



Date et densité optimales de semis du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en association avec le mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]

MBAYE M.S., KANE A., GUEYE M., BASSENE C., BA N., DIOP D., SYLLA S.N., NOBA K.

Laboratoire de Botanique et Biodiversité, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, B P 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

Auteur correspondant : Mame Samba MBAYE ; msmbaye@yahoo.fr ; mame.mbaye@ucad.edu.sn

Original submitted in on 12th November 2013. Published online at www.m.elewa.org on 30th April 2014. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v76i1.4>

RESUME

Objectifs : Au Sénégal, la production de mil est faible à cause de plusieurs facteurs parmi lesquels la pauvreté des sols, la pression des adventices. Ce présent travail envisage l'utilisation des cultures associées (mil et niébé) pour lutter contre les adventices et améliorer à la fois la qualité des sols et la production agricole. Il est mené dans la station expérimentale de l'ISRA de Nioro du Rip situé dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal). Il a comme objectifs de déterminer 1- l'effet de l'association mil/niébé et de la fertilisation azotée sur les adventices et sur les paramètres de croissance et de rendement du mil et 2- la date et la densité optimales de semis du niébé.

Méthodologie et résultats : Dans ce travail, le mil est soumis à différentes dates et densités de semis du niébé pour mettre en évidence leurs incidences sur la croissance le rendement du mil.

L'effet de la densité de semis sur la production de thalles, de biomasse, d'épis et de mil est négligeable ; toutefois, le semis en une ligne favorise cette production. Le décalage du semis du niébé permet une meilleure production de thalles de biomasse, d'épis et de mil quelque soient les conditions de fertilisation et la densité de semis. L'effet de la fertilisation est positif sur la production de thalles, de biomasse et d'épis contrairement à la production en grains pour laquelle les différences entre les conditions de fertilisation ne sont pas significatives.

Conclusion et application : A la lumière de ces résultats, le semis du niébé en une ligne intercalaire décalé de 10 à 15 jours par rapport au mil est proposé pour l'association mil/niébé dans le sud du bassin arachidier du Sénégal en conditions fertilisées ou non. Ce résultat devrait permettre une utilisation optimale de l'association mil/niébé au Sénégal.

Mots clés : Date et Densité de semis, fertilisation, *Pennisetum glaucum*, *Vigna unguiculata*

Optimal sowing date and density of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] in an intercropping system with millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]

Abstract :

Objective: Millet production is low in Senegal due to several factors like poor soils and weed pressure. The present work deals with intercropping millet with cowpea for weed control and both soil quality and crop production improvement. It is conducted in the experimental station of the "ISRA Nioro Rip" located in the south

of the Peanut Basin (Senegal). The objectives were to determine 1 - the effect of intercropping millet with cowpea and nitrogen fertilization on weeds and millet growth and yield parameters and 2 - the optimal sowing date and density of cowpea.

Methodology and results: In this work, different sowing dates and densities of cowpea were applied in the millet plots to highlight their impact on millet growth and yield. The effect of plant density was low on tiller, biomass, spike and grain production of millet even if sometimes, sowing cowpea with a single row favors millet growth and yield. The time lag on sowing cowpea improves tiller, biomass, spike and grain production of millet in both fertilized and non fertilized conditions regardless to sowing densities. The effect of fertilization was positive on tiller, biomass and spike production but not on grain production for which the differences between fertilized and non fertilized conditions are not significant.

Conclusion and application: For the best use of intercropping millet with cowpea in southern groundnut basin of Senegal, cowpea must be sowed in a single row with a time lag of 10 to 15 days compared to millet sowing date in both fertilized and non fertilized conditions. This result should enable optimum use of intercropping millet with cowpea in Senegal.

Key words: Sowing date and density, fertilization, *Pennisetum glaucum*, *Vigna unguiculata*

INTRODUCTION

Le Sénégal est un pays sahélien où l'agriculture constitue une des premières activités de production et occupe 70% de la population (Noba, 2002). Les cultures les plus importantes sont le mil, l'arachide, le sorgho, le maïs, le niébé, le riz et le coton et couvrent près de 90% des surfaces emblavées (Noba, 2002). Au Sénégal, la production de mil ne dépasse pas 600 000 tonnes à cause de plusieurs facteurs parmi lesquels la pauvreté des sols, la pression des adventices, la sécheresse et la désertification de ces dernières années ainsi que les contraintes d'ordre institutionnel, organisationnel et économique (difficultés d'accès au crédit et aux intrants, manque de coordination des interventions en milieu rural, faible niveau d'investissement des producteurs). Ainsi, il est aujourd'hui important d'envisager la production du mil dans un contexte d'agriculture durable en développant une approche spécifique et localement adaptée. Le principe fondamental de l'agriculture durable en général est de s'inspirer de la nature en créant et en maintenant la diversité dans les systèmes agricoles (Ouma & Jeruto, 2010). Les cultures associées, jadis pratiquées en milieu rural africain, présentent de multiples avantages. En effet, plusieurs études ont montré l'importance des cultures associées dans le contrôle des ennemis des cultures (Ali, 1988 ; Theunissen & Schelling, 1996 ; Caporali et al.,

