

ETUDE COMPARATIVE DE LA FIXATION
D'AZOTE DE DEUX PROSOPIS CULTIVES
AU SENEGAL

P. africana
(GUILL et PERR.) TAUB

P. juliflora
(SWARTZ) DC.

Ousmane DIAGNE

SEMINAIRE SUR LES ARBRES FIXATEURS D'AZOTE (CRDI - NFTA)
SEMINAIRE SUR L'AMELIORATION BIOLOGIQUE DE LA FERTILITE
DU SOL (FIS - ORSTOM)

Dakar, Sénégal : 17 - 25 mars 1986

ETUDE COMPARATIVE DE LA FIXATION D'AZOTE
DE DEUX PROSOPIS CULTIVES AU SENEGAL : P. africana et P. juliflora

Ousmane DIAGNE

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIERES
B. P. 2312 - DAKAR - HANN
(Rép. du Sénégal)

R E S U M E

Dans cette étude, nous avons d'abord comparé le pouvoir de nodulation des deux Prosopis dans cinq types de sol du Sénégal. Les piégeages effectués ont montré que seul P. africana est nodulé dans ces sols.

Ensuite, nous avons testé 13 souches de Rhizobium isolées, soit des deux Prosopis, soit d'autres espèces fixatrices d'azote : Albizia lebbeck (Al₆ et Al₁₀), Leucaena leucocephala (LI 11 et 94A4), Acacia farnesiana (ORS 911) et Macroptylama africanum (CB 756). Ce testage fait sur sol stérile a montré que P. africana est nodulé par les souches isolées de la plante-hôte et par Al₆, Al₁₀ et CB 756 qui sont, soit des souches à croissance lente, soit des souches à croissance rapide. Par contre, P. juliflora n'est nodulé que par les souches à croissance rapide, c'est-à-dire celles issues de la plante-hôte et ORS 911, LI 11 et 94 A4.

Le spectre d'hôtes des différentes souches testées montre qu'aucune d'elles n'est effective à la fois sur P. africana et P. juliflora.

I. INTRODUCTION

Notre étude porte sur la comparaison de la nodulation de deux Prosopis très utilisés par les services de reboisement forestiers du sud Sénégal. Il s'agit de Prosopis africana, une espèce locale qui pousse naturellement au sud du Sénégal et Prosopis juliflora, une espèce introduite que l'on rencontre essentiellement dans la zone sahélienne.

L'étude que nous avons entreprise sur ces deux espèces est dictée par leur double importance sur le plan pratique. D'abord, ils participent à l'amélioration du mode de vie des populations rurales en leur fournissant divers produits (bois, fourrages, fruits...). Ensuite du fait de leur capacité fixatrice d'azote, ils contribuent à l'augmentation de la fertilité des sols (FELKER and CLARK, 1980 ; ALLEN and ALLEN, 1981).

Les travaux que nous présentons dans cette communication sont orientés d'abord vers l'isolement de souches de Rhizobium à partir des sols de différentes régions du Sénégal puis vers l'estimation de la fixation d'azote au laboratoire et enfin vers la sélection de souches effectives sur les deux Prosopis étudiés.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel végétal

Les plantes ont été obtenues à partir de semis directs de graines prélevées dans des stations du Centre national de Recherches forestières. Ces graines ont été stérilisées superficiellement par immersion dans H₂SO₄ concentré pendant 2 heures pour P. africana et 15 minutes pour P. juliflora puis rincées abondamment à l'eau stérile.

Les graines ont été ensuite transférées aseptiquement dans un plateau contenant du sable stérilisé pour leur mise en germination. Cette prégermination a eu lieu dans une pièce à 30°C et a duré 3 jours pour P. africana et 2 jours pour P. juliflora.

2.2. Sols utilisés

Dans la première partie de nos expériences portant sur le piégeage de Rhizobium, nous avons prélevé des sols entre 5 et 15 cm de profondeur provenant de la forêt naturelle. Le prélèvement a été fait dans différentes localités du sud du Sénégal : Diouloulou, Djibélor, Bayottes, Dabo et Botou. Ce sont des sols essentiellement sableux (60 à 80 %), pauvres en N (0,055 %) et déficients en phosphore assimilable (12 ppm de P₂O₅).

