

CNO101532
F300
NIA

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ECOLE NATIONALE DES CADRES RURAUX
BAMBEY

MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENT. ET TECHN.
INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
BAMBEY

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

THEME: ETUDE DE QUELQUES ELEMENTS
DE PRODUCTIVITE CHEZ LE NIÈBE
(VIGNA UNGUICULATA (L) WALP)

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.	
Date	5-11-85
Numéro	0234/80
Mois Bulletin	ONA
Présidentaire	SR/SCC

PRESENTE ET SOUTENU PAR
MOUSSA DIANG
20^e PROMOTION ENCR
MEMBRE SOC

MAITRE DE STAGE
NDIAGA CISSE
INGENIEUR DE RECHERCHES

SOMMAIRE

• PREAMBULE

• INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : GENERALITES → HISTORIQUE ET EVOLUTION DE LA RECHERCHE
SUR LE NIEBE.

11. GENERALITES SUR LE NIEBE

11.1. ORIGINES

11.2. SYSTEMATIQUES

11.3. DESCRIPTION

12. HISTORIQUE ET EVOLUTION DE LA SELECTION DU NIEBE AU SENEGAL

12.1. L'AMELIORATION DU NIEBE AU SENEGAL DE 1959 à 1974

12.2. LES ESSAIS VARIE-TAUX DE 1978 à 1984

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

21. MATERIELS ET METHODES

21.1. MATERIELS

21.2. METHODES D'ETUDE

22. RESULTATS ET DISCUSSIONS

23. CONCLUSION

• REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PREAMBULE

Le niébé occupe une place ~~secondaire~~ dans notre Agriculture (derrière l'arachide et le mil), mais son importance en diététique des populations (protéines) et ses ~~qualités~~ fourragères permettent de donner à cette culture une attention particulière. Il constitue également une source importante de revenus monétaires pour le paysan.

Un programme de sélection mis en place depuis 1959 a permis à la Division de l'Amélioration du niébé de créer et de vulgariser beaucoup de variétés (Mougne, NDiambour, Bambeï 21...) mais aussi d'introduire de nouvelles variétés, avec la collaboration d'institutions étrangères. Depuis plusieurs années (78 à 83) des tests de rendement portant aussi bien sur les variétés sélectionnées que sur celles introduites ont été effectués sur différentes Stations de l'I.S.R.A. Cela a permis d'une part d'identifier les facteurs limitants comme la sécheresse, les insectes et les maladies, d'autre part de constater une certaine stagnation des rendements aux environs de 2 tonnes/ha. C'est ainsi qu'on a été amené à conduire une étude axée sur les éléments de productivité du niébé ; ~~cette~~ ^{elle} étude a été effectuée du 10 Juillet au 10 Octobre 85 au Service Amélioration du niébé. Inutile de souligner que ~~notre travail~~ va souffrir du manque de temps (3 mois).

• Au terme de ce stage, ^{NOUS} exprimons notre satisfaction à Mr. NDiaga CISSE Ingénieur Généticien, pour sa disponibilité constante et surtout pour l'attention toute particulière dont nous avons été l'objet durant toute cette période. Qu'il reçoive ici nos remerciements les plus sincères pour son assistance sans réserve, à tous les points de vue.

Nos remerciements vont également à Mr. Waly MDIAYE I.T.A. pour ses suggestions et sa franche collaboration.

L'expérience pratique de Mr. Assane SENE nous a été d'un apport substantiel, nous lui exprimons ici toute notre reconnaissance.

Nous rendons un hommage particulier à MM. :

Ousseynou FALL, MBaye DIAGNE, Samba Seck SARR, Massamba FAYE et Daouda FAYE pour leur collaboration sans faille durant tous ces trois mois.

.../...

Nous remercions spécialement Melle NDèye Aïta NDIAYE pour toute la compréhension dont elle a fait preuve lors de la frappe de ce rapport.

Enfin nous rendons ~~ici~~ un hommage particulier à Mr. Ayoba FAYE et sa famille pour leur assistance et leur encadrement,

A tous ceux qui, de manière directe ou indirecte ont contribué au bon déroulement de ce stage, nous exprimons notre profonde gratitude.

INTRODUCTION

La production mondiale du niébé en 1980-1981 s'est élevée à 1.427.000 T dont 90 % ont été réalisés en Afrique de l'Ouest, soit 1.234.000 T.

Le Nigeria est le premier Pays producteur avec 800 à 850.000 T/an, suivi du Niger avec 300.000 T. Les zones semi-arides du Sahel sont les plus favorables à la production du niébé, mais les consommateurs préfèrent le mil ou le sorgho. Dans les régions côtières en bordure du golfe de Bénin, la niébé fait l'objet d'une demande très suivie et soutenue toute l'année. Les prix actuels du niébé se situent nettement au-dessus des cours mondiaux des autres légumineuses, indiquant un marché de pénurie (100 à 400 F CFA ou plus ; en fonction de la période de commercialisation ; rapport CNUCED/GATT - 1982).

Au Sénégal, la production du niébé était en 1984-85 de l'ordre de 16.000 T sur une superficie de 53.000 ha, correspondant à un rendement d'environ 300 kg/ha. Les principales zones de culture étant le Nord et le Centre-Nord (St-Louis, Louga, Diourbel, Thiès) avec environ 95 % des superficies ; la région de Louga à elle seule englobe plus de la moitié des surfaces cultivées (28.500 ha). La Casamance constitue également une importante zone de niébé avec 3.436 ha (données DGPA 84-85. Généralement on remarque une baisse non négligeable de la surface totale cultivée par rapport à la moyenne des années 60 (83.000 ha) (rapport DGPA 80-81). Les conditions climatiques qui ont prévalu pendant cette période et en particulier la sécheresse seraient une des causes de cette diminution.

Le niébé est produit pour ses graines qui peuvent être consommées en gousses à l'état frais ou semi-formées comme légume-primeur ou après récolte des graines séchées. Il représente un appoint important des produits vivriers en période de soudure dans le Sahel. Les substances protéiques contenues dans les graines (environ 25 %) sont de qualité supérieure car étant très riches en acides aminés essentiels. Des essais de production d'aliments élaborés à base de niébé tels que des aliments diététiques pour enfants et personnes sous-alimentées ont été effectués dans plusieurs pays dont le Sénégal.

La niébé est également cultivé pour ses fanes séchées qui constituent un aliment de valeur pour bétail à cause de leur hauts teneur en substances protéiques.

