

FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO, TIPO DE NÓDULO E OCORRÊNCIA DE UREÍDOS EM LEGUMINOSAS FLORESTAIS¹

SILVIA REGINA GOI², SERGIO MIANA DE FARIA³
e MARIA CRISTINA P. NEVES⁴

RESUMO - Foi feito um levantamento em 36 leguminosas florestais, com o objetivo de relacionar a fixação de nitrogênio com a morfologia dos nódulos e com a utilização de ureídos no transporte de nitrogênio. Foi detectada nodulação da atividade da nitrogenase (redução de acetileno) em 35 e ureídos em todas as 36 espécies estudadas. As maiores concentrações de ureídos foram observadas em algumas espécies da tribo Dalbergieae que possuem nódulos do tipo globoso.

Termos para indexação: transporte de nitrogênio.

NITROGEN FIXATION, NODULE TYPE AND OCCURRENCE OF UREIDES IN LEGUME TREES

ABSTRACT - A study of 36 legume trees was made with the objective of relating nitrogen fixation, morphology of nodules and the utilization of ureides in nitrogen transport. Nodulation and acetylene reduction activity were detected in 35 species and ureides in all 36. The greatest concentrations of ureides were observed in certain species of the tribe Dalbergieae which had nodules of the globular type.

Index terms: nitrogen transport.

INTRODUÇÃO

Atualmente, tem crescido o interesse da pesquisa em relação a leguminosas florestais. Espécies como *Acacia mearnsii*, *Prosopis juliflora* e *Mimosa scabrella* já ocupam posição de interesse econômico no País (Silva & Döbereiner 1982), enquanto outras são consideradas de alto potencial para aproveitamento em vários setores da economia de regiões tropicais (Loureiro et al. 1979; National Academy of Science 1979; National Academy of Science 1980; Allen & Allen 1981; Brewbaker 1981; Silva & Döbereiner 1982). Muitas espécies da família leguminosae apresentam-se em associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Vários levantamentos de nodulação, em leguminosas florestais, têm sido realizados para avaliação do potencial da fixação biológica de nitrogênio destas espécies (Allen & Allen 1981; Halliday & Nakao 1982).

¹ Trabalho financiado pela Comissão Nacional de Energia.

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, I.F., D.C.A.

³ Eng.^o-Ftal., FINEP-EMBRAPA/UAPNPBS, km 47, Seropédica, 23460 - Rio de Janeiro, RJ.

⁴ UFRRJ, I.A., Depto. de Solos.

O nitrogênio fixado pelos nódulos das leguminosas é transportado até a parte aérea através do xilema, sob a forma de substâncias de pequeno peso molecular, geralmente amidas, aminoácidos e ureídeos. As principais formas sob as quais o nitrogênio fixado é transportado para a parte aérea da maioria das leguminosas florestais são desconhecidas; Bollard (1957) cita a citrulina, alantoina e ácido alantóico, como compostos nitrogenados encontrados na seiva xilemática de *Albizia lophantha* Benth. Embora a presença de ureídeos em muitas plantas cultivadas já tenha sido constatada há muito tempo, seu estudo não tem recebido muita atenção, a não ser a partir de 1977, com os trabalhos de Matsumoto et al (1977a; 1977b).

A vantagem da utilização de ureídeos no transporte do nitrogênio fixado está, tanto na economia considerável em termos de carbono e no menor gasto de ATP na síntese destes compostos (Minchin et al. 1981), como também na possibilidade de estocagem de nitrogênio para ser utilizado em épocas de rebrota (Reimbothe & Mothes 1962), que é o caso, por exemplo, de *Acer* sp. que, durante o inverno, face à diminuição no fornecimento de carboidratos devido à queda das folhas, estoca ureídeos (Mothes 1961).

A produção de ureídeos pelas leguminosas está relacionada com a morfologia do nódulo (Sprent 1980), sendo que as maiores concentrações de ureído sempre são encontradas nas espécies que apresentam nódulos de crescimento determinado (Goi & Neves 1982).

