

La réduction de la croissance végétative à forte densité de semis comme stratégie d'adaptation variétale aux semis tardifs en culture cotonnière pluviale au Bénin

E. Sekloka^{1*}, J. Lançon², M. Batamoussi¹ & G. Thomas³

Keywords: Cotton- Sowing date- Density- Variety- Interaction- Yield- Benin

Résumé

Afin d'étudier les effets des facteurs date et densité de semis sur la croissance végétative et le rendement du cotonnier en culture pluviale, quatre essais ont été conduits sur deux sites au Bénin en 2002 et 2003. Un dispositif expérimental en split-split plot avec trois répétitions a été utilisé pour comparer 10 variétés différentes, à trois densités de culture (42.000, 125.000, 167.000 plants.ha⁻¹) et deux dates de semis (juin, juillet/août). La hauteur des plants, le nombre de nœuds par tige, la longueur des branches et le rendement au champ ont été évalués. La date de semis a affecté la morphologie uniquement dans les conditions hydriques limitantes (plants plus courts en semis retardé). Le semis retardé a réduit les rendements de 12% pour la variété précoce et compacte Mar 88-214; contre plus de 30% pour les variétés à fort développement végétatif. Aux fortes densités, tous les génotypes étaient plus courts avec des branches également plus courtes. En semis retardé et à forte densité, Mar 88-214 et Guazuncho 2 ont produit au moins 100 kg.ha⁻¹ de plus que les variétés végétatives; les variétés précoces et compactes semées aux fortes densités conviennent mieux lorsque les conditions hydriques sont limitantes. La densité de semis influence plus nettement la croissance végétative et le rendement du cotonnier que la date de semis.

Summary

Reduced Vegetative Growth at High Planting Density as Varietal Adaptation Strategy for Late Sowing in Rainfed Cotton Cultivation in Benin

To study the effects of the factors sowing date and density on vegetative growth and yield of cotton in rainfed area, four trials were conducted at two sites in Benin in 2002 and 2003. A split-split plot design with three replications was performed to compare 10 different varieties, at three densities (42,000; 125,000; 167,000 plants.ha⁻¹) and, two planting dates (June, July/August). Plant height, number of nodes per stem, branch length and field performance were evaluated. Planting date affected the morphology in limiting water conditions (shorter plants in late sowing). Delayed sowing reduced yields by 12% for early and compact variety Mar 88-214 against more than 30% for varieties with high vegetative development. At high densities, all genotypes were shorter with shorter branches. In delayed planting and high densities, Mar 88-214 and Guazuncho 2 produced at least 100 kg.ha⁻¹ more than the vegetative varieties. Early and compact varieties sown at high densities are more suitable when the water conditions are limiting. Sowing density affects more clearly vegetative growth and yield of cotton than sowing date.

¹Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département de Production Végétale, Parakou, Bénin.

²Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Afrique orientale et australe, Nairobi, Kenya

³AGROCAMPUS OUEST, Rennes, France

*Auteur correspondant: E-mail: emmanuelsekloka@hotmail.com

Reçu le 3.12.14 et accepté pour publication le 4.02.15.

Introduction

La culture cotonnière est essentiellement pluviale en Afrique de l'ouest et du centre. Les variétés cultivées ont été sélectionnées dans des itinéraires techniques basés sur des dates de semis, des densités et des opérations culturales définies en fonction d'une saison des pluies régulière. Adaptées à ces conditions environnementales et techniques de culture (9, 14), ces variétés ont une forte capacité de floraison, des branches végétatives développées, des entrenœuds longs et des cycles relativement longs de 150 à 170 jours. Lorsqu'elles sont semées dès les premières pluies (de mi-mai à fin juin selon les régions), elles donnent de très bons rendements, si bien que l'amélioration de la productivité de la culture cotonnière à l'échelle de quelques décennies n'est pas contestée (16). Mais depuis une vingtaine d'années, les perturbations climatiques sont devenues plus fréquentes (5). Elles induisent un étalement des dates de semis au-delà des périodes généralement recommandées (19), ce qui joue sur le calendrier cultural. Or, en condition pluviale, tout retard au semis risque de réduire le temps de fonctionnement de la culture et de creuser le décalage entre le pic de minéralisation de la matière organique du sol et les phases critiques de développement du cotonnier. Tous les éléments de l'itinéraire technique, notamment la protection phytosanitaire et surtout les fumures minérales, s'en trouvent modifiés. Les agronomes ont développé de nouveaux itinéraires techniques adaptés aux semis tardifs et caractérisés notamment par une plus forte densité de semis (3, 15). Or, les résultats des études portant sur les effets d'un semis tardif ou de fortes densités sur la croissance végétative des cotonniers ne sont pas toujours concordants (19). Ils varient suivant les conditions climatiques et ne prennent pas suffisamment en compte le facteur variétal (12, 13). Ainsi, on connaît mal le comportement des variétés végétatives africaines dans d'autres itinéraires techniques, si bien qu'on peut se demander si ces types variétaux sont bien adaptés aux itinéraires techniques proposés pour faire face aux changements climatiques.

