapport de la masse totale de graines sèches produites sur le poids de la plante totale. les mesures ont été faites sur 30 plantes.
Longueur/Diamètre : L/d	Le rapport entre la longueur de l'épi sur le diamètre de l'épi considéré. Il a été déterminé sur 30 épis issus chacun d'une plante.

Tableau 2. Méthodes de mesures du rendement et des composantes de rendement du bambara groundnut en réponse au calendrier de semis et à l'année de culture.

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.

Kouassi et al. J. Appl. Biosci. 2016 Influence du décalage de semis du maïs (*Zea mays* L.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) sur leur production en zone savanicole de la Côte d'Ivoire

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 deux facteurs (ANOVA 2) 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). Ce test a permis d'identifier la date

semis et l'année d'essai qui optimisent le rendement (Dagnelie, 1998). Tous les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel SAS (SAS, 1999). L'évaluation de la performance des associations à travers le calcul du Taux de Surface Equivalent (TSE) ou Land Equivalent Ratio (LER) a été calculée pour chaque composante de l'association, ainsi que le LER total. Cette méthode est basée sur la formule de Mead et Willey (1980) décrite comme suite :

$$LER_m = \frac{Y_{Im}}{Y_{Sm}}$$

$$LER_v = \frac{Y_{Iv}}{Y_{Sv}}$$

$$LER_t = LER_m + LER_v$$

Y_{Im} : rendement du maïs en association,

Y_{Sm} : rendement du maïs en culture pure,

Y_{Iv} : rendement du bambara groundnut en association,

Y_{Sv} : rendement du bambara groundnut en culture pure,

LER_m : LER du maïs,

LER_v : LER du bambara groundnut et

LER_t : LER total. Lorsque la valeur du LER est supérieure à l'unité, l'association est plus avantageuse que la culture pure. Dans le cas contraire, l'association est moins avantageuse. L'association est aussi avantageuse que la culture pure si la valeur du LER est égale à l'unité (Ghosh, 2004).

RESULTATS

Il faut noter que quelque soit l'année d'essai, la tendance générale pour la majorité des variables analysées ne change pas. En conséquence, toutes les valeurs ont été

combinées et seules les moyennes du calendrier de semis des cultures sont présentées suivi de celles de l'année d'essai.

Tableau 3 : Moyennes (\pm écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur bambara groundnut 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 ^a	0,24 \pm 8,47 ^b	0,26 \pm 8,78 ^b	16,47	<0,001
Env (cm)	59,63 \pm 7,43 ^b	57,98 \pm 7,05 ^a	57,17 \pm 5,13 ^a	10,96	<0,001
Hau (cm)	26,52 \pm 2,97 ^a	29,37 \pm 3,22 ^b	26,32 \pm 2,10 ^a	96,00	<0,001
NbF	78,04 \pm 18,53 ^a	103,10 \pm 30,71 ^b	133,96 \pm 36,45 ^c	541,65	<0,001
NbGo	31,05 \pm 13,11 ^b	32,13 \pm 16,51 ^b	22,85 \pm 11,59 ^a	52,23	<0,001
NbGr	31,82 \pm 13,72 ^b	32,64 \pm 17,13 ^b	23,17 \pm 11,56 ^a	51,84	<0,001
PGoS (g)	31,37 \pm 14,13 ^c	26,84 \pm 15,08 ^b	20,64 \pm 11,27 ^a	58,94	<0,001
PGr (g)	23,13 \pm 11,17 ^c	19,88 \pm 11,21 ^b	14,79 \pm 7,71 ^a	62,57	<0,001
TxR	50,00 \pm 0,16 ^b	45,00 \pm 0,12 ^a	61,00 \pm 0,13 ^c	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

Influence de l'année de culture sur la production du bambara groundnut : 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 3). 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.

Influence du décalage de semis du maïs sur la production du bambara groundnut : 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 bambara groundnut. 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 bambara groundnut. 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 bambara groundnut. Les valeurs les plus faibles pour tous les paramètres ont été observées avec le traitement où le maïs est semé 30 jours avant le bambara groundnut (Tableau 4).