Nous avons également prélevé des nodules de Prosopis juliflora à partir de deux sols de la Région de Dakar (Bel Air et Mbao).

Dans les expériences de test d'infectivité, nous avons utilisé du sol de Cambérène constitué surtout de sable (98 %).

2.2. Méthode de piégeage de Rhizobium

Après prégermination des graines, les plantules pièges ont été repiquées dans des sachets en polyéthylène remplis de sols provenant des différentes stations précitées (§ 2.2).

Pour chaque espèce végétale et chaque type de sol, il y a eu cinq sachets avec trois plants par sachet, soit au total quinze plants par type de sol.

Le dispositif a été maintenu en serre à la température ambiante

Tableau 1 : Piégeage de Rhizobium à partir de différents sols du Sénégal

PLANTES-PIECE	ORIGINE DES SOLS									
	DIOULOULOU		DIBELOR		BATOTTES		DABO		BOTOU	
	Plantes nodulées	Nodules par plant	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Prosopis africana</u>	8 (15)	3,12	10 (15)	1,10	14 (15)	2,21	15 (15)	4	12 (15)	3,4
<u>Prosopis juliflora</u>	0 (15)	0	0 (15)	0	0 (15)	0	0 (15)	0	0 (15)	0

() : nombre de plantes testées

(25° à 30°C) et sous éclairage naturel. L'expérience a duré trois mois.

2.4. Isolement de souches de Rhizobium

Les nodules prélevés des différents types de sol ont été lavés et désinfectés à l'alcool 90°C puis à l'aide d'une solution de H₂Cl₂. Après rinçage à l'eau stérile, ils ont été coupés et un broyat du tissu central étalé sur une boîte de Pétri contenant du milieu à base d'extrait de levure et de mannitol, YEMA (VINCENT, 1970).

2.5. Test d'infection des souches isolées

Les tests d'infection ont été réalisés dans des sachets en polyéthylène de 30 cm x 11 cm contenant un mélange de 2/3 de sable stérile et 1/3 de billes de polystyrène. Les sachets ont été remplis à moitié pour permettre aux plantes de se développer à l'intérieur de ces derniers.

L'inoculum a été obtenu à partir de culture liquide YEMA correspondant à une population bactérienne de 10⁹ bact./ml. Nous avons apporté dans chaque trou de repiquage 1 ml d'inoculum.

Pour chaque traitement, il y a eu 5 répétitions. Tous les quinze jours, nous avons apporté dans chaque sachet 25 ml d'un milieu nutritif HOAGLAND sans azote dilué de moitié.

L'expérience a été maintenue en serre dans les mêmes conditions que précédemment pendant trois jours.

2.6. Contrôle du pouvoir de fixation d'azote

Pour estimer l'effet de l'inoculation, nous avons fait des analyses portant sur le poids sec des nodules, le poids sec des parties aériennes et le dosage d'azote des parties aériennes.

A la fin de l'expérience, les nodules ont été lavés et mis à sécher à 65°C pendant 48 heures avant d'être pesés. Les parties aériennes des plantes ont été séchées dans les mêmes conditions pendant 72 heures puis pesées. Le dosage d'azote a été fait selon la méthode de KJELDAHL (JACKSON, 1958).

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Piégeage de Rhizobium

Les observations faites sur la nodulation des deux Prosopis étudiés sont consignées dans le tableau 1. Ce tableau montre que P. africana est nodulé dans tous les sols utilisés. Le nombre de plants nodulés et le nombre de nodules par plant sont plus élevés dans le sol de Dabo, ensuite viennent dans l'ordre les sols de Botou, Bayottes, Diouloulou et Djibélor. Par contre, P. juliflora n'est nodulé dans aucun des sols utilisés.

