CR0100354

Institut Sénégalais
de Recherches Agricoles

Direction des Recherches
sur les Cultures et Systèmes Pluviaux

CIRAD
Cultures Annuelles

Programme Cultures
Vivrières Paysannes

COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES
PROGRAMME STD
Contrat TS2A - 0104 - M (CD)

Projet

"AMELIORATION GENETIQUE DE L'ADAPTATION A LA SECHERESSE DE L'ARACHIDE"

Rapport Final

D. CLAVEL et
D. ANNEROSE

Juin 1994

Institut Sénégalais
de Recherches Agricoles

Direction des Recherches
sur les Cultures et Systèmes Pluviaux

CIRAD
Cultures Annuelles

Programme Cultures
Vivrières Paysannes

COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES
PROGRAMME STD
Contrat TS2A - 0104 - M (CD)

Projet

"'AMELIORATION GENETIQUE DE L'ADAPTATION A LA SECHERESSE DE L'ARACHIDE"

Rapport Final

D. CLAVEL et
D. ANNEROSE

Juin 1994

SOMMAIRE

1. Résumé du projet 1

1.1. Introduction - généralités 1

1.2. Principaux acquis antérieurs à 1989 1

1.3. Objectifs des recherches conduites dans le présent contrat 2

1. 4. Démarche scientifique 3

2. Synthèse des principaux résultats 3

2.1. Répartition des activités de recherche 3

2.2. Résultats scientifiques 4

2.2.1. Recherche de variétés à cycle très court 4

2.2.2. Création de variétés physiologiquement adaptées 4

2.2.2.1. Sélection récurrente 4
2.2.2.2. Sélections à partir de la première population 4
2.2.2.3. Back-crosses sur 57- 422 4

2.2.3. Recherche sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse 5

2.2.3.1. Dynamique et morphologie de l'enracinement 5
2.2.3.2. Relations hydriques et capacité photosynthétique 6
2.2.3.3. Résistance des membranes protoplasmiques à la dessication et à la chaleur 7

2.2.4. Caractérisation et suivi de la variabilité génétique 7

3.3. Formation 8

3. Liste des travaux publiés 8

4. Impact sur le développement 9

5. Perspectives 10

6. Annexes : synthèse des résultats par pays

6.1. Bostwana

6.2. Burkina Faso

6.3. Portugal

6.4. Sénégal

(Brésil et Paris VII : rapports non parvenus)

Rapport final du projet "Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide"

Contrat CEE/DGXII n° TS2-0104-M (CD)

D.Clavel et D. Annerose

1. Résumé du projet

1.1 . Introduction - généralités

En quinze ans (1970-1986), les conditions pluviométriques se sont gravement dégradées dans les pays du sahel. Cette détérioration s'est traduite pour le Sénégal par une baisse de la piuviométrie annuelle de 200mm sur l'ensemble du territoire. Aujourd'hui, la sécheresse est devenue de très loin le premier facteur limitant de la production agricole de la zone semi-aride. En ce qui concerne Yarachide, on estime que les conditions piuviométriques actuelles occasionnent environ 50% de perte en espérance de rendement chez les variétés vulgarisées.
Les travaux réalisés durant le premier contrat CEE/ISRA TDS-A 278-SN (1985-I 987) ont permis de préciser les différents types de sécheresse pour chaque région concernée par le projet et de démarrer des programmes de sélection basés sur une approche multidisciplinaire de la résistance à la sécheresse (physiologie, bioclimatologie et amélioration variétale).
Les résultats présentés dans cette synthèse 1989-I 992 sont la suite logique de ceux du premier contrat. L'objectif général est la création de variétés d'arachide mieux adaptées aux conditions de sécheresse du Sénégal et des pays de la zone semi-aride tropicale. Durant les quatre années de ce projet, I' ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles) en a assuré la responsabilité scientifique, au sein du C.N.R.A (Centre National de Recherches Agronomiques) de Bambey. Les six autres partenaires du projet sont les suivants :

- Bostwana, Department of Agricultural Research, ,
- Brésil, Universidade Federal do Céara,
- Burkina Faso, Institut d'études et de Recherches Agricoles,
- France, Centre International en Recherches Agronomiques pour le Développernent, département des cultures annuelles(ex IRHO) et l'Université de Paris VII.
- Portugal, Instituto Nacional de Investigaçao Agraria

1.2. Principaux acquis antérieurs à 1989

Ils ont principalement été obtenus depuis 1983, date de la mise en place du programme de résistance à la sécheresse à l'ISRA et lors de la première phase du projet. Les principaux résultats sont les suivants:

. caractérisation des types de sécheresse qui sévissent dans le Sahel (Sénégal, Burkina Faso), dans le Nord-Est brésilien (Nordeste) et en Afrique Australe (Bostwana).

. Recherche de variétés très précoces pour les régions à saison des pluies très courte (Fjord-Sahel et intérieur du Nordeste brésilien) ou les zones sèches d'altitude (Bostwana) : mise en place d'un programme de sélection par back-cross sur les cuitivars vulgarisés dans le Nord du Sénégal 73-30 et 55-437. Cette méthode de sélection a été choisie après avoir mis en évidence qu'un faible nombre de facteurs génétiques était impliqué dans la différence de précocité entre ces deux variétés de 90 jours et la variété extra-précoce Chico (75j).

. Recherche de caractères physiologiques d'adaptation à la sécheresse en vue de la création de génotypes associant une bonne valeur agronomique à la capacité de supporter des périodes de sécheresse en cours de cycle pour le Centre-Sahel, le Bostwana et la zone côtière du Nordeste brésilien. Mise au point des tests physiologiques de sélection pour les trois caractères identifiés: la croissance et le volume racinaire, la régulation stomatique (transpiration) et la résistance des membranes protoplasmiques à la dessication.

. Création de genotypes physiologiquement adaptés à la sécheresse. Cette sélection a été envisagée selon deux voies : une sélection récurrente et une sélection par back-cross.

Sélec tion récurrente

Des études génétiques (diallèles) sur les différents caractères physiologiques d'adaptation ont été conduites. Elles ont montré l'existence d'une variabilité génétique chez l'arachide, la prédominance d'effets génétiques additifs et la dispersion des meilleures expressions chez les différents géniteurs. Ces rnformations ont conduit à opter pour une sélection récurrente par test de familles d'autofécondation (SI) à partir d'une population résultant du croisement pyramidal entre huit géniteurs choisis sur la base de leur bon comportement aux tests physiologiques et d'une bonne production au champ en condition de sécheresse. Cette population avait subi, à l'issue de la premiére phase du projet, son premier cycle de sélection récurrente.

Back-cross

Les études génétiques sur les caractères adaptatifs ont permis de mettre en évidence une variété intéressante. Cette variété, 57-422, associe les trois caractères adaptatifs étudiés mais possède la caractéristique de produire de grosses graines qui nécessitent beaucoup d'eau durant les phases critiques de germination, de remplissage du grain et de maturation.

La voie du back-cross avec une variété à petites graines 55-437, plus rapide que la sélection récurrente, a été adoptée pour créer une variété qui associera de bonnes caractéristiques physiologiques de résistance et le caractère "petites graines". Le premier back-cross était réalisé fin 1987.

1.3. Objectifs des recherches conduites dans le présent contrat

Dans cette 2e phase, l' objectif général est toujours la création de variétés adaptées à la sécheresse. La démarche choisie initialement a été poursuivie. L'adaptation à la sécheresse a donc été abordée sous deux angles:

. pour les régions comme le Nord-Sahel ou l'intérieur du Nordeste brésilien, on a tenté de créer des variétés à cycle plus court que les variétés actuellement vulgarisées mais capables de produire au moins autant, c'est la premiére approche. Cette méthode a également été choisie pour trouver des réponses variétales à l'allongement du cycle de culture dû aux chutes de températures nocturnes des régions situées en altitude comme le Bostwana.

. Pour les régions affectées par des périodes de sécheresse en cours de cycle, comme le Sud-Sahel et la zone côtière du Nordeste brésilien, on a opté pour une autre voie de sélection. Cette deuxiéme approche consiste à créer des variétés qui présentent des caractéristiques physiologiques leur permettant de supporter ces "trous" pluviométriques en cours de cycle.

Ces objectifs ont été décomposés en quatre actions élémentaires de recherche :

1- création de variétés à cycle très court,
2- création de variétés physiologiquement adaptées à la sécheresse,
3- recherche sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse,
4- caractérisation et suivi de l'évollution de la variabilité génétique sélectionnée

1. 4. Démarche scientifique

Jusqu'à présent, l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse a été réalisée indirectement en sélectionnant les génotypes qui présentaient les meilleurs rendements dans les conditions naturelles en général. L'inconvénient majeur de cette approche est le manque d'homogénéïté de la pression de sélection d'une saison à l'autre.

L'obtention de variétés 8 cycle très court sera obtenue d'une part par back-cross entre deux variétés vulgarisées dans le Nord du Sénégal, 73-30 et 55-437, et un parent donneur de précocité Chico (75j), et d'autre part par sélection généalogique à partir des premiers back-crosses.

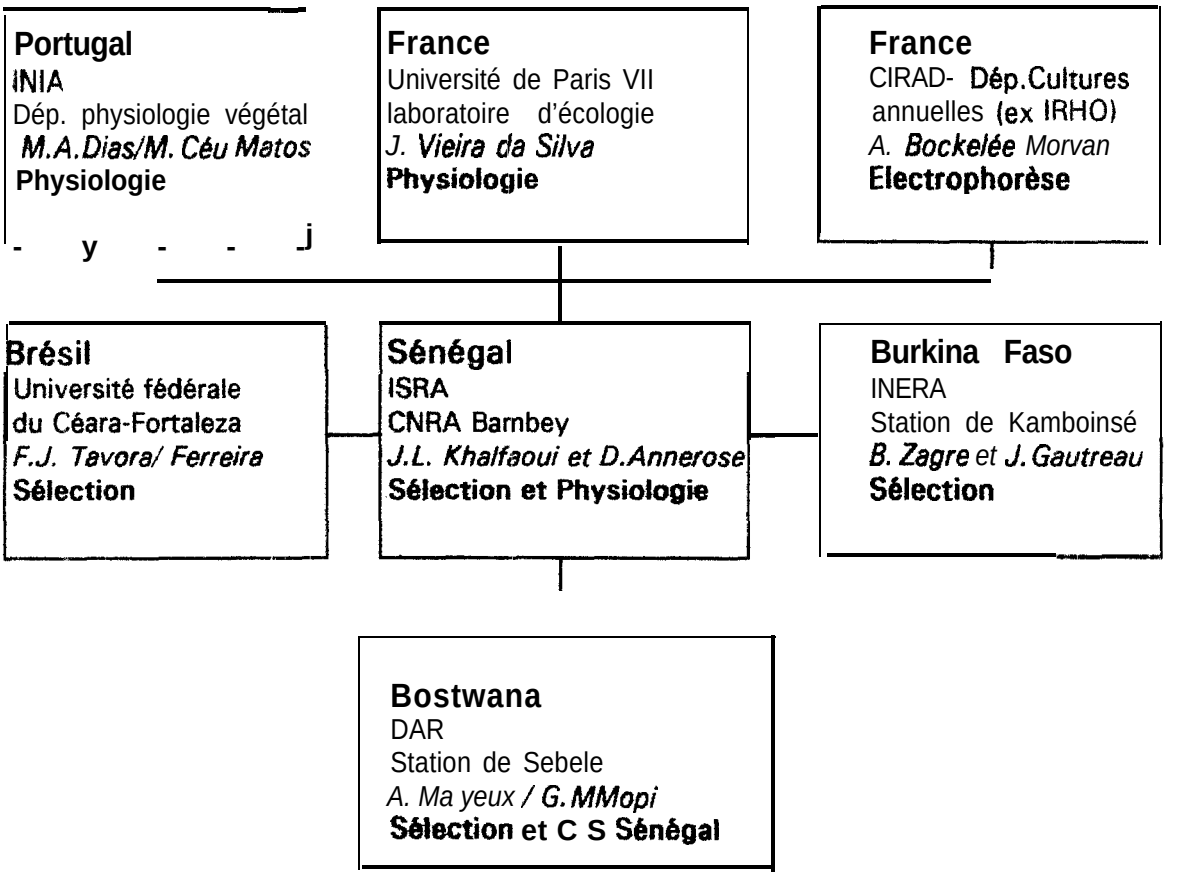
La sélection de variétés physiologiquement adaptées à la sécheresse sera obtenue par sélection récurrente à partir de populations. Cette sélection est basée à la fois sur des critères agronomiques (tests au champ) et sur certaines caractéristiques physiologiques considérées comme essentielles pour l'adaptation à la sécheresse (cf 1.2.). Des sous-populations en seront extraites afin de sélectionner des lignées adaptées aux conditions locales des différentes régions du projet.

Paratlélement à ce travail de sélection, des études physiologiques seront conduites pour mieux comprendre les mécanismes de réponses de l'arachide à la sécheresse. Grâce à cette recherche, on espère déterminer quels sont, parmi ces mécanismes, les meilleurs critères de choix pour l'amélioration variétale et développer les tests de sélection correspondants à ces critères.

Par ailleurs, la caractérisation de la variabilité génétique manipulée et l'évolution de cette variabilité génétique seront étudiées par électrophorèse iso-enzymatique.

2. Synthèse des principaux résultats

2.1 . Répartition des activités de recherche



2.2. Résultats scientifiques

2.2.1. Recherche de variétés à cycle très court

Un essai variétal conjoint a permis de tester et de comparer durant 3 saisons consécutives dans les différents pays les meilleures obtentions récentes de chacun des participants : les "GC" du Sénégal, les "AHK" du Burkina Faso, les "ICGS" du Bostwana (sélections dans du matériel de l'ICRISAT). Ce dispositif a permis d'identifer pour le Bostwana, le Burkina Faso et le Sénégal, des génotypes plus précoces que le témoin local vulgarise et assurant une production au moins équivalente et pour le Brésil des génotypes montrant une meilleure combinaison de caractères favorables. Ces genotypes sont les suivants :

- Bostwana : ICGS 11 et ICGS 311 (légèrement supérieures au témoin en production et en longueur de cycle avec une taille de graine supérieure) et dans une moindre mesure GC 8-35 (surtout intéressante pour la taille des graines) : en cours de confirmation.
- Brésil : GC 8-35, ICGS 55 et ICGS 31 (supérieures de 5 à 14% en production par rapport au témoin, même longueur de cycle et meilleure taille de graine).
- Burkina Faso : ICGS 26, ICGS 31 et AHK 85-19 (équivalentes en rendement au témoin de productivité avec une cycle de culture de 10 à 15 jours inférieur).
- Sénégal : GC 8-35 et GC 8 -13 (30 % supérieures au témoin en production et longueur de cycle inférieure d'environ 10 jours).

Par ailleurs, au Sénégal,, les deux programmes de back-cross pour transférer les allèles de précocité du géniteur de précocité, Chico, aux variétés de 90 jours vulgarisées dans le Nord du pays ont été poursuivis jusqu'au 4e back-cross pour 73-30 et jusqu'au 3e pour 55-437. Le Bostwana a assure la production de contre-saison des semences F2 issues de ces back-crosses afin d'accélérer ce programme. Une sélection généalogique de matériels très précoces a débuté à partir des F2 des premiers back-crosses, Elle a permis de tester à Bambey en 1992 les premières lignées F8 qui en sont extraites. Certaines lignées se sont rnontrées intéressantes au niveau de la précocité mars le niveau de productivité doit être confirmé.

2.2.2. Création de variétés physiologiquement adaptées

2.2.2.1. Sélection récurrente

L'amélioration de la population créée par croisements en pyramide entre huit géniteurs choisis pour leur productivité élevée en conditions de sécheresse et leurs bonnes qualités physiologiques a été conduite au Sénégal. Deux cycles de sélection récurrente par test S1 ont été réalisés. L'amélioration de cette population est conduite à la fois sur des caractères agronomiques (tests au champ) et sur des caractères physiologiques (tests en serre).
Les lignées F2 du deuxiéme cycle produites au Bostwana ont été mises en comparaison dans le double objectif suivant :

- débuter le troisiéme cycle de sélection,
- constituer des sous-populations destinées à servir de populations de base pour l'extraction de lignées par les différents partenaires.

2.2.2.2 Sélections à partir de la première population

La population initiale, après un cycle de sélection récurrente (sans test physiologique) a été appelee première population. Des extractions de lignées par sélection généalogiques ont été pratiquées dans les différentes localités à partir de cette population.

Les premières lignées F6 et F7 extraites au Sénégal et au Bostwana, ont été mises en essais comparatifs à Bambey (Sénégal). Ce premier test a révélé la supériorité de la nouvelle variété pour

la région Centre, Fleur 11(95 jours). Néanmoins, de nombreuses lignées sont comparables au témoin 55-437. Ce qui est encourageant pour la suite du programme de sélection récurrente. En effet, il s'agit d'une sélection de type additive basée sur l'accumulation cycle après cycle du progrès génétique avec maintien autant que possible, de la variabilité génétique.

Au Bostwana, les sélections (S34, S45 et S46), en génération F6, se sont montrées supérieures au témoin Sellie lors d'un test réalisé en 1992.

Au Brésil, des lignées précoces et des lignées tardives ont été extraites de cette première population:

- 24 lignées F6 précoces ont été testées vis à vis du témoin PI 165317 et plusieurs d'entre-elles se sont montrées intéressantes pour les différents paramètres recherchés.
- 27 lignées tardives ont été mises en essai comparatif en 1992. Dix d'entre-elles ont déja été testées une fois l'année précédente. Les premiers résultats montrent qu'elles sont superieures au témoin local mais qu'elles ne se différencient pas significativement de l'introduction sénégalaise prise comme deuxiéme temoin, 73-33.