Ce travail se propose donc d'étudier, dans les conditions pluviales du Bénin, les effets d'une réduction du temps de fonctionnement (semis retardé) et de la forte densité de culture sur la croissance végétative et le rendement de différentes variétés de cotonnier *Gossypium hirsutum* L.

Matériel et méthodes

Les essais ont été conduits au Bénin en 2002 et 2003, sur deux sites d'expérimentation du Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres du Bénin (CRA-CF): à Okpara (2°41'E, 9°18'N, 320 m d'altitude) au centre de la zone cotonnière et à Cana (2°5'E, 7°6' N, 89 m d'altitude) au sud. Les sols, pauvres en matières organiques étaient de type ferralitique à Cana (très peu fertile) et ferrugineux tropicaux (fertilité meilleure) à Okpara (Tableau 1). Dans chacun des lieux, les pluviométries et les températures journalières ont été relevées quotidiennement. Pour chaque date de semis, la quantité de pluie utile a été calculée comme le cumul de pluie tombée depuis 10 jours avant la date de semis jusqu'à la fin de la saison (Tableau 2).

Le dispositif expérimental a été un split-split plot à trois répétitions croisant trois facteurs: deux dates de semis en grande parcelle, trois densités de culture en moyenne parcelle, et dix variétés en petites parcelles.

La première date de semis, correspondant aux premières pluies, a pu être réalisée fin juin. La date «retardée», s'est située entre 3 et 5 semaines après la première.

Les trois densités de culture ont été de 42 000 plantes par ha (écartement 0,8 x 0,3 m), 125 000 plantes par ha (0,4 x 0,2 m), 167 000 plantes par ha (0,4 x 0,15 m).

Les dix variétés cultivées ont une morphologie et une longueur de cycle très contrastées. La variété réputée la plus précoce est Mar 88-214 et la plus tardive est Irma A1042. La morphologie est très différente entre la variété Oultan, à port cluster, à entrenœuds et branches fructifères très courts, et les types conventionnels cultivés en Afrique, comme Stam 18 A et Irma A 1042, dont le développement végétatif est beaucoup plus vigoureux (Tableau 3).

Tableau 1

Caractéristiques moyennes des sols de Cana et Okpara pour l'horizon 0-20 cm (année 2002).

Site	pH	Argiles et limons (%)	C total (%)	N total (%)	C/N
Cana	6,2	23,50%	0,94	0,078	12,05
Okpara	-	22,40%	1,43	0,167	8,56

Azontondé et al. (1)

Tableau 2

Date de semis et pluie utile pour les essais conduits à Cana et Okpara.

Site	Saison	Date de semis	Pluviométrie utile (mm) ⁱ
Okpara	2002	26-juin	826
		17-juil.	755
	2003	20-juin	858
		18-juil.	701
Cana	2002	28-juin	499
		2-août	356
	2003	24-juin	406
		24-juil.	461

ⁱQuantité de pluie tombée de 10 jours avant le semis jusqu'à la première récolte.**Tableau 3**

Origine et morphologie des variétés testées.

Variété	Origine	Zone de culture	Précocité	Port
Chaco 520	Argentine	Argentine	Moyenne	Compact
Guazuncho 2	Argentine	Argentine	Moyenne	Compact
H 279-1	Togo – Bénin	Bénin	Tardif	Elancé-arborescent
Irma 772	Cameroun	Sénégal	Tardif	Elancé- branches courtes
Irma A 1042	Cameroun	Cameroun	Tardif	Elancé-arborescent
Mar 88-214	USA	USA	Précoce	Compact-branches courtes
Oultan	Ouzbékistan	Iran	Précoce	Cluster
Rockett	USA	USA	Moyenne	Compact-branches courtes
S 188	Nicaragua	Nicaragua	Tardive	Feuille Okra –arborescent
Stam 18 A	Togo – Bénin	Bénin	Tardive	Elancé-arborescent