1998 ; Itulya & Aguyoh, 1998 ; Rana & Pal, 1999 ; Liebman & Davis, 2000 ; Schoofs & Entz, 2000 ; Bauman et al., 2002 ; Ramert, 2002), dans la lutte contre les maladies (Garrett & Mundt, 1999 ; Wolfe, 2000), dans l'amélioration de la production pour la sécurité alimentaire (Papendick et al., 1976 ; Harwood 1979 ; Jodha, 1979, 1981 ; Gomez & Gomez, 1983 ; Steiner 1984 ; Ali, 1988 ; Francis, 1986 ; Bekunda & Woomer, 1996 ; Sullivan, 2001 ; Bauman et al., 2002 ; Owuor et al, 2002 ; Diangar et al., 2004) et dans la conservation des ressources comme l'eau et le sol (Gilley et al., 1997 ; Theunissen, 1997 ; Poudel et al., 1999 ; Gilley et al., 2002). Toutefois, malgré tous les bénéfices qu'ils pourraient apporter aux paysans, les systèmes de cultures associées à base de mil restent essentiellement traditionnels en Afrique. Or, pour tirer profit de l'association, il est nécessaire de l'optimiser (Baumann et al., 2001a,b) en déterminant les bons agencements spatiotemporels des spéculations en présence pour améliorer la coopération entre elles et minimiser les concurrences interspécifiques. Ce présent travail envisage l'utilisation des cultures associées (mil et niébé) pour lutter contre les adventices et améliorer à la fois la qualité des sols et la production agricole. Il cherche à déterminer 1- l'effet de l'association mil/niébé et de la fertilisation azotée sur les

adventices et sur les paramètres de croissance et de rendement du mil et 2- la date et la densité optimales

MÉTHODOLOGIE

Ce présent travail est mené dans la station expérimentale de l'ISRA de Nioro du Rip situé dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal). Selon, Pieri (1969), les sols de la station de Nioro se subdivisent en trois classes : les sols minéraux bruts, les sols à sesquioxydes et les sols hydromorphes. Les sols à sesquioxydes appartiennent essentiellement à la sous classe des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou peu lessivés qui couvrent la grande majorité des sols de la région. Ils se caractérisent par un pH relativement acide (5,8 à 6,7), une faible teneur en matière organique (0,3 à 0,5 %), un complexe absorbant étroit et une teneur relativement importante en sables en surface (60 à 80 %) avec une dominance de sables fins. La végétation est représentée par une forme dégradée des forêts denses sèches (Pieri, 1969).

Dans ce travail, de 2002 à 2004, le mil (Variété Souna III) est soumis à des périodes et densités de semis du niébé (variété Mélahk) pour mettre en évidence leur incidence sur le rendement du mil dans les conditions d'agriculture traditionnelle (Sans apport d'azote) et semi intensive (apport d'azote). Ainsi, Les traitements sont effectués en fonction de 2 facteurs :

1. l'azote avec deux niveaux :

- pas d'azote apporté (N₀)
- avec azote non limitant (N₁) (Dose préconisée par l'ISRA : urée en granulé à raison de 150 kg/ha en 2 épandages, au cours du binage-démariage (B1D) puis au 4^{ème} jour)

2. le système de culture avec 10 conditions :

- deux (2) densités de semis du niébé dans le mil ;
 - 1 ligne de niébé intercalée entre 2 lignes de mil,
 - 2 lignes de niébé intercalées entre 2 lignes de mil,

de semis du niébé.

- quatre (4) dates de semis du niébé dans le mil ;
 - mil + niébé semé en même temps,
 - mil + niébé semé 10 jours après le mil,
 - mil + niébé semé 20 jours après le mil,
 - mil + niébé semé 30 jours après le mil,
- un témoin constitué du mil en culture pure ;
- un témoin constitué du niébé en culture pure.

Le dispositif expérimental est un split-plot à 4 répétitions où le facteur principal est la fertilisation azotée à 2 niveaux (N₀ et N₁) et le facteur subsidiaire le système de culture 10 niveaux soit : 2 x 10 x 4 = 80 parcelles élémentaires.

Chaque parcelle élémentaire contient 5 lignes à raison de 12 pieds/lignes. Elle est divisée en 2 parties : une parcelle de lecture (L) et une parcelle récolte (R).

Les lectures sont effectuées, avant la récolte, sur 3 surfaces encadrant chacune 5 pieds de mil soit 0,90 m x 4,5 m = 4,05 m² chacune.

Les mesures suivantes sont effectuées sur le mil : Nombre de talles, Biomasse, Nombre d'épis et Production de grains par unité de surface.

Le test statistique utilisé est l'analyse de la variance à 2 facteurs. La comparaison des moyennes a été faite à l'aide du test de Newman-Keuls avec le logiciel XLSTAT.

Le test est :

- Très significatif si $p < 0,001$ (TS)
- Significatif si $0,001 < p < 0,01$ (S)
- Peu significatif si $0,01 < p < 0,05$ (PS)
- Non significatif si $p > 0,05$ (NS)

Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes avec un intervalle de confiance à 95%.