Au Burkina Faso, 65 descendance F6 précoces (moins de 90 jours) issues de cette population ont été testées en 1992, douze d'entre-elles ont montré un très bon comportement général et une bonne homogénéïté. Elles passeront en essais comparatifs à partir de 1993.

2.2.2.3. Back-crosses sur 57-422

Le troisième volet de ce programme consiste à reduire la taille des graines de la variétés 57-422 (voir 1.2) par back-crosses successifs à partir d'un croisement initial avec la variété à petites graines qui germe bien à pression osmotique élevée, 55-437. Cette opération a été réalisée jusqu'au 3" back-cross.

En résumé pour cette action de recherche, la bonne qualité des premières extractions réalisées par les différents participants à partir de la population en tout début de sélection récurrente, est encourageante pour la suite de ce programme à long terme. En effet, on remarque que dans toutes les localités, il a déjà été possible de repérer des lignées superieures ou au moins équivalentes au témoin local.
Le programme de back cross sur 57-422 devrait déboucher dans les prochaines années : deux back-crosses supplémentaires restent à faire avant de pouvoir tester une " 57-422 à petites graines' en condition de stress hydrique.

2.2.3. Recherche sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse

Ces études ont été conduites au Sénégal et au Portugal. Les principales caractéristiques d'adaptation physiologique de l'arachide à la sécheresse ont été précisées afin de mettre au point les tests de sélection correspondants. Elle.6 concernent le système racinaire, les échanges gazeux et la résistance membranaire.

2.2.3.1. Dynamique et morphologie de l'enracinement

La diversité de ces caractéristiques a été confirmée chez l'arachide. Cette variabilité s'exprime des les premiers jours du développement racinaire. De plus, elle est conservée si le stress hydrique disparait. La redistribution des racines observée en condition de sécheresse, s'accompagne de la formation de racines plus longues et plus fines en profondeur et de racines courtes de gros diametre en surface. Cette redistribution des racines n'entraîne pas d'augmentation de la quantité d'assimilats à l'intérieur de cette organe. La réaction s'accompagne d'un coût énergétique important pour le

développement des autres organes et favorise par conséquent les variétés à gros système racinaire qui peuvent coloniser un volume de sol plus important. L'optimum de densité linéaire racinaire a été précisé ($0,7 cm/cm^3$). Par ailleurs, la nécessité d'un développement racinaire profond a été confirmée par l'observation des relations entre l'état hydrique racinaire et celui des feuilles. En effet, les racines situées aux horizons supérieurs peuvent être déshydratées sans effet sur l'état hydrique des parties aériennes alors que l'existence de racines profondes constituent le premier indicateur de l'état de sécheresse des feuilles.
Ces observations montrent qu'il est nécessaire de pratiquer la sélection en condition de stress et en condition d'alimentation hydrique optimale de maniére à mieux prendre en compte les caractères induits par le stress hydrique.

2.2.3.2. Relatïons hydriques et capacité photosynthétique

La distinction entre la sécheresse et le stress hydrique que l'on peut faire chez les variétés est importante pour comprendre les différentes réponses adaptatives qu'elles sont capables de développer.

Régulation osmotique
Les études conduites en '1990 au Sénégal montrent que, pour les variétés étudiées (57-422, 55-437, 73-30 et 73-33), la réponse à la sécheresse n'est pas associée à une meilleure régulation osmotique dans les tissus foliaires sauf pour la variété 55-437. Cette caractéristique pourrait conférer à cette variété la capacité de différer la fermeture de ses stomates donc de maintenir sa photosynthèse en condition de stress. Cependant les valeurs de cet ajustement de pression osmotique sont trop faibles pour jouer un rôle important en cas de sécheresse persistante.

Régulation s tomatique
Lorsque le déficit hydrique atteint un certain seuil au niveau de la plante, les stomates se ferment et une élévation de température s'opère dans les tissus foliaires du fait de la réduction de la transpiration consommatrice d'énergie. La bonne capacité de l'arachide à maintenir ces échanges gazeux à des niveaux de déshydratation élevés a été confirmée.
La capacité de l'arachide à réguler les pertes en eau passe par la connaissance de la quantité d'eau effectivement disponible pour la plante, elle est donc liée aux relations racines-feuilles. De même, l'identification de variétés capables de maintenir une activité photosynthétique à des potentiels hydriques très faibles doit tenir compte de la capacité de l'appareil foliaire à tolérer la sécheresse. Au niveau du cycle de la plante, c'est à la mi-floraison que l'avantage d'un contrôle stomatique efficace sera maximum.
Parmi les six cultivars étudiés au Portugal (Fleur 11, 55-437, 57-422, 73-30, 73-33 et GC 8-35), ce sont les deux variétés GC 8-35 et 73-30 qui montrent les différences de comportement les plus marquées. Le fait que 73-30 ferme ses stomates lorsque son niveau de CRE (Contenu Relatif en Eau) est plus élevé que celui des autres variétés (CRE = 29,4%) avec une transpiration totale inférieure à celle des autres variétés peut être interprété comme une stratégie de réduction des pertes hydriques par diminution de la transpiration. En revanche, chez GC 8-35, la fermeture des stomates a lieu lorsque le déficit hydrique est élevé (CRE = 19%), ce qui permet probablement a cette variété de maintenir une capacité photosynthétique supérieure aux autres variétes.

Capacité photos yn thé tique
L'effet d'un stress hydrique sur certains paramétres photosynthétiques a été étudié pour les six mêmes variétés que précédemment au Portugal. Les études conduites montrent que l'on peut classer les variétés en trois groupes de potentiel photosynthétique. Le meilleur potentiel photosynthétique est réalisé par les cultivars 73-33 et GC 8-35 et le moins bon par les cultivars 55-437 et 73-30. Fleur 11, la nouvelle variété! en prévulgarisation dans la zone Centre du Sénégal, et 57-422, dont la capacité à maintenir ses stomates ouverts en condition de stress hydrique avait été antérieurement mis en évidence au Sénégal, se situent en position intermédiaire. Ce résultat confirme les hypothèses émises plus haut sur la régulation stomatique de 73-30 et GC8-35. Il apporte un élément d'explication au relativement faible potentiel de production observe sur 73-30 par rapport à Fleur 1 1 dans la région Centre et aussi à la bonne productivité de GC 8-35, variété

extra-précoce, dans les régions à saison des pluies courte.

L' effet de la déshydratation sur la photosynthèse mesuré par application de PEG a été très sensible sur 73-33, 73-30 et CG-8-35. Les variétés 55-437 et à un moindre degré 57-422 sont celles dont la capacité photosynthétique est la moins affectée par le stress hydrique imposé dans l'expérimentation conduite.

Ces résultats mettent l'accent sur les relations dynamiques et contradictoires entre l'aptitude à résister à la sécheresse par la réduction de la transpiration (évitement) et le coût physiologique de cette aptitude sur la photosynthèse. En effet, la capacité à maintenir une bonne photosynthèse en condition de stress est un caractère de tolérance à la sécheresse mais éviter la sécheresse par la fermeture précoce des stomates participe aussi à la résistance à la sécheresse. Il y a donc ici une notion de seuil dont on doit tenir compte pour la mise au point des tests de résistance.

2.2.3.3. La résistance des membranes protoplasmiques à la dessication et à la chaleur

Le maintien de l'intégrité membranaire constitue en fait, chez l'arachide, le mécanisme de tolérance le plus efficace. Les travaux ont montré une augmentation générale de ce niveau de résistance avec l'âge de la plante, ce qui représente un avantage adaptatif important de l'arachide qui termine en général son cycle en condition de sécheresse. Certaines différences varietales existent au niveau de la composition et de cette résistance des membranes à la dessication et à la chaleur. Le test physiologique correspondant 8 la sélection de ce critère à été amélioré et l'on est en mesure à présent de mieux préciser les conditions du stress apporté et le stade optimal de la plante pour une bonne expression des différences variétales.

Cette résistance membranaire a été mesurée au Portugal sur les six cultivars précédents par conductimétrie (mesures de fuites d'électrolytes en conditions de stress hydrique) : la meilleure résistance a été observée pour les cultivars 57-422 et CG-8-35 et la moins bonne pour 73-30. Ces résultats confirment les observations antérieures réalisées au Sénégal sur 57-422. Ce sont d'ailleurs, ces bonnes caractéristiques adaptatives de 57-422 au niveau de la régulation stomatique et de la résistance protoplasmique qui sont à l'origine du travail de sélection par back-cross pour la réduction de la taille des graines de 57-422.

2.2.4. Caractérisation et suivi de la variabilité génétique

Cette étude de la variabïlité enzymatique de l'arachide cultivée a été réalisée dans le cadre d'un DEA au laboratoire d'électrophorése du CIRAD-CA à Montpellier (France). Elle avait pour objectif principal de suivre l'évolution de la variabilité génétique manipulée en sélection récurrente, la bonne gestion de la variabilité génétique étant garante dlu progrès génétique à venir.

Dans un premier temps, on a analysé cent une variétés appartenant aux groupes botaniques Spanish, Valencia et Virginia et représentatives de la variabilité de la collection de Bambey par la technique de l'électrophorése sur gel de polyacrylamide. Cette méthode, sur cette première série de matériels, n'a pas permis de mettre en évidence un polymorphisme suffisant au niveau des systèmes enzymatiques pour poursuivre l'expérimentation au delà. En effet, seuls trois systèmes enzymatiques, sur les cinq polymorphes et lisibles initialement mis en évidence, sont utilisables. Ces trois systèmes polymorphes permettent dle distinguer les deux sous-espèces Fastigiata et Hypogea mais sont insuffisants pour étudier la variabilité génétique de l'arachide cultivée et a fortiori pour suivre l'évolution de la variabilité de la population en cours de sélection récurrente.

Cette étude a toutefois permis de confirmer l'intérêt pour la sélection des croisements entre les deux sous-espèces Fastigiata et Hypogea.

Même si un polymorphisme important au niveau d'espèces sauvages apparentées à l'arachide a été mis en évidence par la suite, la technique du marquage enzymatique parait insuffisante pour

représenter la variabilité génétique de l'arachide cultivée. Ce résultat confirme les expérimentations antérieures avec ce type de marqueur, Ainsi, beaucoup de laboratoires s'orientent aujourd'hui vers des introgressions de gènes à partir d'arachides sauvages vers des arachides cultivées et tentent de suivre les flux géniques par des techniques de marquages d'ADN comme les RFLP (Restriction Fragments Lenghts Polymorphism).

2.3. Formation

Cette activité a concerné principalement trois stages, tous réalisés au Sénégal.

Nom	Pays	Organisme d'origine	Période	Sujet
. FALL C A.	Sénégal	ISRA	Avril-Sept. 1990	Mission auprès du Programme d'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide
ZAGRE B.	Burkina Faso	INERA	Avril-Juillet. 1989	Etude des caractères physiologiques d'adaptation à la sécheresse (mission au CERAAS)
DOPAWOGI S.	Guinée	IRAG	Mai-Juillet 1989	Etude de la réponse à la sécheresse des caractères agronomiques (mission au CERAAS)

3. Liste des travaux publiés

Publications

Annerose D. J.M. 1988. Critères physiologiques pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Oléagineux 43 (5) : 217-222.

Annerose D.J.M. et Diagne M. 1990. Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. 1- Présentation d'un modèle simple d'évaluation appliqué au cas de l'arachide cultivée. Oléagineux 45 (12) : 547-554.

Annerose D.J.M.1991. Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. II- Evaluation des formes de sécheresse agronomiques de l'arachide au Sénégal par simulation du bilan hydrique de la culture. Oléagineux 46 (2) : 61-65.

Annerose D.J.M. et Khalfaoui J.L. 1991. Le C.E.R.A.A.S. un exemple de coopération régionale pour la lutte contre la sécheresse. Le courrier ACP, N° 124 : 60-61.

Ferreira L.G.R., Dos Santos I.F., Tavora F.J.F e Veira da silva J. 1992. Deficit hidrico em cultivares de amendoim (*Arachis hypogeae* L.). Repostas fisiologica e produçao. Oléagineux. 4'7 (8-9) : 523-530.

Khalfaoui J.L. 1990. Genetic of adaptation to drought of cultivated species and consequences on plant breeding. Bull. Soc. Bot. Fr., 137, Actual. Bot., 1 : 125-137.

Khalfaoui J.L. 1990. Etude des composantes de la précocité chez l'arachide. Oléagineux 45 (2) : 81-93

Khalfaoui J.L. 1990. Hérédité de la précocité extrème dans le cas d'un croisement entre deux variétés d'arachide Spanish. Oléagineux 45 (10) : 419-431.

Khalfaoui J.L. 1991. Determination of potential lengths of the crop growing period in semi-arid rsgions of Senegal. Agricultural and Forest Meteorology, 55 : 251-263.

Khalfaoui J.L. 1991. Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse . Cas de l'arachide au Sénégal. Amélioration des Plantes pour les milieux arides. Ed. Aupelf-Uref. Eurotest Paris, 5 1-63.

Communications

Diagne M. 1992. Caractérisation des types de sécheresse. Acte du Symposium Gestion Agroclimatique des précipitations. Bamako (Mali). Déc. 1991. John Libbey Eurotext , Paris.
Gautreau J., Zagre B. 1992. Bilan de trois années d'expérimentation variétale sur l'arachide dans la zone centre du Burkina Faso. Communication présentée au 3" atelier régional ICRISAT de l'arachide. Ouagadougou, Burkina Faso, septembre 1992.
Khalfaoui J.L. 1990. Génétique et selection de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées. 1ier atelier de physiologie,génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptatation à la secheresse des espèces cultivées. Bambey, 5-9 novembre 1990. ISRA/CERAAS bambey, Sénegal.25 p.
Laureano J.A., Matos M.C e Campos P.S. 1993. Efeito de stress hidrico em alguns parametros fotossinteticos de *Arachis hypogeae*. Livro de resumenes. III congreso liispenico-portugues de fisiologia vegetal. Pamplona, 20-24 de Setembro 1993.
Laureano J.A., Matos M.C e Campos P.S. 1993. Mecanismos fisiologicos de resistencia a seca. Estudo de variedades de amendoim. 1ier Simposium hispano-portugues de relacoes hidricas nas plantas. Universidade das ilhas Baleares. Coselho Superior de Investigaçoes Cientificas, pp 197-202. Palma de maiorca, 21-13 de Abril 1993.
Laureano J.A., Lidon F.C e Matos P.S. 1993. Alteraçoes provocadas pela stress hidrico na actividade do aparelho fotossintético de *Arachis hypogeae*. 9' Congresso Nacional de Bioquimica pp 73. Sociedade Portuguesa de Bioquimica. 5-8 de Dezembro de 1993.
Mayeux A. et Khalfaoui J.L. 1989. Groundnut selection with respect to climatic constraints in Bostwana. Symposium SADCC, ICRISAT. Malawi. 5p.
Zagre B., Traore S., Geutreau J. 1990. Activités et résultats de la recherche sur la sélection de l'arachide dans les zones centre et nord du Burkina Faso. Communication présentée au 2e atelier régional ICRISAT de l'arachide. Niamey, Niger.

Rapports de recherche

Diane D. 1991. Etude de deux mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez deux variétés d'arachide (57-422 et Chico): croissance racinaire et absorbsion hydrique. D.E.A. "Biologie Végétale", Université C. A. Diop/ Dakar, Sénégal. 54p.
Eksomtramage T. 1989. Contribution à l'étude du polymorphisme enzymatique chez l'arachide cultivée. O.E.A. "Amélioration des Plantes", ENSA/Rennes, France. 51 p.
Fall C.A. 1992. Développement d'un index de sélection de l'arachide (*Arachis hypogeae* L.) physiologiquement adaptées à la sécheresse. O.E.A. "Ressources Génétiques et Amélioration des Plantes*, Institut National Agronomique /Paris-Grignon. 11 +52p.
Gning M. 1991. Contribution à l'élaboration d'un itinéraire technique : cas de l'implantation d'une nouvelle variété à cycle très court dans la région Nord du Sénégal. Diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles, ENCR/Bambey. 38p + Annexes.
Kane I. 1991. Etude expérimentale de quelques mécanismes d'adaptation à la sécheresse de l'arachide. O.E.A.. "Biologie Végétale", Université C.A. Diop, Dakar, Sénégal. 59p.

4. Impact sur le développement

Au Sénégal, les expérimentations variétales multilocafes et pluriannuelles menées dans la région Nord du Sénégal ont permis de rassembler des informations techniques de base hors station utilisables pour les essais de prévulgarisation. Ces différents essais ont confirmé l'intérêt de la lignée GC 8-35 parmi les matériels très précoces testés de 1988 à 1993.
Il est possible de chiffrer l'impact Economique de l'introduction de cette variété, la plus précoce

jamais vulgarisée, dans les régions de Louga et de St Louis du Sénégal (arachide irriguée) à partir de données de bases de 1988. La variété dépasse le témoin de 35% environ en production. Le gain annuel est donc estimé à 19 000 tonnes soit 1,3 milliards de Francs CFA pour les producteurs avec 100 000 ha emblavés en arachide. Sachant que le coût d'une année de recherche est de 35 millions de F CFA et que huit années ont été nécessaires pour obtenir cette variété, on voit qu'en un an on peut rembourser plus de quatre fois l'investissement recherche.

Au Brésil, l'objectif à court terme était de trouver rapidement une alternative à la culture du coton dans une région où les ravages d'une chenille foreuse ont libéré plus d' un million d'hectare pour une autre spéculation non sensible à ce ravageur. En moins de quatre ans cet objectif a été atteint avec l'identification de cultivars performants pour la zone côtière du Nordeste parmi les introductions sénégalaises : 73-33 et 57-422 pour les 110 jours et 55-437 pour les 90 jours. Pour l'intérieur du Nordeste où des cycles plus courts sont nécessaires, plusieurs variétés intéressantes ont été identifiées parmi les introduction du sénégal et du Bostwana : GC8-35, ICGS 55 et ICGS 55.

