



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio
do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1er Simposio
del Trópico Húmedo

ANAIS
PROCEEDINGS
ANALES

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELEM - PARÁ - BRASIL

1986



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1^{er} Simpósio
del Trópico Húmedo

Belém, Pará, 12 a 17 de Novembro de 1984

Belém, November 12 through 17, 1984

Belém, 12 a 17 de novembre de 1984

ANAIS PROCEEDINGS ANALES

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELÉM - PARÁ - BRASIL



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisas do Tópico Úmido — CPATU

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefone: 226-6622

Telex: (091) 1210

Caixa Postal, 48

66000 Belém, PA - Brasil

Tiragem: 1.000 exemplares

Observação

Os trabalhos publicados nestes anais não foram revisados pelo Comitê de Publicações do CPATU como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.

Simpósio do Trópico Úmido, I, Belém, 1984.

Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.

6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36)

I. Agricultura — Congresso — Trópico. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA, II. Título. III. Série.

CDD: 630.601

OCORRÊNCIA DE NODULAÇÃO ESPONTÂNEA EM LEGUMINOSAS FLORESTAIS NATIVAS DE CAPITÃO POÇO - PA

Areolino de Oliveira Matos¹

RESUMO: Efetuou-se um levantamento de nodulação espontânea em espécies florestais nativas em mata e capoeira de Capitão Poço, Estado do Pará, com características de vegetação tropical úmida de terra firme, assentadas sobre Latossolo Amarelo Distrófico textura média, sob um clima do tipo Am, pela classificação de Köppen. O levantamento foi efetuado em uma área previamente inventariada, através da coleta de nódulos em plantas jovens e adultas. Foram observadas treze espécies na mata e oito em capoeira, sendo que com nodulação foram encontradas oito e quatro, respectivamente. Na mata, quatro foram da subfamília Mimosoideae, uma da Caesalpinioideae e uma Papilionoideae. Em capoeira, três foram da Mimosoideae, uma da Papilionoideae e nenhuma Caesalpinioideae. Dos nódulos coletados foram observadas características quanto à coloração e forma. A coloração variou de creme clara a marrom na maioria das espécies, tendo sido observadas as colorações branca e preta. A forma globosa foi observada na maioria das espécies, seguida das formas alongada, lobada e bifurcada. Foram feitos isolamentos de estirpes de *Rhizobium* de nódulos de espécies dos dois ambientes, sendo anotadas suas características quanto à velocidade de crescimento em cultura pura, coloração e reação de pH ao meio de cultura. Observou-se nodulação em árvores adultas de Acaçu (*Vouacapoua americana*) uma Caesalpinioideae de grande valor comercial no Estado do Pará.

Termos para indexação: Região amazônica, *Rhizobium*, Leguminosae, leguminosas florestais, nodulação, levantamento.

OCCURRENCE OF NATURAL NODULATION IN NATIVE FOREST LEGUMES IN CAPITÃO POÇO - PA

ABSTRACT: A survey on natural nodulation of native legume tree species was done in Capitão Poço, State of Pará. The upland (terra firme) humid tropical primary and secondary forest studied grew on dystrophic, medium-texture, yellow latosol (oxisol) under the Am climatic type of Köppen's classification. The survey was fulfilled by collecting nodules of young and adult plants of an area previously surveyed. Thirteen species from primary and eight from secondary forest were observed, in which eight and four species, respectively, had nodules. In the primary forest, four species belong to sub-family Mimosoideae, one to Caesalpinioideae and one to Papilionoideae. In the secondary forest, three species belong to Mimosoideae, one to Papilionoideae and none to Caesalpinioideae. The color and form of the collected nodules were observed. The color varied from light cream to brown in most of the species. White and black colors were also observed. Globose forms were observed in most of the species. Elongated, lobed and bifurcated forms were also observed. Isolation of different strains of *Rhizobium* from the nodules collected was carried out. Their growth rate in pure culture, color and pH reaction to culture medium are described. Nodulation was observed in one adult tree of Acaçu (*Vouacapoua americana*) which is a Caesalpinioideae of great commercial value in the State of Pará.

Index terms: Amazon region, *Rhizobium*, Leguminosae, forest legume, nodulation, survey.

