



Performances agronomiques des associations culturales igname-légumineuses alimentaires dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire.

N'GORAN Kouadio Emmanuel, KASSIN Koffi Emmanuel, ZOHOURI Goli Pierre, N'GBESSO Mako François De Paul, YORO Gballou René

Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant e-mail : ngoran_kouadio@yahoo.fr Téléphone: (225) 03306764/05 81 21 52
Original Submitted In 2nd June 2011. Published online at www.biosciences.elewa.org on July 11, 2011.

RESUME

Objectif : Evaluer les performances agronomiques des associations igname-légumineuses alimentaires (soja et niébé).

Méthodologie et résultats : Une étude sur les performances des associations igname-légumineuses alimentaires a été conduite au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Deux légumineuses (soja et niébé) ont été associées à l'igname. Cette dernière se pratiquant sur des buttes, requiert des sols potentiellement riche. Or les légumineuses contribuent à enrichir les sols appauvris. Il ressort de cette étude que les associations ont provoqué une baisse des rendements de l'igname et des légumineuses alimentaires par rapport aux cultures pures correspondantes sur les deux années d'expérimentation. Chez l'igname, les taux de réduction ont été, en moyenne, de 40 % en 2004 et de 73 % en 2006. Le taux de réduction des rendements en grains par l'association culturale a varié de 41 % (pour le niébé) à 75 p.c. (pour le soja inoculé) en 2004. En 2006, le taux de réduction a varié de 6 à 31% pour le soja inoculé et non inoculé. S'agissant des performances de ces associations au niveau de l'exploitation du terrain, des LER supérieurs à 1 ont été obtenus dans les associations igname-soja non inoculé et igname-niébé. Les taux de carbone organique ont été améliorés sous les différentes associations culturales. En revanche, les taux de d'azote total ont chuté.

Conclusion et application : Les associations évaluées ont entraîné la baisse des rendements des cultures associées. Les pertes en rendements de l'igname ont été compensées par des rendements de soja (0,46 t/ha en 2004 et 2,84 t/ha en 2006) et de niébé (1,05 t/ha en 2004). Par ailleurs, les réductions des rendements des légumineuses ont été compensées sur les deux campagnes agricoles par un rendement moyen de 6 t/ha d'igname. En termes d'avantages au niveau de l'exploitation de la parcelle, l'association de l'igname au soja non inoculé a été la meilleure (LER>1). Sur la base des résultats obtenus, nous recommandons un approfondissement de cette étude pour déterminer d'une part, les meilleures densités chez l'igname et les légumineuses, et d'autre part, préconiser la période optimale de semis de la culture secondaire (légumineuse).

Mots clés: Igname, soja, niébé, association culturale, rendements, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

Objective: Assessing agronomic performances of the association of yam and legumes (soybean and cowpea).

Methodology and results: A study on the performance of the association of yam and legumes was conducted in West Côte d'Ivoire. Two legumes (soybean and cowpea) were associated with yam. This took place on hills which required potentially rich soil, however legumes enrich depleted soils. It appeared from this study that intercropping reduced yields of yams and pulses compared to the corresponding pure cultures on two years of experimentation. In yam, the average reduction rates were 40% in 2004 and 73% in 2006. The rate of reduction in grain yields by intercropping ranged from 41% (for cowpea) to 75 % (for inoculated soybeans) in 2004. In 2006, the reduction rate ranged from 6 to 31% for inoculated and uninoculated. Regarding the performance of intercropping, the LER greater than 1 were obtained in combinations yam- soybean uninoculated and yam-cowpea. Organic carbon rates were improved in various associations. In contrast, rates of total nitrogen declined.

Conclusion and application of findings: Evaluated associations led to lower yields of associated crops. Reductions in yields in the yams were offset by production of soybean (0.46 t/ha in 2004 and 2.84 t/ha in 2006) and cowpea (1.05 t/ha in 2004). As for legumes, yield reductions were up for the two crop by an average yield of 6 t / ha of yam. In terms of advantages in the exploitation of the plot, the combination of yam in non-inoculated soybean was the best (LER> 1).Based on these results, it is recommended a deepening of this study to determine first the highest densities in the yam and legumes and also recommend the optimum time of sowing of the subculture (legume).