Au Bostwana et au Burkina faso, certaines introductions variétales issues des pays participants mais aussi des créations originales à partiir de la population en cours de sélection récurrente, font l'objet d'expérimentation multilocales en milieu paysan.

5 . Perspectives

Ce programme a développé durant ses deux premières phases une approche intégrée de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide associant agronomes, bioclimatologistes, physiologistes et sélectionneurs. Cette approche a été appliquée dans quatre pays du Sud (Bostvvana, Brésil, Burkina Faso et Sénégal). Elle a permis de mettre en place dans chacun de ces pays des programmes de sélection performants aboutissant à l'obtention de variétés prometteuses.

La poursuite de ce programme collaboratif doit permettre une valorisation des travaux engagés depuis huit ans. Le prolongement nécessaire aux travaux de sélection conduits est la mise au point des itinéraires techniques indispensables à la vulgarisation des variétés créées. Par ailleurs, trois opérations de sélection largement engagées doivent aboutir dans les prochaines années. Il s'agit des programmes de back-crosses pour la précocité sur 55-437 et 73-30, des programmes de sélection généalogique à partir de la première population améliorée par sélection récurrente et du programme de back-cross pour la réduction de la taille des graines de 57-422.

Sur le plan méthodologique, il faudra améliorer la compréhension de certains mécanismes physiologiques d'adaptation comme le maintien de la photosynthèse en condition de sécheresse. On tentera également d'indexer lies différents critères de choix et d'automatiser les tests physiologiques de sélection ,

6. ANNEXES : synthèse des résultats par pays

6.1. BOSTWANA

PROJECT: GENETIC IMPROVEMENT FOR GROUNDNUT ADAPTATION TO DROUGHT

Phase - 1 of the project was planned to address drought problem by using two approaches :

- Breeding for earliness and dormancy.
- Breeding for physiological adaptation to drought.

In both approaches, hybridisation was done with the relevant parents. therefore the main activity was management of breeeding populations at early and advanced generation. Different methods of selection were used depending on the objective.

Several selections were made for earliness, at least 30 of which are in preliminary variety trials in different groups accordiny to their yield potential. After 1993/94 season multilocational trials should be possible with seed to increase to be obtained this season. It should be noted that these selections have not reached stability for plant character, yet, but preference for a variety with some variability is likely to discourage pureline selections.

Some of' these lines are perf'orming at the same level or a little better than the local check depending on the environment/site. On the basis cf the large Genotype x environment interaction, location specific selections seem necessary. Amongst those considered for that, are S 45, S 46, GC8-35 and GC 8-13 all of which arc on seed increase plot.5 in preparation for on-farm testing.

At this stage it may be necessary to mention the fact that lack of selection protocol for drought tolerance poses problems of identifying lines with characteristics indicative of drought tolerance if any. As a resulty selection for drought tolerance per se has been difficult. may be this is one area which needs more emphasis in order to develop field selection criteria for drought tolerance.

Publications have been in the form of reports to hoth DAR and CIRAD. however information from such reports have been useful in creating awareness in both extension staff and farmern on groundnut production under dryland conditions.

The future of this project seem to be in developing simple seiection cri teria for drought and invol ving farmers through sharing their experiences and their germplasm to be used in breedi ng .
Termites seem to be a good partner to drought so much that they cannot be ignored whenever drought problems addressed.

On cooperat ion between partners Botswana has a limitation due to 1 anguage, so that it is not possible to communicate with any of the partners directly. Even some of the documents are impossible to read and understand fully, may be there is need for translation of key documents of the project **to** *enable all participants t o anderstand them fully.*

6.2. BURKINA FASO

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS
SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

BURKINA FASO

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE "ET TECHNOLOGIQUE

INSTITUT D'ETUDES ET DE
RECHERCHES AGRICOLES

AMELIORATION GENETIQUE DE L'ADAPTATION A LA SECHERESSE DE L'ARACHIDE

TS 2A-0104 M

R A P P O R T F I N A L

mars 1994

I.N.E.R.A.
03 B.P. 7192
OUAGADOUGOU 03

ZAGRE Bertin
BALMA Didier

INTRODUCTION

Le présent rapport traite des résultats obtenus au Burkina Faso dans, le cadre du contrat CEE N° TS 2A-104 M intitule :"Amélioration génétique de l'adaptation àla sécheresse de l'arachide". Les expérimentations ont porté sur 2 actions de recherche :

Action 1 : Recherche de variétés très précoces:

Action 2 : Recherche de variétés physiologiquement à la sécheresse.

Les travaux ont été réalisés à la station expérimentale de recherche de Gampéla (12°16' de latitude nord, 1°24' de longitude ouest) à 15 km à l'ouest de Ouagadougou. Le climat y est de type soudano-sahélien avec une pluviométrie variant de 600 à 800 mm.La saison des pluies commence en juin et se termine début octobre.

ACTION 1 :Essai conjoint international de variétés très précoces d'arachide (75-80 jours),

1)-Méthodologie

Cet essai conduit simultanément au Sénégal, au Burkina Faso et au Botswana a pour but de comparer 9 variétés d'origines diverses à 2 témoins de précocité et de productivité (respectivement Chico et TS 32-l). L'essai comporte 6 blocs de Fisher avec parcelles contiguës de 4 lignes de 6 m. Le semis se fait à plat à une graine par poquet (écartement 40 cm x 15 cm).Un épandage d'engrais 14-23-14 est réalisé 15 jours après le semis. La récolte des variétés testées et de Chico a lieu 75-80 jours après le semis et le témoin TS 32-l est récolté 10 jours plus tard. L'analyse de récolte est pratiquée sur un échantillon moyen de 300 g de gousses par variété.

2)-Résultats

Au cours des campagnes successives, les taux de levées et de pieds présents à la récolte ont été satisfaisants et voisins de 95 p.100 pour toutes les variétés (sauf pour Chico en 1990). Les productions de gousses ont été variables selon les années mais généralement élevées, les moyennes de l'essai avoisinant 2 t/ha. Les productions de fanes, plus importantes, se sont situées entre 2,5 et 4 t/ha. Les 3 groupes de variétés testées, AHK (locales), ICGS (ICRISAT) et GC (ISRA) ont été assez proches des témoins pour la production de gousses. Les meilleures variétés ont été : ICGS 26, ICGS 31 et AHK 85-19 (plus de 2 t/ha en moyenne, équivalentes au témoin de productivité, les moins bonnes étant AHK 85-18, GC 3-37, GC 8-13 avec un écart moyen inférieur à 14%, sans signification statistique. La variété Chico utilisée

comme témoin de précocité se situe en position intermédiaire, ce qui constitue! une performance correcte. Le point important, c'est que ces variétés très précoces (les taux de maturité à 80 jours sont très élevés, variant de 90 à 95%) sont pratiquement équivalentes au meilleur témoin de productivité local, la TS 32-3 dont le cycle de culture est supérieur de 10 à 15 jours. Ces résultats ont été obtenus dans une zone où la pluviométrie est. relativement favorable. Il est probable qu'une expérimentation dans une région moins arrosée aurait conduit à un moins bon comportement du témoin de 90 jours vis-à-vis des variétés testées.

Les rendements au décorticage (graines tout venant) ont été satisfaisants atteignant souvent 70%, les taux de graines de semence variant de 52 à 60% . En revanche, les poids de 100 graines de ces matériels très précoces sont faibles, de l'ordre de 30 g alors que le témoin de 90 jours est à 40 g.

ACTION 2 : Variétés phvsiolosiauement adaptées à la sécheresse

1)- Méthodoloaie

La démarche a consisté au cours des générations successives à cribler un materiel de départ améliore par sélection récurrente à Bambey (ISRR-Sénégal) et mené progressivement au stade de lignées fixées. Les critères appliqués au processus de sélection ont été principalement le rendement en gousses par pied, les taux de maturité (absolu et relatif), les poids de 100 graines (tout venant et de semence), l'aspect des gousses et des graines. Les données chiffrées ont été appréciées par rapport aux caractéristiques des variétés témoins 55-437 et Chico placées toutes les 6 lignes du dispositif. Le but final est d'obtenir des matériels productifs, de cycle nettement inférieur à 90 jours, tolérants à des contraintes hydriques en cours et en fin de végétation, et présentant un poids de graines satisfaisant (supérieur à celui des variétés très précoces).

2)- Résultats

En début de campagne 1992, les travaux des années précédentes ont abouti à un total de 65 pieds-lignes semés à Gampéla selon un dispositif en lignes intercalées des témoins précités. Les productions individuelles de certaines lignées ont été très élevées, de l'ordre de 20 à 30 g de gousses (ce qui. correspond à des rendements théoriques de 3,2 à 4,6 t/ha). On peut citer les lignées 2A-14,21B-3, 21B-8, 29-2-4, 26 B-5, 151-12,227-10, 124 H--l, 137 I-2, 608-2-3, 608-2-6, 293R-1-6. Certains de ces matériels satisfont à des critères d'homogénéité et de quantité disponible suffisants pour entreprendre des essais préliminaires de comportement en 1993.

PUBLICATIONS

Au terme de ce projet, un certain nombre de publications ont été produites, ce sont notamment les rapports semestriels et 2 communications à des ateliers organisés par l'ICRISAT :

-ZAGRE B.,TRAORE S., GAUTREAU J. 1990. Activités et resultats de la recherche sur la sélection de l'arachide dans les zones centre et nord du Burkina Faso . Communication présentée au 2è atelier régional ICRISAT de l'arachide - NIAMEY (NIGER).

-GAUTREAU J., ZAGRE B., 1992. Bilan de 3 années d'expérimentation variétale sur l'arachide dans la zone centre du Burkina Faso . Communication présentée au 3è atelier régional ICRISAT de l'arachide - OUAGADOUGOU , sept.1992.

RELATIONS AVEC LES AUTRES PARTENAIRES

La coopération entre partenaires a été régulièrement marquée par les échanges de rapports semestriels. Faute de moyens,il n'a pas été possible de se déplacer pour se rendre compte sur place des travaux effectues par les autres intervenants du projet.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

A l'issue de 4 années consécutives de travaux dans le domaine de la résistance à la sécheresse, on dispose de résultats exploitables sur le plan des variétés très précoces d'une part et de lignées RS issues d'une sélection récurrente d'autre part. Les variétés de 75-80 jours fournies par l'ICRISAT (ICGS),, l'ISRA (GC) et l'INERA (AHK 85) ont fait preuve de productivités intéressantes par rapport aux témoins "classique" et très précoce utilisés. Ces variétés font l'objet en 1993 d'une expérimentation comparative multilocale en milieu paysan ou en PAPEM. Certaines des meilleures lignées sélectionnées à Gampéla à partir d'une population améliorée en provenance de Bambey sont maintenant disponibles en quantité suffisante pour mettre en place une comparaison statistique préliminaire avec des témoins de cycle et de productivité.

6.3. PORTUGAL

Rapport final d'activitées concernant le projet STD 2A-0104-M

Departement de Physiologie Végétale
Estação Agronómica Nacional

(Portugal)

M. Céu Matos

1993

III. **HUMAN RESOURCES**
(One form to be completed for each participating organisation)

1. **IDENTIFICATION OF INSTITUTION:**

NAME: ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

ADDRESS: QUINTA DO MARQUÊS - 2780 OEIRAS - PORTUGAL

Tel: 443.15.05 Fax: 442.0867 Telex: 63698 EAN P

2. **SCIENTIFIC PERSONNEL PARTICIPATING IN THE PROJECT ALREADY EMPLOYED BY THE INSTITUTION**

a. Scientific personnel having completed full university education (graduate/post-graduate):

NAME	FUNCTION IN INSTITUTION	QUALIFICATION Scientific Discipline	DURATION IN MAN MONTHS OF TIME SPENT ON PROJECT (no decimals)
MARIA DO CÉU MATOS	Investigador Auxiliar	PhD	20
PAULA SCOTTI CAMPOS	Assistente de Investigação	M.Sc. degree	10

b. Number of technicians (having completed full secondary education/non-graduate) in man months ..30 Months

JOAQUIM AUGUSTO LAURIANO - (Faculté de Sciences Agraires de Huambo) - thèse de doctorat en cours.

Rapport final d'activitées concernant le projet STD 2A-0104-M

Introduction

Ce rapport porte sur l'activité développée pendant les deux dernières années du projet placée SOUS la responsabilité scientifique de Madame Maria Adelaide Dias et aprés son passage a la retraite, sur la mienne

L. 'activité développée dans cette periode s´ insère dans la sphère de la capacité de conservation de 1 eau et dans la caractérisation photosynthétique de quelques variétés, bien que quelques résultats ont été déjà obtenus sur la résistance protoplasmique à la sècheresse.

Au délàs des travaux de recherche qui continuent à s'effectuer, on a développe une actiwte de formation. En effet, ce thème est le sujet de la thése de doctorat d'un chercheur de la Faculté de Sciences Agraires du Huambo (Angola).

Les résultats des travaux développés ont été presentés en congrès: Ier Symposium Hispano-Portugais des Relations hydriques des plantes (Espagne 1993), III Congrès Hispano- Portugais de Physiologie Végétale (Espagne) et Ie 9ème Congrès National de Biochimie (Portugal 1993), où nous avons eu l'opportunité de discuter nos résultats avec des chercheurs d'autres nationalités.

1. es expérimentations ont été développées soit en champ, soit en serre ou au laboratoire. En ce qui concerne le premier, on a vu la production de la matière sèche et des graines de variétés portugaises et sénégalaises, aussi bien que la proteine brute des graines des variétés irriguées ou en sècheresse. Ces essais se sont déroulés au nord-est du Portugal dont le climat a de fortes caractéristiques méditerranéennes En géneral, la sècheresse a affecté la production des gousses et de la matrère seche dans toutes les variétés. D'un autre coté, la teneur en protéine brute en pourcentage de matière seche a été affectée seulement dans quelques des variétés, En effet, elle augmente avec la sècheresse dans quelques situations .

En relation aux essais en pot nous avons essayé les variétés Fleur 11, 55-437, 57-422, 73-30, 73-33 et CG-835, en ce qui concerne la fuite d'électrolytes en conditions de stress hydrique, on a vérifie une plus grand résistance protoplasmique (vu par cette méthode) des variétés 57-422 et CG-835 par rapport à la cv 73-30. D'autre part, cette dernière variété conserve mieux l'eau que les autres, a cause d'une plus grande résistance foliaire à la diffusion de la vapeur de l'eau On a fait aussi la caractérisation des variétés en ce qui concerne le potentiel photosynthétique. On a pu faire une

distribution des variétés selon trois classes: celles qui ont les plus hautes capacités (plus de 15 μmole m^{-2} s^{-1}) ou se situent les variétés 73-33 et CG-835, les moyennes (entre 15 et OC) μmole) ou s'agroupent 'la Fleur 11 et 57-422 et celles des plus basses valeurs de la capacité, (moins de 10 μmole $m^{-2}s^{-1}$) qui comprend la 55-437 et 73-30. En ce qui concerne l'efficacité quântique, aucune difference entre les variétés n'est perceptible. L'effet de la désidratation provoquée par le PEG 600 sur la photosynthèse a été étudié sur les mêmes variétés; on a vu que l'efficacité quantique a éte fortement reduite, aussi bien que le point de compensation pour la lumière. Les variétés qui ont reduit le plus la capacité photosynthétique, ont été la 73-33 suivie par les 73-30 et CG-835 et les moins,la55-437.

Communications

Water relations in some *Arachis hypogaea* varieties- Leçon ministrée aux élèves du cours de D.E.A. en Production Agricole Tropical ISA, Lisboa, par Maria do Céu Matos

Liste de References

Efeitos do stress hidrico em alguns parametros fotossintéticos de *Arachis hypogaea*

Laureano, J.A. (1), Matos, M. C. (2) e Campos P. S. (2)

(1) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Agostinho Neto, Angola, C. P 815

(2) Departamento de Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal.

Livro de Resumenes - III Congresso Hispano-Português de Fisiologia Vegetal Pamplona, 20-24 Setembro 1993

Mecanismos Fisiológicos de Resistência à seca. Estudo de variedades de Amendoim

Matos, M. C. (1), Laureano, J.A. (2), e Campos P. S. (1), 1993.

(1) Departamento de Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal.

(2) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Agostinho Neto, Angola, C. P. 8115

1° Simposium Hispano-Português de Relações Hídricas nas plantas. Univ. das ilhas Baleares. Conselho Superior de Investigações Científicas, pp 197-202.Palma de Maiorca, 2 1-23 de Abril de 1993.

Alterações provocadas pelo "stress" hidrico na actividade do aparelho fotossintético de *Arachis hypogaea.*

Laureano, J. A. (1), Lidon, F. C. (2), Matos, M. C. (3), 1993

(1) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Agostinho Neto, Angola, C. P. 8 15,

(2) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2825 Monte da Caparica.

(3) Departamento de: Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal.