Tableau 1 : Calendrier des opérations et analyse pluviométrique

		2002	2003	2004
Dates de Semis du mil		18-07	14-07	15-07
Dates de Récolte		01-11	25-10	17-10
Cumul de pluies (mm)		619,4	1081,2	648,9
Nombre de jours de pluies	Annuel	48	62	51

RÉSULTATS

Analyse statistique globale : Les résultats obtenus au cours de cette expérimentation à l'aide du test de

Newman-Keuls (SNK) avec un intervalle de confiance à 95% sont répertoriés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats des tests d'ANOVA sur la biomasse le nombre de thalles, d'épis, la biomasse et la production de grains de mil

Source	Nombre de thalles	Biomasse	Nombre d'épis	Production de grains
An	0.004 ^S	0.004 ^S	< 0.0001 ^{TS}	0.001 ^{TS}
Fe	< 0.0001 ^{TS}	< 0.0001 ^{TS}	0.015 ^{PS}	0.682 ^{NS}
Da	0.003 ^S	0.003 ^S	0.124 ^{NS}	0.199 ^{NS}
De	0.600 ^{NS}	0.600 ^{NS}	0.232 ^{NS}	0.636 ^{NS}
An*Fe	0.000 ^{TS}	0.000 ^{TS}	0.002 ^S	0.199 ^{NS}
An*Da	0.018 ^{PS}	0.018 ^{PS}	0.947 ^{NS}	0.014 ^{PS}
An*De	0.508 ^{NS}	0.508 ^{NS}	0.544 ^{NS}	0.519 ^{NS}
Fe*Da*	0.009 ^S	0.009 ^S	0.816 ^{NS}	0.079 ^{NS}
Fe*De	0.324 ^{NS}	0.324 ^{NS}	0.204 ^{NS}	0.136 ^{NS}
Da*De	0.160 ^{NS}	0.160 ^{NS}	0.331 ^{NS}	0.005 ^S
An*Fe*Da	0.177 ^{NS}	0.177 ^{NS}	0.228 ^{NS}	0.652 ^{NS}
An*Fe*De	0.680 ^{NS}	0.680 ^{NS}	0.259 ^{NS}	0.510 ^{NS}
An*Da*De	0.051 ^{NS}	0.051 ^{NS}	0.718 ^{NS}	0.188 ^{NS}
Fe*Da*De	0.358 ^{NS}	0.358 ^{NS}	0.730 ^{NS}	0.691 ^{NS}
An*Fe*Da*De	0.862 ^{NS}	0.862 ^{NS}	0.976 ^{NS}	0.068 ^{NS}

NS = Non significatif ; PS = Peu significatif ; TS = Très significatif

Si l'effet de l'année est significatif sur tous les paramètres étudiés, il n'en est pas de même pour les autres facteurs et leurs interactions. Ainsi, l'effet de la fertilisation est très significatif sur les paramètres végétatifs mais peu significatif sur la production d'épis et pas du tout significatif sur la production en grains du mil. Quant à la date de semis du niébé dans le mil, elle influe sur les paramètres de croissance (thalles et biomasse) mais non sur les paramètres de rendements (nombre d'épis et production en grains). La densité de semis du niébé dans le mil ne montre pas d'effets significatifs sur les différents paramètres du mil (Tableau 2).

En ce qui concerne les interactions entre ces quatre facteurs (année, fertilisation, date et densité de semis), la majorité d'entre elles ne présente pas d'effets significatifs sur les paramètres du mil à l'exception des interactions :

- Année*Fertilisation dont les effets sont très significatifs sur les paramètres de croissance et significatifs sur le nombre d'épis ;
- Année*Date de semis dont les effets sont peu significatifs sur les paramètres de croissance et sur la production en grains ;
- Fertilisation*Date de semis dont les effets sont significatifs sur les paramètres de croissance ;
- Date*Densité de semis dont les effets sont significatifs sur la production en grains.

En somme, ces résultats montrent qu'il est important de considérer, dans l'interprétation, les résultats de chaque année, à chaque condition de fertilisation, aux différentes dates et densités de semis du niébé dans le mil.

Effet de la densité et de la date de semis du niébé sur les paramètres du mil : La production de thalles aux conditions expérimentales est donnée dans les tableaux 3 et 4. L'analyse de ces tableaux montre que durant l'expérimentation, le nombre de thalles a varié de 2,27 à 17,53 thalles/m², la biomasse de 1,30 à 4,17 kg/m², le nombre d'épis 3,04 à 16,30 épis/m² et la production de mil de 0,41 à 1.37 t/ha. Ces différents paramètres sont variés en fonction de la date et de la densité de semis aux différentes conditions de fertilisation et aux différentes années d'expérimentation.