Keywords: Yam, soybean, cowpea, intercropping, yields, Cote d'Ivoire.

INTRODUCTION

L'igname occupe le premier rang des cultures vivrières en Côte d'Ivoire (MINAGRA, 1999) et elle est consommée par les deux tiers de la population ivoirienne (Vernier *et al.*, 2001). Malgré son importance, la culture de l'igname demeure soumise à plusieurs contraintes dont les principales sont : (i) le raccourcissement de la durée de la jachère dans de nombreuses zones de production de l'igname, suite à la forte pression démographique sur les terres cultivables. En effet, pour donner un bon rendement, l'igname exige des sols riches en matière organique et en azote (Carsky *et al.*, 2001). La pratique de la jachère de longue durée (10 à 15 ans) constituait jusqu'alors le meilleur moyen de régénération de la fertilité du sol. De nos jours, cette pratique n'est plus possible ; (ii) la faible utilisation des fertilisants en culture d'igname dans les bassins de production en Côte d'Ivoire, certainement due, d'une part, à l'absence sur le marché de formules d'engrais minéraux spécifiques à la culture d'igname, et d'autre part, au coût relativement élevé de la

fertilisation minérale (Doumbia ,1996; Diby, 2000; Ettien, 2004 ;-Bado, 2002).

Compte tenu de l'importance de l'azote dans la nutrition des cultures, des recherches ont été initiées sur les légumineuses en guise d'alternatives à la fertilisation azotée. Ces légumineuses sont utilisées en agroforesterie, en culture associées (Keli *et al.*, 1990) ou en jachères améliorées (Dupuy et N'Guessan, 1990; Olivier et Ganry, 1994; Gnahoua, 1997; Becker *et al.*, 1998; Autfray et Gbakatchetche, 1999; Harmand et Balle, 2001; Melendez *et al.*, 2003). Par leur capacité à fixer l'azote de l'atmosphère, les légumineuses améliorent le bilan de l'azote dans les systèmes de cultures (Bado, 2002). Aussi, la présence des légumineuses dans les systèmes de culture à base de vivriers s'avère-t- constitué une opportunité pour améliorer la fertilité azotée des sols et les rendements des cultures. Les résultats des travaux réalisés sur les légumineuses dans la sous région ouest africaine ont montré des accroissements de rendements de cultures, indépendamment du niveau de fertilisation minérale azotée (Akakpo *et*

al., 1999 Tian *et al.*, 2001 ; Carsky *et al.*, 2001; Bagayoko, 1999 cité par Kouyaté, 2006). L'objectif de la présente étude est d'évaluer les effets des

associations igname-légumineuses alimentaires (soja et niébé) sur la fertilité du sol et sur les rendements.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude : L'expérimentation a été conduite à la station de recherche du Centre National Recherche Agronomique (CNRA) de Gagnoa. Les coordonnées géographiques de la localité de Gagnoa sont 6°20' de latitude Nord et 6° 10 longitude Ouest. Le climat de la région de Gagnoa est de type subéquatorial à faciès attiiéen. Le régime pluviométrique est bimodal. L'hygrométrie moyenne est de 77,9 %. L'écart moyen des températures varie de 2,5°C à 4,3°C. La végétation de Gagnoa appartient au domaine Guinéen, principalement au secteur mésophile (Vennetier, 1983). La végétation actuelle est fortement dégradée suite à l'activité humaine. Les terres sont couvertes soit de cultures pérennes ou vivrières, soit de formations secondaires dominées par *Chromolaena odorata*. Les formations pédologiques de la région de Gagnoa sont de types ferralsols (Monnier, 1983), fortement désaturés. Elles ont une texture argilo-sableuse à argileuse et sont relativement épaisses.