9° Congresso Nacional de Bioquimica., pp 73. Sociedade Portuguesa de Bioquimica. 5-8 Dezembro de 1993

Résultats

Essais de variétés portugaises (irrigués ou sous stress hidrique) déroulés au nord-est du Portugal, en champ:

Fig.1 Production de gousses Fig.2, Production de matière sèche Fig.3 Proteine brute en rapport à la matière sèche

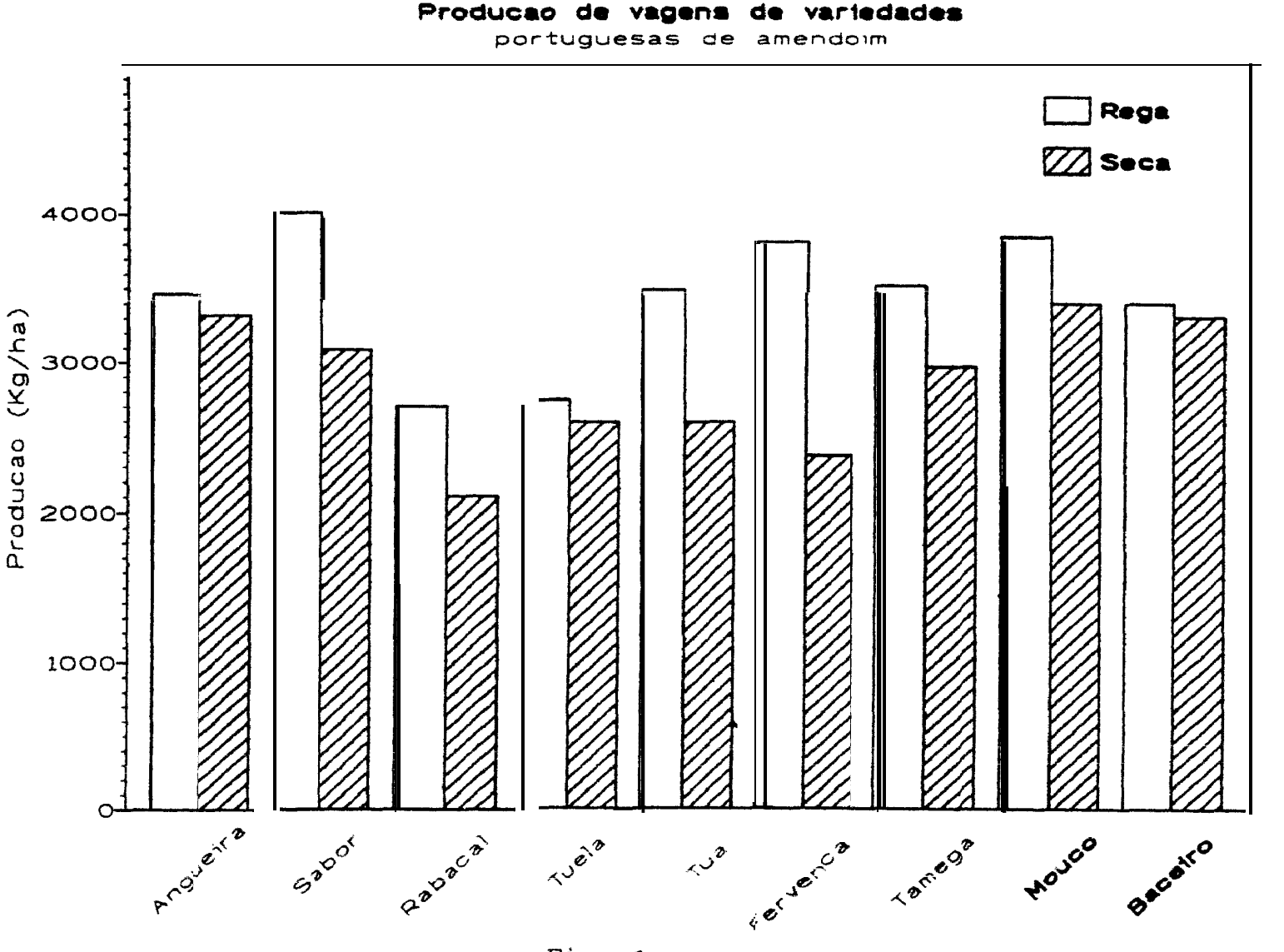

Producao de vagens de variedades
portuguesas de amendoim
Rega
Seca
Producao (Kg/ha)
4000
3000
2000
1000
0
Angueira
Sabor
Rabacal
Tuela
Tua
Ferveca
Tamega
Mouco
Bacoiro

Fig. 1

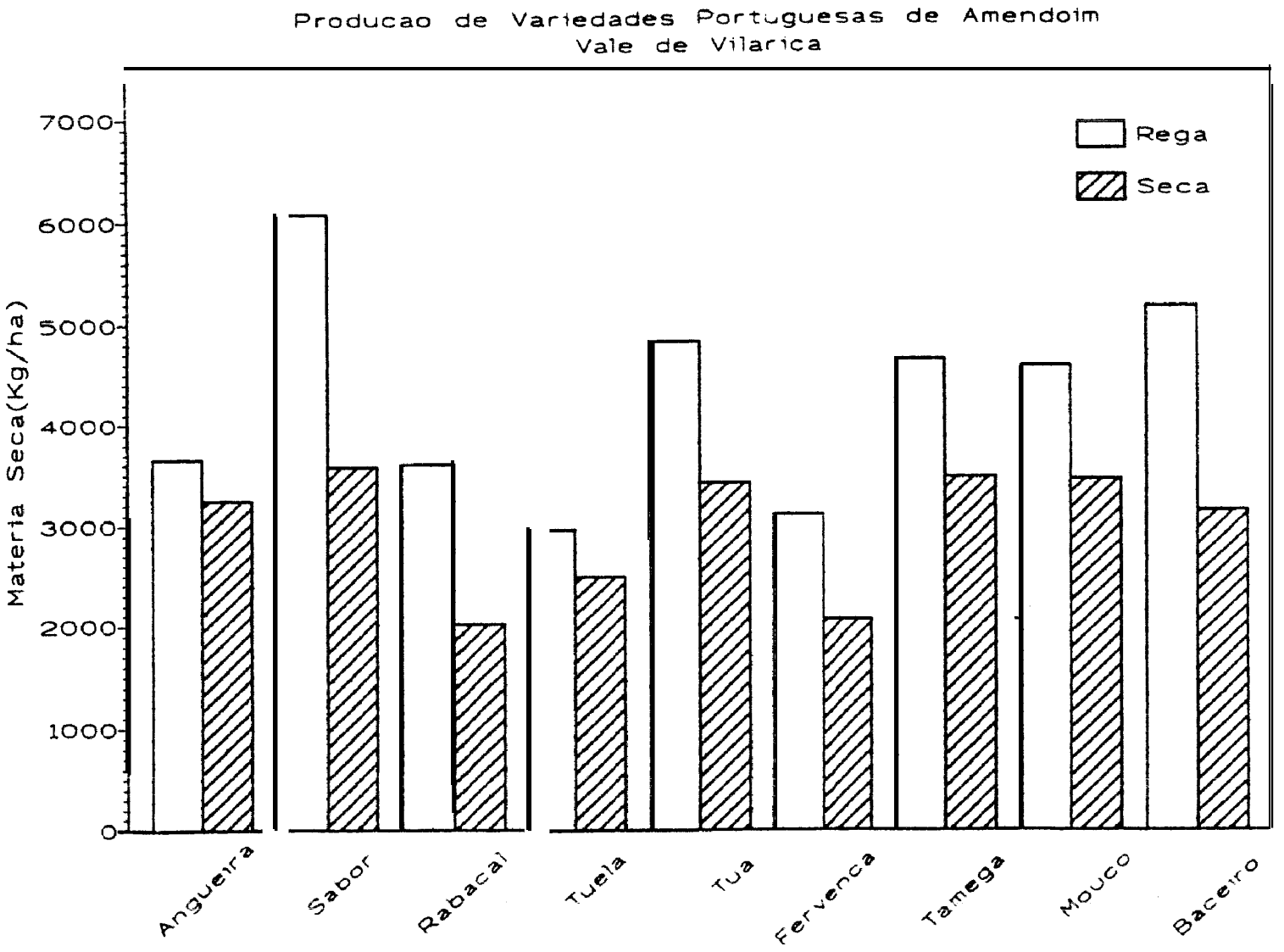

Producao de Variedades Portuguesas de Amendoim
Vale de Vilarica
Materia Seca(Kg/ha)
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Rega
Seca
Angueira
Sabor
Rabacal
Tuela
Tua
Fervenca
Tamega
Mouco
Baceiro

Fig. 2

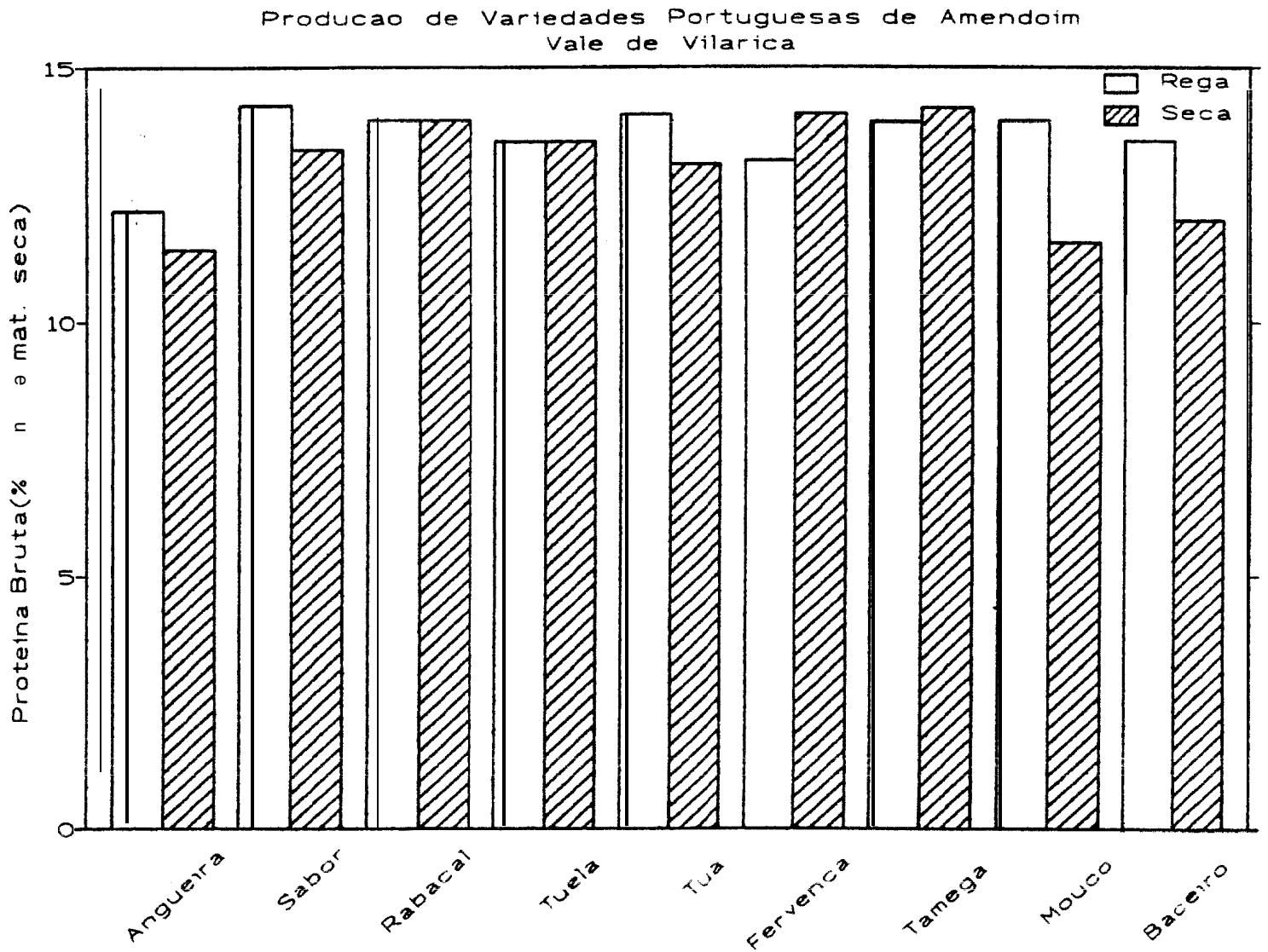

Producao de Variedades Portuguesas de Amendoim
Vale de Vilarica
Rega
Seca
Proteina Bruta(% n a mat. seca)
15
10
5
0
Anguera
Sabor
Rabacal
Tuela
Tua
Fervenca
Tamega
Mouco
Baceiro

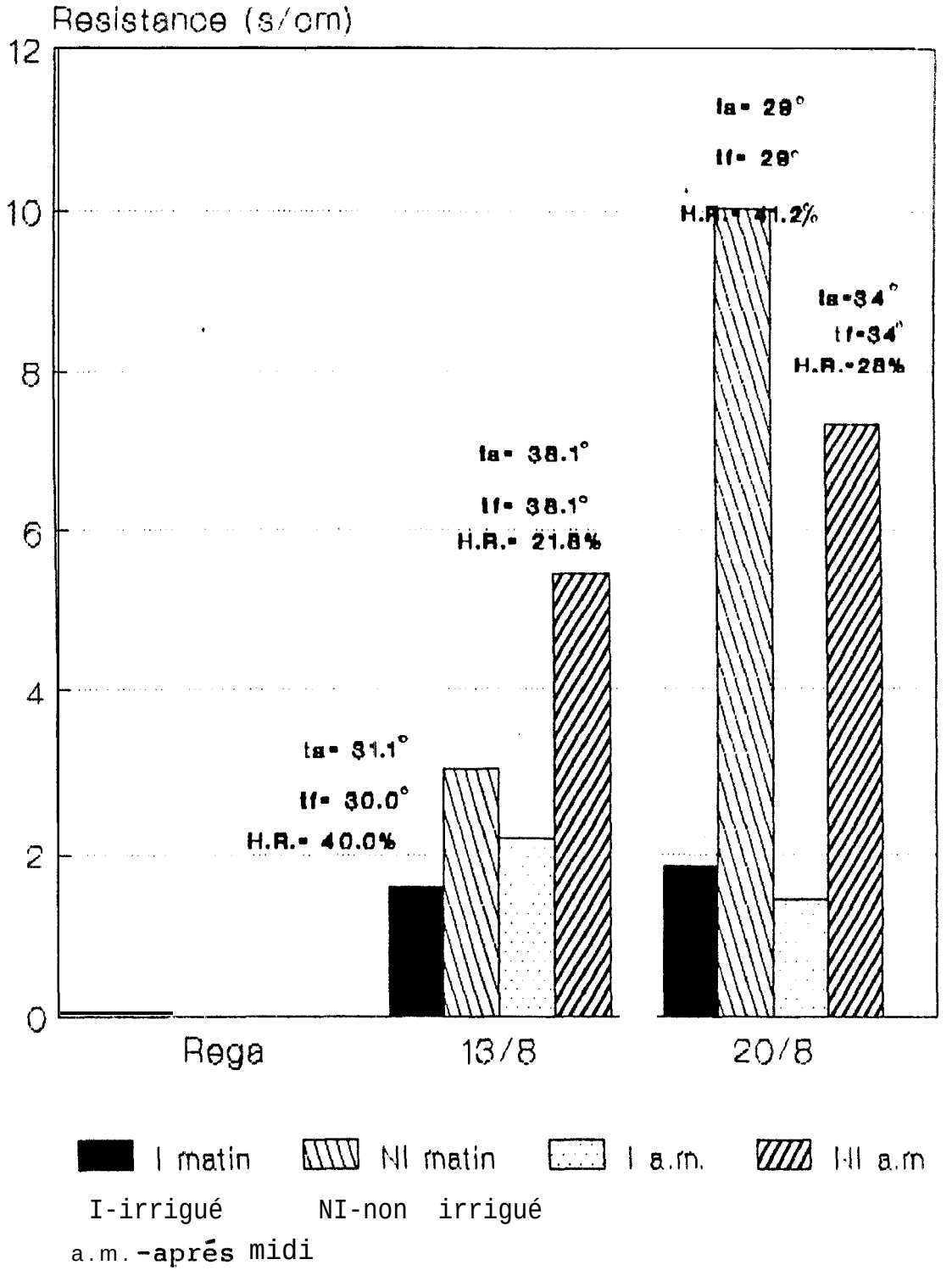
Fig. 3

Comparação do controlo estomático da variedade portuguesa AM 200 com o da 55-437

Ensaio em abrigo, no terreno.