Tableau 4 : Moyennes (\pm écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le bambara groundnut en fonction du décalage 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 ^d	0,55 \pm 12,84 ^c	0,27 \pm 4,62 ^b	0,93 \pm 8,62 ^e	0,17 \pm 4,68 ^a	24,09	<0,001
BmS (t/ha)	0,39 \pm 7,44 ^c	0,32 \pm 5,43 ^b	0,24 \pm 4,17 ^a	0,30 \pm 3,83 ^b	0,22 \pm 4,57 ^a	7,23	<0,001
Env (cm)	65,90 \pm 6,85 ^c	66,10 \pm 6,53 ^d	45,95 \pm 6,08 ^b	63,85 \pm 8,36 ^c	39,70 \pm 5,16 ^a	60,94	<0,001
Hau (cm)	28,25 \pm 2,02 ^d	29,55 \pm 3,51 ^d	23,65 \pm 1,92 ^b	27,10 \pm 2,53 ^c	19,9 \pm 2,19 ^a	36,40	<0,001
NbF	94,35 \pm 19,69 ^b	104,65 \pm 15,82 ^d	50,75 \pm 15,15 ^a	98,95 \pm 21,75 ^c	55,6 \pm 12,52 ^a	34,59	<0,001
NbGo	47,90 \pm 11,37 ^c	38,75 \pm 18,10 ^b	13,50 \pm 5,79 ^a	55,80 \pm 14,26 ^d	14,15 \pm 5,10 ^a	28,05	<0,001
NbGr	50,05 \pm 12,51 ^c	40,85 \pm 19,92 ^b	13,50 \pm 5,79 ^a	62,35 \pm 14,97 ^d	14,15 \pm 5,10 ^a	27,11	<0,001
PGoS (g)	44,61 \pm 11,29 ^d	39,31 \pm 18,71 ^c	19,44 \pm 5,95 ^b	57,57 \pm 11,82 ^e	11,08 \pm 4,89 ^a	25,47	<0,001
PGr (g)	35,74 \pm 8,70 ^d	27,74 \pm 12,84 ^c	13,53 \pm 4,62 ^b	46,88 \pm 8,62 ^e	8,81 \pm 4,68 ^a	24,09	<0,001
TxR	65,00 \pm 0,08 ^c	60,00 \pm 0,14 ^b	41,00 \pm 0,12 ^a	68,00 \pm 0,09 ^c	46,00 \pm 0,08 ^a	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** : Bambara groundnut semé 15 jours avant le maïs, **M30JAPV** : Bambara groundnut semé 30 jours avant le maïs, **M15JAVV** : Bambara groundnut semé 15 jours après maïs, **M30JAVV** : Bambara groundnut semé 30 jours après maïs

Effet de l'année d'essai sur la production du maïs : A l'exception du rendement en graines, l'année d'essai a eu une influence très hautement significative sur tous les caractères analysés. Trois variables des sept influencées ont donné leurs plus grandes valeurs en 2006. Ce sont le

poids de la plante sèche, le poids de l'épi sec et du poids des graines (Tableau 5). La longueur et le diamètre de l'épi et le rapport longueur sur diamètre n'ont pas varié statistiquement entre les années 2006 et 2007.

Kouassi et al. J. Appl. Biosci. 2016 Influence du décalage de semis du maïs (*Zea mays* L.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) sur leur production en zone savanicole de la Côte d'Ivoire

Tableau 52. Moyennes (\pm écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le maïs en fonction de l'année de culture et résultats des tests statistiques