Les parcelles élémentaires sont constituées de 3 ou 6 lignes de 6 m, selon les densités, de manière à conserver une surface constante de 14,4 m². Elles sont démarquées à 1 plant par poquet. La fertilisation a été appliquée suivant les recommandations de la vulgarisation: 200 kg/ha d'engrais complet de formule 14-23-14 au semis, et 50 kg/ha d'urée (46% N) à la floraison seulement pour le semis précoce. La protection phytosanitaire a été renforcée pour limiter les chutes d'organes fructifères liées aux attaques d'insectes. Au total, 10 traitements insecticides hebdomadaires ont été réalisés de l'apparition des premières fleurs jusqu'aux premières récoltes. Les deux premiers traitements étaient à base d'endosulfan (2 l/ha), les quatre suivant à l'aide d'un binaire acaricide (cyperméthrine associé à chlorpyrifos-éthyl, 1 l/ha) et les quatre derniers à base d'un binaire aphicide (cyperméthrine associé au diméthoate, 1 l/ha). Les observations ont été réalisées sur les lignes centrales des parcelles élémentaires (2^{ème} ligne pour les parcelles de 3 lignes, 3^{ème} et 4^{ème} lignes pour les parcelles de 6).

La croissance végétative et la productivité des variétés ont été caractérisées par la taille des cotonniers, la longueur des branches et le rendement en coton graine.

La taille des cotonniers a été appréciée par la hauteur de la tige principale (HT) mesurée à partir des nœuds cotylédonaire jusqu'au sommet de la plante ; et le nombre de nœuds (NN) en considérant le nœud cotylédonaire comme étant le niveau zéro. L'occupation de l'espace a été appréciée en mesurant les longueurs des branches les plus longues; il s'agit souvent des 2^{ème} branches pour les branches végétatives (LBV) et des troisièmes pour les branches fructifères (LBF) (8). Les analyses de variance ont été réalisées en utilisant la procédure Mixed du logiciel SAS® (18). Comme les interactions entre facteurs étaient nombreuses, nous avons interprété préférentiellement les effets dont les valeurs de F étaient les plus significatives. Les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Tukey-Kramer (21).

Résultats

Effet de la date de semis sur la croissance végétative et le rendement

En retardant le semis d'un mois environ par rapport à la date de semis recommandée, on observe trois fois sur quatre une perte de pluie utile de 70 à 150 mm environ (Tableau 2). Dans ces conditions, toutes les variétés subissent une réduction de taille, un raccourcissement des branches végétatives et une baisse de productivité, les variétés les plus charpentées étant les plus fortement affectées. Les semis retardés ont provoqué une réduction de la taille et du nombre de nœuds de la tige principale pour toutes les variétés plantées à Cana, où les pluies ont été peu abondantes (Tableau 2) et les sols moins fertiles (Tableau 1). A Okprara, ils n'ont significativement affecté que les variétés les plus végétatives, H 279-1, Stam 18 A, Irma A 1042 et S 188 (Figure 1 et Tableau 4).

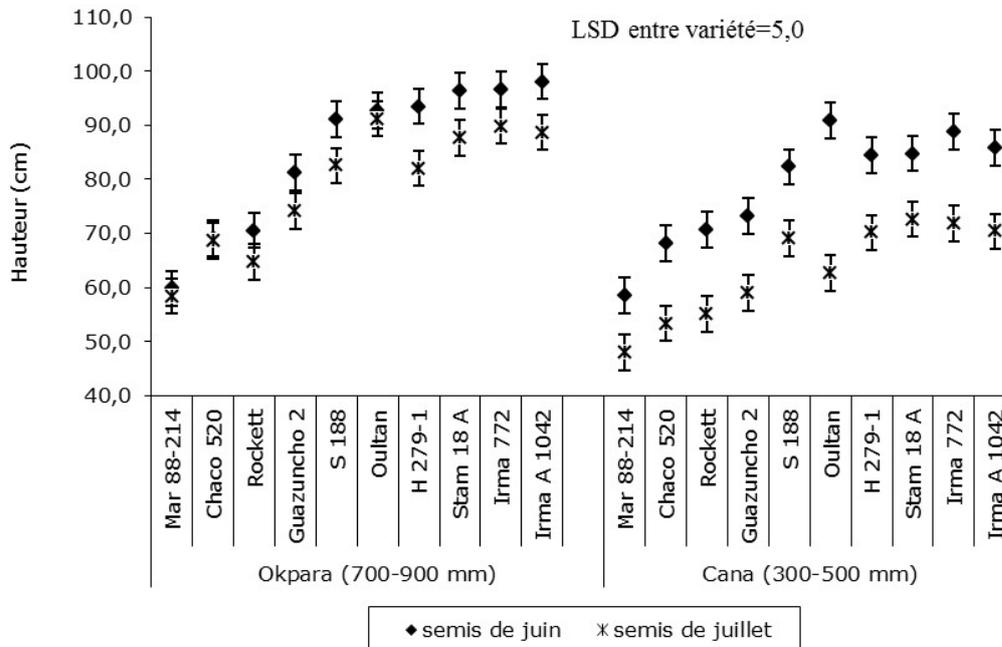
A la plus faible densité, les semis retardés provoquent un raccourcissement des branches végétatives. Les cotonniers semés en juillet ont émis des branches végétatives significativement plus courtes que ceux semés en juin dans les parcelles semées à 42000 plantes par ha, mais pas dans les parcelles semées à 125000 ou 167000 plantes par ha (Figure 2): l'interaction date de semis x densité a été significative ($p=0,04$). La date de semis n'influe pas significativement sur la longueur des branches fructifères ($p=0,12$). Les cotonniers semés en juillet ont eu en moyenne la même longueur de branche fructifère (21,1 cm) que ceux semés en juin (21,8 cm) (LSD=0,9). Les semis retardés réduisent les rendements, mais la réduction est moindre pour les variétés de type précoce et compact (Tableau 5). Voisins de 30%, les écarts de rendement sont nettement plus élevés sur les variétés tardives à grand développement végétatif (S 188, Irma A 1042, Stam 18 A et H 279-1), l'interaction date de semis x variété étant hautement significative ($p<0,0001$). Par ailleurs, en semis retardé, les variétés compactes Mar 88-214 et Guazuncho 2 ont des rendements proches de ceux des variétés cultivées africaines H 279-1 et Stam 18 A (Tableau 5).