Neste levantamento, foi identificado o tipo de nódulo, a fixação de nitrogênio e a concentração de ureídeos em plantas jovens de leguminosas florestais, com o objetivo de relacionar a utilização de ureídeos no transporte de nitrogênio com o tipo de nódulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

As espécies utilizadas neste levantamento foram coletadas na Estação Experimental Mário Xavier (Seropédica, RJ), Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce (Linhares, ES) e do Instituto Florestal de São Paulo (São Paulo, SP).

Não foram feitas inoculações nas espécies estudadas, tendo, portanto, ocorrido nodulação natural com estirpes nativas de *Rhizobium*.

Foi feita a determinação da atividade da nitrogenase (Dart et al. 1972), utilizando-se o sistema radicular inteiro ou os nódulos individuais.

Os nódulos foram classificados de acordo com seu tipo morfológico, baseado em Corby (1971), e as plantas distribuídas em tribos, de acordo com Polhill & Raven (1981).

Para a análise de ureídeos, foram utilizados extratos de caule, preparados da seguinte maneira: 0,2 g de peso seco ou fresco de caule, foram homogeneizados em 5 ml de uma mistura de tampão fosfato (0,1 M) — etanol (50%) pH 7, fervidos por 5 minutos a 80°C. Em seguida, foram deixados à temperatura ambiente durante 1 hora. O homogeneizado foi filtrado em camadas de gaze, e o filtrado foi centrifugado a 3000 G por 10 minutos. O sobrenadante foi utilizado para análise de ureídeos, pelo método colorimétrico (Vogels & Drift 1970).

TABELA 1. Fixação de nitrogênio, tipo de nódulo e ureídeos em leguminosas florestais.

Tribo e espécies	Nome vulgar	Tipo de nódulo	ARA μ mole . nódulo ⁻¹ h	Ureídeos μ g . g caule ⁻¹
Subfamília Caesalpinioideae				
Tribo Caesalpinieae				
<i>Tachigalia multijuga</i> Benth.	Ziquita	Coralóide	1,8	49,1
<i>Dimorphandra exaltata</i> Schott.	Pau-para-tudo	Coralóide	54,9	44,5
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) SW	Barba-de-barata	0	0,0	117,8
Subfamília Papilionoideae				
Tribo Dalbergieae				
<i>Centrobium robustum</i> (Vahl) Mart ex. Benth.	Araribá-rosa	Globozo	158,5	63,5
<i>Dalbergia nigra</i> Fr. Allem	Jacarandá	Globozo	18,5	103,5
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Bico-de-pato	Globozo	34,6	711,9
<i>Machaerium incurvibile</i> Fr. Allem	Caviuna	Globozo	19,6	374,3
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	Bico-de-pato	Globozo	23,2	350,5
<i>Machaerium villosum</i> Vog	Jacarandá-paulista	Globozo	21,4	26,5
<i>Platypodium elegans</i> Vog	Jacarandá-branco	Globozo	9,2	92,0
<i>Tipuana speciosa</i> Benth.	Tipuana	Globozo	30,6	70,2
Tribo Phaseoleae				
<i>Erythrina speciosa</i> Andr.	Mulungu	Globozo	97,3	37,3
Tribo Sophoreae				
<i>Bowdichia virgilioides</i> HBK	Macanaíba-pele-de-sapo	Coralóide	70,5	37,0
Tribo Swartzieae				
<i>Swartzia langsdorffii</i> Raddi	Swartzia	Globozo	20,4	33,8

TABELA 1. Continuação.