Matériel : Le matériel végétal est constitué de la variété de soja *Canarana*, de la variété de niébé KN1 et de la variété d'igname C18. Toutes ces variétés sont issues des collections génétiques du CNRA. La souche IRAT-FA3 de *Bradyrhizium japonicum* a été utilisée pour la production de l'inoculum au Laboratoire Central de Biotechnologie du CNRA.

Méthodes : L'essai a été conduit selon un dispositif en blocs aléatoires, avec quatre (4) répétitions. Pendant les deux campagnes (2004 et 2006), sept (7) traitements ont été utilisés:

- un traitement constitué de la culture pure d'igname (T1 : Ig);
- un traitement constitué de la culture pure de niébé non inoculé (T2 : NNI);
- un traitement constitué de la culture pure de soja inoculé (T3 : SI);
- un traitement constitué de la culture pure de soja non inoculé (T4 : SNI);
- un traitement constitué de deux lignes de niébé non inoculé intercalées entre deux lignes de buttes d'igname (T5 : Ig/NNI2);
- un traitement constitué de deux lignes de soja inoculé intercalées entre deux lignes d'igname (T6 : Ig/SI2);

un traitement constitué de deux lignes de soja non inoculé intercalées entre deux lignes d'igname (T7 : Ig/SNI2).

Inoculation des graines de soja : La méthode d'inoculation par enrobage des semences, à la dose de 100g d'inoculum pour 15 kg de semences, a été utilisée.

Plantation de l'igname et semis des légumineuses alimentaires : Les plantations d'igname ont été effectuées après l'implantation de la saison des pluies qui débutent en mars de chaque campagne. La taille de la parcelle élémentaire était de 40 m². La densité de plantation au niveau de l'igname était de 10 000 plants à l'hectare. En culture pure de légumineuses, le semis a été fait selon des écartements de 50 cm entre les lignes et 20 cm entre les poquets sur la ligne. Trois graines ont été semées par poquet, soit une densité maximale de 300 000 plants à l'hectare. En culture associée, les légumineuses ont été semées dans les interlignes des buttes une semaine après la plantation de l'igname, suivant un écartement de 20 cm entre les poquets sur la ligne. Au total, huit (8) lignes de soja de 10m de long ont été associées à quatre (4) lignes de dix (10) buttes d'igname sur une superficie de 40 m². La parcelle utile a une superficie de 16 m² et est constituée de quatre (4) lignes de 8m de long de légumineuses qui sont associées à 16 buttes d'igname.

Observations et mesures :

Les paramètres édaphiques : Des échantillons composites de sols ont été prélevés à l'aide d'une tarière sur une profondeur de 20 cm avant la mise en place des essais et à la récolte respectivement sur la parcelle prête pour le buttage et entre buttes. Ces échantillons ont fait l'objet d'analyses au laboratoire des sols de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro (ESA). Celles-ci ont porté sur le dosage de l'Azote total et du Carbone organique, respectivement, selon la méthode Kjeldahl et la méthode de Walkley-Black.

Les Paramètres agronomiques mesurés sont :

le rendement en igname: A la récolte, la quantité et le poids des tubercules par pied d'igname ont été mesurées, afin de calculer le rendement en igname;

les rendements en graines des légumineuses: Les rendements en grains ont été calculés sur la base de

carrée de rendement (1m²) pour les cultures pures. En cultures associées, la parcelle utile de 16 m² comportait quatre (4) lignes de 8m de long de légumineuses qui sont associées à 16 buttes d'igname. A la maturité des gousses, les plants des parcelles utiles ont été récoltés, séchés et battus pour libérer les graines des gousses après vannage. Les graines issues des parcelles utiles ont été pesées. Les rendements en graines par hectare ont été estimés;

$$LER = LA + LB + \dots + LN = \frac{YA}{SA} + \frac{YB}{SB} + \dots + \frac{YN}{SN} = \sum_{i=1}^N \frac{Y_i}{S_i}$$

Où :

- YA.....YN = rendement de chaque composante dans l'association ;
- SA.....SN = rendement de chaque composante en culture pure.