Controle stomatique en secheresse

Arachis hypogea cv.AM 200

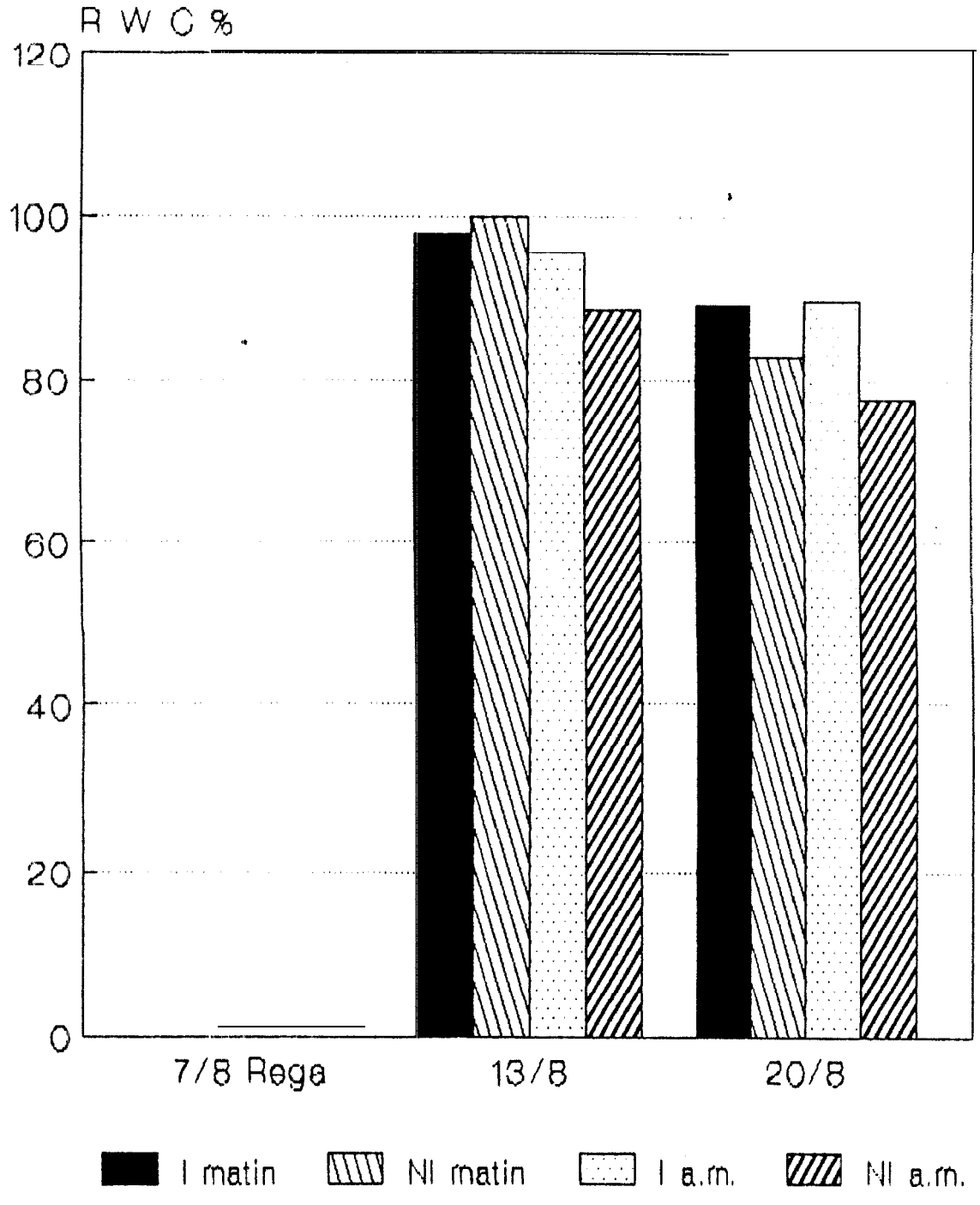


1991

I-irrigué NI-non irrigué

a.m.-aprés midi

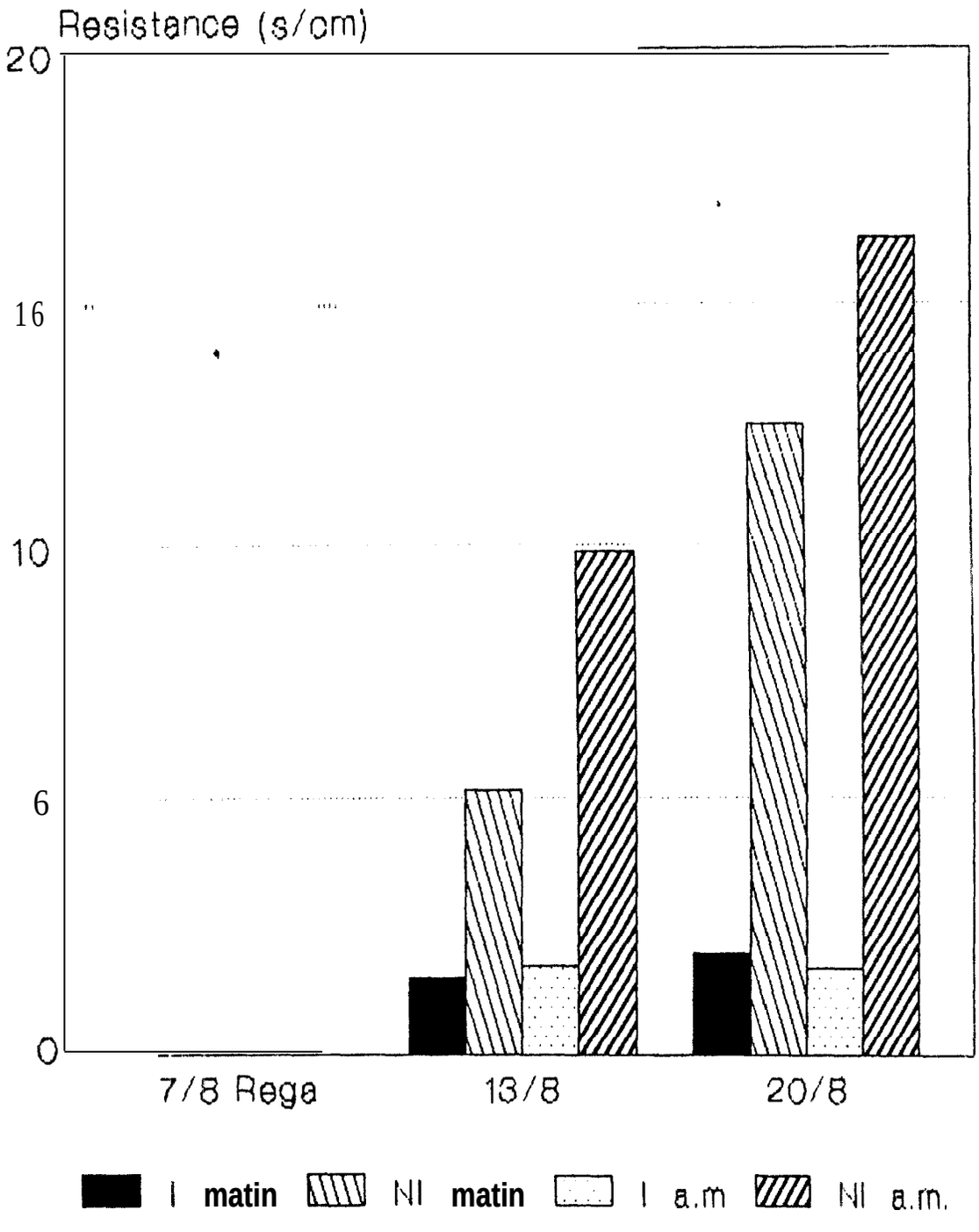
Teneur relative en eau
Arachis hypogea cv.AM 200



1991

Controle stomatique en secheresse

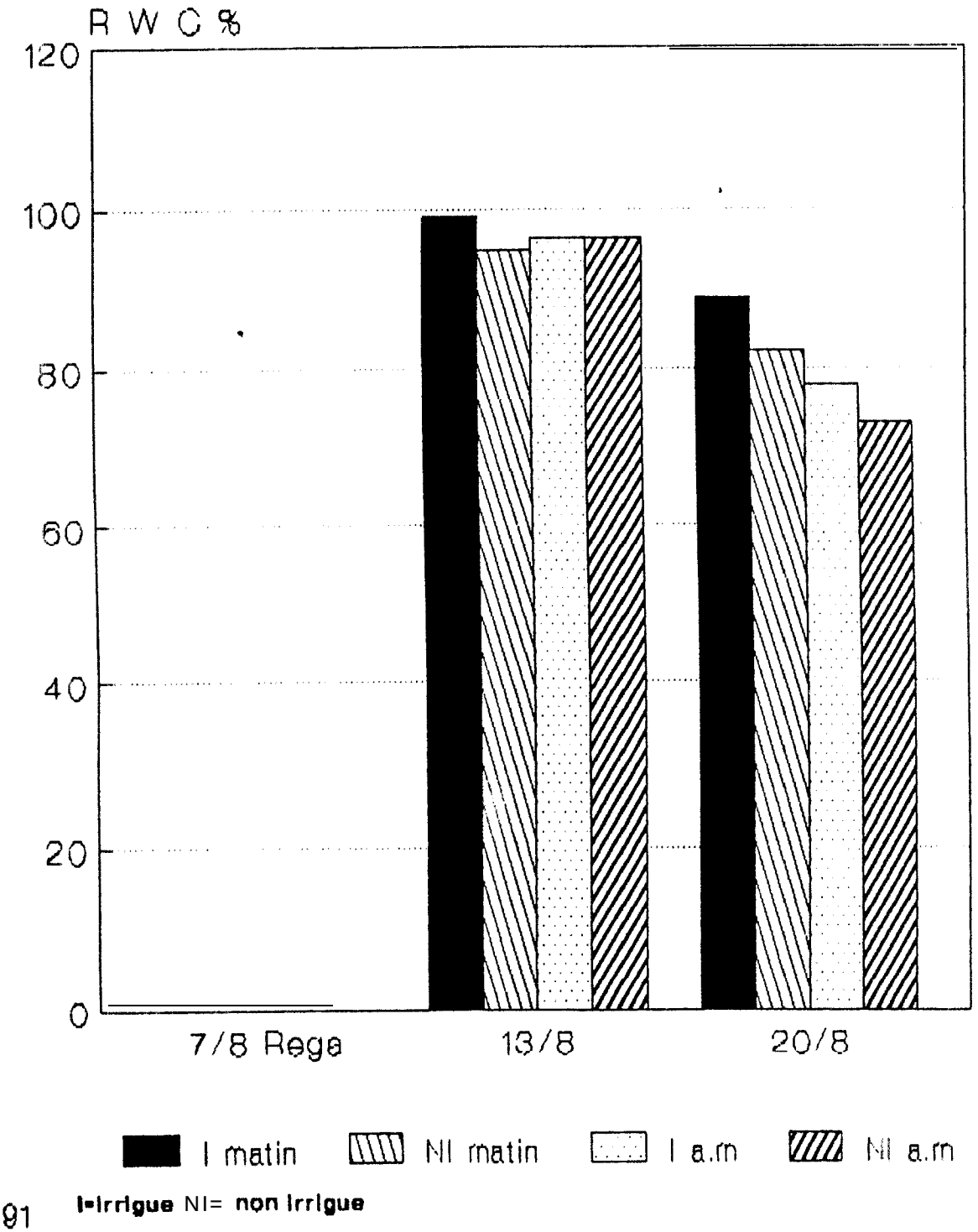
Arachis hypogea cv.55-437



1991

Teneur relative en eau

Arachis hypogea cv.55 437



1991 **I=irrigue** NI= **non irrigue**

Efeitos do stress hidrico em alguns parametros fotossintéticos de *Arachis hypogaea*

Laureano, J.A. (1), Matos, M. C. (2) e Campos P. S. (2)
(1) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Agostinho Neto, Angola, C. P. 8 15 ,
(2) Departamento de Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal.

Livro de Resumenes - III Congresso Hispano-Português de Fisiologia Vegetal
Pamplona, 20-24 Setembro 1993

Efeitos do Stress Hídrico em alguns parâmetros fotossintéticos de *Arachis hypogaea*

Laureano, J. A.(1), Matos, M.C.(2) e Campos, P. S.(2)

(1) Faculdade de Ciências Agrárias, Univ. Agostinho Neto, Angola, C. P. 815.

(2) Departamento de Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal.

Introdução

A caracterização varietal do potencial fotossintético em condições óptimas de disponibtlidade hídrica, bem coma o estudo do efeito do stress hidrico nos parâmetros fotossintéticos, podem constituir um meio mais rápido que os procœssos tradicionalmente utilirados na selecção de variedades. Assim foi quantificada a capacidade fotossintética (Amax), em condições de CO2 e luz saturantes, a eficiência quântica (ϕ), (também nas mesmas condições em relação ao CO_2) e a adividade da enzima ribulose-1,5 bifosfato carboxilase - oxigenase (Rubisco). As plantas diferem entre si em relação ao grau em que estes parâmetros são afectados pela seca (Tenhunen ef *al.* 1987). A A_{max} não é normalmente afectada por défices hldricos moderados, porém tal facto ocorre em condições de maior severidade, circunstâncias em que as plantas diferem em relação ao grau de afectação deste parâmetro. Segundo Kaiser (1987) e Cornic et *al.* (1989) não ocorrem danos permanentes na fotossintese ao nível dos cloroplastos, a valores de RWC acima de 60 a 70%.

Também a (ϕ) tem sido utilizada como importante indicador dos "stress" hidrico e térmico (altas e baixas temperaturas) (Tenhunen et *al*, 1987). A medição de actividade da rubisco poderá ajudar-nos a caracterizar os componentes da maquinaria fotossintética que são afectadas pela seca

Este trabalho ainda numa fase inicial, insere-se numa linha de caracterização e selecção de variedades no que diz respeito à resistência e /ou tolerância à seca de espécies do Sahel, África austral e Nordeste brasileiro, e poderá contribuir para a criação de variedades mais adaptadas às referidas condições.

2 Material e Métodos

Seis variedades de *Arachis hypogaea* nomeadamente (Fleur II, 55-437, 57-422, 73-30, 73-33 e CG 8-35) cujas sementes foram obtidas do ISRA (Institut Sénegalais de Recherche Agronomique) foram semeadas em vasos de 1 l numa mistura de vermiculite : trio-hum tray substrate (4:5) e regadas com solução de Hoagland. As plantas desenvolveram-se em estufa, sob radiação natural, sem controlo de temperatura e humidade (temperaturas médias diumas de 30 °C e humidade relativa entre 20 e 60 %). A indução da seca foi conseguida através da flutuação de discos foliares durante 16h em solução osmótica (PEG 600 a 0.25 M). As testemunhas consistiam em discos que foram deixados a flutuar em água destilada. A Amax e a ϕ foram medidas num eléctrodo de oxigénio (Hansatech Ltd, Kings Lynn, U.K), a 1 ª em condições de CO2 e luz saturantes e a 2ª sob CO2 saturante e baixa radiação. A actividade da rubisco foi medida pelo método de Brooks (1988) em discos retirados a folhas desidratadas naturalmente, sob condições de densidade de fluxo de radiação, temperatura e humidade, respectivamente de 200 μE $m^{-2}s^{-1}$, 25 + 1.2°C e 60% H.R. 0 teor hidrico relativo (RWC) for medido em discos das mesmas folhas segundo o método de Weatherley (1950) modificado por Catsky (1960).

Resultados

A eficiência quântica em condições de boa disponibilidade hidrica foi muito idêntica nas cultivares ensaiadas (Fig. 1), e tomou valores médios de 0.05 mole de CO2 absorvido / mole de quanta, resultados estes que se incluem perfeitamente nos apontados por Ehleringer & Bjorkman (1977) para plantas em C3.

Em relação à A_{max}, os resultados obtidos (Fig. 2), sugerem que o potenciat produtivo das cultivares estudadas seja fortemente dependente da componente filogenética. As variedades de maior capacidade fotossintética foram a 73-33 e a CG-935 e a de menor 73-30

Em condições de seca, induzida pelo PEG, e no tocante a A_{max}, as cvs 73-33, CG-835 e 73-30 foram as mais afectadas, enquanto que a 55-437 foi a

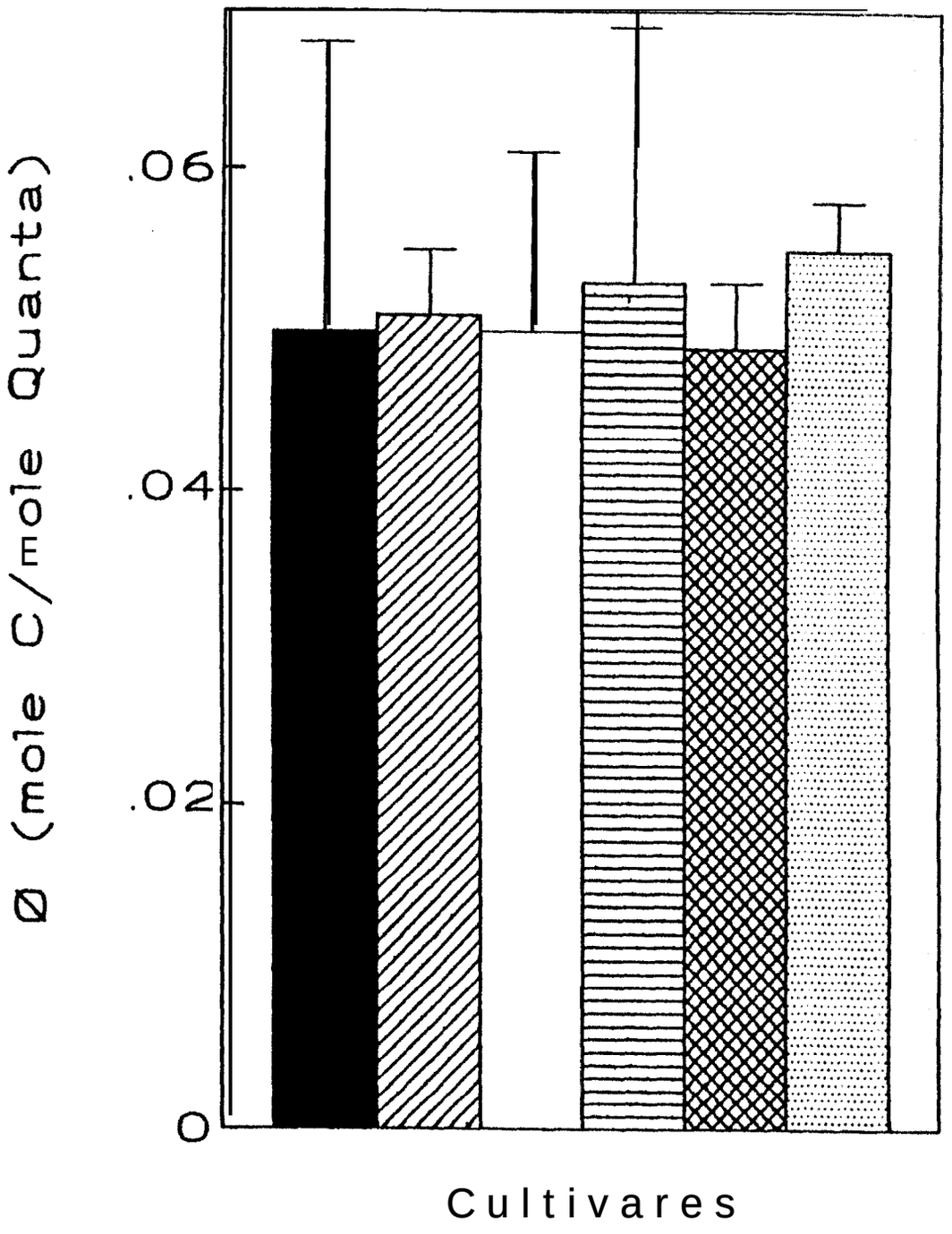


Fig. 1 Comparação da eficiência quântica de discos foliares túrgidos de seis variedades de *Arachis hypogaea* medida em condições saturantes de CO_2, a 21% de 02 e à temperatura de 25°C. As barras indicam o erro padrão da média.