Effet de la densité de semis du niébé sur les différents paramètres : Dans les conditions non fertilisées (N0), la production de thalles est généralement supérieure lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire, à toutes les dates de semis sauf quand le niébé est semé avec un décalage de 20 jours à toutes les années, simultanément en 2003 et avec un décalage de 10 jours en 2002. La production de biomasse est généralement supérieure lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire à toutes les dates de semis sauf quand le niébé est semé avec un décalage de 10 jours en 2002 et avec un décalage de 20 jours à toutes les

années. En ce qui concerne le nombre d'épis, en 2002 et en 2003, la production est tantôt supérieure avec une ligne intercalaire (semis simultané en 2002, semis décalé de 20 jours en 2002 et en 2003) tantôt avec deux lignes intercalaires de niébé. Par contre, en 2004, la production d'épis est plus importante avec une ligne intercalaire pour toutes les dates de semis sauf pour le semis décalé de 30 jours. La production en grains de mil est tantôt supérieure lorsque le niébé est semé en une ligne (semis simultané à toutes les années, semis décalé de 20 jours en 2002 et de 30 jours en 2003 et 2004) tantôt lorsqu'il est semé en deux lignes. Dans les conditions fertilisées (N1), la production de thalles est généralement supérieure lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire ; toutefois, il faut remarquer qu'à certaines dates de semis, la production de thalles peut être supérieure avec deux lignes intercalaires (semis du niébé décalé de 10 jours en 2002 et 2004 ; semis décalé de 20 jours en 2002, de 30 jours en 2003 et 2004). La production de biomasse est généralement supérieure lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire. Toutefois, il faut remarquer qu'à certaines dates de semis, la production de biomasse peut être supérieure

lorsque le semis du niébé est fait avec deux lignes intercalaires (semis du niébé décalé de 10 jours en 2002 et 2004 ; semis décalé de 20 jours en 2002, de 30 jours en 2003 et 2004). Pour ce qui concerne la production d'épis, elle est généralement supérieure avec un semis du niébé en une ligne intercalaire à toutes les dates de semis. Toutefois, il faut remarquer qu'à certaines dates de semis, la production d'épis est supérieure avec deux lignes intercalaires avec des différences (semis du niébé décalé de 10 jours en 2002 et en 2003, semis simultané en 2004, et semis décalés de 30 jours en 2003). La production en grains de mil quant à elle est tantôt supérieure, en valeur absolue, lorsque le niébé est semé en une seule ligne (semis simultané de 2002 à 2004, semis décalés de 20 jours en 2002 et 2003 et de 30 jours en 2002 et 2004) tantôt lorsque le qu'il est semé en deux lignes. En somme, la production de thalles, de biomasse, d'épis et de grains de mil est en généralement supérieure lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire dans le mil ; toutefois, le semis en 2 lignes peut favoriser le développement végétatif (thalle et biomasse) et reproducteur (épis et grains).

Tableau 3: Paramètres de croissance et de rendement du mil de 2002 à 2004 en conditions non fertilisées (N0)

Dates	Densités	2002				2003				2004			
		Th	Bio	Épis	Grain	Th	Bio	Épis	Grain	Th	Bio	Épis	Grain
1	1	8,15abcd	2.01abcd	8.15abc	0.65ab	11,44abcde	2.82abcde	4.94ab	0.70ab	8,23abcd	2.03abcd	4.36ab	0.78ab
	2	5,68ab	1.40ab	7.32abc	0.43a	12,18abcde	3.01abcde	5.43ab	0.58ab	7,57abc	1.870abc	3.04a	0.76ab
2	1	7,82abc	1.93abc	6.25abc	0.47a	8,56abcd	2.11abcd	6.50abc	0.65ab	7,90abcd	1.95abcd	6.42abc	0.94ab
	2	11,03abcde	2.72abcde	9.22abc	0.78ab	7,00abc	1.77abc	7.00abc	0.76ab	7,572abc	1.87abc	4.69ab	1.16ab
3	1	6,67abc	1.65abc	8.23abc	0.74ab	5,27a	1.30a	8.97abc	0.84ab	8,81abcd	2.17abcd	5.76abc	0.99ab
	2	9,14abcde	2.26abcde	6.58abc	0.41a	10,45abcde	2.58abcde	6.67abc	0.88ab	9,46abcde	2.34abcde	4.77ab	1.23ab
4	1	11,44abcde	2.82abcde	5.84abc	0.82ab	8,31abcd	2.05abcd	7.57abc	1.02ab	10,782abcde	2.66abcde	5.35ab	0.79ab
	2	7,65abc	1.89abc	8.56abc	1.04ab	8,07abcd	1.99abcd	8.89abc	0.81ab	10,00abcde	2.47abcde	6.67abc	1.11ab

Tableau 4: Paramètres de croissance et de rendement du mil de 2002 à 2004 en conditions fertilisées (N1)

Dates	Densités	2002				2003				2004			
		Th	Bio	Épis	Grain	Th	Bio	Épis	Grain	Th	Bio	Épis	Grain
1	1	13,91abcde	3.43abcde	13.25abc	0.80ab	7,82abc	1.93abc	7.08abc	1.37b	9,71abcde	2.40abcde	4.61ab	0.72ab
	2	10,62abcde	2.62abcde	6.50abc	0.68ab	7,00abc	1.727abc	6.17abc	0.51ab	6,75abc	1.67abc	5.02ab	0.62ab
2	1	13,50abcde	3.33abcde	9.14abc	0.81ab	11,44abcde	2.84abcde	5.35ab	0.49ab	8,15abcd	2.01abcd	6.25abc	0.90ab
	2	14,40abcde	3.56abcde	10.12abc	0.88ab	8,56abcd	2.11abcd	7.65abc	1.00ab	8,64abcd	2.13abcd	4.53ab	1.01ab
3	1	14,65bcde	3.62bcde	14.16bc	0.72ab	11,44abcde	2.82abcde	5.60ab	0.72ab	12,51abcde	3.09abcde	8.48abc	0.97ab
	2	15,31cde	3.78cde	10.21abc	0.44a	10,954abcde	2.70abcde	5.43ab	0.58ab	12,02abcde	2.97abcde	6.25abc	1.10ab
4	1	17,53e	4.33e	16.30c	0.88ab	8,72abcd	2.15abcd	6.17abc	0.56ab	14,07abcde	3.47abcde	7.08abc	1.04ab
	2	12,26abcde	3.03abcde	13.50abc	0.85ab	11,69abcde	2.89abcde	6.50abc	0.71ab	16,87de	4.17de	5.02ab	0.54ab

