

Morphologie racinaire en relation avec l'organisation du sol

Cas de deux espèces pionnières de Guyane française : *Goupia glabra* et *Vismia guianensis*

D. Y. ALEXANDRE

ORSTOM, BP 182, Ouagadougou, Burkina Faso

RÉSUMÉ

Vismia guianensis est un arbre dont le système racinaire possède une forte tendance pivotante, contrairement à *Goupia glabra* dont les racines sont opportunistes. mais sur sol à drainage profond ralenti *Goupia* franchit la barrière pédologique qui arrête au contraire le pivot de *Vismia*. sur ces sols *Goupia* aurait un système racinaire plus profond que *Vismia* si les chenaux laissés par des racines mortes ne permettaient le passage en profondeur des racines de *Vismia*.

MOTS-CLÉS : Racine - Sol/porosité - Guyane française - *Goupia glabra* - *Vismia guianensis*

SUMMARY

SOIL DRAINAGE CONSTRAINTS AND ROOT ADAPTATIONS IN TWO FOREST TREE SPECIES IN FRENCH GUIANA :
GOUPIA GLABRA AND *VISMIA GUIANENSIS*

In French Guiana, due to a sudden change in pore diameters, most soils present a physical constraint to water movement and root penetration.

Preliminary observations have shown that Goupia glabra roots overcome the soil barrier which on the contrary blocks the otherways deep penetrating Vismia guianensis root system. dead Goupia roots produce channels that can be used by Vismia and probably other species to overcome the soil barrier. implication of this phenomenon are discussed in the light of taxa local distribution.

KEY WORDS : Root - Soil organization - French Guiana - *Goupia glabra* - *Vismia guianensis*

INTRODUCTION

En Guyane française, une fraction importante des sols possèdent des caractères pédologiques physiques de nature à modifier le drainage et à opposer une forte contrainte pour la végétation spontanée ou anthropique. Ce sont ces caractères pédologiques qui ont largement déterminé la problématique du programme Ecérex (= ÉCologie-ÉRosion-EXpérimentation, cf SARRAILH, 1980). Dans le cadre de ce programme et

au cours de diverses expériences de dégagement sélectif (LACOSTE & ALEXANDRE, 1988) nous avons été amené à arracher plusieurs milliers de très jeunes arbres, ce qui nous a permis de constater d'importantes différences de morphologie racinaire entre espèces. Les différences sont, à ce stade, indépendantes des types de sol.

Parmi les espèces arrachées, l'une d'elles a retenu notre attention en raison de sa valeur économique : *Goupia glabra* (Célastracée). Son système racinaire,

au stade de très petit plant, apparaît largement superficiel et faiblement différencié. Ce type de morphologie racinaire sans différenciation marquée est très fréquent mais on rencontre dans les mêmes recrûs certaines espèces qui possèdent des particularités morphologiques accentuées :

- système extrêmement superficiel (de type secondaire, KAHN, 1977) chez *Miconia fragilis*,
- système avec un fort pivot et des racines superficielles très étendues, ramifiées à distance seulement, chez *Cecropia obtusa*,
- enfin, système presque réduit à un pivot dans le genre *Vismia* et notamment chez *V. guianensis* (Clusiacée). Notre intérêt s'est également porté sur cette dernière espèce car elle est par ailleurs un bon matériel pour les mesures écophysologiques.

Si la distribution des racines dans le sol joue bien évidemment un rôle majeur dans l'alimentation hydrique des plantes, inversement, l'étude du statut hydrique des plantes peut amener à formuler des hypothèses quant aux racines. Ainsi à Ecécex nous avons observé en période de sécheresse que le potentiel hydrique de base (= potentiel maximum = "predawn water potential") mesuré à la chambre à pression (cf. TURNER, 1988), reste élevé chez les jeunes *Vismia* tandis qu'il s'abaisse notablement chez les petits *Goupia* (échantillon d'individus de hauteur inférieure à 50 cm), comme le montrent les mesures regroupées dans le tableau I.