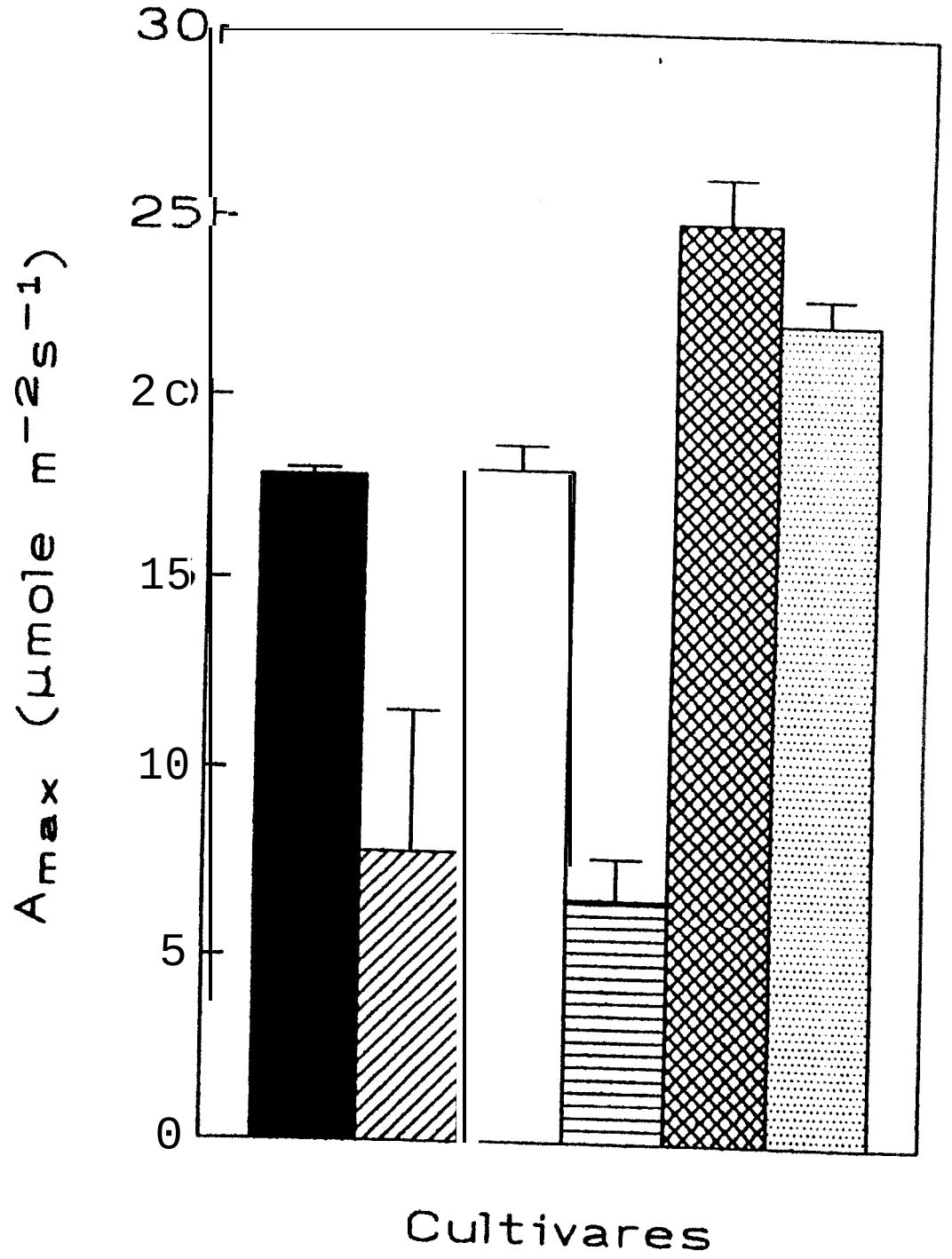


Fig. 2 Comparação da Capacidade fotossintética de discos foliares túrgidos de seis variedades de *Arachis hypogaea* medida em condiçbes de CO_2 e luz saturantes, a 21% de 02 e à temperatura de 25ºC. As barras indicam o erro padrão da média.

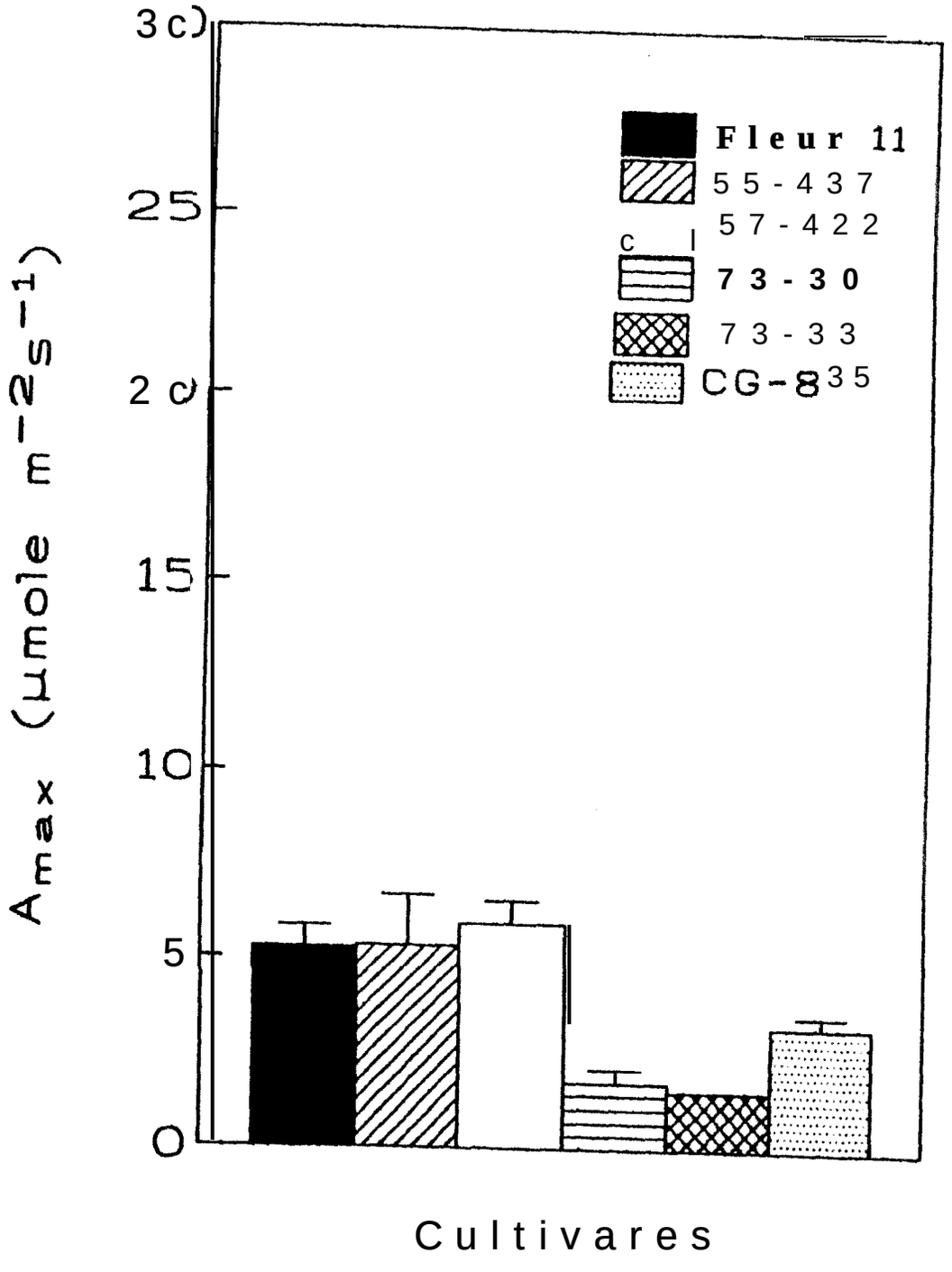


Fig. 2 Comparação do efeito do stress **osmótico** (provocado por uma **solução de PEG 600, 0.25M)** na capacidade **fotossintética** de **discos** foliares **de** seis **variedades de** *Arachis hypogaea*, **medida** em **condições** de CO_2 e **luz** saturantes, a 21% de 02 **e à** temperatura de **25ºC**. As barras indicam **o erro padrão da média**

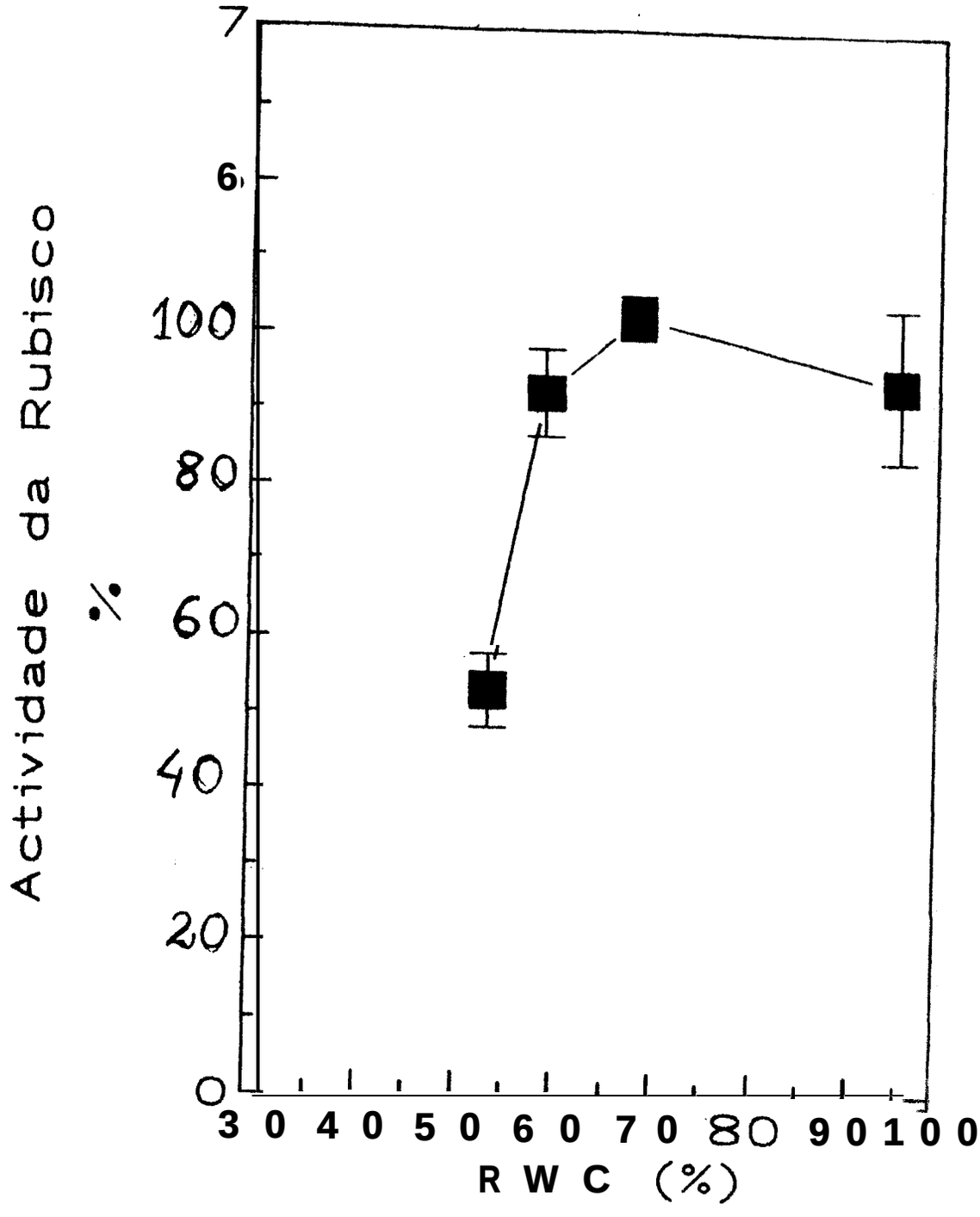


Fig. 4 Relação entre o teor hidrico relativo (RWC) e a actividade da rubisco, de discos foliares da variedade 73-30, de *Arachis hypogaea*. As barras indicam o erro padrão da media.

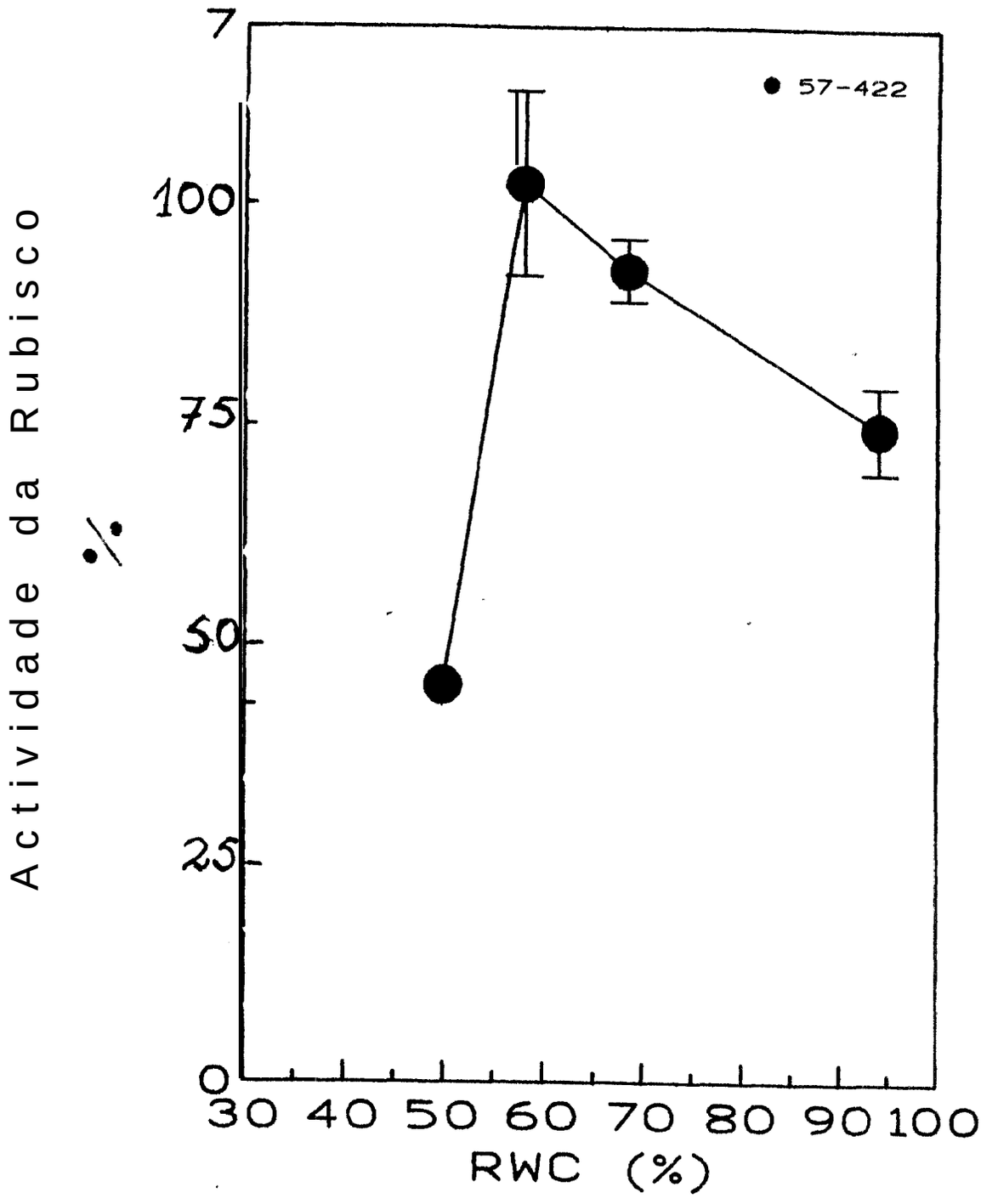


Fig. 5 Relação entre o teor hídrico relativo (RWC) e a actividade da rubisco, de discos foliares da variedade 57-422, de *Arachis hypogaea*. As barras indicam o erro padrão da média.

menos atingida pela falta de água. Quanto à eficiência quântica ela sofreu de um modo geral uma redução superior à da A_{max} (Tab. 1 e Fig. 3).

0 stress hidrico fez aumentar bastante o ponto de compensação para a luz.

A actividade da rubisco nas variedades 73-30 (Fig. 4)e 57-422 (Fig. 5) não foi afectada até valores de teor hidrico relativo de 55%.
É de notar que a maxima actividade da rubisco não corresponde aos valores mais elevados do RWC.

Conclusões

. . As cvs estudadas apresentam entre si diferenças significativas no tocante a A_{max}, mas não em relação a ϕ.

- Em condições de stress hidrico induzido pelo PEG 600 0.25M durante 17h estes dois parâmetros que caracterizam o potencial fotossintético do mesófilo, foram reduzidos.
- A percentagem de redução da eficiéncia quântica, a excepção da cv CG-835, foi sempre superior à da A_{max}, o que sugere que a parte da maquinaria fotossintética ligada à carboxilação seja menos afectada que qualquer dos restantes processos.

Neste contexto, as cvs como a 55-437, que apresentaram um melhor equilibrio entre a redução de ϕ e a tanto quanto possivel manutenção do potencial fotossintético estarão em principio em situacão de vantagem, quando em condições de stress hidrico.
Em relação às cvs 73-33 e 73-30, a forte redução de ϕ foi acompanhada por um também elevado decréscimo na A_{max}.

- Observou-se forte resistência em relação à desidratação por parte da rubisco, que não reduziu a sua actividade até o teor hidrico relativo ter descido abaixo de 55% nas variedades 73-30 e 57-422.