Ce premier résultat montre que l'introduction de P. africana dans les sols utilisés ne nécessite pas une inoculation pour obtenir une nodulation. Par contre, l'apport d'un Rhizobium effectif sur Prosopis juliflora est nécessaire pour introduire cette espèce dans les sols du sud Sénégal.

3.2. Caractéristiques des nodules et des souches isolées

Les nodules prélevés de P. africana sont de taille très variable (0,2 à 1 cm de diamètre) et très peu colorés. Les souches de Rhizobium isolées de ces nodules sont à croissance lente bien que P. africana puisse être nodulé par des souches à croissance rapide comme nous l'avons montré dans nos travaux antérieurs (DIAGNE, 1984).

Tableau 2 : Origine des souches testées

SOUCHES TESTEES	PLANTES D'ISOLEMENT	SOLS D'ISOLEMENT
Pa ₁	<u>Prosopis africana</u>	Diouloulou
Pa ₃	<u>Prosopis africana</u>	Diouloulou
Pa ₅	<u>Prosopis africana</u>	Bayottes
Pa ₇	<u>Prosopis africana</u>	Dabo
Pa ₉	<u>Prosopis africana</u>	Botou
Al ₆	<u>Albizia lebbeck</u>	Batyottes
Al ₁₀	<u>Albizia lebbeck</u>	Botou
Pj ₁₂	<u>Prosopis juliflora</u>	Mbao
Pj ₁₄	<u>Prosopis juliflora</u>	Bel-Air
Ll ₁₁	<u>Leucaena leucocephala</u>	Bel-Air
94 A4	<u>Leucaena leucocephala</u>	-
ORS 911	<u>Acacia farnesiana</u>	Bel-Air
CB 765	<u>Macroptilama africanum</u>	-

Les nodules prélevés dans la nature sur P. juliflora sont généralement de très petite taille (< 0,5 cm), bruns et de section rouge-brun. Les souches de Rhizobium nodulant P. juliflora sont à croissance rapide.

3.3. Résultats des tests d'infection

L'origine des souches testées est marquée dans le tableau 2. Nous avons, dans un premier temps, testé les souches isolées à partir des sols de piégeage sur P. africana et sur P. juliflora. Les résultats sont donnés sur la figure 1.

Cette figure montre que toutes les souches isolées à partir des sols utilisés nodulant P. africana avec comme meilleures souches Pa⁹ et Pa¹. Par contre, aucune des souches issues du piégeage n'a nodulé P. juliflora. Ce résultat confirme ceux du piégeage qui ont montré que les sols utilisés ne renferment pas de Rhizobium nodulant P. juliflora.

A la suite du piégeage de Rhizobium, nous avons pris d'autres souches de Rhizobium que nous avons isolées nous-mêmes et d'autres souches de collections comme référence pour les tester à la fois sur P. africana et sur P. juliflora. Les résultats de cette expérience sont représentés dans les figures 2, 3 et 4.

La figure 2 représentant le poids sec des nodules montre que P. africana est nodulé par les souches suivantes avec dans l'ordre d'ineffectivité décroissante Al₆, Al₁₀, Pag et CB 756. Par contre, P. juliflora est nodulé par les autres souches Pj 12, ORS 911, LI 11, Pj 14 et 94 A4.

Ce résultat montre que les souches qui nodulent P. africana ne nodulent pas P. juliflora et vice versa.