Variables	Moyennes (\pm écart-type)			Statistiques	
	2005	2006	2007	F	P
Rdt (t/ha)	2,85 \pm 0,711	3,025 \pm 1,244	2,740 \pm 1,367	1,13	0,113
PGr (g)	109,27 \pm 32,37 ^a	152,58 \pm 48,54 ^c	134,97 \pm 39,20 ^b	78,03	<0,001
PPS (g)	119,08 \pm 50,15 ^a	558,37 \pm 198,7 ^c	280,04 \pm 145,03 ^b	670,01	<0,001
PES (g)	171,47 \pm 72,33 ^a	226,39 \pm 84,00 ^c	202,08 \pm 60,64 ^b	37,37	<0,001
LES (cm)	14,57 \pm 1,14 ^a	16,17 \pm 2,55 ^b	15,84 \pm 2,52 ^b	39,70	<0,001
DES (cm)	14,51 \pm 2,38 ^a	15,05 \pm 1,48 ^b	14,77 \pm 1,16 ^b	6,45	<0,001
InR	1,09 \pm 0,64 ^c	0,30 \pm 0,12 ^a	0,58 \pm 0,27 ^b	236,48	<0,001
L/d	0,98 \pm 0,24 ^a	1,11 \pm 0,60 ^b	1,07 \pm 0,16 ^b	6,91	<0,001

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. **Rdt** : Rendement en graines (t/ha), **PPS** : Poids de la plante sèche (g), **PES** : Poids de l'épi sec (g), **LES** : Longueur de l'épi sec (cm), **DES** : Diamètre de l'épi sec (cm), **PGr** : Poids des graines sèches (g), **InR** : Indice de récolte, **L/d** : Longueur/Diamètre

Influence du décalage de semis du bambara groundnut sur la production du maïs : Les résultats des tests statistiques relatifs au calendrier de semis du bambara groundnut ont donné une différence significative pour six des huit caractères mesurés (Tableau 6). Les plus grandes valeurs du rendement en graines et du poids des graines ont été obtenues lorsque le maïs est

semé après le bambara groundnut. Le plus grand nombre de variables analysé présente les valeurs les plus élevées lorsque le maïs est semé 30 jours après le bambara groundnut et les plus faibles lorsqu'il est semé avant le bambara groundnut. Le rapport longueur sur diamètre de l'épi (L/d) et la longueur de l'épi n'ont pas permis de différencier les différents calendriers de semis.

Tableau 6 : Moyennes (\pm écart-type) des caractères agronomiques mesurés sur le maïs en fonction du décalage de semis du bambara groundnut et résultats des tests statistiques

Variables	Moyennes (\pm écart-type)					Statistiques	
	SS	M15JAPV	M15JAVV	M30JAPV	M30JAVV	F	P
Rdt (t/ha)	2,22 \pm 23,77 ^b	2,42 \pm 33,70 ^c	1,65 \pm 20,20 ^a	2,41 \pm 49,50 ^c	1,45 \pm 94,79 ^a	1,72	0,030
PGr (g)	111,25 \pm 23,77 ^b	121,25 \pm 33,71 ^c	82,75 \pm 20,29 ^a	120,78 \pm 49,50 ^c	105,25 \pm 94,79 ^b	1,72	0,003
PPS (g)	172,5 \pm 56,71 ^b	175,00 \pm 79,47 ^b	131,25 \pm 65,33 ^a	197,63 \pm 70,18 ^d	216,25 \pm 24,94 ^e	5,00	0,004
PES (g)	165,25 \pm 44,77 ^b	174,5 \pm 45,23 ^c	130,25 \pm 37,93 ^a	211,73 \pm 51,16 ^d	131,25 \pm 37,93 ^a	8,86	<0,001
LES (cm)	14,95 \pm 1,12	18,45 \pm 22,76	13,46 \pm 1,27	15,92 \pm 2,45	13,45 \pm 1,28	0,80	0,054
DES (cm)	14,35 \pm 1,78 ^c	13,57 \pm 2,07 ^b	11,7 \pm 1,30 ^a	14,71 \pm 1,00 ^d	11,8 \pm 1,32 ^a	11,50	<0,001
InR	0,40 \pm 0,10 ^b	0,42 \pm 0,09 ^b	0,41 \pm 0,12 ^b	0,38 \pm 0,08 ^a	0,35 \pm 0,18 ^a	3,98	0,002
L/d	1,05 \pm 0,144	1,45 \pm 2,02	1,16 \pm 0,22	0,94 \pm 0,15	1,15 \pm 0,17	0,80	0,550