Les moyennes suivies des mêmes lettres font partie des mêmes groupes homogènes du test de Newman Keuls à 5%. Les moyennes ne sont pas significativement différentes lorsqu'elles ont au moins une lettre commune.

Fertilisation : N0 = sans apport d'azote ; N1 = avec apport d'azote non limitant

Dates : 1 = semis simultané niébé et mil ; 2= semis du niébé 10 jours après le mil ; 3= semis du niébé 20 jours après le mil ; 4= semis du niébé 30 jours après le mil

Densités : 1 = une ligne de niébé intercalée entre 2 lignes de mil ; 2= deux lignes de niébé intercalées entre 2 lignes de mil

Effet de la date de semis du niébé sur les différents paramètres :

En conditions non fertilisées, avec une ou deux lignes intercalaires de niébé, la production de thalles aux différentes dates de semis du niébé dans le mil dépend de l'année. Ainsi, plus le semis est tardif, plus la production de thalles est importante sauf en 2003 où la production de thalles est plus importante lorsque les semis du mil et niébé sont simultanés. En somme, quelque soit la densité de semis du niébé dans le mil, les semis décalés favorisent le tallage sauf en 2003. La production de biomasse aux différentes dates de semis du niébé dans le mil dépend de l'année. Toutefois, la production de biomasse est de plus en plus importante que le semis est tardif sauf en 2003 où la production de biomasse est plus importante lorsque les semis du mil et niébé sont simultanés. En somme, quelque soit la densité de semis du niébé dans le mil, les semis décalés favorisent la production de biomasse sauf en 2003. Les productions d'épis et de grains quant à elles ne sont pas très significativement influencées par la date de semis du niébé dans le mil. Toutefois, les semis décalés favorisent l'épiaison et la production de grains. En conditions fertilisées, lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire dans le mil, les semis décalés favorisent le tallage. Ainsi, plus le semis est tardif plus la production de thalles est importante sauf en 2003 où le semis décalé de 10 jours permet une meilleure production. Lorsque niébé est semé en deux lignes intercalaires dans le mil, la production de thalles est plus importante dans les conditions de semis tardif et elle est moindre à toutes les années à la première date de semis c'est-à-dire lorsque le niébé est semé en même temps que le mil. En somme, en conditions fertilisées, lorsque niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires dans le mil, le décalage du semis du niébé permet une meilleure production de thalles. La production de biomasse est favorisée par les semis décalés lorsque niébé est semé en une ligne intercalaire dans le mil. Ainsi, plus le semis est tardif, plus la production de biomasse est importante sauf en 2003 où le semis décalé de 10 jours permet une meilleure production de biomasse. Lorsque le niébé est semé en deux lignes intercalaires dans le mil, la production de biomasse aux différentes dates de semis du niébé dans le mil varie suivant les années. Toutefois, elle est plus importante dans les conditions de semis tardif (semis

décalés de 20 et 30 jours) et moindre à la première date de semis c'est-à-dire lorsque le niébé est semé en même temps que le mil. En somme, en conditions fertilisées, lorsque le niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires dans le mil, la production de biomasse est meilleure lorsque le semis du niébé est décalé. La production d'épis aux différentes dates de semis du niébé dans le mil dépend de l'année. Lorsque le niébé est semé en une ligne intercalaire, le mil produit plus d'épis lorsque le semis est décalé et même tardif (20 à 30 jours de décalage) avec cependant, en 2003 une bonne production d'épis lorsque le semis du niébé est simultané. Lorsque le niébé est semé en deux lignes intercalaires, cette production est, en général, favorisée par le décalage de semis du niébé. En somme, en conditions fertilisées, lorsque niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires dans le mil, le décalage du semis du niébé permet une meilleure production d'épis. La production de mil aux différentes dates de semis du niébé dans le mil ne subit pas une grande influence de la date de semis du niébé. Toutefois, la production de mil est plus importante dans les conditions de semis tardifs toutes les années sauf en 2003 où c'est en semis simultané que le mil est plus productif. Lorsque le niébé est semé en deux lignes intercalaires, la production de mil aux différentes dates de semis du niébé dans le mil n'est pas significativement différente. Les meilleures productions sont obtenues en semis décalés du niébé dans le mil. En somme, dans les conditions fertilisées, lorsque le niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires, la production de mil ne subit pas une grande influence de la date de semis du niébé. Cependant, les meilleures productions sont obtenues en semis décalés. Au total, en conditions fertilisées ou non, lorsque niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires dans le mil, le décalage du semis du niébé permet généralement une meilleure production de thalles, de biomasse, d'épis et de grains de mil avec cependant de faibles variations selon l'année.

Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de rendement du mil : L'analyse de la production de thalles, de biomasse, d'épis et de grains de mil aux différentes conditions de fertilisation avec un intervalle de confiance à 95% a donné les résultats consignés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Paramètres de croissance et de rendement aux différentes conditions de fertilisation

Fertilisation	Thalles/m ²	Biomasse (kg/m ²)	Épis/m ²	Grains (t/ha)
Sans azote (N0)	8,72a	2.15a	6.55a	0.82a

Avec azote (N1)	11,61b	2.87b	7.93b	0.79a
-----------------	--------	-------	-------	-------

En considérant la production de thalles à toutes les conditions expérimentales confondues, il apparaît que l'effet de la fertilisation est significatif sur la production de thalles, de biomasse et d'épis par le mil en association avec le niébé. Cet effet est positif c'est-à-dire que, la

fertilisation azotée favorise la production de thalles, de biomasse et d'épis. Quant à la production en grains du le mil en association avec le niébé, l'effet de la fertilisation n'est pas significatif. En plus, la production est meilleure en conditions non azotées.

DISCUSSION

Ce travail a été entrepris pour déterminer la date et la densité optimales de semis du niébé à travers la connaissance de l'effet de l'association mil/niébé sur la flore adventice et sur les paramètres de croissance et de rendement du mil. En effet, l'importance de l'arrangement spatiotemporel des cultures impliquées dans une association culturale a été soulignée par plusieurs auteurs (Willey, 1979a,b ; Baumann *et al.*, 2001a,b). Ainsi, en plus de choisir des cultures compatibles pour réaliser une association, il faut également prendre un grand soin à leur arrangement spatial (densités de semis) et temporel (dates de semis) pour augmenter les performances de l'association. En effet, la compétition entre les espèces varie selon la ressource considérée, la biologie des espèces et les itinéraires techniques choisis pour l'association culturale (Fukai & Trenbath, 1993). Aussi, l'arrangement spatiotemporel devrait autoriser une optimisation du système pour une meilleure complémentarité qui devrait se traduire par une minimisation de la concurrence entre les cultures et une augmentation de la concurrence des cultures contre les adventices pour une meilleure production des cultures en place (Walker & Buchanan 1982 ; Liebman & Dyck, 1993 ; Baumann *et al.*, 2001a,b).

Cette étude a montré que le semis du niébé en une ligne favorise la production de thalles, de biomasse, d'épis et de grains de mil. Le semis en une rangée entraîne une plus grande distance entre les pieds, ainsi la compétition interspécifique pour l'eau, la lumière et les nutriments est réduite comme l'ont montré certains auteurs (Reddy & Willey, 1981 ; Roger & Dennis, 1993).

Cette étude a montré également que la date de semis du niébé dans le mil est importante dans la performance du système. En effet, en conditions fertilisées ou non, lorsque niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires dans le mil, le décalage du semis du niébé permet une meilleure production de thalles de biomasse, d'épis et de mil. Le décalage du semis du niébé dans le mil a montré un certain avantage puisque la compétition interspécifique est décalé ce qui permet à la culture principale de bien s'établir avant le semis de la culture

secondaire. Beaucoup d'auteurs ont souligné l'intérêt du décalage du semis de la culture secondaire pour éviter les compétitions et donner des chances à chacune des cultures de bien profiter des ressources disponibles (Anonymous, 1973 ; Osiru & Willey, 1976 ; Baumann *et al.*, 2001a,b).

Cette étude a aussi montré que l'effet de la fertilisation quant à la production de la céréale en thalles, en biomasse, en épis est positif. En effet, la fertilisation est une composante essentielle de tout système agricole visant à maintenir ou à améliorer les rendements (Liebman & Davis, 2000). Ainsi, l'apport de fertilisant permet en général d'accroître les rendements de l'association (Tripathi & Singh, 1983 ; Abraham & Singh, 1984 ; Liebman, 1986 ; Liebman & Davis, 2000). Toutefois, il a été noté que l'effet de la fertilisation sur la production de grains est négatif. Ces résultats montrent que l'association d'une céréale et d'une légumineuse peut être plus complexe quant à la relation du rendement et de la fertilisation. Dans cette présente étude, il est apparu que l'utilisation du niébé qui est une légumineuse fixatrice d'azote permettrait d'augmenter l'azote disponible grâce à sa fixation biologique par le niébé. Toutefois, il faut éviter une saturation en azote du sol par un apport exogène en plus de la fixation biologique par la légumineuse. En effet, dans ce cas, la disponibilité de l'azote pour les cultures pourrait être moindre d'où une production moins importante. D'ailleurs, les résultats de Soria *et al.* (1975) avaient montré que les cultures en association (maïs, haricot et manioc) utilisent mieux les ressources du sol lorsque les niveaux de fertilisants apportés sont faibles. Par contre, Tripathi & Singh (1983) ont montré que dans l'association maïs/soja, l'apport de fertilisant augmente la productivité du système. En somme, la relation entre la productivité de l'association et la fertilisation est très complexe et dépendrait de plusieurs facteurs comme les espèces utilisées, les densités et les dates de semis, l'année. Ainsi, comme l'ont montré certains auteurs, la concurrence des espèces associées pour la lumière et l'humidité est profondément modifiée par la réponse des cultures à la fertilisation

(Stern & Donald, 1962 ; Okafor & De Datta, 1976 ;

Trenbath, 1976).