TABLEAU I

Potentiel hydrique maximum (MPa) observé dans une clairière en fin de saison sèche 1987, sur des individus de tailles différentes

Predawn water potential (MPa) observed upon various sized individuals in a glade during the finishing dry season

	Hauteur ≤ 0,50 m	Hauteur ≥ 1,30 m
<i>Goupia glabra</i>	- 1,2 ± 0,4	- 0,8 ± 0,15
<i>Vismia guianensis</i>	- 0,1 ± 0,05	≈ 0

En d'autres termes, au stade considéré et sur sol filtrant, l'alimentation en eau est pour des individus de taille égale bien meilleure chez *Vismia* que chez *Goupia* et, pour les deux espèces, meilleure chez les grands individus que les petits.

Nous avons pensé que l'origine la plus probable de cette différence de comportement entre *Goupia* et *Vismia* était la profondeur d'enracinement, ce que les arrachages rapides permettaient de penser mais pas d'affirmer. Nous avons donc cherché à vérifier l'hypothèse en déterrânt soigneusement deux plants immédiatement voisins de ces deux espèces. Dans un deuxième temps, nous avons voulu également savoir

dans quelle mesure les caractères morphologiques racinaires des jeunes plantes se maintiennent chez les plantes développées et nous avons donc été amené à étudier deux stations d'âge différent.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La première station étudiée est celle sur laquelle les mesures hydriques ont été effectuées. Le recrû y est âgé d'environ un an et demi. Le sol est très graveleux et filtrant sur au moins 2 m d'épaisseur (sol ferrallitique).

La deuxième station porte un recrû de 11 ans. Elle est située en bordure de route pour la facilité d'accès et sur pente, à proximité d'un point d'eau permanent pour pouvoir utiliser la technique du dégagement des racines au jet d'eau. Le sol s'y est révélé argileux, jaunâtre et relativement poreux dans l'horizon superficiel de 60-70 cm, rougeâtre et compact en dessous. Un tel sol à drainage vertical ralenti est fréquent sur la zone d'Ecécex (BOULET *et al.*, 1979).

Le déterrement des racines est toujours difficile. Ici le travail a été rendu encore plus difficile par la dessiccation prononcée du sol et par sa nature même, très caillouteux dans un cas, argileux et compact dans l'autre. Dans les deux cas, on a commencé par faire une fosse de la profondeur supposée des systèmes racinaires, puis on les a attaqués latéralement au jet d'eau ou au moyen d'outils divers.

Compte tenu des limites matérielles, nous avons dû nous limiter dans chaque station à 2 individus choisis aussi représentatifs que possible.

OBSERVATIONS

1. Station de 1 an et demi

Les deux individus choisis poussent côte à côte et ont approximativement la même taille.

	Hauteur	∅ Collet
<i>Vismia guianensis</i>	80 cm	6,6 mm
<i>Goupia glabra</i>	73 cm	6,2 mm

a) Le système racinaire de *Vismia guianensis* (fig. 1a) apparaît immédiatement comme très pivotant, presque limité au seul pivot. Celui-ci fait, ici, 6 mm de diamètre sous le niveau des racines superficielles et encore 1 mm à la profondeur de 20 cm. Sa profondeur totale est de 26 cm. Les racines horizontales superficielles sont peu nombreuses mais bien développées et faiblement coniques. Leur diamètre qui est au départ de 3 mm est encore de 1 mm à 20 cm de l'axe.