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. **Rdt** : Rendement en graines (t/ha), **PPS** : Poids de la plante sèche (g), **PES** : Poids de l'épi sec (g), **LES** : Longueur de l'épi sec (cm), **DES** : Diamètre de l'épi sec (cm), **PGr** : Poids des graines sèches (g), **InR** : Indice de récolte, **L/d** : Longueur/Diamètre. **SS** : Semis simultané, **M15JAPV** : Bambara groundnut semé 15 jours avant le maïs, **M30JAPV** : Bambara groundnut semé 30 jours avant le maïs, **M15JAVV** : Bambara groundnut semé 15 jours après maïs, **M30JAVV** : Bambara groundnut semé 30 jours après maïs.

Évaluation de l'efficacité biologique de l'association : Chez le bambara groundnut, la plus grande valeur du LER a été observée lorsque le bambara groundnut est semé 30 jours avant le maïs. La plus faible valeur a été obtenue lorsqu'il est semé 30 jours après le maïs (Tableau 7). Par contre, les valeurs les plus élevées chez

le maïs ont été observées lorsque le maïs est semé après le bambara groundnut. Les semis simultanés et les semis du maïs après le bambara groundnut ont donné des valeurs du LER total supérieures à 1. Des valeurs inférieures à l'unité ont été obtenues avec les traitements M15JAVV et M30JAVV

Tableau 7. Valeurs du LER du bambara groundnut, du maïs et du LER total en fonction du décalage de semis des cultures associées

Traitements	Valeurs moyennes des LER		
	LER Bambara groundnut	LER Maïs	LER Total
SS	0,60	0,60	1,20
M15JAPV	0,46	0,62	1,08
M15JAVV	0,22	0,42	0,64
M30JAPV	0,78	0,62	1,40
M30JAVV	0,15	0,37	0,52

SS : Semis simultané, **M15JAPV** : Maïs 15 jours après bambara groundnut, **M30JAPV** : Maïs 30 jours après bambara groundnut, **M15JAVV** : Maïs 15 jours avant bambara groundnut, **M30JAVV** : Maïs 30 jours avant bambara groundnut.

DISCUSSION

Les rendements en graines des deux cultures n'ont pas été influencés 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 (Karikari et Tabona, 2004). Le bambara groundnut 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 (Brink, 1999; Massawe *et al*, 2003; Mwale, 2007). La distribution des précipitations durant les trois années d'expérimentation apparaît suffisante pour les besoins en eau du maïs (Chwen-Ming *et al*, 1993; Yenesew et Tilahun, 2009). En effet, selon ces auteurs, le maïs est exigeant en eau pour une bonne production. Les tests réalisés ont montré que le calendrier de semis a influencé le rendement en graines des deux cultures. Lorsque le bambara groundnut est semé avant le maïs les rendements en graines sont élevés chez les deux cultures. 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. Le rendement élevé en graines du maïs pourrait s'expliquer par la production importante de biomasse au niveau de la légumineuse (bambara groundnut). La biomasse du bambara groundnut en se décomposant libère l'azote dans le sol. L'azote libéré par la légumineuse favoriserait la croissance de la céréale (Brophy *et al*, 1987; Kone *et al*,

2008) et contribuerait à améliorer la production en graines du maïs. A cet effet, Senaratne *et al* (1993) ont indiqué que le maïs associé à l'arachide bénéficiait de 30-35% de l'azote libéré par cette légumineuse. Selon Karikari *et al* (1999), le bambara groundnut associé au maïs améliore le rendement de ce dernier. Il ressort également de notre étude que le maïs semé avant le bambara groundnut entraîne une faible production de ce dernier. Le faible nombre de graines par plante observé chez le bambara groundnut 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 bambara groundnut. Cette réduction de l'activité photosynthétique diminue le métabolisme de la plante et, par conséquent, provoque une faible production en graine du bambara groundnut. Ce résultat est similaire à celui d'Adipala *et al* (2002) 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 Li *et al* (1999) et de Hauser *et al* (2006) 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 bambara groundnut semé avant le maïs a donné des valeurs de LER supérieures à l'unité. Ces associations sont donc avantageuses par rapport à la culture pure. Ce résultat pourrait s'expliquer par la production d'une masse importante de matière organique. En effet, le nombre de feuilles produit par ce traitement est le plus élevé (104,65±15,82). Cette production importante de feuilles améliore la structure du sol lorsque les feuilles se décomposent et par conséquent augmente le rendement