CONCLUSIONS

Ce travail qui avait comme objectif de déterminer la date et la densité optimales de semis du niébé dans le mil par la connaissance de l'effet de l'association mil/niébé sur les paramètres de croissance et de rendement du mil a permis d'aboutir à d'importants résultats. Cette étude a montré que l'effet de la densité de semis sur la production de thalles, de biomasse, d'épis et de mil est négligeable ; toutefois, le semis en une ligne favorise cette production à toutes les conditions de fertilisation. En ce qui concerne la date de semis, en conditions fertilisées ou non, lorsque le niébé est semé en une ou deux lignes intercalaires dans le mil, le décalage du semis du niébé permet une meilleure production de thalles de biomasse, d'épis et de mil quelque. Il apparaît également que la fertilisation est un facteur important sur la production de thalles, de biomasse, d'épis et de mil aux différentes dates et densités de semis. Cette étude a montré que cet effet de la fertilisation est positif sur la production de thalles, de biomasse, d'épis de mil. Ainsi, généralement la productivité du mil, pour ces variables, est plus importante en conditions azotées. Toutefois, l'effet de la fertilisation n'est pas significatif sur la production en grains de mil. La production est même plus importante en conditions non azotées. A la lumière de ces résultats, le semis du niébé en une ligne intercalaire décalé de 10 à 15 jours par rapport au mil est proposé pour l'association

mil/niébé dans le sud du bassin arachidier du Sénégal. En effet :

- le semis en une ligne permet d'avoir une plus grande distance entre les deux espèces, ce qui réduit la compétition interspécifique pour l'eau, la lumière et les nutriments comme l'ont montré plusieurs auteurs ; cela devrait permettre une meilleure complémentarité afin de minimiser la concurrence entre les cultures pour une meilleure production ;
- le décalage du semis du niébé dans le mil présenterait plusieurs avantages ;
 - la compétition interspécifique pourrait être décalée, ce qui permettrait à la culture principale de bien s'établir avant le semis de la culture secondaire,
 - les opérations culturales, notamment le binage -démariage, peuvent être facilitées,
 - le décalage de seulement 10 à 15 jours permettrait aux cultivateurs,
 - de pouvoir récolter le niébé avant le mil pour disposer de ressources alimentaires (vivre de soudure) ou financière (en cas de commercialisation de la récolte de niébé),
 - de découpler les opérations de récolte de la céréale et de la légumineuse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abraham C. T. and Singh. S. P., 1984. Weed management in sorghum-legume intercropping systems. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge 103: 103-115;
- Ali. M., 1988. Weed suppressing ability and productivity of short duration legumes intercropped with pigeonpea under rainfed conditions. *Trop. Pest Manag.* 34 (4): 384-387.
- Anonymous, 1973. Multiple cropping. In Annual Report of International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Philippines. Pp 15-34.
- Baumann, D.T., L. Bastiaans, and M.J. Kropff. 2001a. Competition and crop performance in a leek-celery intercropping system. *Crop. Sci.* 41 : 764-774.
- Baumann, D.T., L. Bastiaans, and M.J. Kropff. 2001b. Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late emerging *Senecio vulgaris* L., with special reference to competition for light. *Ann. Bot.* 87: 209-217.
- Baumann D.T., Bastiaans L., & Kropff M.J., 2002. Intercropping System : Optimization for Yield, Quality, and Weed Suppression Combining Mechanistic and Descriptive Models. *Agron. J.* 94: 734-742
- Bekunda M. and Woomer P.L., 1996. Organic Resources Management in Banana-based cropping systems of the Lake Victoria Basin, Uganda. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 59, No. 3. pp. 171-180.
- Caporali F., Campiglia E., Paolini R. and Mancinelli R.. 1998. The effect of crop species, nitrogen fertilization and weeds on winter cereal/pea intercropping. *Ital. J. Agron.* 2 : 1-9.
- Diangar S., Fofana A., Diagne M., Charles F. Yamoah FC et Dick RP, 2004. Pearl millet-based