Un LER supérieur à l'unité signifie que l'association l'emporte sur les cultures pures au point de vue des rendements, et donc que l'utilisation du terrain est plus efficace dans le premier cas.

Méthodes statistiques : Les analyses de variance de l'ensemble des données collectées ont été effectuées à

Evaluation des associations en termes de rendements: L'évaluation des associations en termes de rendements a été faite à l'aide du Taux de Surface Equivalente (TSE) ou «Land Equivalent Ratio» (LER). Il se définit comme la superficie de terrain en culture pure nécessaire pour produire les rendements atteints par un hectare de cultures associées. Il se calcule de la manière suivante (Willey, 1979):

l'aide du logiciel XLSTAT. Les effets des traitements ont été considérés significatifs au seuil de probabilité $p < 0,05$. Le test de Duncan a été utilisé pour la séparation des moyennes.

RESULTATS

Effets des associations igname-légumineuses sur le rendement de l'igname : En première année (2004), les résultats sur les rendements en tubercules frais d'igname ont montré une différence significative entre les différents traitements. Le rendement en tubercules frais d'igname obtenu en culture pure n'a pas été significativement différent de celui en culture d'igname associée avec le soja inoculé. Par contre, par rapport à la culture pure d'igname, les associations igname-niébé et igname-soja non inoculé réduisent les

rendements de l'igname, respectivement, de 58 % et 39 % (Tableau 1). En deuxième année (2006), une différence significative entre les traitements a été observée. Comme en 2004, les associations culturales ont entraîné une baisse significative des rendements de l'igname par rapport à la culture pure. Ces réductions vont de 72 à 75 % (Tableau 1). Durant les deux campagnes agricoles les rendements de l'igname en culture associée n'ont pas varié, et oscillent autour d'une moyenne de 6 t/ha contre 16 t/ha en culture pure.

Tableau 1: Influence des associations culturales sur le rendement en tubercules frais de l'igname.

Traitements	2004		2006	
	Rendement (t/ha)	Taux de variation (%)	Rendement (t/ha)	Taux de variation (%)
Ig (Témoin)	10,41 a	0	23,40 a	0
Ig/NNI2	4,32 b	-58	nd	nd
Ig/SI2	7,38 ab	-29	5,87 b	-74
Ig/SNI2	6,27 b	-39	6,55 b	-72
Signification statistique	HS		THS	
CV (%)	39,77		28,90	

NB: les chiffres accompagnés par les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 %, selon le test de Duncan. nd : non déterminé

Effets des associations igname-légumineuses sur le rendement en graines : En première année (2004), le comportement d'une espèce de légumineuse donnée a différé selon qu'elle soit cultivée individuellement ou en association avec l'igname en termes de rendement en grains. L'association des légumineuses à l'igname réduisait significativement leurs rendements correspondants. La diminution des rendements en grains des différentes légumineuses par la culture associée variait de 41 % (pour le niébé) à 75 % (pour le

soja inoculé) par rapport aux cultures pures correspondantes (Tableau 2). En deuxième année (2006), les traitements ont eu également un effet significatif sur les rendements en graines des légumineuses (Tableau 2). Les rendements du soja non inoculé, aussi bien en culture pure (SNI) qu'en culture associée (Ig/SNI2) ont été similaires. Ces rendements du soja non inoculé ont été différents de ceux obtenus en 2004 où l'association avec l'igname diminuait le rendement.