Tribo e espécies	Nome vulgar	Tipo de módulo	ARA μ mole . nóduo ⁻¹ . h	Uréidos μ . g . g caule ⁻¹
Tribo Tephrosiæe				
<i>Derris guillemiana</i> (Tul) Macbride	Óleo-amarelo	Alongado	65,0	179,0
Subfamília Mimosoideæe				
Tribo Acaciæe				
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn.	Acácia	Alongado	56,2	83,6
<i>Acacia decurrens</i> Willd	Acácia-negra	Coralóide	60,4	105,9
<i>Acacia podalyriæifolia</i> A. Cunn.	Acácia-Mimosa	Coralóide	28,5	80,1
<i>Acacia raddiana</i> Savi	Acácia	Alongado	1,0	18,9
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	Acácia	Alongado	48,1	75,3
Tribo Mimosæe				
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	Coralóide	20,0	125,6
<i>Anadenanthera peregrina</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	Coralóide	3,7	103,4
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit	Leucaena	Coralóide	130,9	56,5
<i>Mimosa scabrella</i> Benth	Bracatinga	Coralóide	165,0	82,0
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth	Sabiá	Coralóide	43,7	47,3
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba	Alongado	27,2	44,4
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-branco	Coralóide	23,2	53,0
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart) Macbride	Pau-jacaré	Coralóide	14,8	63,3
<i>Piptadenia</i> sp.	Farinha-seca	Coralóide	1,3	78,5
Tribo Ingeæe				
<i>Albizia falcataria</i> (L.) Bacher	Albisia	Coralóide	122,0	38,9
<i>Calliandra</i> sp.	Calliandra	Coralóide	142,5	52,4
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb	Enterolobium	Coralóide	157,5	34,9
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morang	Tamboril	Coralóide	27,9	47,5
<i>Inga sessilis</i> Mart.	Inga	Globoso	27,8	52,8
<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq) Merrill	Saman	Coralóide	134,8	32,5
<i>Pseudosamanea guachapele</i> (HBK) Harms	Saman	Coralóide	148,4	31,1

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de ureídos foi constatada em todas as plantas estudadas, mesmo na *Caesalpinia pulcherrima* que não se encontrava nodulada, foi detectada a presença deste composto (Tabela 1).

Os maiores valores de ureídos foram observados entre as espécies da subfamília Papilionoideae, tribo Dalbergieae, possuidoras de nódulos globosos. Goi & Neves (1982) também observaram os maiores valores de ureídos dentro desta subfamília e entre espécies com nódulos globosos.

A concentração de ureídos variou de 18,9 a 711,9 μ g/g caule, valores estes muito baixos, se comparados com o valor médio de 3.880 μ g/g caule de soja nodulada, observado por Matsumoto et al. (1977a).

A atividade da nitrogenase variou muito dentro de cada tribo, sendo, contudo, mais alta entre as espécies do trigo Ingeae. As espécies que possuem nódulos do tipo coralóides apresentaram uma atividade de nitrogenase maior, talvez devido terem sido estes valores expressos em atividade por nódulos, e estes serem maiores em volume.

Sprent (1980) cita que a produção, transporte e metabolismo de ureídos seriam aspectos fisiológicos característicos de plantas originadas em regiões tropicais e subtropicais, inconvenientes para plantas de clima temperado, principalmente as de nódulos indeterminados (alongados e coralóides, com meristema apical), devido a problemas relacionados com o fluxo de água, através do sistema vascular.

A tribo Dalbergieae, segundo Polhill (1981), teve origem em regiões tropicais, e quase todas as espécies analisadas desta tribo possuíam nódulos globosos, de crescimento determinado. Este fato fortalece a relação existente entre o tipo de nódulos e os produtos exportados, hipótese proposta por Sprent (1980). Pertencem a esta tribo espécies de grande interesse econômico no Brasil, e, portanto, um estudo detalhado da fisiologia da fixação de nitrogênio nestas plantas poderia aqui ser sugerido.

Considerando-se todas as espécies estudadas, a média da concentração de ureídos no extrato do caule foi duas vezes maior nas plantas que possuem nódulos determinados do que nas de nódulos indeterminados.