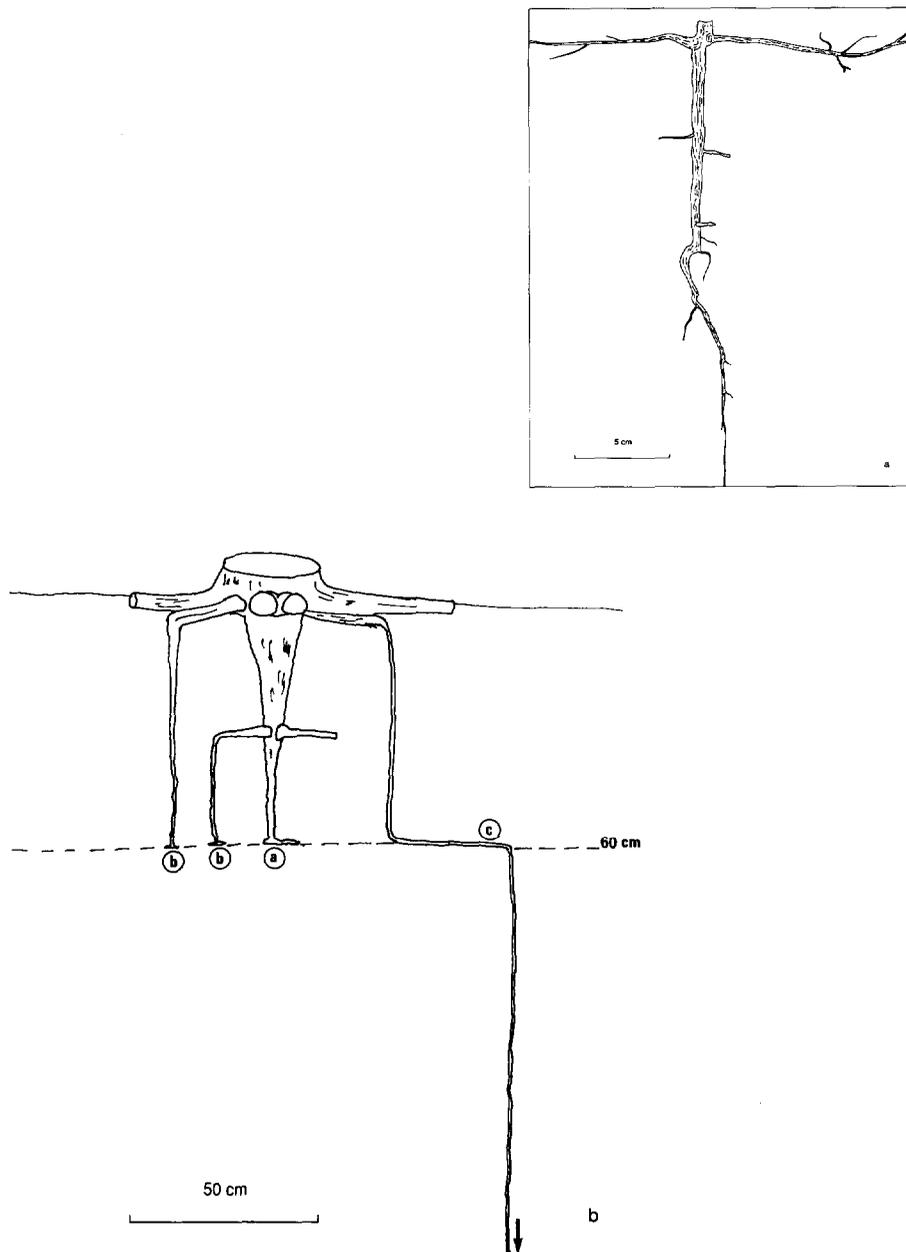


FIG. 1. - Appareil racinaire de *Vismia guianensis*

a) Individu âgé d'un an et demi sur sol graveleux filtrant.

b) Individu âgé de 11 ans sur sol à discontinuité à 60 cm. Le pivot (a) et les racines secondaires orthotropes (b) butent sur la surface de différenciation pédologique. La réversion de la plagiotropie à l'orthotropie et la réversion inverse sont fréquentes et peuvent permettre le franchissement de la barrière pédologique (c).

Root system of Vismia guianensis

a) 1.5 year old sapling on well draining gravellous soil.

b) 11 years old tree on clayey soil with a drainage barrier at 60 cm depth. Taproot (a) and orthotropic secondary roots (b) strike against the drainage barrier. Reversions from orthotropy to plagiotropy and reverse are frequent and may allow (c) the getover of the pore-linked barrier.