Tableau 4

Nombre moyen de nœuds émis par la tige principale selon la date de semis.

Localité	Semis de juin	Semis de juillet
Cana	19,8	16,8
Okpara	15,0	15,0
Moyenne	17,4	15,9

LSD associée à l'interaction Lieu x Date de semis est de 0,66



Les moyennes pour lesquelles les barres d'erreur ne chevauchent pas sont significativement différentes au seuil de 5% suivant le test de Turkey-Kramer.

Figure 1: Hauteur moyenne de la tige principale selon la date de semis, la variété et le site.

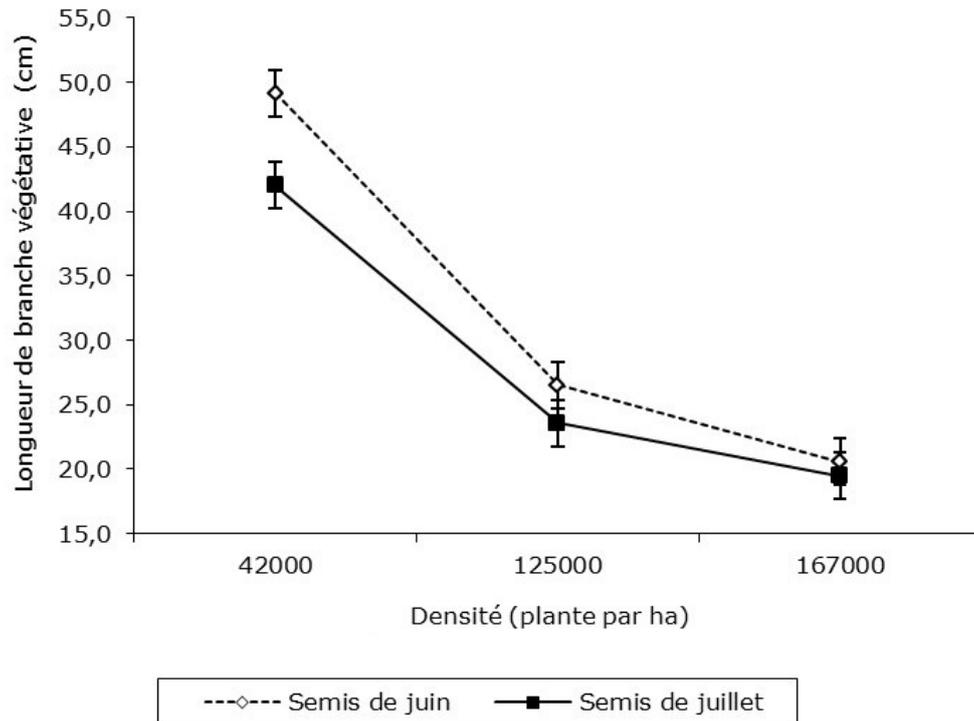
Tableau 5

Rendement en coton graine et perte de rendement (en %) lors d'un semis retardé.