Cette forte présence de produits azotés dans ses organes végétatifs fait que le niébé est largement utilisé comme engrais vert. Il peut entrer donc dans l'assolement comme fertilisant à cause de l'importante quantité d'azote libérée dans le sol après sa culture. Cet enrichissement du sol se réalise par l'intermédiaire de bactéries fixatrices d'azote qui vivent sur les racines, en symbiose avec la plante.

Le développement de la culture du niébé se traduirait donc par une importante action de conservation et d'amélioration de la fertilité des sols. L'accroissement des rendements à l'hectare et par conséquent de la production totale de graines contribuerait à la satisfaction des besoins en protéines du pays.

P R E M I E R E P A R T I E

G E N E R A L I T E S • H I S T O R I Q U E E T E V O L U T I O N
D E L A S E L E C T I O N D U N I E B E A U S E N E G A L

11. GENERALITES SUR LE NIÉBE

11.1. ORIGINES :

Le niébé semble avoir été domestiqué et cultivé en Afrique Tropicale depuis les temps préhistoriques, avant d'arriver très tôt en Egypte, en Arabie et en Inde.

Le Centre d'origine principal³ semble être le Nigéria et les Centres secondaires la zone côtière de l'Est et le Sud de l'Afrique (MAGAH M.I., 1984).

11.2. SYSTEMATIQUES :

Plante de la famille des légumineuses, le niébé appartient à la sous-famille des Papilionacées. Il est du genre Vigne ut de l'espèce Unguiculata.

11.3. DESCRIPTION :

La tige de la plante de niébé est cylindrique, légèrement striée, hélicoïdale, quelque fois creuse et glabre. Le nombre de noeuds et le nombre de ramifications principales sur la tige principale sont très variables d'une variété à une autre. Le développement végétatif du niébé donne lieu soit à un port érigé (croissance déterminée), soit à un port étalé (croissance indéterminée), soit à des ports intermédiaires.

Les feuilles sont alternes, trifoliées avec un foliole terminal et deux folioles asymétriques. La couleur est d'un vert foncé ou d'un vert clair. La forme est globuleuse et effilée avec des formes intermédiaires. A l'axe des feuilles on trouve fixés les pédoncules, organes porteurs des gousses ; ces dernières peuvent être en grappe ou non suivant la formation des fleurs.

Le système racinaire est pivotant avec une abondante ramification, ce qui lui confère une certaine tolérance à la sécheresse. La croissance des racines s'effectue durant les 70 premiers jours. Les racines portent des nodosités de bactéries fixatrices d'azote (Magah Mahamadou Issaka, 1984).

L'inflorescence est un racème axillaire non ramifié portant plusieurs fleurs (jusqu'à 5). C'est une floraison plus ou moins groupée selon 10 types de croissance de la variété. Elle est étalée pour les variétés rampantes et tardives, et est groupée pour les variétés érigées nettes.

Le rachis est contracté et porte des fleurs fertiles et des fleurs avortées sécrétant un liquide doux en cas de coulure.

Le pédoncule peut être de longueur variable et l'inflorescence peut être au-dessus du feuillage ou entre les différents niveaux de la frondaison.

La coloration des fleurs varie du blanc au violet avec des formes intermédiaires ; l'on a constaté une relation entre la coloration blanche des fleurs et la coloration (blanche) des graines (Sène, 1971).

Un plant de niébé peut produire de 100 à 500 boutons floraux dont seules les 6 à 12 % donnent des fruits mûrs.

Les gousses sont pendantes ou verticalement rattachées à l'axe du racème. La forme est linéaire en général mais l'on rencontre des formes apicalées, enroulées ou recourbées.

La longueur varie de 7 à 45 cm et la coloration selon le stade de développement prend des teintes différentes : c'est ainsi qu'au stade de montaison, on a un vert avec ou sans bout pourpre ; au stade immature on a une teinte rouge, brune ou blanc crème. A maturité la gousse est marquée d'un jaune paille avec ou sans taches noires, ternes, rouge foncé à brun.

La gousse est formée d'alvéoles pouvant loger les graines.

Le temps de remplissage des gousses est relativement faible, en moyenne 20 jours.

Le nombre de graines, la taille, la forme et la grosseur sont très variables. La graine est de forme carrée, réniforme et fréquemment aplatie, 10 poids peut atteindre 25 g aux 100 graines.

Les graines sont de couleur généralement blanche, blanc-crème, brun clair, brun foncé, gris cendré, violacées, marron, verdâtre, noir. Elles peuvent être mouchetées ou striées.

La graine comporte un tégument qui peut être ridé ou lisse. L'oeil correspond à l'aire pigmentée autour du hile. Il peut avoir une taille et une couleur différente d'une variété à une autre.

La graine contient en moyenne :

Eau : 11 %

Protéines : 23,4 %

Glucides : 56,8 %.

Lipides : 1,3 %

Cellulose : 3,9 %

Cendres : 3,6 %

Il est à noter cependant, la faible teneur en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) ainsi que la présence d'antitrypsine et de facteur de flatulence qui diminuent la valeur nutritive du niébé (Magah M.I. 19134).

12. HISTORIQUE ET EVOLUTION DE LA SELECTION DU NIEBE AU SENEGAL

12.1. L'AMELIORATION DU NIEBE AU SENEGAL DE 1959 à 1974 :

Les travaux sur le niébé ont commencé au Sénégal au début des années 50. Entre 1953 et 1960 plusieurs prospections ont été faites au Sénégal et en Afrique Occidentale. La collection constituée pendant cette période (247 lignées) a été divisée en variétés de jours courts et variétés aperiodiques.

Les premières ne fleurissent que sous des longueurs de jours ne dépassant pas 11 h 30, l'induction de la floraison n'ayant pas lieu au-delà de cette durée. Ces variétés dites "tardives" ont, en général, un port très rampant. La date de leur semis dépend de l'utilisation qu'on veut en faire. Si on veut produire du fourrage, on les sèmera très tôt puisqu'elles produisent une quantité importante de matière verte sans fleurir pendant la saison humide. Pour la production de graines, elles seront semées plus tard pour éviter un développement excessif de l'appareil végétatif.

Les variétés "indifférentes" fleurissent quelle que soit la longueur du jour.