¹Eng. Agr. M.Sc. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP. 66000. Belém, PA.

INTRODUÇÃO

Entre os sistemas biológicos capazes de fixar nitrogênio, a simbiose leguminosa — *Rhizobium* é o mais especializado, sendo responsável pela maior parte do nitrogênio incorporado aos ecossistemas (Dobereiner 1980). Grande parte desse nitrogênio necessário para as leguminosas pode ser obtido da atmosfera, desde que haja compatibilidade entre uma linhagem de rizóbio no nódulo e a leguminosa e a planta nodulada esteja provida dos nutrientes essenciais e num ambiente adequado (Evans 1977).

A família Leguminosa é a terceira maior entre as plantas floríferas (National Academy of Science 1979), sendo a quinta família melhor representada na floresta amazônica (Silvester-Bradley et al. 1980). Sabe-se também que 85% das espécies desta família são lenhosas, porém, com exceção de grãos e forrageiras, é muito pouco conhecida a contribuição das leguminosas arbóreas na fixação de nitrogênio atmosférico e na manutenção da fertilidade dos solos, nos diferentes ecossistemas dos trópicos úmidos (Okiybo 1977). São as leguminosas, em geral, as primeiras plantas que colonizam qualquer terra recém-derrubada (Todd 1978) e que podem acrescentar quantidades apreciáveis de nitrogênio ao solo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA 1980).

O reflorestamento com leguminosas inoculadas pode ser uma alternativa de utilização bastante promissora dentro dos ecossistemas amazônicos. Trabalhando com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), Dobereiner (1967) demonstrou que existiu maior capacidade de sobrevivência de mudas no campo, quando estas foram inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio. No momento, algumas espécies (*Enterolobium cyclocarpus* e *Schyzolobium parahyba*) na América Central e outras (*Mimosa scabrella* e *Schyzolobium amazonicum*) na América do Sul, já são em-

pregadas em projetos de reflorestamento (Vietmeyer 1979).

Na Amazônia brasileira, é conhecido o potencial silvicultural de algumas espécies de leguminosas arbóreas (Yared 1982, Carvalho 1980), porém, somente alguns trabalhos foram executados dentro desse enfoque de levantamento (Magalhães et al. 1982, Silvester-Bradley et al. 1980). Esse trabalho teve como objetivo contribuir para o conhecimento de nodulação espontânea em leguminosas florestais, visando estudos posteriores de inoculação, principalmente em espécies de reconhecido valor econômico.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

O levantamento foi realizado em área de floresta, no município de Capitão-Poço, no Estado do Pará, distante 230 quilômetros de Belém, latitude 47°04'. A vegetação é do tipo mata tropical úmida da terra firme, com relevo plano, assentada em solos classificados como Latossolo Amarelo Distrófico textura média e pequenas manchas de Concrecionário Laterítico. O clima da área é do tipo Am pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25,9°C, máxima de 32,2°C, mínima de 21,0°C e uma precipitação média anual de 1957 mm (Bastos et al. 1984). Foi executada também à mesma época prospecção em capoeira de cinco anos de idade, em área contígua a floresta.

Trabalho de campo e laboratório

O trabalho de campo foi realizado conjuntamente com um mateiro, para a identificação das espécies. Das espécies não identificadas no campo foi trazido material botânico para identificar no laboratório de botânica do CPATU. A floresta, previamente inventariada pela equipe do Programa Nacional de Pesquisa de Florestas, sediada no CPATU, foi percorrida em picadas

transversais situadas a cada 25 m, de uma área total de 10 hectares. Foram observadas raízes de árvores adultas, quando possível, e de plantas jovens de leguminosas arbóreas, com a finalidade de detectar a presença de nódulos. Depois de caracterizados quanto a coloração e forma, os nódulos foram acondicionados em pequenos tubos de ensaio com cloreto de cálcio anidro, para manutenção da viabilidade do *Rhizobium*.

Os nódulos assim acondicionados foram armazenados em geladeira até serem manuseados para isolamento de estirpes de *Rhizobium*, seguindo a metodologia descrita por Vincent (1970). As colônias de bactérias foram isoladas em meio de cultura sólido YMA (yeast mannitol agar), as quais foram descritas quanto à velocidade de crescimento, coloração e reação de pH. As estirpes isoladas foram estocadas em geladeira, em tubos de cultura, para posteriores trabalhos em casa-de-vegetação.

RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 mostram a ocorrência ou não de nodulação em todas as espécies estudadas em mata e capoeira, respectivamente.

A Tabela 3 mostra a distribuição por subfamília das espécies noduladas em floresta. A subfamília Mimosoideae foi a que apresentou maior percentagem, com 57% de espécies noduladas vindo a seguir a Papilionoideae e Caesalpinoideae com 33% cada uma. Na Tabela 4 é mostrada a mesma distribuição de espécies ocorrentes em capoeira, com a maior percentagem ocupada pela subfamília Papilionoideae (100%) seguida da Mimosoideae (50%) e por último a Caesalpinoideae (0%).

Na Tabela 5 são apresentadas as características dos nódulos coletados, tanto em floresta como em capoeira. A coloração variou desde branca em *Inga edulis* (Ingá cipó) até preta observado em *Voua-*

capoua americana (Acapu), passando pela creme clara em *Tachigalia myrmecophylla* (Taxi preto folha graúda) e *Inga rubiginosa* (Ingá peluda) até creme escura observada em *Parkia multijuga* (Fava-arara-tucupi) e *Piptadenia suaveolens* (Timborana ou Fava-folha-fina). Ocorreram também quatro espécies com nódulos marrons: *Poecilante* sp. (Cocão), *Machaerium froesi* (Unha de gato), *Pithecelobium pedicellare* (Fava mapuxiqui ou Ingá de porco) e *Pithecelobium jupumba* (Pau de bicho ou Saboeiro). Na mesma Tabela pode-se observar que foram encontradas quatro formas distintas de nódulos: globosa, encontrada em seis espécies; alongada, observada em duas espécies; lobada também observada em duas espécies e bifurcada, encontrada em *Poecilante* sp.

A maioria das plantas em que foi observada nodulação variava entre 0,3 m e 8,0 m de altura, com diâmetros entre 1,5 cm e 10,0 cm, sendo portanto plantadas jovens. Entretanto, foram também observadas plantas adultas com nodulação em Acapu e Taxi preto folha graúda, em pequenas raízes saindo de grandes raízes laterais, próximo ao coletor.

Algumas características de colônias de *Rhizobium* de espécies florestais de Capitão-Poço são mostradas na Tabela 6. A coloração das colônias de bactérias variou de branca a branca amarelada, com exceção de colônia isolada de Timborana, que apresentou um amarelo forte nos isolamentos efetuados. Observou-se também que a reação da colônia, ao meio YMA com bromotimol azul, foi ácida na maioria das espécies. Apenas as espécies Taxi preto folha graúda, Timborana e Fava mapuxiqui apresentaram reação alcalina. Na mesma Tabela pode-se observar que o crescimento das colônias foi rápido (menos que cinco dias) em todas as estirpes, com exceção dos isolamentos efetuados em Acapu que foram muito lentos (mais de doze dias).

TABELA 1. Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais nativas de mata — Capitão-Poço.

Espécie	Nome vernacular	Nodulação
Subfamília Mimosoideae		
<i>Inga edulis</i>	Ingá cipó	+
<i>Parkia multijuga</i>	Fava-arara-tucupi	+
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Timborana ou Fava-folha-fina	+
<i>Pithecelobium pedicellare</i>	Fava mapuxiqui	-
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	Paricarana	-
<i>Parkia auriculata</i>	Visgueiro	-
<i>Pithecelobium jupunba</i>	Pau de bicho ou Saboeiro	+
Subfamília Papilionoideae		
<i>Poecilanthe</i> sp.	Cocão	+
<i>Vataireopsis speciosa</i>	Fava amargosa	-
<i>Hymenolobium excelsum</i>	Angelim da mata	-
Subfamília Caesalpinoideae		
<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	Taxi preto folha graúda	+
<i>Vouacapoua americana</i>	Acapu	+
<i>Hymenaea parvifolia</i>	Jutai-mirim	-

TABELA 2. Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais nativas de capoeira — Capitão-Poço.