Variété	Semis de juin	Semis de juillet	Ecart ¹ %
	kg/ha		
Oultan	1231	1176	-4
Irma 772	1530	1102	-28
Mar 88-214	1539	1350	-12
Rockett	1589	1267	-20
Chaco 520	1621	1190	-27
S 188	1717	1175	-32
Irma A 1042	1826	1227	-33
Guazuncho II	1829	1336	-27
Stam 18 A	1940	1326	-32
H 279-1	2052	1286	-37
Moyenne	1687	1243	-26

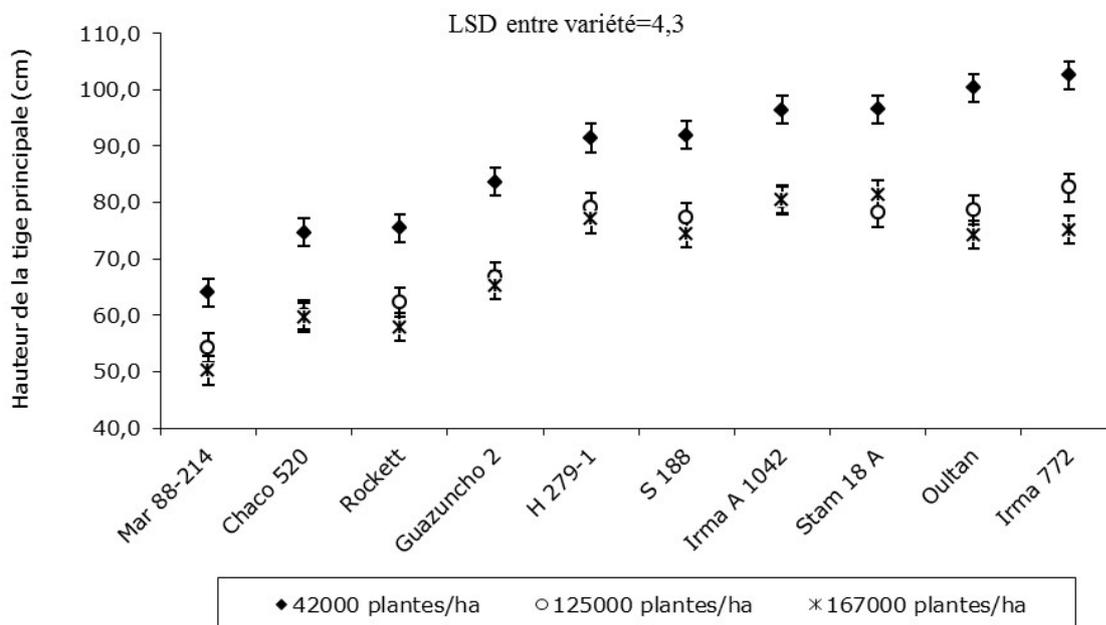
LSD associée aux différences entre date de semis=79,29 ; LSD associée aux différences entre variétés=93,29

¹: (Rendement en semis retardé - rendement en semis de juin) exprimé en pourcentage du rendement en semis de juin.



Les moyennes pour lesquelles les barres d'erreur ne chevauchent pas sont significativement différentes au seuil de 5% suivant le test de Turkey-Kramer.

Figure 2: Longueur de branche végétative (cm) selon la date de semis et la densité.



Les moyennes pour lesquelles les barres d'erreur ne chevauchent pas sont significativement différentes au seuil de 5% suivant le test de Turkey-Kramer

Figure 3: Hauteur moyenne de la tige principale en fonction de la densité pour 10 variétés.