Des croisements entre variétés de "jours courts" et variétés "indifférentes" ont permis de déterminer l'époque à laquelle ces deux groupes se différencient. Pour la latitude de Bambo (14° 42' N) elle se situe aux environs du 1er au 5 Octobre ; c'est à dire pendant des journées de 12 heures d'éclairement environ. Dans la pratique donc les variétés indifférentes à la photopériode sont celles dont 50 % des pieds fleurissent avant le 1er Octobre et les variétés de "jours courts" sont celles qui fleurissent après cette date. Les premières peuvent fleurir en des journées de durée d'éclairement inférieure à 12 heures. Les rapports de ségrégation observés pendant la génération F_2 indiquant que la réaction à la photopériode est un caractère de nature mendélienne contrôlé par une paire d'allèles ; la photosensibilité étant dominante. Les observations effectuées sur la collection indiquant une liaison étroite entre "tardivité" et grosses graines d'une part et de l'autre, entre tardivité et port rampant. Le port érigé ne se rencontre que chez les variétés indifférentes. D. SENE (1965) postule que la possibilité de dissocier ces caractères peut

conduire à la création de variétés de "jours courts" d'une part et d'autres part à la création de variétés de "jours courts" érigés avec un moindre développement végétatif.

L'augmentation de la taille des graines a été un objectif de sélection l'hérédité du poids de 100 graines a été étudiée sur les deux variétés précoces (insensibles à la photopériode) N 58-25 à petites graines (poids de 100 graines égal à 8 g) et N 58-40 à grosses graines (20 g). L'héritabilité au sens restreint de l'ordre de 0,71 montre une prépondérance des gènes additifs dans l'hérédité de ce caractère. La corrélation entre la valeur du pied-mère F_2 et la descendance F_3 est très forte, et est de l'ordre de 89 %. Le haut degré d'héritabilité et la forte corrélation des valeurs F_2 et F_3 indiquent la possibilité d'une sélection efficace dès la F_2 pour la grosseur des graines,

Le taux d'allogamie moyen est estimé à 1,14 % (variant entre 0,22 et 2,06 %). Le port (rampant ou érigé) et la coloration des gousses jeunes (entièrement verte ou verte à pointe rouge) ont été utilisés comme caractères marqueurs. Dans les conditions de Bambey, cette allogamie serait essentiellement due à l'entomofanie (Sène, 1965).

Les tests variétaux menés entre 1962 et 1966 ont permis d'identifier des variétés adaptées aux différentes zones du Sénégal. Ainsi les variétés suivantes ont été diffusées :

- dans le Nord : N 58-57 et N 58-75
- dans le Centre : N 58-105, N 59-25 et N 58-57
- dans le Sud : N 58-111 et N 59-9

Le premier croisement effectué entre les deux variétés à port rampant N 58-57 et N 58-41 a eu pour objectif d'associer les caractères production de graines élevées (58-57) et poids de 100 graines élevé (N 58-41). N 58-41 semé à faible densité (1,20 x 1,50 m), donne des Graines plus grosses avec un nombre moyen par pied supérieur. Ce résultat montre la nécessité de semer à partir de la F_2 aux écartements normaux (0,50 x 0,50 m ou 0,60 x 0,50 m) dans un programme de sélection.

La variété NDIAMBOUR a été obtenue à partir de ce croisement. La grosseur des graines (poids de 100 graines égale 14,9 g) est supérieure à celle de la variété 58-57 (10,9 g). Son rendement moyen calculé sur quatre années consécutives, de 1966 à 1969, est de 1535 kg/ha, celui de 58-57 de 1^{er} ordre de 1463 kg/ha. Elle est vulgarisée dans le Nord et le Centre.

Pout et N 58-74 sont respectivement des variétés sensibles et indifférentes à la photopériode avec des poids de 100 graines de l'ordre de 20 et 11,5 g. Les graines de la première variété sont ponctuées de bleu et celles de la seconde tachetées de gris et marron. L'objectif du croisement effectué entre ces deux variétés a été d'obtenir une variété insensible à la photopériode avec les caractéristiques des graines de Pout. Les graines des lignées obtenues sont effectivement tachetées de bleu mais leur taille est intermédiaire entre celle de Pout et N 58-74. La variété MOUGNE a été sélectionnée à partir de ce croisement ; son rendement moyen sur 4 années d'expérimentation est de 1824 kg/ha avec un poids de 100 graines de 14,2 g.

Les variétés Bambe 21 et Bambe 23 sont obtenues à partir de la recombinaison de F₄ issue des hybrides (1/2 N 58-74 x 1/2 N 58-40) et (3/4 N 58-40 x 1/2 N 58-50). L'objectif du croisement a été d'obtenir une variété à cycle court, insensible à la photopériode, à port dressé net, à croissance **définie**, à grosses graines crème et à oeil coloré. Les rendements moyens de Bambe 21 et Bambe 23 sont respectivement de 1668 et 1524 kg/ha, avec un poids de 100 graines de 18,3 et 21,5 g.

Ces variétés NDIAMBOUR, MOUGNE, Bambe 21 et Bambe 23 sont également vulgarisées dans le Nord et Centre Nord du pays.

12.2. LES ESSAIS VARIETAUX DE 1979 à 1984

La recherche sur l'amélioration du niébé a connu une pause de 1974 à 1978, faute de sélectionneur. L'essentiel des travaux se résumait durant cette période à l'entretien de la collection et du matériel Product.

A partir de 1978 les travaux sur le niébé ont repris avec l'amorce, ces dernières années d'une coopération sous-régionale en matière de recherche.

.../...

Le programme commun mis en place au Sénégal en collaboration avec certains organismes, entre dans ce cadre ; il s'agit notamment des programmes du CILSS (Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel), de l'IITA (Institut International d'Agriculture Tropicale) du projet CRSP ("Collaborative Research Support Program" de l'Université de Californie) et du SAFGRAD (projet de recherche et de développement des cultures vivrières en zones semi-arides).

L'objectif de ces programmes est de diffuser le matériel élite et le plasma germinatif dans les pays membres de ces institutions, en vue de leur utilisation comme variétés ou dans le processus d'amélioration variétale.

Au Sénégal, les essais variétaux menés depuis 1980, dans les différentes stations de recherche ont donné les rendements suivants (voir tableau N° 1).