Tableau 2: Rendement en grains des différentes légumineuses (t/ha) en 2004

Traitements	2004		2006	
	Rendement en grains (t/ha)	Taux de variation (%) par rapport à la culture pure de légumineuses	Rendement en grains (t/ha)	Taux de variation (%) par rapport à la culture pure de légumineuses
SI	1,97 a	0	3,82 a	0
SNI	1,05 b	0	3,30 ab	0
NNI	1,81 a	0	1,44 d	0
Ig/SI2	0,48 c	-75	2,62 c	-31
Ig/SNI2	0,45 c	-57	3,07 bc	-6
Ig/NNI2	1,05 b	-41	nd	nd
Signification statistique	THS		THS	
CV (%)	54		25,5	

NB: les chiffres accompagnés par les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 %, selon le test de Duncan. nd : non déterminé

Effets des associations igname-légumineuses sur la matière organique du sol: En première année (2004), les taux en carbone organique ont été améliorés dans les différentes associations expérimentées. Cette amélioration en carbone organique des sols a varié de 22 à 38% (Tableau 3). Les taux en azote total des sols sous les trois

traitements ont chuté par rapport à la teneur initiale. Ces baisses de la teneur d'azote total du sol sous cultures associées ont varié de 15 à 20%. Ces tendances d'amélioration des taux de carbone, de diminution des taux d'azote ont été confirmées pendant la campagne de 2006 (Tableau 4).

Tableau 3: Effets de l'association sur les teneurs en C organique et N total en 2004

	Carbone organique (g/kg)			Azote total (g/kg)		
	Valeur initiale	Valeur à la récolte de la légumineuse	Différence en % de l'initiale	Valeur initiale	Valeur à la récolte à la légumineuse	Différence en % de l'initiale
Igname/niébé non inoculé (Ig/NNI2)		2,18	38		0,17	-15
Igname/soja inoculé (Ig/SI2)	1,58	1,92	22	0,20	0,17	-15
Igname/soja non inoculé (Ig/SNI2)		1,96	24		0,16	-20

Tableau 4 : Effets des légumineuses en culture associée sur les teneurs en C organique et N total en 2006

	Carbone organique (g/kg)			Azote total (g/kg)		
	Valeur initiale	Valeur à la récolte	Différence en % de l'initiale	Valeur initiale	Valeur à la récolte	Différence en % de l'initiale
Igname/niébé non inoculé (Ig/NNI2)		nd	-		nd	-
Igname/soja inoculé (Ig/SI2)	0,68	1,27	86,76	0,23	0,17	-20,08
Igname/soja non inoculé (Ig/SNI2)		0,99	45,58		0,16	-30,43

nd : non déterminé

Evaluation des différentes associations igname-légumineuses alimentaires : En première année (2004), les combinaisons igname-niébé non inoculé et igname-soja non inoculé ont eu des LER supérieurs à 1. Cela signifie que ces associations l'emportent sur les cultures pures du point de vue rendement. Les associations igname-niébé non inoculé et igname-soja non inoculé ont été supérieures, respectivement, de 3% et 8% à la somme des rendements de leurs

composantes sur la même surface en culture pure. Les résultats de la deuxième année (2006) ont confirmé ceux de la première (2004) concernant la combinaison igname-soja non inoculé. Cette dernière a donné un LER supérieur à 1. Cette association a été supérieure de 21% à la somme des rendements de ses composantes sur la même surface en cultures pures. En revanche, la combinaison Igname-soja inoculé a eu un LER inférieur à 1 (Tableau 5).

Tableau 5 : Taux de surfaces équivalentes des différents traitements (2004 et 2006)

Traitements	2004			2006		
	LPI	LPL	LER	LPI	LPL	LER
igname	1,00	-	1,00	1,00	-	1,00
Niébé non inoculé	-	1,00	1,00	-	1,00	1,00
Soja inoculé	-	1,00	1,00	-	1,00	1,00
Soja non inoculé	-	1,00	1,00	-	1,00	1,00
Igname +Niébé non inoculé	0,45	0,58	1,03	nd	nd	nd
Igname+ Soja inoculé	0,70	0,24	0,94	0,25	0,69	0,94
Igname+ Soja non inoculé	0,66	0,42	1,08	0,28	0,93	1,21