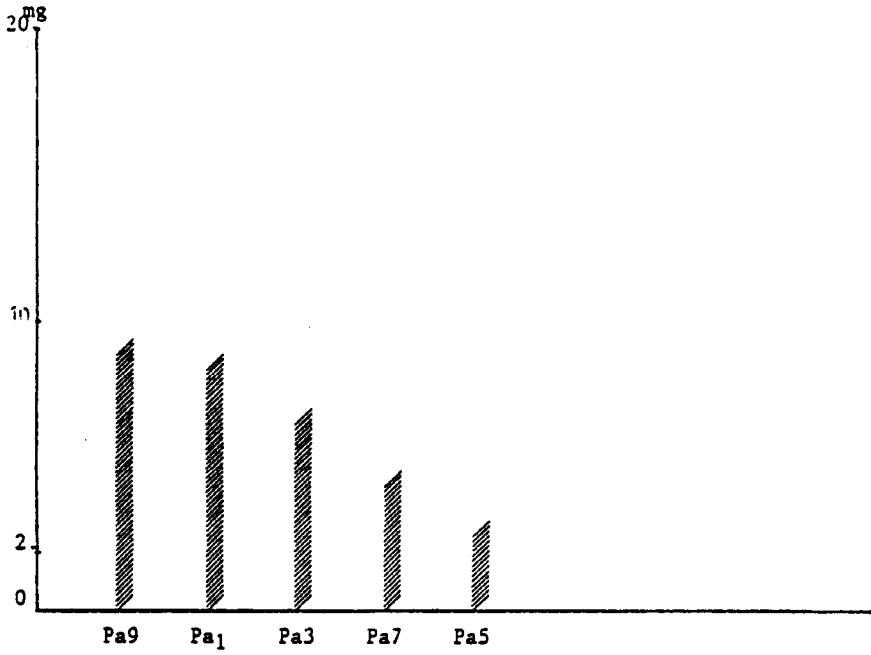
La figure 3 représentant la variation du poids sec des parties aériennes montre que la nodulation augmente le poids sec des parties aériennes. Cependant, il est à noter que l'augmentation du poids sec des parties aériennes n'est pas toujours proportionnelle à celle du poids sec des nodules comme nous pouvons le constater chez P. juliflora où la souche 94 A4 a donné le poids sec de nodules le plus faible mais le poids sec de parties aériennes le plus élevé.

La figure 4 montre que les souches effectives sur P. africana sont ineffectives sur P. juliflora où elles donnent des résultats identiques à ceux des témoins. Le contraire s'observe également si nous prenons les souches effectives sur P. juliflora.

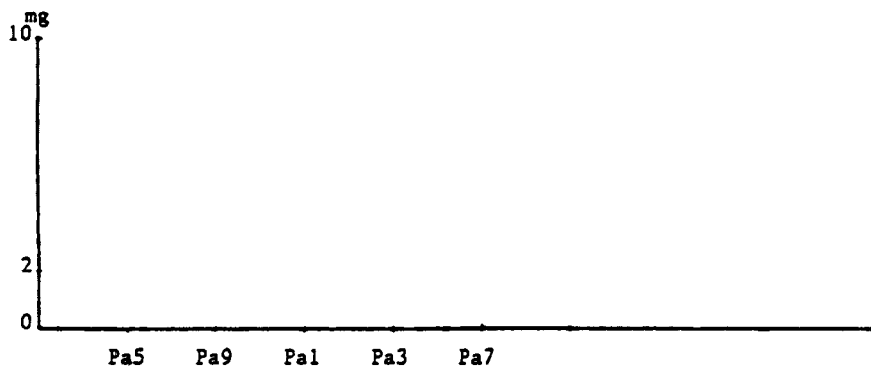
IV. CONCLUSIONS

Les résultats que nous venons d'exposer, bien que fragmentaires, nous permettent de dégager quelques constatations sur la nodulation des deux Prosopis étudiés.

Les piégeages que nous avons faits nous ont montré que les sols du sud du Sénégal utilisés ne renferment pas de Rhizobium nodulant P. juliflora alors que P. africana est nodulé dans tous ces sols. Il ressort de la spécificité de la première espèce que son introduction dans les sols du sud du Sénégal nécessite une inoculation par un Rhizobium effectif. Ce résultat déjà connu dans de nombreux travaux montre que l'introduction d'une plante fixatrice d'azote dans une aire nouvelle demande souvent l'apport du partenaire symbiotique.