TABLEAU N° 1 :

RENDEMENTS MOYENS PLURIANNUELS (3 ANNEES)

POUR QUELQUES VARIETES DE NIEBE (Kg/ha)

STATIONS VARIETES	BAMBEY	LOUGA	NIORO	SEFA	SINTHIOU MALEME
15.316	2068,11	251,10	606,58	1055,11	765,70
TN 88.63	2079,55	510,25	608,91	1230,22	1061,90
MOUGNE	2064,22	379,33	435,75	1191,66	1030
50-57	2217,50	581,33	630,75	916,72	903,30
NDIAMBOUR	1815,33	636	59	575,50	1895
GOROM-GOROM	1927,75	428,66	685,91	1352,66	1267
BAMBEY 21	1783,12	407	—	1221	1402
C.B.5	1739,55	404,66	—	—	—
IT 81 D.1137	1378 (*),	—	—	2666,25(*)	800 (*)
TVx 3236	2000,8	237,513	209	1055,66	3013
IAR 48	—	—	—	1999,75	735

(*) : Rendement sur 1 année.

D'une manière générale, on peut dire que les résultats sont faibles (Louga, Nioro) à moyens (Séfa, Sinthiou Malème), malgré quelques données relativement élevées (Bambey).

Au Nord (Louga), le facteur limitant demeure le déficit pluviométrique très marqué encore ces dernières années. A la station de Nioro les pertes sont dues essentiellement au ravage dûs insectes et en particulier les thrips qui limitent considérablement la production.

.../...

La zone de Bamboey semble être la plus favorable pour la culture du niébé. Mais en général les rendements semblent difficilement dépasser 2000 - 2200 kg/ha pour les variétés vulgarisées et aussi celles introduites. L'augmentation des rendements devient en conséquence un objectif de sélection. D'où la nécessité de définir les facteurs de la plante les plus déterminants pour la productivité du niébé ; cette étude a donc été menée en ce sens.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

21. MATERIELS ET METHODES

21.1. MATERIEL, :

L'essai a été mené au CNRA de Bambey, sur un sol de type mixte communément appelé dek joor. Le terrain a été précédemment occupé par une culture de mil. Après 10 labours en humide, un dessouchage et un épandage d'engrais ont été pratiqués ; l'engrais (6-20-10) a été mis à la dose de 150 kg/ha. Ces opérations sont suivies d'un hersage et d'un traitement au Décis (Deltaméthrine) contre les termites, dont les dégâts peuvent être importants après le semis.

Dix variétés originaires de zones différentes sont utilisées. Elles ont une base génétique différente et sont également peu sensibles à la photopériode. Ces variétés figurent sur le tableau N° 2.

TABEAU N° 2 :

PRESENTATION DES VARIETES CHOISIES POUR L'ESSAI

DENOMINATION	ORIGINE	TYPE DE PORT	COULEUR DES GRAINES
HOUGNE	SENEGAL	Semi-érigé	ponctué de gris sur fond clair
CALIFORNIA BLACK EYES 5 (C. B. 5)	U.S.A.	Semi-érigé	crème à oeil noir
T N 83-63	NIGER	Rampant	crème à oeil noir
15-316	MALI	Semi-érigé	ponctué de gris sur fond marron
58-57	SENEGAL	Rampant	crème à oeil beige
GORDI-GOROM	BOURKINA FASO	Rampant	marron
ND IAMBOUR	SENEGAL	Rampant	crème à oeil marron
TVX-3236-01 G	NIGERIA	Rampant	crème à oeil beige sur fond clair
IT 31 D-1137	NIGERIA	Semi-érigé	crème à oeil marron
I A R -48	NIGERIA	Rampant	marron clair

CONDUITE DE L'ESSAI

Le semis a eu lieu le 17 Juillet (à partir de la pluie du 14 Juillet 26,4 mm) avec 2 grains par poquets sans démariage. L'écartement est uniforme pour l'ensemble des variétés ; les poquets sont distants de 0,50 m x 0,50 m.

Une levée plus ou moins hétérogène a été observée du 5^e au 7^e jour après le semis, avec quelques poches viciées. A ces manquants, vient s'ajouter l'action non moins importante des iules qui coupent les jeunes plants au bas du collet. Ce qui oblige à un re-semis au cours de la deuxième semaine.

Deux sarclabinages manuels ont été effectués en tout les 14^e et 33^e jours, pour éliminer l'enherbement ; les plantes adventices ont été favorisées par les précipitations rapprochées. Toutefois, il faut mentionner l'apparition de parasites durant cette période de culture. Les dégâts les plus importants sont causés par les pucerons et les thrips ; ce qui a nécessité des traitements phytosanitaires au thiodane durant les 35^e, 46^e et 61^e jours (la dose est de 250 cc/15 litres d'eau).

. Cos pucerons (*Aphis craccivora*) d'après SR Singh et D.J. Allen (1979) sont des aphides de couleur noir brillant et de taille moyenne (1 à 1,5 mm environ). Dans les conditions favorables leur cycle biologique s'achève en 13 jours seulement. L'adulte peut avoir une durée de vie de 6 jours et produire une descendance de 100 individus ; ce qui explique la vitesse de propagation du parasite en cas d'attaque.

Sur le niébé on rencontre l'insecte sur la face inférieure des jeunes feuilles, sur les jeunes tiges succulentes et sur les gousses. Le vent est un facteur favorable à la multiplication des dégâts ; le résultat est un ralentissement, voire un arrêt de la croissance, et un repoussissement de la plante, Cola entraîne une baisse considérable des rendements.

. Les thrips (*Megalurothrips sjostedti*) selon S.R. Singh et Allen (1979) figurent au nombre des principaux insectes nuisibles au niébé. L'adulte, d'un noir luisant est un insecte minuscule (environ 1,2 à 1,5 mm) que l'on trouve sur les boutons floraux et les fleurs. Le cycle dure 14 à 18 jours ; les oeufs sont déposés à l'intérieur des

boutons floraux et lors de leur développement, les nymphes occasionnent des dégâts considérables ; on note une absence de formation des fleurs, une décoloration ou une déformation de celles déjà formées.

La pluviométrie assez faible dans l'ensemble (383,4 mm au total comparée à la moyenne des dix dernières années (1974 à 1984 : 512,92 mm), a bénéficié d'une répartition relativement bonne. Et en dépit de quelques cas de pourriture de gousses (C.9.5 : cycle de 65 jours) dus au rapprochement des jours de pluie, ces précipitations ont été bénéfiques pour l'ensemble de la culture.

21.2. METHODES D'ETUDE :

Le dispositif expérimental/du type blocs complètement randomisés est qui résulte de l'affectation au "hasard" des différentes variétés à l'ensemble des unités expérimentales (les parcelles) de chaque bloc.