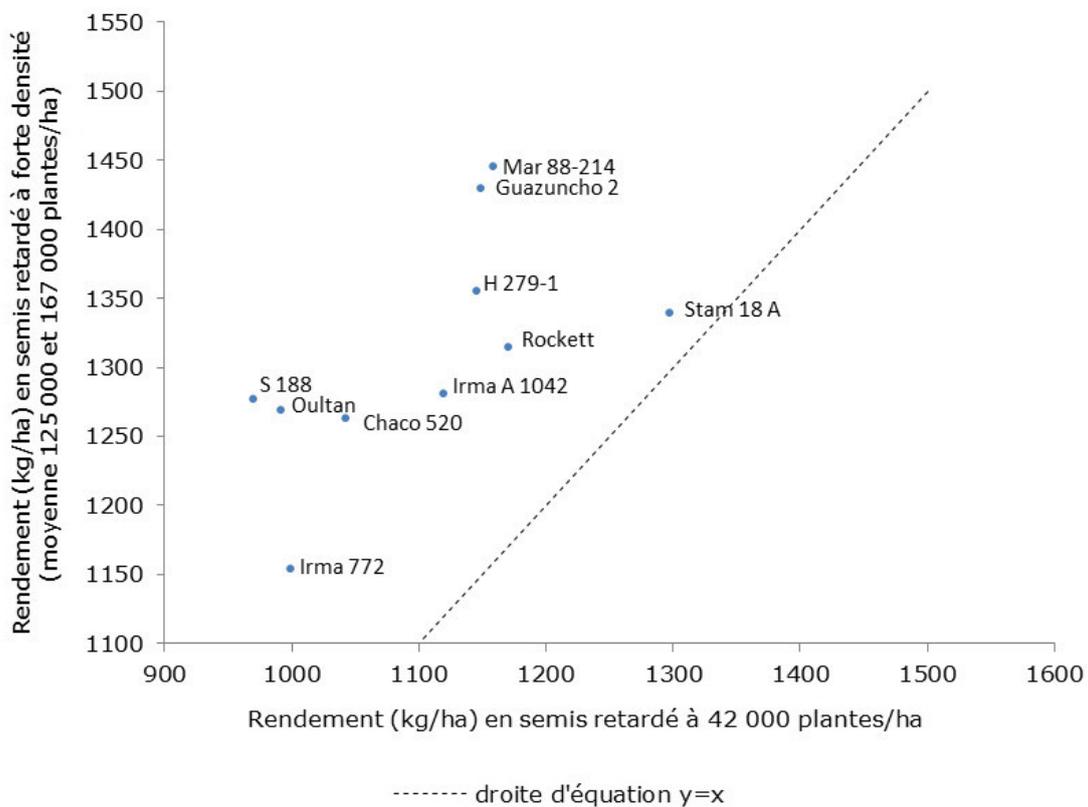
Tableau 6

Rendement en coton graine en fonction de la densité de semis.

Variété	Densité (plantes/ha)			Ecart ¹ (%)
	42000	125000	167000	
	<i>kg/ha</i>			
Oultan	1157	1251	1203	+6
Chaco 520	1288	1445	1483	+14
Mar 88-214	1306	1528	1499	+16
S 188	1331	1510	1497	+13
Rockett	1334	1443	1507	+11
Irma 772	1370	1295	1283	-6
Irma A 1042	1511	1532	1537	+2
Guazuncho II	1524	1575	1649	+6
H 279-1	1603	1748	1655	+6
Stam 18 A	1643	1625	1630	-1
Moyenne	1407	1495	1494	+6

¹: Moyenne des rendements à 125000 et 167000 plantes par ha moins le rendement à 42000 plantes par ha (exprimé en pourcentage du rendement à 42000 plantes par ha)

LSD associée aux différences entre densités=143,14 ; LSD associée aux différences entre variétés=114,26

**Figure 4:** Rendements de 10 variétés en semis retardé: forte vs faible densité.

Effet de la densité de plantation sur la croissance végétative et le rendement

Les fortes densités induisent une réduction des paramètres de croissance végétative (taille des plants et longueur des branches végétatives) et une amélioration du rendement en coton-graine en semis retardé.

Toutes les variétés sont plus courtes à 125000 et 167000 plantes par ha qu'à 42000 plantes par ha, mais on n'observe pas de différence significative entre les deux plus fortes densités (Figure 3). Les écarts de hauteur sont plus importants pour les variétés Oultan et Irma 772, l'interaction densité x variété étant hautement significative ($p < 0,0001$). Les fortes densités réduisent le nombre de nœuds de la tige principale. En moyenne, les tiges ont émis 18,3 nœuds à 42000 plantes par ha contre 16,0 à 125000 plantes par ha et 15,6 à 167000 plantes par ha (LSD=0,2), l'effet densité étant hautement significatif ($p < 0,0001$).

Aux deux dates de semis, les branches végétatives sont significativement plus courtes ($p < 0,0001$) aux fortes densités (Figure 2).

Les branches fructifères sont également plus courtes aux plus fortes densités de culture. Elles mesurent en moyenne 30,4 cm, 17,7 cm et 16,3 cm (LSD=1,4) respectivement à 42000, 125000 et 167000 plantes par ha ($p < 0,0001$).

Les variétés végétatives et tardives, Stam 18 A, H 279-1 ou Irma A 1042 ont été globalement les plus productives, avec la variété de précocité intermédiaire et compacte Guazuncho 2.