LPI : LER partiel pour l'igname ; LPL : LER partiel pour les légumineuses, LER : Land Equivalent Ratio

DISCUSSION

Les rendements de l'igname en association avec le niébé et le soja ont été nettement inférieurs à ceux obtenus en culture pure sur les deux années d'expérimentation. En moyenne, les taux de réduction sont de 42 % en 2004 et de 73 % en 2006. Les résultats obtenus en 2004 sont similaires à ceux de Alhassan (1995), qui a observé une réduction du rendement de l'igname supérieure à 30 % en association avec le soja. Cependant, cette réduction a été compensée, selon l'auteur, par un rendement de soja supérieur à 1t/ha. Nos résultats diffèrent par contre de ceux d'Onwueme (1985) qui rapportent que l'association de l'igname avec des céréales ne modifiait

pas significativement le rendement de l'igname. Les réductions de rendement ont été plus importantes pendant la deuxième campagne (2006) qu'en première campagne (2004). Cela s'explique par le rendement élevé en igname pure en 2006 (23,4 t/ha) et pratiquement stationnaires en culture associée. Les rendements élevés en deuxième année d'expérimentation (2006) pourraient s'expliquer par deux facteurs, à savoir: l'état textural du sol et les conditions pluviométriques favorables. Au niveau de la texture, la parcelle expérimentale étant située dans le tiers inférieur du mi-versant d'une topo-séquence, elle a eu une texture argilo-sableuse sur la tranche 0-20 cm.

Une telle texture est favorable à la culture de l'igname (Kouakou, 2005). L'état de surface a indiqué aussi une abondance de turricules de vers de terre, montrant ainsi une bonne activité biologique dans le sol. Concernant les conditions climatiques, la quantité de pluie tombée a dépassé les 1000 mm nécessaires pour une bonne culture d'igname. Pendant les deux campagnes, les rendements en igname dans les associations ont été faibles. Ces faibles productions d'igname obtenues en culture associée pourraient s'expliquer par l'effet envahissant des légumineuses alimentaires sur l'igname, surtout le niébé. Il est probable que les densités utilisées au niveau des légumineuses (deux lignes de légumineuses alimentaires intercalées entre deux lignes de buttes d'igname) soient inappropriées pour l'igname.

Les baisses de rendement des légumineuses pourraient en partie être dues à la tranche de sol qui les a accueillis. Les légumineuses, en culture associée, ont été semées sur les tranches 20-40 cm qui sont moins riches en éléments organiques tels le carbone organique (0,68g/kg) et l'azote total (0,23g/kg). La détermination du LER permet de juger de la rentabilité ou non de l'association culturale pratiquée. En 2004, les associations de l'igname avec le niébé et le soja non inoculé ont donné des LER supérieurs à 1. En 2006, la valeur du LER était de 0,94 pour l'association igname-niébé. Cette valeur indique que l'association n'est pas rentable. Cela met en exergue le problème

CONCLUSION

Les associations culturales ont réduit les rendements correspondants des cultures associées (igname et légumineuses alimentaires) comparativement aux cultures pures. Les pertes en rendements de l'igname ont été compensées par des productions de soja (0,46 t/ha en 2004 et 2,84 t/ha en 2006) et de niébé (1,05 t/ha en 2004). Par ailleurs, les réductions de rendements des légumineuses ont été compensées

des densités de semis chez le niébé et même aussi la densité de plantation chez l'igname. Une étude adéquate de ces densités rendrait de telles associations plus efficaces en termes de rendement.