Prosopis africana



Prosopis juliflora

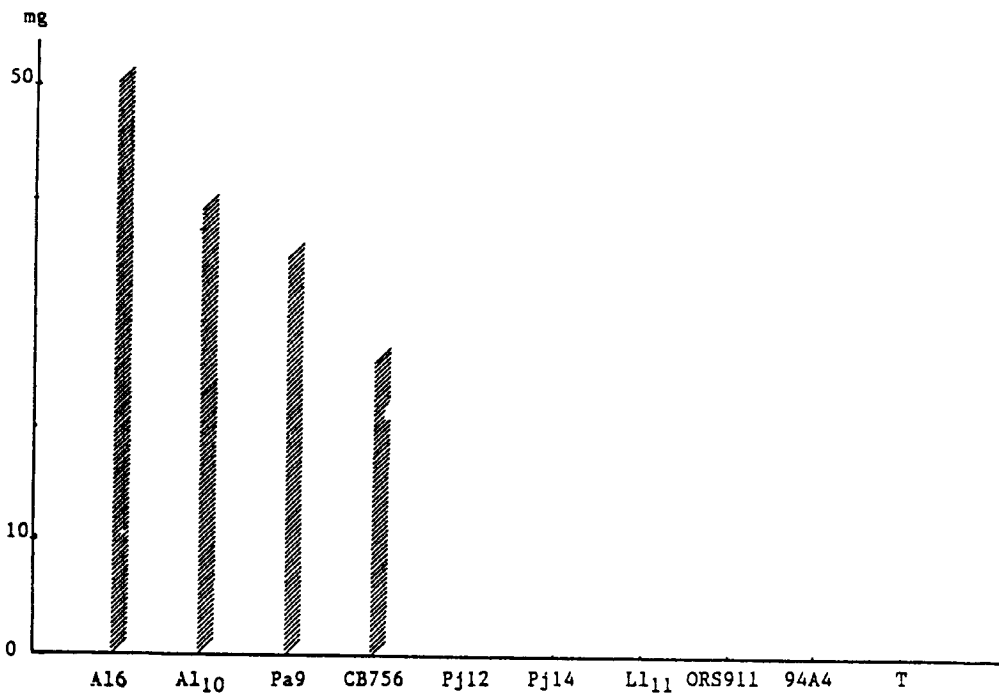
Figure 1 : Test de nodulation des souches isolées à partir des sols de piégeage
poids sec des nodules (mg/plant)

Les tests de nodulation nous ont montré que les deux Prosopis ne sont pas nodulés par les mêmes souches comme le résume leur spectre d'hôtes (tableau 3).

Le tableau 3 montre bien qu'aucune des souches testées n'est infective à la fois sur P. africana et sur P. juliflora et que P. Juliflora n'est nodulé que par des souches à croissance rapide alors que P. africana peut être nodulé par les deux catégories de souches de Rhizobium.

L'absence de nodulation de P. juliflora dans les sols étudiés pourrait s'expliquer par l'inexistence de souches de Rhizobium infectives mais également par la possibilité des souches nodulant P. africana à entrer en compétition avec celles de P. juliflora comme dans le cas de plantes annuelles (LABANDERA and VINCENT, 1975).

De nombreux autres facteurs peuvent aussi empêcher l'établissement d'une symbiose entre les souches natives et la plante-hôte (P. juliflora) (GIBSON et al., 1982).