As espécies que apresentaram concentrações baixas de ureídos devem utilizar preferencialmente outros compostos para transportar o nitrogênio fixado para a parte aérea. Entretanto, as concentrações de ureídos avaliados refletem as condições de crescimento das plantas, que muitas vezes apresentaram nodulação esparsa, e talvez maiores teores de ureídos pudessem ser encontrados entre plantas inoculadas e bem noduladas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, O.N. & ALLEN, E.K. The leguminosae. A source book of characteristics, uses, and nodulation. Wisconsin, The University of Wisconsin Press, U.S.A. 1981. 812p.
- BREWBAKER, J.L.; BELT, R. van den & MACDICKEN, K. Nitrogen fixing tree resources: potentialities and limitations. In: GRAHAM, P. Workshop on biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. Cali, Colômbia, 1981. p.413-26.

- BOLLARD, E.G. Translocation of organic nitrogen in the xylem. *Aust. J. Biol. Sci.*, 10:292-301, 1957.
- CORBY, H.D.L. The shapes of leguminous nodules and the colour of leguminous roots. *Pl. Soil, Special Volume*: 305-14, 1971.
- DART, P.J.; DAY, J.M. & HARRIS, D. Assay of nitrogenase activity by acetylene reduction. In: *FAO. Use of isotopes for study of fertilizer utilization by legume crops*. Viena, IAEA, 1972. p.85-100. (Technical Report, 149).
- GOI, S.R. & NEVES, M.C.P. Teor de ureídios, tipo de nódulo e atividade da nitrogenase de leguminosas forrageiras, florestais e de grão. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(1):43-50, 1982.
- HALLIDAY, J. & NAKAO, P.L. The simbiotic affinities of woody species under consideration as nitrogen-fixing trees; Niftal project and Mircen. University of Hawaii. 1982, 76p.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J.C. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus, INPA, 1979. v.1 e 2.
- MATSUMOTO, T.; YATAZAWA, M. & YAMAMOTO, Y. Distribution on change in the contents of allantoin and allantoinic acid in developing nodulating and non-nodulating soybean plants. *Plant & Cell Physiol.*, 18:353-9, 1977a.
- MATSUMOTO, T.; YATAZAWA, M. & YAMAMOTO, Y. Effects of exogenous nitrogen-compounds on the concentrations of allantoin and various constituents in several organs of soybean plants. *Plant & Cell Physiol.*, 18:613-24, 1977b.
- MINCHIN, F.R.; HADLEY, P.; ROBERTS, E.H. & RAWSTHORNE, S. Carbon and nitrogen nutrition of nodulated roots of grain legumes. *Plant Cell Environ.*, 4:5-26, 1981.
- MOTHES, K. The metabolism of urea and ureides. *Can. J. Botany*, 39:1785-1807, 1961.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Tropical legumes: resources for the future*. Washington, 1979. 331p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Firewood crops, shrub and tree species for energy production*. Washington, 1980. 237p.
- POLHILL, R.M. Papilionoideae. In: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. *Advances in legume systematics*. p.191-205. *Proceedings of the International Legume Conference*, Kew, 1981.
- POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. *Advances in legume systematics*. 425p. *Proceedings of the International Legume Conference*, Kew, 1981.
- REINBOTHE, H. & MOTHE, K. Urea, ureides and guanidines in plants. *Annu. Rev. Pl. Physiol.*, 13:129-50, 1962.
- SILVA, E.M.R. da & DÓBEREINER, J. O papel das leguminosas no reflorestamento. In: *SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, ASSOCIAÇÕES BIOLÓGICAS ENTRE ESPÉCIES FLORESTAIS E MICROORGANISMOS PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE ECONÔMICA DOS REFLORESTAMENTOS*, 7, 1982. *Anais...* Curitiba, 1982. p.33-52.
- SPRENT, J.I. Root nodule anatomy, type of export product and evolutionary origin in some leguminosae. *Plant Cell Environ.*, 3:35-43, 1980.
- VOGELS, G.D. & DRIFT, C. van der. Differential analyses of glyoxylate derivatives. *Anal. Biochem.*, 33:143-57, 1970.