La première source d'azote utilisée par les plantes est l'azote du sol. En absence de tout apport d'engrais les plantes non fixatrices d'azote utilisent l'azote du sol durant leur cycle physiologique. Même les plantes fixatrices d'azote atmosphérique utilisent d'abord l'azote du sol durant la première phase de croissance (Bado, 2002). Cela expliquerait les chutes des taux d'azote total des sols plus accentuées en culture associée par rapport aux teneurs initiales. Nos résultats sur la teneur en azote total sont conformes à ceux de Bado (2002), qui rapporte que le niébé et l'arachide n'augmentent pas l'azote total du sol. Cet auteur ajoute cependant que ces légumineuses n'empêchent pas la diminution progressive de la teneur en azote dans le sol. En revanche, dans une association maïs-légumineuses de couverture, Odunze *et al.* (2002) ont toutefois montré que la teneur en azote total du sol est augmentée par rapport à la teneur initiale du sol, après deux années de culture. L'augmentation du taux de carbone organique des sols sous les légumineuses alimentaires serait due à la chute de feuilles chez ces dernières avant leur récolte. En effet, ces feuilles sont des sources de matières organiques potentiellement minéralisables, donc source d'éléments nutritifs dont le carbone.

pendant les deux campagnes agricoles par un rendement moyen de 6 t/ha d'igname. En termes d'avantages au niveau de l'exploitation de la parcelle, l'association de l'igname au soja non inoculé s'est révélée la meilleure (LER>1). Les taux de carbones des sols sous culture associée ont été améliorés par rapport au niveau initial. En revanche, les teneurs en azote total ont baissé par rapport aux teneurs initiales.

REMERCIEMENTS : Nous sommes reconnaissants à l'IITA et au CNRA qui ont financé cette étude à travers les projets FIDA-igname et PIC légumineuses.

REFERENCES

Akakpo C et Carsky RJ, 1999. Intégration du *Mucuna* dans les systèmes culturaux du Sud Bénin. In: Carsky R. J., Etèka A. C., Keatinge J. D. H. et Manyong V. M., Eds. Cover Crops for Natural Resource Management in West Africa. 26-29 October 1999 Cotonou (Bénin): IITA et CIEPCA, pp 263-274.

Alhassan AY, 1995. Yam-soya bean intercropping in the Guinea savana zone of north Ghana. Compte rendu du sixième symposium Triennal de la Société internationale pour les plantes tropicales à racines et tubercules. Branche Africaine. 22-28 octobre 1995. Lilongwe, Malawi, pp. 225-232.