Prosopis africana

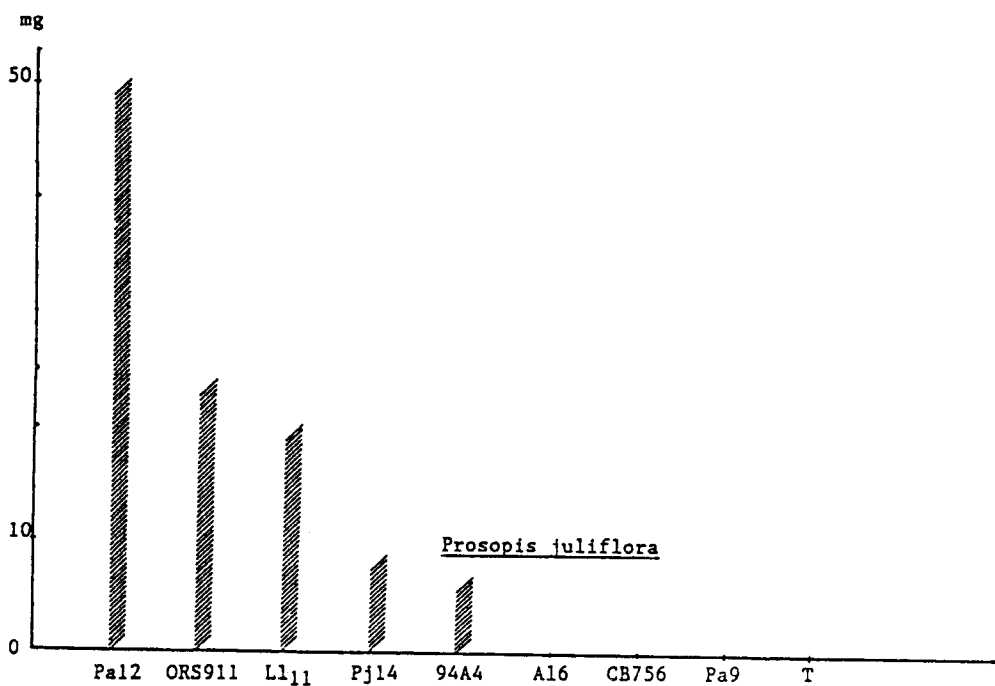


Figure 2 : Poids sec des nodules (mg/plant)

Tableau 3 : Spectre d'hôtes des souches utilisées

Souches testées	Croissance	Prosopis africana	Prosopis juliflora	Observat°
Pa1	r	E	n. i.	
Pa3	r	e	n. i.	
Pa5	l	E	n. i.	
Pa7	l	E	n. i.	
Pa9	l	E	n. i.	
Al6	l	E	n. i.	
Al10	r	E	n. i.	
Pj12	r	n. i.	E	
Pj14	r	n. i.	E	
LI11	r	n. i.	E	
ORS 911	r	n. i.	E	
94 A4	r	n. i.	E	
CB 756	l	e	n. i.	