- intercropping systems in the semiarid areas of Senegal. *African Crop Science Journal* 12 (2): 133-139.
- Francis. C. A. - 1990. Potential of multiple cropping systems. in M. A. Altieri and S. B. Hecht, editors. *Agroecology and small farm development*. CRC. Boca Raton. Florida. USA. Pp 137-150.
- Fukai S., Trenbath B.R., 1993: Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. *Field Crops Res.*, 34: 247-271.
- Garrett K.A. and Mundt C.C., 1999. "Epidemiology in mixed host populations". *Phytopathol.*, 89: 984-90
- Gilley J.E., Kramer L.V., Cruse R.M. and Hull A., 1997. "Sediment movement within a strip intercropping system". *J. Soil Water Conservat.*, 52: 443-447
- Gilley J.E., Risse L.M. and Eghball B., 2002. "Managing runoff following manure application". *J. Soil Water Conservat.*, 57: 530-3
- Gomez AA, Gomez KA, 1983. Multiple cropping in the Humid Tropics of Asia. Ottawa, Ontario, IDRC . 289 p.
- Harwood. R. R. 1979. Small farm development: understanding and improving farming systems in the humid tropics. Westview, Boulder. Colorado. Praeger USA. pp. 160
- Itulya F.M. and Aguyoh J.N., 1998. The effects of intercropping kale with beans on yield and suppression of redroot pigweed under high altitude conditions in Kenya. *Exp. Agric.* 34:171-176.
- Jodha NS, 1979. Intercropping in traditional farming systems. Proc. Intl. Workshop on intercropping 10-13 Jan. 1979, Hyderabad, India Intl. Crops.
- Jodha. K. S., 1981. Intercropping in traditional farming systems. in ICRISAT. Proceedings of the International Workshop in Intercropping. 10-13 January 1979, Hyderabad. India. ICRISAT, Patancheru. India. Pp 282-291.
- Liebman M., 1986. Weed suppression in intercropping systems: experiments with barley, pea, and mustard. Dissertation. University of California. Berkeley. California. USA Liebman.
- Liebman M., and Dyck E., 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecol. Applic.* 3: 92-122.
- Liebman M., and Davis A.S., 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Res.* 40: 27-47.
- NOBA K., 2002 – La flore adventice dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal) : structure, dynamique et impact sur la production du mil et de l'arachide. Thèse de Doctorat d'Etat de Biologie Végétale. Option Malherbologie, FST, UCAD, Dakar. 128 p.
- Okafor. L. I. and De Datta S. K., 1976. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. *Weed Science* 24: 43-46.
- Osiru D.S.O. and Willey R.W., 1976. Studies on mixtures of maize and beans with particular emphasis on the time of planting beans. *In Proc. of the Symp. On Intercropping in Semi-Arid Tropics (ICRISAT)*, Morogoro, Tanzania.
- Ouma G. and Jeruto P., 2010. Sustainable horticultural crop production through intercropping: The case of fruits and vegetable crops: A review- *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, 1 (5): 1098-1105
- Owuor C. Tenywa J. S., Muwanga S., Woomer P. L. and Esele P., 2002- Performance of a sorghum-legume intercrops in response to row levels of nitrogen. Program and extended abstracts. FORUM Working Document. No. 5. The Forum on Agriculture Resource Husbandry, Nairobi, Pp. 542-544.
- Papendick R.L., Sanchez P.A., Triplett G.B. (Eds.) 1976. Multiple Cropping ASA Special Publication. 27, Am. Soc. Agronomy Madison.
- Poudel D.D., Midmore G.J. and West L.T., 1999. Erosion and productivity of vegetable systems on sloping volcanic ash-derived Philippine soils. *Soil Sci. Soc. American J.*, 63: 1366-76
- Ramert B., 2002. The use of mixed species cropping to manage pests and diseases - theory and practice. *U.K. Organic Research 2002: Proceedings of the COR Conference*, Aberystwyth.
- Rana K.S., and Pal. M., 1999. Effect of intercropping systems and weed control on crop-weed competition and grain yield of pigeonpea. *Crop Res.* 17: 179-182.
- Reddy. M. S., and Willey R. W., 1981. Growth and resource use studies in an intercrop of pearl millet/groundnut. *Field Crops Research* 4: 13-24.
- Roger F, Dennis RD, 1993. Developing an effective Southern pea and sweet corn intercrop system. *Hort. Technol.* 3 (2): 178-183.

- Schoofs A., and Entz M.H., 2000. Influence of annual forages on weed dynamics in a cropping system. *Can. J. Plant Sci.* 80: 187–198.
- Soria J., Bazan R., Pinchinat A.M., Paez G., Mateo N., Moreno R., Fargas J. and Forsythe W., 1975. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. *Turrialba* 25:283-293.
- Steiner K.G., 1984. Intercropping in tropical smallholder agriculture with special reference to west Africa. Second edition. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn. Germany.
- Stem W. R. and Donald C. M., 1962. Light relationships in grass+lover swards. *Australian Journal of Agricultural Research* 13: 599-614.
- Sullivan P., 2001. Intercropping Principles and Production Practices. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA), USDA Rural Business.
- Theunissen J., 1997. Intercropping in field vegetables as an approach to sustainable horticulture. *Outlook Agric.*, 26: 95–9
- Theunissen J. and Schelling G., 1996. Pest and disease management by intercropping: suppression of thrips and rust in leek. *Int. J. Pest Manag.*, 42: 227–34
- Trenbath B. R., 1976. Plant interactions in mixed crop communities. in *Multiple cropping*. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin, USA. Pp 129-170.
- Tripathi B. and Singh C. M., 1983. Weed and fertility management using maize/soyabean intercropping in the northwestern Himalayas. *Tropical Pest Management* 29: 267-270.
- Walker R. H. and Buchanan G. A., 1982. Crop manipulation in integrated weed management systems. *Weed Science* 30 (Supplement): 17-24.
- WILLEY R. W., 1979a. Intercropping – its importance and research needs. Part I. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstracts*, 32 (1) 1-10.
- Wiley R. W., 1979b. Intercropping-its importance and research needs. Part 2. Agronomy and research approaches. *Field Crop Abstracts* 32: 73-83.
- Wolfe M.S., 2000. Crop strength through diversity. *Nat.*, 406: 681–2