4

Tabela I

Comparação entre a percentagem de redução da A_{max} e da ϕ pela acção do PEG 600.

	% de redução cvs de A_{max}	% de redução de ϕ
73-33	93.8	100.0
CG 8-35	85.7	76.3
73-30	74.4	100.0
Fleur-l 1	70.4	87.5
57-422	66.8	74.1
55-437	34.6	70.9

Bibliografia

- Brooks, A. (1986). Aust. J. Plant Physiol., 13: 221-37.
- Catsky, J. 1960. Biol. Plant. 2: 76-77.
- Cornic G., Le Gauallec J. L., Briantais J.M. & Hodges M. (1989). Planta 177 84-90
- Ehleringer & Bjorkman (1977). Plant Physiol. 59: 86-90.
- Kaiser, Werner M. (1987). Physiol. Plantarum 71 : 142-149.
- Kaiser, W. M. (1 Q87). Current Topics in Plant Biochemistry and Physiology 6: 119-133.
- Tenhunen, J.D., Beyschlag, W. et al (1987). Systems Ecology Research Group 305-327.
- Weatherley, P.E. (1950). New Phytol. 49: 81-89.

Mecanismos Fisiológicos de Resistência à seca. Estudo de variedades de Amendoim

Matos, M. C. (1), Laureano, J.A. (2), e Campos P. S. (1), 1993.
(1) Departamento de Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal.
(2) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Agostinho Neto, Angola, C. P. 8 15

1 ' Simposium Hispano-Português de Relações Hídricas nas plantas. Univ. das ilhas Baleares. Conselho Superior de Investigaçdes Cientificas, pp 197-202.

MECANISMOS FISIOLOGICOS DE RESISTENCIA A SECA. ESTUDO DE VARIEDADES DE AMENDOIM

Matos, M.C.(1), Laureano, J.A.(2) e Campos, P.C.(1)
1-Departamento de Fisiologia Vegetal, Estação Agronómica Nacional, 2780 Oeiras, Portugal
2-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Agostinho Neto, Huambo, Angola

Summary
Six cultivars of Arachis hypogaea differing in their drought resistance behaviour were submitted to hydric stress through drought cycles or dehydration of detached leaves. Potted plants grown under greenhouse conditions were used for stomatal conductance (g), relative water content (RWC) and evapotranspiration (ET) measurements. The RWC at which the stomatal closure occurs, as well as cuticular and stomatal relative transpiration rates, were determined in detached leaves. Two of these varieties (CG-835 and 73-30) showed some relevant differences in what concerns the RWC for stomatal closure, at 19% and 70% respectively. CG-835 could make photosynthesis under very low leaf water potential. On the other side 73-30 avoids water losses.

Introdução

A espécie Arachis hypogaea, originária da América do Sul, é cultivada actualmente em zonas tropicais e temperadas quentes. Apesar do seu interesse sob o ponto de vista alimentar, só o aspecto económico da sua utilização como matéria prima, para extracção de óleo, justificou a intensificação da sua cultura e maior difusão. A capacidade de fixação do azoto atmosférico que lhe permite ocupar solos pobres, e a rusticidade na adaptação a climas relativamente secos, são dois atributos que lhe conferem a preferência em países em vias de desenvolvimento. Na verdade constitui cerca de dois terços da componente alimentas lipídica dos países tropicais (Bockelée-Morvan, 1986). No entanto, o agravamento das condições de seca, entre outras razões, tem baixado a produção para valores muito inferiores aos requeridos pelas entidades governamentais (Annerose, 1990). O estudo dos aspectos fisiológicos de resistência à seca poderá contribuir para o melhoramento e selecção de variedades. Segundo Blum (1989), um programa eficiente de melhoramento em relação à resistência à seca, é dificil de conseguir sem que sejam considerados critérios de selecção fisiológica, que se baseiam na identificação dos mecanismos de resistência. O estudo de variedades que apresentem determinadas caracterfsticas estomáticas como sejam uma reduzida condutância, uma elevada

sensibilidade ao teor hídrico da folha e ao défice de saturação atmosférico, bem como a acumulação de ácido abscísico, tem sido considerado importante em programas de selecção tendo em vista o aumento da resistência à seca das culturas (Ludlow e Muchow, 1988).

Material e métodos

Sementes de seis cultivares de Arachis hypogaea (Fleur 19, 55-437, 57-422, 73-30, 73-33, CG-835) foram obtidas do ISRA (Institut Sénégalais de Recherche Agronomique). Para o ensaio foram utilizadas plantas com três meses, cultivadas em vaso numa mistura de vermiculite:Trio-hum tray substrate (4:5), e regadas com solução de Hoagland. As plantas desenvolveram-se em estufa, sob radiação natural, sem controlo de temperatura e humidade (temperaturas médias diurnas de 30 °C e humidade relativa entre 20 e 60%). A condutância estomática da página inferior das folhas foi medida entre as 1O:OO e as 12:30 horas, com um pordmetro LI-COR 1600. 0 teor hfdrico relativo (RWC) foi determinado segundo o método de Weatherley (1950) modificado por Catsky (1960), ou por pesagens sucessivas de folhas destacadas (Hygen, 1951, 1952). A evapotranspiração foi obtida através do método gravimétrico. 0 potencial hídrico foi medido com a câmara de Scholander. As plantas foram sujeitas a ciclos de seca sucesaivos (6-9 dias) por meio da suspensão da rega. As folhas destacadas foram submetidas a umà densidade de fluxo de radiação de 1000 µEm-2s-1, a 50% de humidade relativa e 23 ± 0.39 °C.

Resultadoe

A capacidade de regulação estomática (g) da face abaxial em condições de boa disponibilidade hídrica, foi muito idêntica na maioria das variedades, excepção feita à cv 73-30 onde a condutância tomou valores de cerca de metade das restantes cultivares (figs 1 e 2).

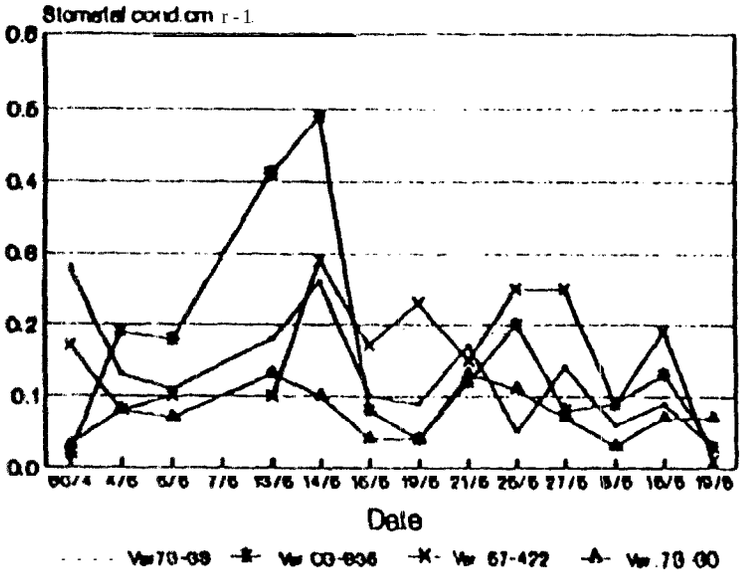
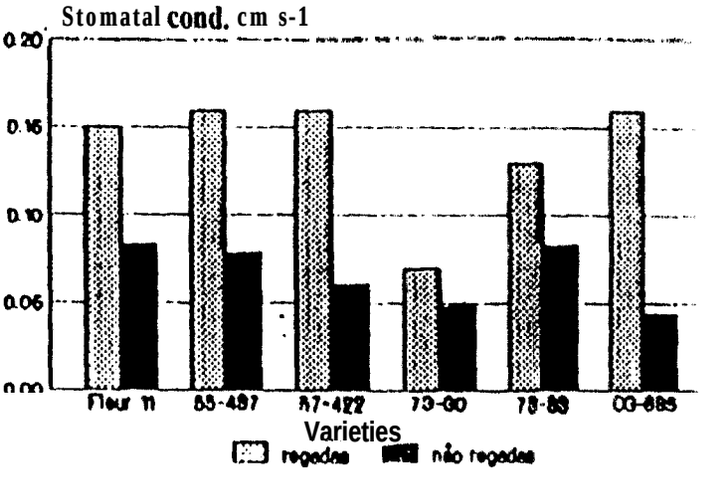


Fig. 1. Evolução da condutância estomatica (g) ao longo de ciclos de seca de 4 cvs de A. hypogaea



Fiq. 2. Condutância foliar media no periodo de secura de 6 cvs de A, hypogaea regadas (gc) e em seca (gs)

Sob a acção da seca, a condutância teve uma redução superior a 60% nas variedades CG-835 e 57-422 (média dos valores globais de redução de g em relação à media do controlo durante a seca)(fig.3).

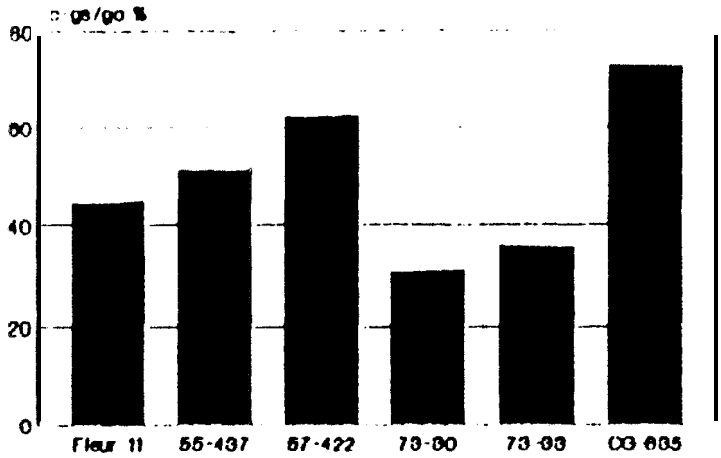


Fig. 3. Redução da condutância estomática da página inferior das folhas de 6 cultivares de A. hypogaea em condições de stress hídrico (gc, plantas regadas; gs, plantas sujeitas a ciclos de seca.

As cvs CG-835 e 57-422 apresentam uma maior percentagem de redução da evapotranspiraçao medida pelo médodo gravimétrico, seyuida da cv 73-30. A redução das cvs CG-835 e 57-422 (tabela 1) é concordante com a redução acentuada que se observa na condutância das mesmas (fig.3). A cv 73-30 tem pelo contrário maior redução na evapotranspiração do que na condutância, o que se deve provavelmente ao facto da maior ocupação da superficie exposta do substrato.

Tabela 1

Redução da evapotranspiraçao, medida por método gravimétrico, em condições de stress hfdrico

Variedades	%
Fleur 11	23.93
55-437	27.71
57-422	37.75
73-30	32.42
73-33	14.14
CG-835	37.69

0 teor hfdrico relativo do controlo foi muito idêntico em todas as variedades e situou-se em média nos 88.97 ± 0.32% (fig.4)

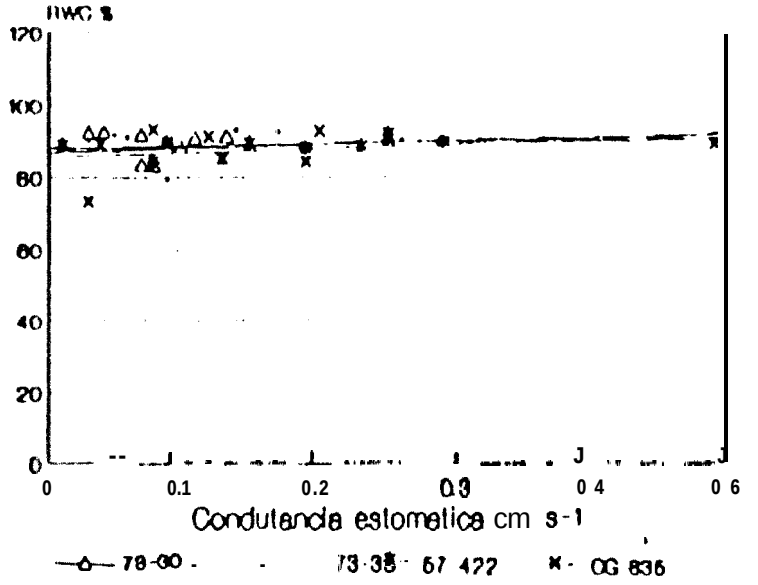
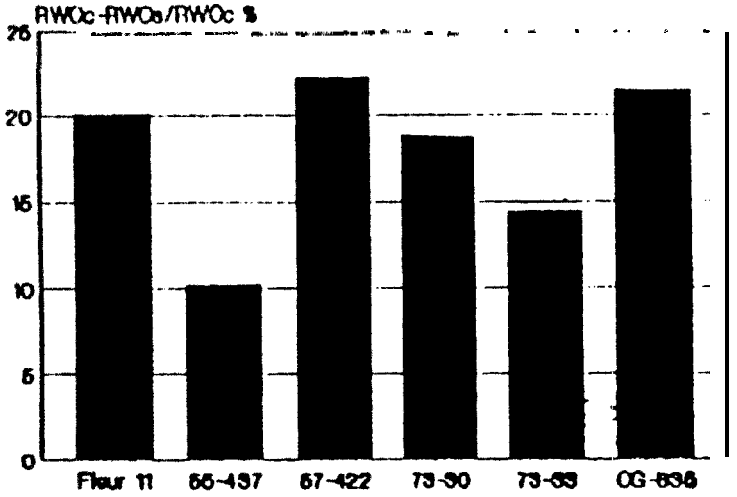


Fig.4 Relação entre a condutância da página inferior e o teor hídrico relativo de folhas de 6 f - v s de A. hypogaea, em condições de boa disponibilidade hídrica.

Em condições de seca o RWC e o potencial hidrico foliar atinyiram valores mais baixos nas variedades 57-422, CG--835 e Fleur 11 (figs 5 e 6)



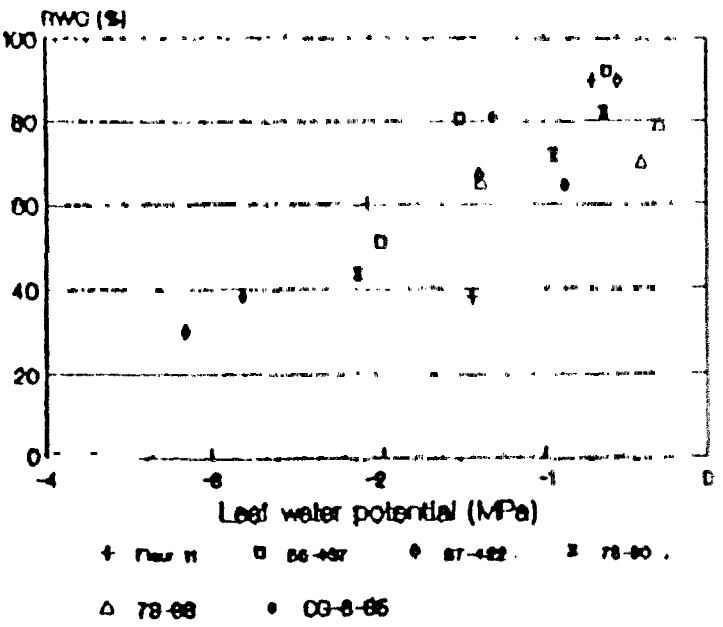


Fig.5 Redução do teor hidrico relativo medido em folhas de 6 cvs de A. hypogaea em condições de seca (RWCs) e m relacão a0 controlo (RWCc)

Fig.6 Relação entre o potencial hidrico relativo e o RWC medido em folhas de plantas de A. hypogaea submetidas a condições de seca em relação a0 controlo

Tabela 2

Principais atributos ligados à conservação da água, obtidos pelo método de pesagens sucessivas de folhas destacadas.

Variedades	RWC % e. est.	Tempo (s) e. est.	TTRT	TTRS	TTRC	%TS	%TC
Fleur 11	20.2	2819	0.0148	0.0117	0.0031	79.3	20.7
55-437	23.0	1417	0.0264	0.0209	0.0055	79.3	20.7
73-30	70.6	867	0.0105	0.0059	0.0046	55.9	44.1
73-33	40.1	1310	0.0182	0.0148	0.0034	81.3	18.6
CG-$35	18.9	2561	0.0165	0.0134	0.0031	81.4	18.6

RWC e.est - Teor hidrico relativo no encerramento estomático
Tempo e. est.- Tempo requerido para encerramento estomático
TTRT - Taxa de transpiração relativa total
TTRT=(log RWC1-log RWC2)/t2-t1.
TTRS - Taxa de transpiração relativa estomática
TTRC - Taxa de transpiração relativa cuticular

A§ variedades 73-30 e 73-33 encerram os estomas mais cedo e com RWC mais elevados do que as restantes.

Discussão e conclusões

O facto de a variedade 73-30 encerrar os estomas a um teor hidrico relativo mais elevado (70.6%) do que outras variedades e de a taxa de transpiração relativa total ser a menor de todas, poderá ser interpretado como uma estratégia de redução das perdas hidricas; deve notar-se no entanto que a taxa de transpiração relativa cuticular representa 44% da TTRT, o que significa que só cerca de 56% de transpiração é controlada estomáticamente. A variedade CG-835 encerra os estomas mais tarde do que as outras Yariedades, atingindo nessa altura um défice hidrico relativo de 81%. Os resultados sugerem que estamos perante duas variedades de comportamentos distintos, uma (73-30) que encerra os estomas a um teor hidrico relativo elevado, facto que lhe poderd reduzir a fotossíntese, e outra que por outro lado mantém os estomas abertos podendo fotossintetizar durante mais tempo. Resultados em preparação mostram que a variedade CG-835 apresenta uma capacidade fotossintética mais elevada do que a 73-30, quando a disponibilidade hídrica varia entre 92% e 65%. Por seu lado, a cv 73-30 poderá não ser muito perturbada na fotosslntese pelo encerramento estomático já que apresenta uma elevada condutância cuticular. Segundo Iljin (1957) este facto seria importante para continuar a assegurar 0 processo fotossintético.