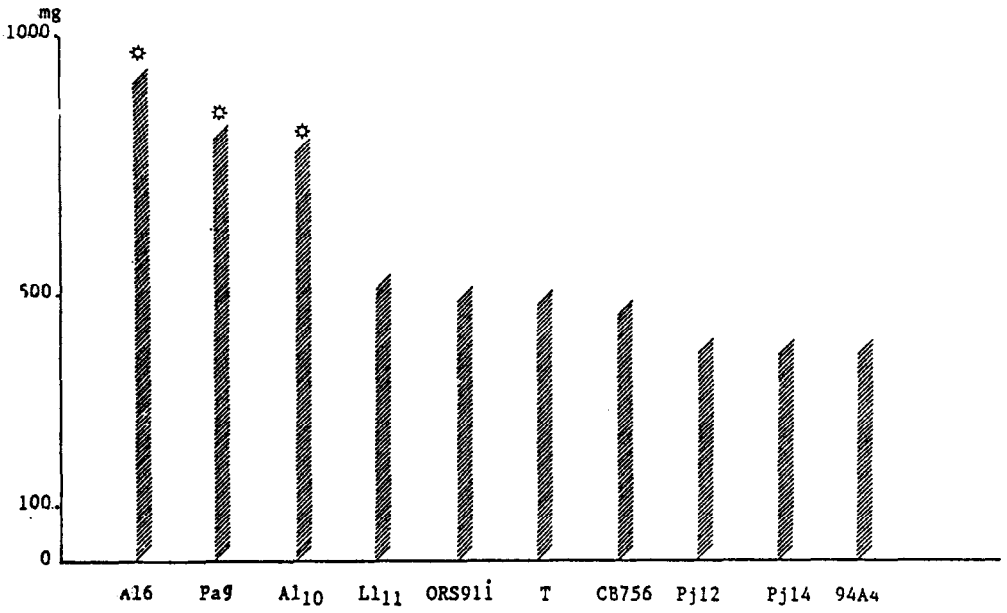
r = souches à croissance rapide

l = souches à croissance lente

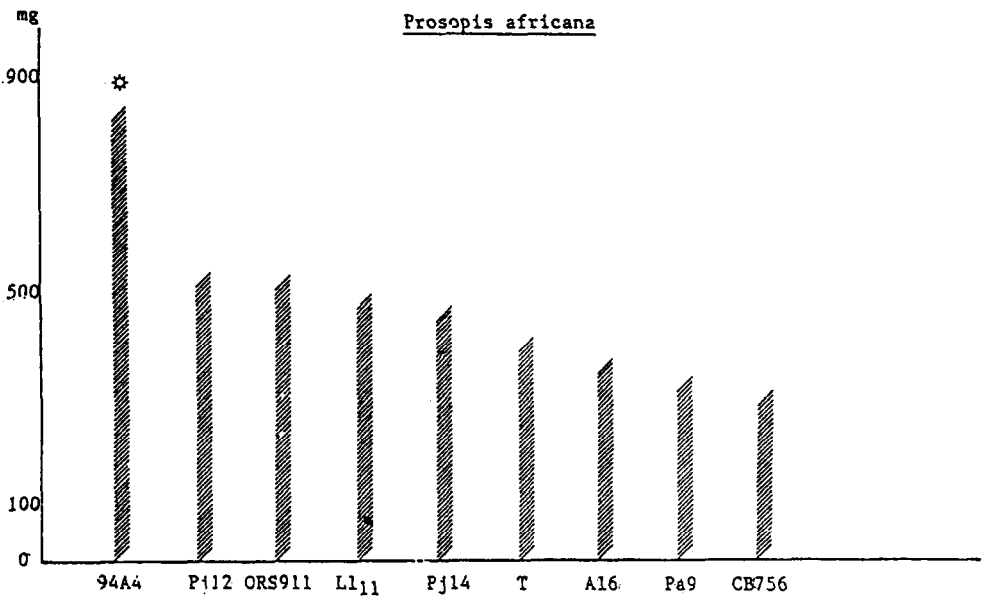
n. i. = non infective

e = ineffective

E = effective

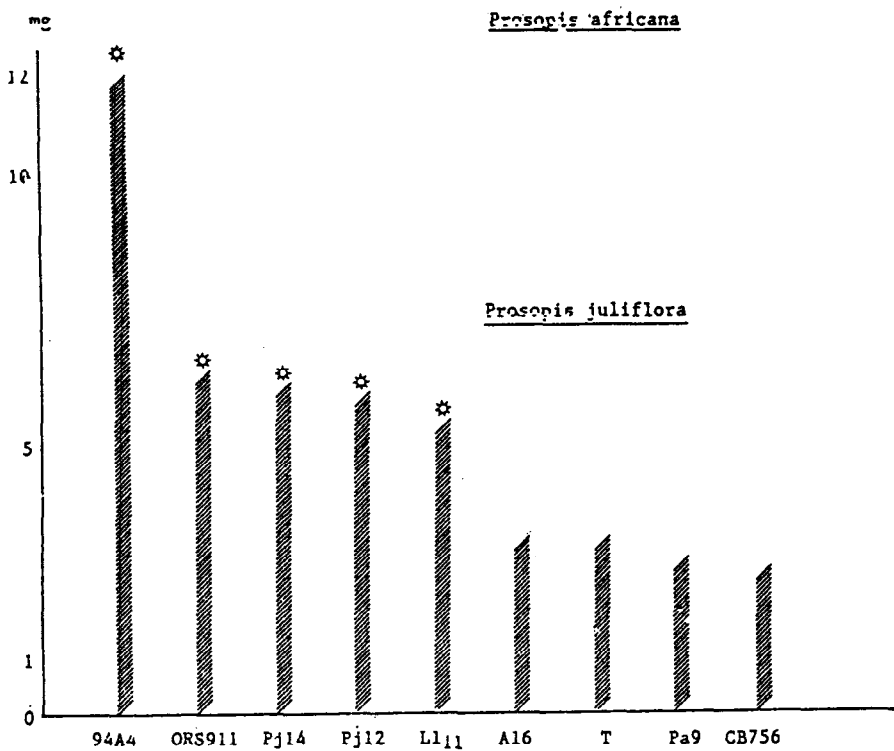
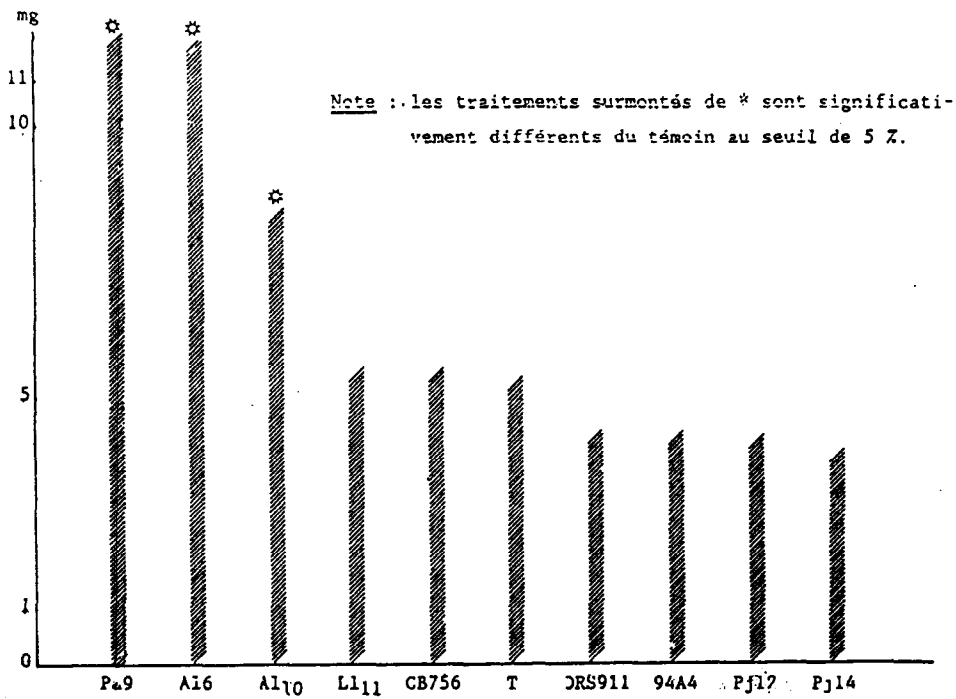


Prosopis africana



Prosopis juliflora

Figure 3 : Résultats des tests de nodulation : poids sec des parties aériennes (mg/plant)



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALLEN, O. N. and ALLEN, E. K., 1981. The Leguminosae A source Book of Characteristics, Uses and nodulation The University of Wisconsin Press.
2. DIAGNE, O., 1984. Recherches préliminaires sur quatre arbres fixateurs d'azote : Prosopis africana, Prosopis juliflora, Albizia lebbek et Leucaena leucocephala. Rapport de confirmation ISRA - 59 pp.
3. FELKER, P. and CLARK, P. R., 1980. Nitrogen Fixation (Acetylene Reduction) and Cross Inoculation in 12 Prosopis (Mesquite) Species. Plant and Soil. 57 / 177 - 186.
4. GIBSON, A. H., DREYFUS, B. L. and DOMMERMUES, Y. R., 1982. Nitrogen Fixation by legumes in the tropics. In : Microbiology of Tropical Soils and Plant Productivity, pp. 37 - 73.
DOMMERMUES, Y. R. and DIEM, H. G. (eds). MARTINUS NIJHOFF/DR W. JUNK Publishers.
5. JACKSON, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.
6. LABANDERA, C. A. and VINCENT, J. M., 1975. Competition between an introduced Strain and native Uruguayan Strain of Rhizobium trifolii. Plant and Soil 42 - 347.
7. VINCENT, J. M., 1970. A Manual for the practical study of root nodules bacteria. I. B. P. Handbook n° 15. Black-Well Sci. Publications Oxford and Edinburgh.