Le terrain mesure 33 x 19,5 m (643,5 m²) ; il est divisé en 4 blocs de 19,5 m x 7,5 m séparés par des allées de 1 m. Les blocs constituent les 4 répétitions. Ils sont subdivisés en 10 parcelles élémentaires de 4 lignes et comptant 16 poquets chacun. Sur chaque parcelle, les 2 lignes centrales constituent la parcelle utile.

Des observations sont faites sur l'ensemble de l'essai et elles concernent la date de levée, le nombre de jours du semis au stade de 50 % de floraison ainsi que la date de 95 % de maturité.

Par ailleurs les différents paramètres sont étudiés selon le principe suivant :

- Sur la parcelle utile on élimine le 1er et le dernier poquet de chaque ligne ; et sur 10 pieds on compte le nombre de feuilles/plant le nombre de branches principales/plant ; et le nombre de nœuds/plant. Tous ces paramètres étant étudiés après le stade de 50 % de floraison. Cette procédure est généralisée à toutes les répétitions.

- Un second comptage sera effectué plus tard, près de la maturité physiologique, sur le nombre de pédoncules/plant, le nombre de pédoncules avec au moins une gousse/plant, et le nombre de gousses/plant, le nombre moyen de graines par gousses (sur 10 gousses) et le poids de 100 graines (cf. tableaux 3,4,5,6,7).

- Enfin on récolte les 2 lignes centrales (la parcelle utile) sur une Longueur de 4 m pour déterminer le rendement (voir tableau N° 11).

A cause d'un manque de temps, nous n'avons pas pu appliquer notre étude à la variété T N 58-63. Cette dernière n'était pas arrivée à maturité au moment de la prise de données.

22. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tous les résultats, ainsi que les corrélations entre les divers paramètres sont portés sur les tableaux n° 3 à n° 13.

La moyenne des différents paramètres ainsi que les rendements sont indiqués au tableau n° 12 ; une analyse de la variance a été effectuée pour **chacun** de ces paramètres.

Aucune différence significative entre les variétés utilisées n'a été observée pour les paramètres suivants : le nombre de pédoncules/plant, le nombre de pédoncules portant au moins une gousse/plant, le nombre de gousses/plant et le poids de 100 graines.

Par contre, pour le rendement, le nombre de branches principales/plant, le nombre de feuilles/plant et le nombre de nœuds/plant, ainsi que le nombre de graines/gousses, les différences entre variétés sont hautement significatives.

Cette année, les rendements des variétés sont en général nettement inférieurs à leur moyenne pluriannuelle (sur 3 ans), malgré un cumul pluviométrique (383 mm) sensiblement égal à la moyenne de ces années (moyenne de 82 à 84 = 376 mm).

La variété TVX 3236 a été la plus productive, tandis que la moins performante a été la 58-57 ; des calculs de corrélation ont été effectués entre les différents paramètres de la plante d'une part, et entre le rendement et ces paramètres d'autre part. Ces données sont présentées dans les tableaux n° 11 et 13.

Les points Principaux de ces corrélations sont discutés ci-après :

- le Nombre de gousses/plant

On a relevé une corrélation négative mais non significative entre le nombre de gousses et le rendement ($r = -0,123$).

BLISS et AL avaient également rapporté des corrélations génotypiques significatives et négatives, entre le nombre de gousses/plant et le rondement ($r = -0,66$), dans une étude incluant 11 variétés évaluées sur 3 sites. Par contre, Brian A. KAHN et J. STOFFELLA (1985) ont récemment trouvé des corrélations positives et hautement significatives entre ces 2 caractères ($r = 0,82$ et $r = 0,81$), dans une étude portant sur 9 variétés dans 2 localités différentes ; ils ont suggéré que dans un programme de sélection ayant pour objectif l'augmentation de la productivité du niébé, le nombre de gousses/plant serait un critère approprié. IMRIE et BUTLER (1983) ont également trouvé qu'à l'intérieur de chaque variété de niébé testée, le rondement était en corrélation positive avec le nombre de gousses/plant et le rondement en fourrage

TABLEAU N° 3 :

NOMBRE DE GOUSSES PAR PLANT

VARIETES	REPETITIONS		MOYENNE
	III	IV	
MOUGNE	23	33	28
C.B.5.	28	22	25
I A R 48	22	34	28
15-316	13	44	29
58-57	28	38	33
GOROM-GOROM	22	24	23
NDIAMBOUR	29	27	28
TVx 3236	24	36	30
IT 87 D 1137	20	21	21

.../...

« Le nombre de graines/gousse »

La corrélation entre le nombre de graines/gousse et le rendement est positive et relativement élevée ($r = 0,543$). Ce résultat est compatible avec ceux obtenus par ELISS et AL (1973), ainsi que par Singh et Monhdiratta (1969) : ($r = 0,18$ et $0,554$ respectivement). Par contre, chez KAHN et AL, CRS 2 caractères sont négativement corrélés ($-0,17$). On notera que le nombre de graines/gousse est négativement corrélé au poids de 100 graines ($r = -0,633$). Les variétés comme C.B.5. et IT 81 D 1137 à grosses graines (leurs poids de 100 graines sont respectivement 21,14 et 19,95), ont donc souvent un nombre de graines/gousse relativement faible (12 et 12). Cette association entre ces 2 caractères n'était pas entièrement inattendue puisqu'il apparaît raisonnable ; si plus de graines/gousse sont produits, la taille moyenne de ces graines doit diminuer à cause de la compétition entre ces graines pour les réserves de substances nutritives. On peut dire aussi que ce nombre de graines/gousse peut également être limité par la non formation de graines mûres à cause d'un avortement prématuré de l'embryon ou encore à cause d'ovules stériles comme c'est le cas avec la variété Mougne (son nombre de graines/gousse = 14 ; poids de 100 graines = 14,7).