Néanmoins, les variétés précoces et compactes Chaco 520, Mar 88-214, Rockett, ainsi que la variété Okra S 188 ont davantage mis à profit l'augmentation de la densité, et tout particulièrement en condition de semis retardé. En moyenne, elles ont enregistré environ 15% d'augmentation de rendement contre 0 à 5% pour les variétés tardives à grand développement végétatif telles que H279-1, Irma A 1042 ou Stam 18 A (Tableau 6). En semis retardé, Mar 88-214 s'est même montré la plus productive à forte densité (Figure 4).

Discussion

En abordant les interactions entre date de semis, densité et variété, ce travail contribue à la valorisation de types variétaux compacts et précoces en culture cotonnière au Bénin, et plus particulièrement dans les parties sud et centre du bassin cotonnier.

Effet de la date de semis

Nos résultats confirment d'abord, pour le Bénin, que la date de semis modifie la morphologie du cotonnier si elle est associée à une forte contrainte hydrique. La croissance végétative des plants est alors plus faible en semis retardé. En revanche, si le facteur hydrique n'est pas limitant, la taille finale des cotonniers n'est pas affectée, comme on a pu le montrer dans des conditions irriguées en Grèce (4). Nos résultats confirment par ailleurs que les semis retardés de cultures pluviales réduisent le rendement au champ, ainsi que de nombreux travaux l'ont précédemment établi (2, 4, 6, 17, 20, 21). Les cotonniers semés tardivement ne bénéficient pas du pic de minéralisation de la matière organique du sol, qui se produit au début de la saison des pluies. De plus, la fenêtre favorable à la floraison étant raccourcie, ils produisent moins de fleurs, moins de capsules et celles-ci sont plus petites (4). Les variétés Oultan, Mar 88-124, Chaco 520, Rockett et Guazuncho 2, qui sont des variétés précoces et à port plutôt compact (19, 20), se comportent mieux en semis tardif. En condition irriguée, d'autres études ont également mis en évidence l'avantage des types précoces et compacts, que ce soit en culture de pleine saison (17) ou en culture dérobée après un blé (22).

Effet de la densité

Les fortes densités favorisent une exploitation plus rapide des ressources (eau, nutriments et lumière) tout en exacerbant les effets de compétition. Nos résultats sont globalement en accord avec ceux des études conduites en condition « ultra narrow row » par exemple: les cotonniers semés à très fortes

densités sont plus courts et développent moins de nœuds sur la tige principale que ceux cultivés aux densités plus faibles (10, 11), tout particulièrement les cotonniers élancés à croissance indéterminée (12).

Ils ont également des branches fructifères et végétatives plus courtes (8, 10, 11). La compétition pour les ressources du sol, la lumière et l'occupation de l'espace est accentuée à ces écartements (12). Ainsi, les variétés compactes et précoces, plus efficaces lorsque les ressources sont limitées, notamment parce qu'elles allouent davantage de biomasse aux puits reproducteurs (13), sont-elles plus adaptées aux fortes densités, plus particulièrement en semis retardé (19; 20). Lorsque l'eau n'est pas un facteur très limitant, Hau et Goebel (8) ont montré qu'il n'y a plus de corrélation négative entre taille et densité en deçà de 50000 plantes par ha.

Conclusion

Dans les conditions pluviales de culture du cotonnier au Bénin, la date de semis influence faiblement la morphologie des variétés : les semis retardés (réalisés en juillet ou début août) affectent très peu la taille des plantes ou la longueur des branches. Mais la hauteur des plantes est réduite en situations de culture plus marginales, au sud du pays, caractérisé par des sols ferrallitiques et des pluviométries utiles plus faibles. En revanche, les rendements sont partout affectés. Leur baisse est plus prononcée pour les variétés à cycle indéterminé et à grand développement végétatif que pour les variétés compactes à cycle déterminé. La densité a nettement plus d'effet sur la morphologie des cotonniers que la date de semis. Aux fortes densités, tous les géotypes ont une végétation réduite (taille de plant et longueur de branches plus courtes).

Dans ces conditions combinées, de culture pluviale, de semis retardé et de densité plus forte, les phénotypes à cycle déterminé et à port compact peuvent être des atouts pour limiter l'impact négatif de pluies tardives et peu abondantes.