du maïs ($2,42 \pm 33,70$). Ces observations ont déjà été rapportées par plusieurs auteurs (Agbaje et al, 2002, Adeniyani et al, 2007; Muoneke et al, 2007). Les valeurs du LER sont inférieures à l'unité lorsque la légumineuse est introduite après le maïs. Ce résultat est dû à la faible production en graines observée au niveau du bambara groundnut ($0,17 \pm 4,68$) et du maïs ($1,45 \pm 94,79$). Des

résultats similaires ont été rapportés par Adipala et al (2002) dont l'étude a été réalisée sur l'association niébé-maïs. Ces auteurs ont montré que l'association maïs-bambara groundnut ne présente aucun avantage biologique lorsque les semis du maïs se font avant ceux du niébé.

CONCLUSION

L'association du maïs avec le bambara groundnut a amélioré le rendement du maïs seulement quand ce dernier a été introduit quatre semaines après le bambara groundnut. En effet, cette étude a montré que la valeur du LER est élevée lorsque le maïs est semé après le bambara groundnut. L'augmentation de la production du maïs peut être possible avec son association avec les légumineuses. Pour avoir un rendement élevé des deux cultures, il faut que le bambara groundnut 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 au Professeur Zoro bi Irié Arsène

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 BIBLIOGRAPHIQUES

- Adeniyani, O.N, Akande S.R, Saka J.O, Balogun M.O, 2007: Evaluation of crop yield of African yam bean, maize and kenaf under intercropping systems. American-Eurasian Journal Agricultural & Environnement Science, 2 (1): 99-102.
- Adipala, E, Ocaya C.P, Osiru D.S.O, 2002 : Effect of time of planting cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) on growth and yield of cowpea. Tropicultura., 2 (20): 49-57.
- Agbaje, G.O, Ogunbodede B.A, Makinde J.O, 2002: Biological and economical efficiency of maize + soybean intercrop pattern in rainforest and savanna areas of Nigeria. Journal of Agricultural Research., 3: 37-40.
- Azam-Ali, S.N, Sesay A, Karikari S.K, Massawe F.J, Aguilar-Manjarrez J, Bannayan M, Hampson K.J, 2001: Assessing the potential of an underutilized crop- a case study using bambara groundnut. Experimental Agriculture., 37: 433-472.
- Banik, P, Midya A, Sarkar B, Ghose S, 2006: Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy., 24: 325-332.
- Brink, M, 1998: *Matching crops and environments: quantifying photothermal influences on reproductive development in bambara groundnut (Vigna subterranea (L.) Verdc)*. PhD. The Netherlands: Wageningen Agricultural University; 161 pages.
- Brink, M, 1999: Development, growth and dry matter partitioning in bambara groundnut (*Vigna subterranea*) as influenced by photoperiod and shading. Journal of Agricultural Science., 133: 159-166.
- Brophy, L.S, Heichel G.H, Russelle M.P, 1987: Nitrogen transfer from forage legume to grass in a systematic planting design. Crop Science., 27: 753-758.
- Chwen-Ming, Y, Ming-Jen F, Wei-Min H, 1993: Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) to soil water deficits. Journal of Agriculture Research China., 42: 173-186.
- Collinson, S.T, Azam-Ali S.N, Chavula K.M, Hodson D.A, 1996: Growth, development and yield of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture. Journal of Agricultural Science., 126: 307-318.