TABLEAU N° 4 :

NOMBRE DE GRAINES PAR GOUSSE

(Moyenne de 10 gousses/variété et par répétition)

VARIETES	REPETITIONS				MOYENNE
	I	II	III	IV	
MOUGNE	14,9	13,6	16,7	12,9	14
58-57	13,0	13,8	13,0	13,6	13
15-316	19,0	17,4	17,8	17,0	18
I A R - 48	11,5	15,6	12,2	14,2	13
GOROM-GOROM	13,3	13,6	11,3	12,0	13
IT 81 D 1137	13,4	11,4	12,1	12,1	12
C.B.5.	12,3	11,0	9,8	13,3	12
NDIAMBOUR	14,2	13,6	11,1	13,3	13
TVx 3236	16,0	15,7	16,0	15,8	16

- Le Poids de 100 graines

On a observé une corrélation positive mais non significative entre le poids de 100 graines et le rondomont ($r = 0,122$). BLISS et AL. dans leur étude a v a ^{gnb}trouvé une corrélation également positive pour ces 2 caractères ($r = 0,51$). De même ARYEETAY et LAING (1973), BLISS et BARKER (1973), IMRIE et BUTLER (1983), ont trouvé ce caractère (poids de 100 graines) comme étant un important élément de la productivité chez le niébé. Parallèlement à cela, Singh (1969) a rapporté que ce caractère est fortement hérité (héritabilité = 0,84). Il est à noter également que ce caractère est corréolé négativement avec le nombre de gousses/plant de manière hautement significative ($r = - 0,771$). Aryeetey et Laing (1973) dans une étude sur 22 variétés de niébé avaient également trouvé cette corrélation négative entre ces d o u x facteurs ($r = - 0,77$).

TABLEAU N° 5 :

POIDS MOYEN DE 100 GRAINES DES DIFFERENTES VARIETES (en g)

VARIETES	REPETITIONS				MOYENNE
	I	II	III	IV	
MOUGNE	14,52	14,95	14,86	14,39	14,66
58-57	10,06	10,29	10,35	10,84	10,39
15-316	11,61	11,49	11,71	11,29	11,53
IAR-48	19,71	19,30	20,28	18,58	19,47
GOROM-GOROM	16,51	17,90	16,87	17,08	17,09
IT 81 D-1137	20,40	19,15	20,28	19,98	19,95
C.B.5.	20,97	21,90	20,28	21,42	21,14
NDIAMBOUR	18,96	16,88	18,22	18,20	18,07
TVx 3236	14,32	13,71	12,99	13,40	13,61

* Nombre de pédoncules = Nombre de pédoncules avec au moins une gousse/plant :

Toutes ces deux caractéristiques sont négativement corrélées avec le rondomont (-0,128 et -0,195) ; ce qui est en contradiction avec les résultats obtenus par KAHN et STOFFELLA (1985). Ces derniers suggèrent que pour améliorer le rendement du niébé, le nombre de pédoncules avec au moins une gousse peut constituer un critère approprié. Le coefficient de corrélation qu'ils ont obtenu entre ce caractère et le rendement était hautement significatif ($r = 0,78$).

TABLEAU N° 6 :

NOMBRE MOYEN DE PEDONCULES PAR PLANT

VARIETES	REPETITION III	REPETITION IV	MOYENNE
I A R 48	25	43	34
ND IAMBOUR	42	35	38
MOUGNE	32	40	36
IT 81 D-1137	24	22	23
c.e.5.	24	31	28
GOROM-GOROM	37	Z 22	29
15-316	27	63	45
58-57	33	38	35
J TVx 3236	20	31	25

TABLEAU N° 7 :

NOMBRE DE PEDONCULES PAR PLANT PORTANT AU MOINS UNE GOUSSE

VARIETES	REPETITION III	REPETITION IV	MOYENNE
1 A R 48	14	24	19
NDIAMBOUR	22	16	19
MOUGNE	17	25	21
IT 81 D-1137	15	13	14
C.B.5.	16	20	18
GOROM-GOROM	14	15	15
15-316	12	27	19
58-57	18	23	20
TVx 3236	14	22	18

• Les éléments architecturaux :

Dans la présente étude, il a été tenu compte de trois éléments architecturaux de la plante, à savoir le nombre de branches principales, le nombre de feuilles et le nombre de noeuds. L'architecture de la plante n'est importante pour le rendement *quo* quand elle mène à l'amélioration des fonctions ou réponses physiologiques (ADAMS, 1982). En ce sens, la corrélation entre ces éléments architecturaux est plus importante que leur corrélation directe avec le rendement qui est ici positive pour le nombre de branches ($r = 0,1267$) et négative pour les deux autres caractères ($- 0,267$ et $- 0,094$).

Les corrélations entre ces éléments architecturaux et le nombre de gousses sont toutes positives ; avec le nombre de feuilles, cette relation peut s'expliquer par le fait qu'à l'axe de celles-ci se trouvent fixés les pédoncules, organes porteurs des gousses. Ces feuilles et ce9

pédoncules naissent tous **3u** niveau des noeuds, et on comprendrait donc qu'on puisse avoir un grand nombre de youssos sans avoir également un nombre **important** de noeuds ($r = 0,493$). Un grand nombre de noeuds peut être obtenu **soit en ayant un** nombre important de branches ($r = 0,010$ **Jonc** corrélation hautement significative), **soit avec** une longue tige principale **portant plusieurs naouds.**

TABLEAU N° 8 :

NOMBRE DE BRANCHES PRINCIPALES/PLANT

VARIETES	REPETITIONS				MOYENNE
	I	II	III	IV	
MOUGNE	6	5	5	5	5,25
C. B. 5.	4	4	4	4	4
I A R - 48	5	5	5	5	5
TN 88-63	7	7	7	7	7
15-316	6	6	6	6	6
58-57	6	6	5	6	5,75
GOROM-GOROM	6	6	5	7	6
NDIAMBOUR	5	5	5	6	5,25
TVx 3236	6	5	5	6	5,5
IT 81 D-1137	5	5	4	5	4,75

TABLEAU N° 3 :

NOMBRE DE FEUILLES PAR PLANT
OBSERVE SUR LES REPETITIONS I ET II.