Bibliografia

Annerose, J.M. 1990. Recherches sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la secheresse. Application au cas de l'arachide (Arachis hypogaea L.) cultivée au Sénegal. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles. Univ. Paris VII.

Blum, A. 1989. Breeding methods for drought resistance. In: Plants under stress. pp 197-215. Hamlyn G. Jones, T.J. Flowers and M.B. Jones (Eds). Society for Exp. Biology. Seminar Serie 39, Cambridge.

Bockelée-Morvan, A. 1986. L'arachide: ses perspectives. AGRITROP, 10: 83-90.

Catsky, J. 1960. Determination of water deficit in disks cut out from leaf blades. Biol. Plant. 2: 76-77.

Hygen, G. 1951, Studies in plant transpiration 1. Physiol. Plant. 4: 157-183.

Hygen, G. 1952. Studies in plant transpiration II, Physiol. Plant. 4: 106-133

Iljin, W.S. 1957. Drought resistance in plants and physiological processes. Ann. Rev. Plant Physiol. 8: 257-274.

Ludlow, M.M. e Muchow, R.C. 1988. Critical evaluation of the possibilities for modifying crops for high production per unit of precipitation. In: Drought research priorities for the dryland tropics pp196. ICRISAT, India

Weatherley, P.E. 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in the leaves. New Fhytol. 49: 81-89.

6.4. SENEGAL

Synthèse des recherches conduites au Sénégal de 1989 à 1992 dans le cadre du contrat n° TS2A-0104-M (CD)"Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide"

D. CLAVEL - D. ANNEROSE

Ce document présente les principaux résultats obtenus au Sénégal dans le cadre du **contrat n° TS2A-0104-M (CD)"Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide".** Durant les quatre années de ce projet, l' ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles), J.L KHALFAOUI (Amélioration génétique) et D. ANNEROSE (physiologie), a assuré la responsabilité et la coordination scientifiques du projet. La majeure partie des activités de sélection s'est déroulée au sein du C.N.R.A (Centre National de Recherches Agronomiques) de Bambey.

1. Principaux résultats

1. 1. Obtention de variétés très précoces

Ce type de variété est destiné au Nord du pays, région où le cycle de culture s'est considérablement raccourci ces vingt dernières années et où la variété actuellement vulgarisée est devenue 'trop tardive.

Des essais variétaux constitués de matériels très précoces ont été conduits à Bambey (Centre) et à Louga (Nord) depuis 1988. Un de ces essai était conduit conjointement dans les autres pays participant au projet.

A Louga, l'essai de lignées très précoces comparées au témoin 55-437, conduit en plusieurs localités en champ paysan a confirmé l'intérêt de GC 8-35. Cette lignée permet une production en gousses chez les cultivateurs de 30 % supérieure à celle de la variété actuellement vulgarisée 55-437. Une resélection de GC 8-35 sur la taille de gousse a permis d'identifier une autre lignée, GC 8-36, dont la la taille des graines est très significativement supérieure à celle de 55-437 et siginficativement supérieure à celle de GC 8-35.

Les deux programmes de back-cross pour transférer les allèles de précocité du géniteur de précocité, Chico, aux variétés de 90 jours vulgarisees dans le Nord du pays ont été poursuivis jusqu'au 5"

back-cross pour 73-30 et jusqu'au 4e pour 55-437. Le Bostwana a assuré la production de contre saison des semences F2 issues de ces back-crosses afin d'accélérer ce programme
Une sélection généalogique de matériels trés précoces a débuté à partir des F2 des premiers baek crosses afin de tenir compte du risque de perte d'allèles de précocité de Chico au cours des back crosses successifs. Les premiéres lignées F8 extraites de cette sélection généalogique ont été testées pour la première fois en 1992, à Bambey. Certaines lignées se sont montrées intéressantes au niveau de la précocité mais le niveau cle productivité est inférieur à celui de GC 8-35.

1.2, Obtention de variétés physiologiquement adaptées à la sécheresse

Ces variétés sont destinees à la zone Centre du pays dans lesquelles des périodes de sécheresse se produisent régulièrement pendant le cycle de culture (hivernage). Un programme à long terme de sélection récurrente a débuté ainsi qu'un programme de back-cross pour une sortie variétale à moyen terme.

Sélection récurrente

L'amélioration de la population créée par C:roisements en pyramide entre huit géniteurs choisis pour leur productivité élevée en conditions de sécheresse et leurs bonnes qualités physiologiques a été conduite au Sénégal. Deux cycles de sélection récurrente par test SI ont été réalises. L'amélioration de cette population est conduite à la fois sur des caractères agronomiques (production, maturité.. evalués par essais au champ) et sur des caractères physiologiques (croissance racinaire, résistance protoplasmique et transpiration évalués par des tests en serre). Le deuxième cycle de sélection a été réalise à partir de 250 croisements entre les descendants des meilleures familles du premier cycle de sélection.
Les lignées F2 du deuxième cycle produites au Bostwana ont été mises en comparaison dans le double objectif suivant :

- débuter le troisième cycle de sélection,
- constituer des sous-populations destinées à servir de populations de base pour l'extraction de lignées par les differents partenaires.

Sélections à partir de la première population

Les premières lignées F6 et F7 extraites à partir du premier cycle de sélection par sélection généalogique au Sénégal et au Bostwana, ont été mises en essais comparatifs à Bambey. Ce premier test a révélé la supériorité de la variété de 95 jours, Fleur 11 et de nombreuses lignées comparables au témoin 55-437. Ce qui est encourageant pour la suite du programme de sélection récurrente. En effet, il s'agit d'une sélection de type additive basée sur l'accumulation cycle après cycle du progrès génétique avec maintien autant que possible, de la variabilité génétique.

Back-crosses sur 5 7-422

Le troisième volet de ce programme consiste à reduire la taille des graines de la variété 57-422 dont les grosses graines constituent un handicap en cas de sécheresse mais qui réunit en revanche de bonne caractéristiques physiologiques d'adaptation. Une sélection par back-crosses successifs à partir d'un croisement initial avec la variété à petites graines qui germe bien à pression osmotique élevée, 55-437 a été réalisée jusqu'au 3" back-cross.
Ce programme de back-cross devrait déboucher à moyen terme car deux back-crosses supplémentaires restent à faire afin de pouvoir tester une " 57-422 à petites graines"

1.3. Recherche sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide

Les premières études avait permis de mettre en évidence chez l'arachide , une variabilité génétique pour quelques caractères physiologiques jugés importants pour l'amélioration de la production croissance racinaire, résistance protoplasmique et transpiration.
L'objectif de cette recherche est la mise au point de tests physiologiques utilisables pour la sélection de variétés adaptées à la sécheresse.
Les expérimentations relatives à ce chapitre ont été conduite dans le cadre du CERAAS (Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l' Adaptation à la Sécheresse)

Le système racinaire

Une variabilité génétique existe au niveau de la morphologie et de la dynamique de l'enracinemen: de l'arachide. On a observé une importante modification de l'enracinement de l'arachide en condition de stress hydrique laquelle est conservée si le stress disparait. Les études en rhizotrons ont montré en effet que la déshydratation du sol durant le développement racinaire s'accompagne d'une redistribution des racines en profondeur sans augmentation de la quantité d'assimilats à l'intérieur de cette organe. Cette réaction entraîne un coût énergétique important pour le développement des autres organes et favorise par conséquent les variétés à gros système racinaire qui peuvent coloniser un volume de sol plus important. L'optimum de densité linéaire racinaire a été précise ($0,7 cm/cm^3$).
Par ailleurs, la nécessité d'un développement racinaire profond a été confirmée par l'observation des relations entre l'état hydrique racinaire et celui des feuilles. En effet, les racines situées aux horizons supérieurs peuvent être déshydratées sans effet sur l'état hydrique des parties aériennes alors que l'existence de racines profondes constituent le premier indicateur de l'état de séchresse des feuilles. Ces résultats montrent qu'il est nécessaire de conduire les sélections à la fois dans des conditions de stress hydrique et dans des conditions favorables afin de mieux tenir compte des caractères induits par le stress hydrique. La méthode de sélection des critères racinaires par injection d'herbicide en profondeur a été perfectionnée. Une méthode d'application d'un stress hydrique au champ par application d'un film plastique posé au sol a été mise au point.

Régulation stomatique

L.a capacité de l'arachide à réguler les pertes en eau passe par la connaissance de la quantité d'eau effectivement disponible pour la plante, elle est donc liée aux relations racines-feuilles, De même, l'identification de variétés capables de maintenir une activité photosynthétique à des potentiels hydriques très faibles doit tenir compte de la capacité de l'appareil foliaire à tolérer la sécheresse en agissant sur la transpiration.
Au niveau du cycle de la plante, c'est à la mi-floraison que l'avantage d'un contrôle stomatique efficace sera maximum.

Capacité de tolérance à la sécheresse

La régulation osmotique, la distribution des assimilats et la tolérance des membranes protoplasmiques à la dessication et ont été étudies en tant que mécanismes contribuant à la tolérance à la sécheresse.
Les études ont été conduites en 1990 au Sénégal sur les variétés 57-422, 55-437, 73-30 et 73-33. Seule la variété 55-437 présente une diminution de son potentiel osmotique en condition de stress ce qui serait de nature à conférer à cette variété la capacité de différer la fermeture de ses stomates et par là de maintenir une bonne capacité photosynthétique. Cependant les valeurs de cet ajustement de pression osmotique sont trop faibles pour jouer un rôle important en cas de sécheresse persistante.
Le mécanisme de mobilisation des assimilats vers des organes non fructifères est limite. Cependant, si cette mobilisation est complétée par une redistribution préférentielle des assimilats en direction des gousses, ce mécanisme peut étre efficace en cas de stress tardif.

Le maintien de l'intégrité membranaire constitue en fait, chez l'arachide, le mécanisme de tolérance le plus efficace. Les travaux ont montré une augmentation générale de ce niveau de résistance avec: l'âge de la plante, ce qui représente un avantage adaptatif important de l'arachide qui termine en général son cycle en condition de sécheresse. Le test physiologique correspondant à la sélection de ce critère à été amélioré et l'on est en mesure à présent de mieux préciser les conditions du stress apporté et le stade optimal de la plante pour une bonne expression des différences variétales

Par ailleurs, pour la variété 55-437, vulgarisée dans plusieurs pays, les relations de l'état hydrique de la plante avec celui du sol ont été établies. Une étude, conduite sur deux ans au Sénégal, plaçant la variété dans trois conditions d'alimentation hydrique a montré que :

- il y a baisse du potentiel hydrique foliaire (diminution de la conductance stomatiquer lorsque la réserve utile racinaire (RUR) atteint 55%.
- Le contrôle des pertes en eau par la fermeture des stomates permet à la plante de maintenir un état hydrique dans ses tissus jusqu'à une RUR de 43%.
- Les stomates sont complètement fermés à une RUR de 43%.
- Les tissus sont totalement déshydratés à une RUR de 15%.

Modélisation de l'état hydrique de l'arachide en conditions naturelles

L'établissement de relations fines entre l'état de sécheresse du sol et le stress hydrique au niveau de l'arachide alimentent, depuis 1989, une base de données. Cette base est capable actuellement de caractériser les formes de sécheresse d'un point de vue agronomique. La modélisation de la croissance ainsi obtenue, permet d'aider à préciser l'idéotype d'adaptation à la sécheresse que l'on recherche.

2. Formation

Cette activité a concerné principalement trois stages de chercheurs.

Nom	Pays	Organisme d'origine	Période	Sujet
FALL C A.	Sénégal	ISRA	Avril-Sept. 1990	Mission auprès du Programme d'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide
ZAGRE B.	Burkina Faso	INERA	Avril-Juillet. 1989	Etude des caractères physiologiques d'adaptation à la sécheresse (mission au CERAAS)
DOPAWOGI S.	Guinée	IRAG	Mai-Juillet 1989	Etude de la réponse à la sécheresse des caractères agronomiques (mission au CERAAS)

Des mémoires de fin d'études dont la liste figure dans la rubrique "Rapports de Recherche" du chapitre 3 ont également été réalisés.

3. Liste des travaux publiés

Publications

Annerose D. J. M. **1988.** Critères physiologiques pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Oléagineux, 43 (5) : 217-222.

Annerose D. J.M. et Diagne M. 1990. Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. I- Présentation d'un modèle simple d'évaluation appliqué au cas de l'arachide cultivée. Oléagineux 45 (12) : 547-554.

Annerose D.J.M. 1991. Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. II- Evaluation des formes de sécheresse agronomiques de l'arachide au Sénégal par simulation du bilan hydrique de la culture. Oléagineux 46 (2) : 61-65.

Annerose D.J.M. et Khalfaoui J.L. 1991, Le C.E.R.A.A.S. un exemple de coopération régionale pour la lutte contre la sécheresse. Le courrier ACP, N° 124 : 60-61.

Khalfaoui J.L. 1990. Genetic of adaptation to drought of cultivated species and consequences on plant breeding. Bull. Soc. Bot. Fr., 137, Actual. Bot., 1 : 125-137.

Khalfaoui J.L. 1990. Etude des composantes de la précocité chez l'arachide. Oléagineux 45 (2) : 81-93

Khalfaoui J.L. 1990. Hérédité de la précocité extréme dans le cas d'un croisement entre deux variétés d'arachide Spanish. Oléagineux 45 (10) : 419-431.

Khalfaoui J.L. 1991. Determination of potential lengths of the crop growing period in semi-arid regions of Senegal. Agricultural and Forest Meteorology, 55 : 251-263.

Khalfaoui J.L. 1991 . Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse . Cas de l'arachide au Sénégal. Amélioration des Plantes pour les milieux arides. Ed. Aupelf-Uref. Eurotest Paris. 51-63.

Communications

Diagne M. 1992. Caractérisation des types de sécheresse. Acte du Symposium Gestion Agroclimatique des précipitations. Bamako (Mali). Déc. 1991. John Libbey Eurotext , Paris.

Khalfaoui J.L. 1990. Génétique et sélection de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées 1 ier atelier de physiologie, génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptatation à la sécheresse des espèces cultivées. Bambey, 5-9 novembre 1990. ISRA/CERAAS bambey, Sénégal.25 p.

Rapports de recherche

Dione D. 1991. Etude de deux mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez deux variétés d'arachide (57-422 et Chico) : croissance racinaire et absorbsion hydrique. D.E.A. "Biologie Végétale", Université C. A. Diop/ Dakar, 'Sénégal. 54p.

Eksomtramage T. 1989. Contribution à l'étude du polymorphisme enzymatique chez l'arachide cultivée. D.E.A. "Amélioration des Plantes", ENSA/Rennes, France. 51 p.

Fall C.A. 1992. Développement d'un index de sélection de l'arachide (*Arachis hypogeae* L.) physiologiquement adaptées à la sécheresse. D.E.A. "Ressources Génétiques et Amélioration des Plantes", Institut National Agronomique /Paris-Grignon. 11 + 52p.

Gning M. **1991.** Contribution à l'élaboration d'un itinéraire technique : cas de l'implantation d'une nouvelle variété à cycle très court dans la région Nord du Sénégal. Diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles, ENCR/Bambey. 38p + Annexes.

Kane I. 1991. Etude expérimentale de quelques mécanismes d'adaptation à la sécheresse de l'arachide. D.E.A. "Biologie Végétale", Université C.A. Diop, Dakar, Sénégal. 59p.

4. Impact des recherches pour le développement

Les expérimentations variétales multilocales et pluriannuelles menées dans la région Nord du Sénégal (région de Louga) ont permis de constituer un référentiel d'information technique hors station utilisable pour les essais de mise au point d'itinéraire technique pour leur culture, Ces différents essais ont permis de confirmer l'intérêt de la lignée GC 8-35 parmi les matériels très précoces testés de 1988 à 1993.

les régions de Louga et de St Louis du Sénégal (arachide irriguée) à partir de données de bases de 1988:

Surface : 100 000 ha (10% du total des surfaces cultivables est emblavé en arachide)

Production : 52 000 tonnes (7% de la production totale est constituée par de l'arachide)

Production estimée avec GC 8-35 : 72 000 tonnes (10% de la production totale),

Le gain annuel est donc estimé à 19 000 tonnes soit 1,3 milliards de Francs CFA pour les producteurs c'est à dire plus de quatre fois le coût des huit années de recherche qui ont été nécessaires pour la mise au point de cette variété (le coût d'une année de recherche est de 35 millions de F CFA)

5. Perspectives

Ce programme a développé durant ses deux premiéres phases une approche intégrée de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide associant agronomes, bioclimatologistes, physiologistes et sélectionneurs. Cette approche a été appliquée dans quatre pays du Sud (Bostwana, Brésil, Burkina Faso et Sénégal). Elle a permis de mettre en place dans chacun de ces pays des programmes de sélection performants aboutissant à l'obtention de variétés prometteuses.

La poursuite de ce programme collaboratif doit permettre une valorisation des travaux engagés depuis huit ans. Le prolongement nécessaire aux travaux de sélection conduits est la mise au point des itinéraires techniques indispensables à la vulgarisation des variétés créées. Par ailleurs, trois opérations de sélection largement engagées doivent aboutir dans les prochaines années. II s'agit des programmes de back-crosses pour la précocité sur 55-437 et 73-30, des programmes de sélection généalogique à partir de la première population améliorée par sélection récurrente et du programme de back-cross pour la réduction de la taille des graines de 57-422.

Sur le plan méthodologique, il faudra améliorer notre compréhension de certains mécanismes physiologiques d'adaptation comme le maintien de la photosynthèse en condition de sécheresse et tenter d'indexer les critères de choix et d'automatiser les tests physiologiques de sélection.