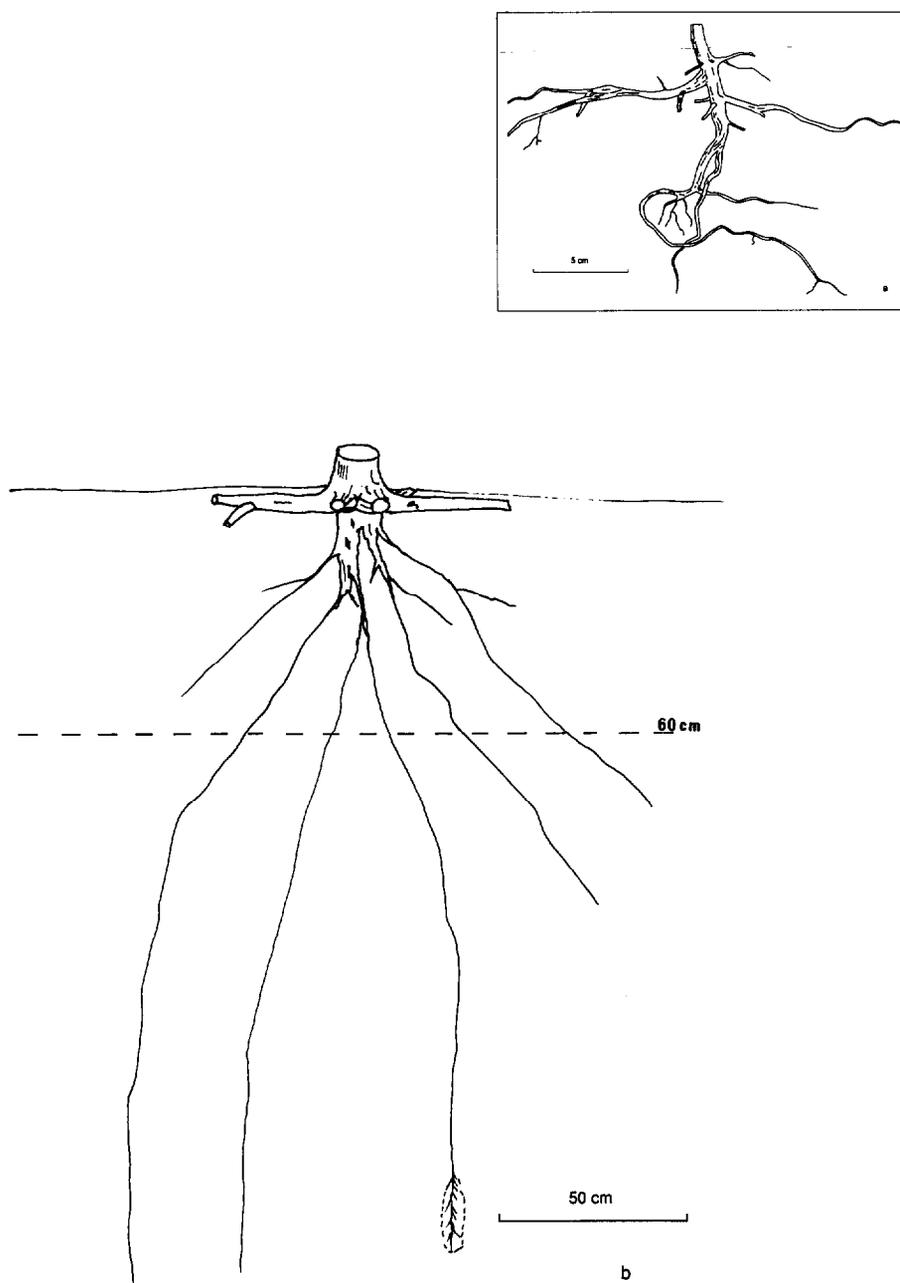


FIG. 2. - Appareil racinaire de *Goupia glabra*

- a) Individu âgé d'un an et demi sur sol graveleux, filtrant.
 b) Individu âgé de 11 ans sur sol à discontinuité à 60 cm. Les racines, très fines et clinotropes, ne sont pas affectées par la différenciation porale.

Root system of Goupia glabra

- a) 1.5 year old sapling on well draining gravelly soil.
 b) 11 years old tree on clayey soil with a drainage barrier at 60 cm depth. Roots of *Goupia* are very thin and clinotropic. They do not seem to be affected in any way by the soil structural differentiation.

b) Chez *Goupia* (fig. 2a), le pivot est présent mais court et ramifié. Ses divisions prennent des orientations diverses, obliques, souvent hésitantes. Les racines latérales sont nombreuses et prennent naissance sur toute la partie pivotante. Elles sont elles-mêmes rapidement et fortement ramifiées. Le diamètre de 1 mm est conservé jusqu'à 18 cm de l'axe, presque autant que chez *Vismia guianensis* mais avec un diamètre initial de 5 mm. En profondeur, le diamètre de 1 mm est atteint dès 10 cm, l'enracinement ne dépasse pas 13 cm.

Au total, à ce stade, *Goupia* exploite beaucoup plus intensément que *Vismia guianensis* l'espace proximal dans une stratégie opportuniste où la différenciation des axes est peu marquée.