- Autfray P et Gbakathectche H, 1999. Semis de cultures vivrières dans des couvertures végétales en zones forestières de Côte d'Ivoire. In: «Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de cultures». Atelier International de Madagascar du 23 au 28 mars 1998. FOF/FA/ANAE/CIRAD. Antsirabé, Madagascar, 563-576 p.
- Bado BV, 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Québec, 146 p.
- Becker M, Johnson D E, Segda Z J, 1998. The role of legume fallows in intensified upland rice-based systems of West Africa. In: Buckles (Eds): Cover Crops in West Africa: Contributing to Sustainable Agriculture. IDRC, Ottawa: 85-106.
- Carsky RJ, Singh BB, Oyewole B, 2001. Contribution of early season cowpea to late maize in savanna zone of West Africa. Biological and horticulture, 18: 303-315.
- Carsky RJ, Becker M, Hauser S, 2001. Mucuna cover crop fallow systems: potential and limitations. In: Tian F. Ishida & Keatinge J.D.H., Eds. Sustaining Soil Fertility in West Africa. Segoe (USA): Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. pp. 111-135.
- Diby N L, 2000. Contribution à l'intensification de la culture de l'igname dans la zone de savane humide du Centre de la Côte d'Ivoire : cas de Djebonoua. D.A.A. d'Agro-pédologie. INP-HB de Yamoussoukro, 44 p.
- Doumbia S, 1996. Les systèmes de culture à base d'igname. In : IDESSA (Ed) : Itinéraires techniques des cultures vivrières. Tome 2. Plantes à Racines et Tubercules. IDESSA, Côte d'Ivoire: 178-184.
- Dupuy B et N'guessan K, 1990. Sylviculture de l'*Acacia mangium* en basse Côte d'Ivoire, Bois et Forêts des Tropiques, n°25: pp.24-32.
- Ettien DJB, 2004. Intensification de la production d'igname (*Dioscorea* spp.) par la fertilisation minérale et l'identification de nouvelles variétés en zones forestière et savanicole de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, 167 p.
- Gnahoua GM, 1997. Etude de la flore adventice des cultures après jachère améliorée dans la région d'Oumé (Côte d'Ivoire). In: La jachère et maintien de la fertilité, Actes de l'atelier international, Bamako, 2-4 octobre 1997, Dakar, Coraf/IRD/Union européenne, Paris, France, 146 p.
- Harmand JM et Balle P, 2001. La jachère agroforestière (arborée et arbustive) en Afrique tropicale. In: La jachère en Afrique tropicale : De la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances, John Libbey, (2), Paris, France, 265-292.
- Keli JZ, Obouayeba S, Zehi B, 1990. Perspectives de stabilisation des systèmes de cultures à base d'hévéa en basse Côte d'Ivoire. In: Défis de la stabilisation des systèmes traditionnels de cultures en Côte d'Ivoire. Actes du troisième atelier OFRIC du 21 au 23 juin 1990, Bouaké, Côte d'Ivoire, 52-57 p.
- Kouakou AM, Zohouri GP, Dumond R, Yapi GV, 2005. Bien cultiver l'igname en Côte d'Ivoire. Fiche technique. Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 4 p.
- Kouyaté Z, 2006. Amélioration de la fertilité du sol et du rendement des cultures en zone soudano-sahélienne du Mali : rôle du mode de gestion des légumineuses fixatrices d'azote, des résidus de récolte et du phosphate naturel du Tilemsi. Thèse de doctorat, Université de Cocody, 166 p.
- Melendez J, Becker M, Johnson D, 2003. Maintaining the yield of upland rice under intensified land use in slash and burn systems of West Africa. <http://www.pitros.unibonn.de>.
- MINAGRA, 1999. L'agriculture à l'aube du XXI^{ème} siècle, 309 p.
- Monnier Y, 1983. Hydrographie, végétation, les sols. In: Vennetier P. et Laclavère G. (Eds): Atlas de la Côte d'Ivoire. Jeune Afrique, Paris, France, 10-21.
- Odunze AC. Iwuafor ENO, Chude VO, 2002. Maize/Herbaceous legume inter-crop and soil properties in the northern Guinea savanna zone, Nigeria. Journal of sustainable agriculture, Vol. 20, N° 1, pp. 15-25.
- Olivier R et Ganry F, 1994. Etude des modifications de fertilité induites par une jachère arborée: cas de la zone forestière de centre Côte d'Ivoire. CIRAD, Montpellier, France, 27 p.
- Onwueme IC. 1985. The performance of maize/yam intercrop grown with reduced labour input, using herbicidal weed control and no stakes. In VIIth Symposium of International Society for

- Tropical Root Crops, Gosier (Guadeloupe), 1-6 July 1985. Paris, INRA, pp. 195-200.
- Tian G, Stefan H, Koutika LS, Fusako I, Chianu N, 2001. Pueraria cover crop Fallow systems: benefits and applicability. In: Warren A., Jerry L. and David M., Eds. Sustaining soil fertility in West Africa. 5-9 november 2000. Minnesota (USA): The Soil Science Society of America and the American Society of Agronomy Minneapolis, pp. 137-155.
- Vennetier P, 1983. Agriculture. In: Vennetier P. et Laclavère G. (Eds): Atlas de la Côte d'Ivoire. Jeune Afrique, Paris, France, 38-41.
- Vernier P, N'Kpenu KE, Orkwor GC, 2001. Analyse comparée de la production d'igname pour la transformation en cossertes au Bénin, Nigéria et Togo : un exemple de sédentarisation de la culture de l'igname. In ISTRC-AB, Cotonou, (Bénin). 759-773.
- Willey RW, 1979. Intercropping. Its importance and research needs. Part1.Competition and yields advantage. Part 2. Agronomy and research approaches. Field cropping Abstracts, 32 (1), 1-10, 73-85.