- Maizeelissen, R.L.E.J, 2005: *Modelling variation in the physiology of Bambara Groundnut (Vigna subterranea (L) Verdc.)*. PhD. Cranfield, England (United Kingdom): Cranfield University at Silsoe; 167 pages.
- Dagnelie, P, 1998: *Statistique théorique et appliquée* (Tome 1). Bruxelles, Belgique: De Boeck et Larcier s.a; 508 pages.
- Ghosh, P.K, 2004: Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-aride tropics of India. *Field Crops Research.*, 88: 227-237.
- Hauser, S, Norgrove L Nkem J.N, 2006: 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.*, 24: 275-292.
- IPGRI/IITA/BAMNET, 2000: *Descriptors for bambara groundnut (Vigna subterranea)*. Rome; 48 pages.
- Karikari, S.K, Chaba O, Molosiwa B, 1999: Effects of intercropping Bambara groundnut on pearl millet, sorghum and maize in Botswana. *African Crop Science Journal.*, 7: 143-152.
- Karikari, S.K, Pansiri A, Temba D, 2002: Competitive ability and growth habit of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces for intercropping. *Crop Research.*, 23: 259-268.
- Karikari, S.K, Tabona T.T. 2004: 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.*, 29: 1029-1034.
- Kone, A.W, Tondoh J.E, Bernhard-Reversat F, Loranger-Merciris G, Brunet D, Tano Y: 2008. Changes in soil biological quality under legume-and maize-based farming systems in a humid savanna zone of Côte d'Ivoire. *Biotechnology Agronomy Society et Environement.*, 12 (2): 147-155.
- Kumaga, F, Danso S.K.A, Zapata F. 1994: Time-course of nitrogen fixation in two bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) cultivars. *Biology and Fertility of Soils.*, 18 (3): 231-236.
- Li, L, Yang S.C, Li X, Zhang F.S, Christie P. 1999: Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant Soil.*, 2 (212): 105-114.
- Massawe, F.J, Azam-Ali S.N, Roberts JA. 2003: The impact of temperature on leaf appearance in bambara groundnut landraces. *Crop Science.*, 43: 1375-1379.
- Mead, R, Willey R.W. 1980: The concept of land equivalent ratio and advantage in yield from intercropping. *Experimental Agriculture.*, 16: 217-228.
- Minka, S.R, Bruneteau M. 2000: Partial chemical composition of bambara pea (*Vigna sunterranea* (L.) Verdc). *Food Chemistry.*, 68: 273-276.
- Mkandawire, F.L. 2007: Review of bamabara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) production in sub-Saharan Africa. *Agricultural Journal.*, 2: 464-470.
- Muoneke, C.O, Ogwuche M.A.O, Kalu B.A. 2007: Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a guinea savannah agroecosystem. *African Journal of Agricultural Research.*, 2 (12): 667-677.
- Mwale, S.S, Azam-Ali S.N, Massawe F.J.2007: Growth and development of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture:1. Dry matter and yield. *European Journal of Agronomy.*, 26: 345-353.
- N'Goran, A, N'Guessan K.A. 1999: 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.
- Ofori, I: 1996: Correlation and path-coefficient analysis of components of seed yield in bambara groundnut (*Vigna subterranea*). *Euphytica.*, 91: 103-107.
- Ouédraogo, M, Ouédraogo J.T, Tigneré J.B, Balma D, Dabiré C.B, Konaté G: 2008. Characterization and evaluation of accessions of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) from Burkina Fasso. *Sciences & Nature.*, 5: 191-197.
- Santalla M, Rodino A.P, Casquero P.A Ron A.M, 2001: Interactions of bush bean intercropped with field and sweet mays. *European Journal of Agronomy.*, 15: 185-196.
- SAS, 1999: *SAS/ETS User's Guide*, Version. 6, 4th edition SAS Inst., Cary, N C:
- Senaratne, R, Liyanage N.D.L, Ratnasinghe D.S, 1993: Effect of K on nitrogen fixation of intercrop groundnut and the competition between intercrop groundnut and maize. *Fertilizer Reseach.*, 34: 9-14.

Kouassi et al . J. Appl. Biosci. 2016 Influence du décalage de semis du maïs (*Zea mays* L.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) sur leur production en zone savanicole de la Côte d'Ivoire

Wiley, R.W, 1990: Resource use in intercropping systems. Agricultural Water Management., 17: 215-231.