2. Station de 11 ans

Sur cette station, le pied de *Vismia guianensis*, haut de 12 m, mesure 26 cm de diamètre au collet ; celui de *Goupia*, haut de 11 m, fait 11 cm au collet. Le rapport hauteur/diamètre, plus élevé chez *Vismia* est lié à la position dominante de l'arbre et au fait qu'il a atteint son âge adulte.

Comme au stade jeune, *Vismia guianensis* (fig. 1b) présente un système racinaire fortement pivotant contrairement à *Goupia glabra* (fig. 2b). Mais, alors que précédemment la structure racinaire de *Vismia* lui permettait d'atteindre une profondeur d'enracinement plus grande que *Goupia*, ici le pivot ne dépasse pas la zone de différenciation pédologique sur laquelle il semble buter comme sur une surface rocheuse (a sur la fig. 1b). Les racines descendantes de *Goupia* franchissent au contraire la limite pédologique sans altération de leur trajectoire (oblique) ou de leur aspect. Elles sont fines (de 1,9 mm à 3,4 mm à - 120 cm ; encore 3 mm à - 150, - 170 et - 200 cm). Nous en avons compté 5 sur notre coupe. L'une d'elles forme un système de fines racines claires, étalées en tous sens sur une vingtaine de centimètres à - 200 cm, les autres ne forment pas encore ce type de réseau absorbant à - 220 cm. A plusieurs endroits, les racines circulent comme dans une gaine, parfois claire, le plus souvent noire, qui semble être le reste d'une ancienne racine de la même espèce. D'autres restes analogues mais non colonisés par une racine sont présents sur la coupe.

En plus du pivot véritable, *Vismia guianensis* forme à plusieurs reprises des racines secondaires orthotropes, pivotantes (b sur la fig. 1b). Toutes viennent buter sur l'horizon compact. L'une d'elles, toutefois, après avoir suivi sur une trentaine de centimètres la surface de différenciation, redevient orthotrope et pénètre ainsi l'horizon compact (c sur la fig. 1b). A la profondeur de - 220 cm, son diamètre est encore de 5,0

mm et elle ne s'est pas ramifiée. Sans qu'on puisse en apporter la preuve, il semble probable que cette racine a, au départ, profité de la présence d'une racine morte, sans doute de *Goupia* car c'est sous celui-ci que *Vismia* a trouvé un passage. Sans cette racine pivotante accidentelle, *Vismia* aurait eu un enracinement très superficiel et aurait eu à souffrir du manque d'eau en saison sèche. Cette seule racine a une section comparable à l'ensemble des racines profondes plus fines de *Goupia*.

CONCLUSION

La profondeur d'enracinement sur des sols qui restent toujours chargés d'eau en profondeur est une caractéristique écophysologique essentielle.

Au stade d'un an et demi, et sur sol filtrant, *Vismia guianensis* conserve grâce à la profondeur de son pivot un accès permanent à la ressource hydrique. *Goupia glabra* a un système racinaire qui se développe moins vite en profondeur et les petits plants aux racines superficielles ont à souffrir du manque d'eau en saison sèche sans qu'on puisse dire si c'est celui-ci qui ralentit leur croissance ou si c'est par défaut de croissance que le système racinaire reste déficient.

Au stade de 11 ans, la situation s'inverse. En effet les racines de *Goupia* franchissent aisément la barrière de différenciation pédologique qui arrête au contraire celles de *Vismia guianensis* qui pourrait donc souffrir de manque d'eau sur sol à drainage vertical ralenti. On doit s'attendre à l'y trouver avec une moindre fréquence que sur sol sans contrainte de compacité. L'espèce n'est cependant pas exclue des sols contraignants car des mécanismes comme l'occupation d'anciens cheminements de racines lui permettent de franchir la barrière pédologique. L'importance de ces chenaux de racines mortes (racines fantômes) a déjà été soulignée, notamment par GAISER (1952). On remarquera que le développement rapide du pivot chez *Vismia* est en relation avec la forte croissance précoce de cette espèce peu durable, tandis que *Goupia*, espèce secondaire longévive au démarrage comparativement plus lent, voit, au contraire de *Vismia*, son bilan hydrique s'améliorer avec l'âge.