VARIETES	REPETITIONS		MOYENNE
	I	II	
MOUGNE	1 1 1 1	67	83
C.B.5.	32	20	26
I ii R 48	60	51	56
TN 88-63	130	154	142
15.316	74	70	72
58-57	100	85	93
GOROM-GOROM	85	99	92
ND IAMBOUR	61	Y6	79
TVx 3236	76	73	75
IT 81 D-1137	46	4.2	44

TABLEAU N° 10 :

NOMBRE DE NOEUDS PAR PLANT
OBSERVE SUR LES REPETITIONS III ET IV

VARIETES	REPETITIONS		MOYENNE
	I	II	
T N 88-63	25	26	27
I A R 48	19	19	19
ND IAMBOUR	19	19	20
MOUGNE	19	18	18,5
IT 81 D 1137	16	17	16,5
C.D.1?	11	11	11
GOROM-GOROM	22	19	20,5
15-316	18	18	18
58-57	24	23	23
TVx 3 2 3 6	20	21	20,5

TABLEAU N° 11 :

RENDEMENTS EN GRAINES (kg/ha)

CES CHIFFRES SONT RELATIVEMENT FAIBLES COMPARES A CEUX DU TABLEAU N° 11

REPETITIONS VARIETES	I	II	III	IV	MOYEN NE
BOUGNE	1687,33	1623,83	1185,58	1220,33	1428,77
58-57	1202,33	892,08	1019,00	944,58	1014,55
15-316	1957,58	1357,58	1361,83	2508,33	1796,33
J I A R-48	2219,58	1868,33	999,83	2035,33	1780,89
G 3 ROM-GO ROM	1567,175	775,58	1071,83	1892,58	1326,77
IT 81 D-1137	2468,25	1564,33	885,58	1886,58	1701,18
c. o. 5,	1811,00	841,33	1046,00	1589,08	1321,89
NDIAMBOUR	1270,83	1110,06	1257,06	1705,08	1335,77
TVx 3236	2318,03	1975,00	1719,33	1807,33	1954,95

TABLEAU N° 12 :

- 26 -

RECAPITULATION DE LA MOYENNE DES DIFFERENTS PARAMETRES

PARAMETRES VARIETES	Nombre de	Nombre de	Nombre de	Nombre de	Nombre de	Nombre de	Poids de	Nombre de	Rende-
	branches principales par plant (*)	feuilles par plant (*)	noeuds par plant (*)	pédoncu- les par plant	pédoncu- les avec au moins une gou- sse par plant	gousses par plant	100 grai- nes (en g) (*)	graines par gousses (*)	ments en graines (kg/ha) (*)
MOUGNE	5,25 ^{bcd}	89 ^d	18,5 ^{cd}	36	21	28	14,68 ^b	14	1428,77 ^{ab}
C.B.5.	4 ^a	26 ^a	11 ^a	28	18	25	21,14 ^b	12	1321,89 ^{ab}
I.A.R.48	5 ^{bc}	56 ^{abc}	19 ^{cde}	34	19	28	19,47 ^d	13	1780,89 ^b
TN 88-63	7	142	27	—	—	—	—	—	—
15-316	6 ^d	72 ^{bcd}	18 ^{bc}	45	19	29	11,53 ^a	18	1796,33 ^b
158-57	5,75 ^{cd}	95 ^d	23 ^f	35	20	33	10,39 ^a	13	1014,55 ^a
GOROM-GOROM	5,25 ^d	92 ^d	20,5 ^e	29	15	23	17,09 ^c	13	1326,77 ^{ab}
NDTAMBOUR	5,25 ^{bcd}	79 ^{cd}	20 ^{de}	30	12	28	18,07 ^c	13	1335,77 ^{ab}
TVx 3236	5,50 ^{bcd}	75 ^{bcd}	20,5 ^e	25	18	30	13,61 ^b	16	1954,95 ^b
IT 81 D-1137	4,75 ^{ab}	44 ^{ab}	16,5 ^b	23	14	21	19,95 ^{de}	12	1701,18 ^b
MOY. GENERAL	5,45	76,6	19,4	32,72	18,16	27,11	16,21	13,84	1517,95
C.V.	6,97	20,39	4,92	31,93	24,98	28,41	3,68	8,80	21,00
SIGNIF. 0,05	H.S.	H.S.	H.S.	N.S.	N.S.	N.S.	H.S.	H.S.	H.S.

(*) : Les chiffres portant une même lettre ne présentent pas une différence significative entre eux pour le paramètre concerné.

23. CONCLUSION

Il a été noté que le rendement des variétés en général et celui de la 58-57 cri particulier, ont été nettement inférieurs à leur moyenne pluriannuelle. Les conditions pluviométriques de cette saison ont été généralement bonnes ; cette baisse de performance peut être due en grande partie au facteur "insectes". En effet cet hivernage est marqué par une invasion sans précédent de pucerons et on peut penser que ces variétés ont des degrés divers de résistance face à ces attaques. Cette faiblesse du rendement annuel sur l'essai variétal démontre la nécessité de tester une variété ou autre traitement sur plusieurs années et dans plusieurs localités, pour minimiser l'erreur due à l'interaction entre les génotypes (traitements) et l'environnement. Cependant nous n'avons pas eu la possibilité de tester la signification de cette interaction, puisque l'étude a été menée sur une localité et pendant une seule année.

Dans cette étude, aucun des facteurs n'est significativement corrélé au rendement ; le nombre de graines/gousse semble être ici le plus déterminant pour la productivité du niébé. Toutefois il faut souligner le point de vue de certains chercheurs qui soutiennent que le nombre de gousses/plant, le nombre de graines/gousse et le poids de 100 graines sont les plus déterminants pour le rendement (ADAMS, 1982).

C'est ainsi que SINGH et BEHNDIRATTA ont conclu que ces facteurs de la productivité représentent 68 % de la variation pour le rendement.

D'autres proposent que l'indice de récolte peut être un indicateur utile du rendement en graines du niébé ; la taille des graines (poids de 100 graines) était également trouvée comme une importante composante du rendement (IRRI et BUTLER, 1923).

Et plus récemment, KAHN et AL (1985) ont trouvé la production de fourrage par parcelle, l'indice de récolte, et le nombre de gousses/plant pris ensemble dans un modèle de régression à 3 variables ($R = ax + by + cz$ où a, b, c représentent les coefficients de régression ; x, y, z les facteurs, R le rendement) comme étant les piliers majeurs de la variabilité du rendement du niébé/parcelle dans chacune des deux localités incluses dans leur étude ; d'autres variables telles que le nombre de graines/gousse, la taille des graines, donnaient

peu d'indication additionnelle pour le rendement. Ils concluait donc en soutenant que le nombre de gousses/plant était le seul facteur fortement en corrélation avec le rendement du niébé.