Références bibliographiques

1. Azontondé A., Igué M. & Dagbénombakin G., 2009, *Carte de fertilité des sols du Bénin par zone agro-écologique du Bénin*, Rapport de consultation pour le compte d'Afrique Etude, Cotonou, Bénin, 128.
2. Crawley S., Coskrey A., Baugh T. & Lege K., 2004, *Planting date effect on variety performance in the coastal plains in south Carolina, 2047-2047*, in National Cotton Council (Edition) Proc. Belt. Cot. Conf., Memphis, TN (USA).
3. Fadégnon B., 2000, *Effet de la combinaison de forte densité avec un régulateur de croissance sur le rendement du coton*, 231-235, in INRAB (Edition), Acte de l'atelier scientifique du CRA Sud, Cotonou, Bénin, 429.
4. Galanopoulou-Sendouka S., Sficas A.G., Fotiadis N.A., Gagianas A.A. & Gerakis P.A., 1980, *Effet of Population Density, Planting Date, and Géotype on Plant Growth and Development of Cotton*, *Agro. J.*, **72**, 347-353.
5. Gerardeaux F., Fadégnon B., 2010, *Analyse fréquentielle de la pluviométrie dans le Zou et les Collines: le cas de Savalou*, Rapport d'étude, PARCOB/INRAB, 2.
6. Gormus O., Yucel C., 2002, *Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the çukurova region, Turkey*, *Field Crop Res.*, **78**, 141-149.
7. Hau B., Goebel S., 1987, *Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement: 2. Evolution des paramètres de productivité de neuf variétés semées à trois écartements*, *Coton Fibres Tropicales*, **XLII**, 117-122.
8. Hau B., Goebel L.S., 1986, *Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement: 1. Evolution de l'architecture de 9 variétés semées à trois écartements*, *Coton Fibres Tropicales*, **XLI**, 165-173.

9. Hau B., Lançon J., Dessauw D., 2001, *Cotton*, 153-176. In: A. Charrier, Editions Quae, CIRAD, Tropical plant breeding, Montpellier, France, 569.
10. Jost P., Cothren J.T., 2000, Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacing, *Crop Sci.*, **40**, 430-435.
11. Jost P. & Cothren J.T., 2001, Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton, *Crop Sci.*, **41**, 1150-1159.
12. Kerby T., Cassman K. & Keeley M., 1990, Genotypes and Plant Densities for Narrow-row Cotton Systems: I. Height, Nodes, Earliness, and Location of Yield, *Crop Sci.*, **30**, 644-649.
13. Kerby T., Cassman K. & Keeley M., 1990, Genotypes and Plant Densities for Narrow-row Cotton Systems: II. Leaf Area and Dry-Matter Partitioning, *Crop Sci.*, **30**, 649-653.
14. Lançon J., Chanselme J. L. & Klassou C., 1990, Bilan du progrès génétique réalisé par la recherche cotonnière au Nord Cameroun de 1960 à 1988, *Coton Fibres Trop.*, **45**, 2, 145-167.
15. Lançon J., Wery J., Rapidel B., Angokaye M., Gérardeau E., Gaborel C., Ballo D. & Fadegnon B., 2007, An improved methodology for integrated crop management systems, *Agron. Sustainable Development*, **27**, 101-110.
16. Meritan M., Chanselme J.L., Lançon J. & Klassou C., 1993, *L'amélioration du cotonnier au Cameroun*. CIRAD, Montpellier, France, 57.
17. Porter P.M., Sullivan M.J. & Harvey L.H., 1995, *Cotton variety by planting date interaction in the southeast*, 516-521, in National Cotton Council (Editors), Proc. Belt. Cot. Conf, Memphis, TN (USA).
18. SAS-Institute, 1988, *SAS/STAT user's guide*, Release 6.03 Editions. SAS Institute, Inc., Cary (USA).
19. Sekloka E., 2006, *Amélioration de l'efficacité de la sélection pour le rendement en coton graine du cotonnier Gossypium hirsutum L. dans un contexte de nouveaux itinéraires techniques*. Thèse de doctorat, ENSA Rennes, France, 142.
20. Sekloka E., Lançon J., Gozé E., Hau B., Lewicki S. & Thomas G., 2008, Breeding new cotton varieties to fit the diversity of cropping conditions in Africa—Effect of plant architecture, earliness and effective flowering time on late-planted cotton productivity, *Expl Agric.*, **44**, 197-207.
21. Tukey-Kramer, C.Y., 1956, Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications, *Biometrics*, **12**, 309-310.
22. Wayne Smith C.W. & Varvil J.J., 1982, Double cropping cotton and wheat, *Agro. J.*, **74**, 862-865.

E. Sekloka, Béninois, PhD, Maître assistant CAMES, Faculté d'Agronomie, Département de Production Végétale, Université de Parakou, Parakou, Bénin.

J. Lançon, Français, PhD, Directeur Régional pour l'Afrique orientale et australe, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Nairobi, Kenya.

M. Batamoussi, Béninois, PhD, Maître assistant CAMES, Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département de Production Végétale, Parakou, Bénin.

G. Thomas, Français, PhD, Professeur, Directeur AGROCAMPUS OUEST, Rennes, France.