Il est encore trop tôt pour tenter d'expliquer pourquoi les racines de *Goupia* sont capables de pénétrer la barrière structurale et pas celles de *Vismia*. On peut cependant avancer comme première hypothèse que les racines de *Goupia*, qui sont plus fines que celles de *Vismia*, ont moins de peine à trouver leur chemin à l'intérieur de l'espace poral très fin des sols "secs au toucher" (cf. MAERTENS, 1964). Par ailleurs, la gaine noire fréquemment observée autour des racines en sols à "drainage vertical bloqué" (BOULET, *comm. pers.*)

fait penser à une accumulation ferrique du type de celle décrite par CHEN *et al.* (1980, in CALLOT *et al.*, 1982) sur le riz. Il se pourrait que les racines de *Goupia* soient, comme celles du riz, aërières et, par là, capables de se développer dans un sol plus ou moins asphyxique. Enfin les fréquents changements de tropisme des racines de *Vismia* font penser à une extrême sensibilité physiologique des apex racinaires chez cette espèce.

De nombreuses observations sont encore nécessaires, ne serait-ce que pour confirmer le caractère non aléatoire de nos premières observations. Mais d'ores et déjà, bien que très limitées, elles confirment les mesures de HUMBEL (1978) quant à la concentration des racines en surface quand le drainage vertical est ralenti. La différence de comportement racinaire entre les deux espèces étudiées éclaire la répartition préférentielle des espèces de la forêt en fonction des

variations pédologiques latérales décrites par LESCURE et BOULET (1985). Les espèces qui se rencontrent préférentiellement sur les sols à drainage vertical libre ont vraisemblablement des racines sensibles à la porosité du sol, tandis que celles qui au contraire sont plus fréquentes sur sols à fortes contraintes hydriques sont probablement à la fois sensibles à la compétition et capables de résister au pédoclimat.

REMERCIEMENTS

Une partie du matériel nous a été prêtée par la société WECO et par M. RABOTIN que nous remercions.

Nous remercions également J.-P. LESCURE, F.X. HUMBEL et G. CALLOT pour leurs remarques constructives sur le manuscrit.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 30 mai 1990

BIBLIOGRAPHIE

- CALLOT (G.), CHAMAYOU (H.), MAERTENS (C.) et SALSAC (L.), 1982. – Mieux comprendre les interactions sol-racines. Incidences sur la nutrition minérale. INRA, Paris, 325 pp.
- BOULET (R.), BRUGIÈRE (J.M.) et HUMBEL (F.X.), 1979. – Relations entre organisation des sols et dynamique de l'eau en Guyane française septentrionale. *Sci. Sol.*, 1 : 3-18.
- CHEN (C.), DIXON (J.B.) et TURNER (F.T.), 1980. – Iron coating on rice boots. Morphology and models of development. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44 : 1113-1119.
- GAISER (R.N.), 1952. – Root channels and roots in forest soils. *Soil Sci. Soc. Proc.* : 62-65.
- HUMBEL (F.X.), 1978. – Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. *Sci. Sol.* 2 : 83-94.
- KAHN (F.), 1977. – Analyse structurale des systèmes racinaires des plantes ligneuses de la forêt tropicale dense humide. *Candollea* 32(2) : 321-358.
- LACOSTE (J.F.), ALEXANDRE (D.Y.), 1988. – Dynamique et valeur sylvicole du recrû après coupe papetière en forêt guyanaise. 46th International Congress of Americanists, 4-8 juillet 1988, Amsterdam.
- LESCURE (J.-P.), BOULET (R.), 1985. – Relationship between soil and vegetation in a tropical rain forest in French Guiana. *Biotropica* 17(2) : 155-164.
- MAERTENS (C.), 1964. – Influence des propriétés physiques des sols sur le développement racinaire et conséquences sur l'alimentation hydrique et azotée des cultures. *Sci. Sol.* 2 : 31-41.
- SARRAILH (J.-M.), 1980. – L'écosystème forestier guyanais. Étude écologique de son évolution sous l'effet des transformations en vue de sa mise en valeur. *Bois For. Trop.* 189 : 31-36.
- TURNER (N.C.), 1988. – Measurement of Plant Water Status by the Pressure Chamber Technique. *Irrig. Sci.* 9 : 289-308.