Il apparait donc que d'autres recherches soient nécessaires pour déterminer si on peut améliorer le rendement en graines par une sélection pour un nombre de gousses/plant plus élevé. La littérature suggère que ceci peut être difficile à réaliser, à cause d'une faible héritabilité de ce caractère. En effet, pour qu'une sélection basée sur les éléments de productivité soit effective pour améliorer le rendement, il est important que ces éléments soient hautement hérités et fortement corrélés au rendement, et aussi que ces éléments ne soient pas négativement en relation les uns des autres. SINGH et MEHND IRATTA dans leurs études citées, plus haut ont trouvé que 10 poids de 100 graines était le plus fortement hérité, suivi du nombre de graines/gousse ; celui du nombre de gousses/plant et du rendement sont faibles et proches de zéro.

Aucun de ces éléments de productivité ne semble recevoir l'unanimité dans la littérature pour son importance dans la détermination du rendement du niébé. Cependant, 10 facteur le plus fréquemment cité pour le rendement du niébé est donc le nombre de gousses/plant ; mais cette relation est négative dans 10 présente étude (cf : tableau n° 13).

En ce moment-ci, il apparait nécessaire d'avoir des résultats de sélection directs pour le rendement, basés sur ces éléments de productivité (nombre de gousses/plant, nombre de graines/gousse, poids de 100 graines). Par exemple chez le blé (Triticum aestivum) Mc NEAL et QUALSET (1978), ont obtenu des augmentations de rendement de 11 et 16 % à la génération F_3 par rapport à la génération F_2 en utilisant comme critère de sélection, le poids d'une graine et le nombre de graines/épi. Ces deux facteurs ont respectivement été améliorés de 13 et 10 % par rapport à la valeur des deux parents, pour chaque critère. Par contre, le nombre d'épis par plant n'était pas un critère de sélection efficace pour améliorer le rendement.

D'autres caractères de la plante doivent être évalués pour leur influence sur le rendement ; il a été mentionné dans une des études citées plus haut que l'indice de récolte peut être déterminant pour le rendement.

Celui-ci a été défini par Donald (1962) comme le rapport du poids des grains sur le poids de fanes. Il mesure l'efficacité de la migration des produits de photosynthèse de la plante vers les organes de production (Ex. vers les grains pour le niébé).

Chez le blé, les différences génotypiques sont souvent étroitement liées aux différences d'indices de récolte; HASS (1973) en étudiant 22 variétés de blé trouve que le coefficient de corrélation entre le rendement en grains et l'indice de récolte était hautement significatif pendant deux années successives (0,62 et 0,75). Ce caractère a été utilisé avec succès pour obtenir une amélioration de rendement de 25 % de variétés de haricot blanc (*Phaseolus vulgaris*) (Wallace et Hunger, 1972).

D'autres méthodes peuvent être utilisées pour étudier les relations entre les composantes du rendement et celui-ci, en dehors de celle des corrélations. Par exemple la technique de régression multiple appliquée à certaines de ces caractéristiques sur le rendement chez le haricot blanc, a montré les coefficients de régression partielle élevés pour le nombre de pousses/plant, celui des grains/plant et le poids de 100 grains (1,17 ; 0,64 ; 0,99) (Adams et Reicoskoy 1975).

L'analyse du coefficient de piste peut également être utilisée. Cette méthode montre les effets directs et les effets indirects des différentes composantes du rendement sur celui-ci. Elle a été utilisée par SINGH et BEHNDIRATTA chez le niébé (1970).

Les résultats obtenus au cours de la présente étude ne permettent pas d'avoir une réponse concluante quant à la question sur les éléments de productivité du niébé. Il n'existe pas de données fiables militent réellement en faveur de la thèse des uns pour infirmer celle des autres. Cependant, tout programme de sélection basé sur la haute productivité doit, au delà, des performances déjà obtenues, inclure l'adaptabilité des idéotypes aux réalités locales (précocité, résistance aux maladies et aux insectes).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS M.W., 1982 - Plant Architecture and Yield Breeding Iowa State Journal of Research 225-254.
- ADAMS M.W. and REICOSKEY, 1975 - Plant Architecture and Physiological efficiency in the field bean.
- ARYEETAY A.N. and LAING E. 1973 - Inheritance of yield components and their correlation with yield in cowpea (*Vigna Unguiculata*) Euphytica 22 : 386-392.
- BLISS F.A., BARKER L.N. and AL 1973 - Genetics and Environmental variation of seed yield, Yield components and seed protein quantity and quality Of cowpea. Crop Science 14 : 656-660.
- CISSE N. 1984 - L'Amélioration du niébé au Sénégal - Réalisations et perspectives.
- CNUCED/GATT 1982N - Niébé et Mwandzeo ; perspectives pour le développement du commerce régional en Afrique de l'Ouest. 133 p.
- DGPA 80-81 - Rapport annuel. 140 p.
- DONALD C.N. 1962 - In search of yield. J. Aut. Inst. Agric. Sci. 28 171-178.
- KAMN B.A. and STOFFELLA P.J. 1985 - Yield components of cowpeas grown in two environments 179-182.
- IMRIE B.C. and BUTLER K.L. 1983 - Joint contribution of individual plant attributes to seed yield of cowpea (*Vigna Unguiculata*) in small plots, Field Crops Res. 6. 161-170.
- MAGAH M.I. 1984 - Caractéristiques et collecte de données niébé (*Vigna Unguiculata*) (L/Walp). Séminaire sur l'Expérimentation Agronomique et suivi de l'essai à l'INRAN du 18/04 au 02/05/84 au Niger.

.../...

- Mc NEAL F.H. -
QUELSET C.D. 1970 - Selection for yield and yield components in
wheat. Crop Science Vol n° 10, 795-799.
- MASS H.G. 1976 - Determination of character for yield selection
in spring wheat Crop Science Vol 16, 55-59.
- SINGH S.R. - ALLEN
D.J. 1979 - Cowpea pests and Diseases Manual Series 1979.
International Institute of Tropical Agriculture,
Ibadan Nigeria.
- SINGH K.B and
MEHNDIRATTA P.D. 1970 - Path Analysis and Selection indices for cowpea
- Indian Journal Genetic Plant Breeding 36, 471, 475.
- SINGH K.B. and
MEHNDIRATTA P.D. - Genetic variability and correlation studies in
cowpea. Indian journal Genetic, Plant Breeding
29, 104-109
- SENE D. (1971) - L'Amélioration du niébé (Vigna Unguiculata) au
CNRA de Bamboyou de 1959 à 1969. L'Agronomie
Tropicale n° 10 p. 34.
- WALLACE D.H. and
MUNGER H.M. 1972 - Physiological genetics of crop yield adv.
Agron. 24 : 97-146.