Espécie	Nome vernacular	Nodulação
Subfamília Mimosoideae		
<i>Inga rubiginosa</i>	Ingá peluda	+
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Timborana ou Fava-folha-fina	-
<i>Inga alba</i>	Ingá chichica	-
<i>Pithecelobium pedicellare</i>	Fava mapuxiqui	+
<i>Parkia</i> sp.	Fava atana	-
<i>Inga edulis</i>	Ingá cipó	+
Subfamília Papilionoideae		
<i>Machaerium froesi</i>	Urna de gato	+
Subfamília Caesalpinoideae		
<i>Cassia fruticosa</i>	Cássia	-

TABELA 3. Ocorrência de nodulação em leguminosas arbóreas nativas de floresta — Capitão-Poço.

Subfamília	Nº de espécies observadas	Nº de espécies noduladas	% de espécies noduladas
Mimosoideae	7	4	57
Papilionoideae	3	1	33
Caesalpinoideae	3	1	33
Total	13	-	6

TABELA 4. Ocorrência de nodulação em leguminosas arbóreas nativas de capoeira — Capitão-Poço.

Subfamília	Nº de espécies observadas	Nº de espécies noduladas	% de espécies noduladas
Mimosoideae	6	3	50
Papilionoideae	1	1	100
Caesalpinoideae	1	0	0
Total	8	4	-

TABELA 5. Características dos nódulos de leguminosas arbóreas — Capitão-Poço.

Nome vernacular	Espécie	Coloração	Forma
Cocão	<i>Poecilbante</i> sp.	Marrom	Bifurcada
Taxi preto	<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	Creme clara	Globosa
Ingá cipó	<i>Inga edulis</i>	Branca	Globosa
Fava-arara-tucupi	<i>Parkia multijuga</i>	Creme escura	Elongada
Acapu	<i>Vouacapoua americana</i>	Preta	Globosa
Timborana	<i>Piptadenia suaveolens</i>	Creme escura	Elongada
Fava mapuxiqui	<i>Pithecelobium pedicellare</i>	Marrom	Lobada
Pau de bicho	<i>Pithecelobium jupumba</i>	Marrom	Globosa
Ingá peluda	<i>Inga rubiginosa</i>	Creme clara	Globosa
Unha de gato	<i>Machaerium froesi</i>	Marron	Globosa

TABELA 6. Características de colônias de *Rhizobium* de espécies de leguminosas de Capitão-Poço.

Nome vernacular	Espécie	Crescimento*	Coloração	Reação ao pH
Cocão	<i>Poecilanthe</i> sp.	R	Branca	Ácido
Taxi preto folha graúda	<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	R	Branca	Álcali
Ingá cipó	<i>Inga edulis</i>	R	Amarelada	Ácido
Ingá peluda	<i>Inga rubiginosa</i>	R	Amarelada	Ácido
Timborana ou Fava-folha-fina	<i>Piptadenia suaveolens</i>	R	Amarela	Álcali
Fava mapuxiqui ou Ingá de Porco		R	Branca	Álcali
Acapu	<i>Vouacapoua americana</i>	L	Branca	Ácido
Fava-arara-tucupi	<i>Parkia multijuga</i>	L	Branca	Álcali
Pau de Bicho	<i>Pithecelobium jupumba</i>	R	Amarelada	Ácido
Unha de gato	<i>Machaerium froesi</i>	R	Amarelada	Ácido

* R = rápido e L = lento.

DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 3 que a distribuição por subfamília de espécies noduladas em floresta, obedece um padrão normal, se forem levados em consideração outros levantamentos efetuados em outras regiões. Bañados & Fernandez (1954) em le-

vantamento realizado nas Filipinas, também observaram nodulação em todas as espécies da Papilionoideae, de 60% a 100% em Mimosoideae e somente poucas espécies da Caesalpinoideae examinadas mostraram nodulação. A mesma tendência foi observada em levantamento realizado em diferentes áreas em Singapura, onde foi en-

contrada nodulação em todas as espécies das subfamílias Mimosoideae e Papilionoideae, o mesmo não acontecendo com a subfamília Caesalpinioideae (Lim & Ng 1977). Outros autores (Allen e Campello, citados por Magalhães et al. 1982) em levantamentos anteriores, observaram percentagens maiores que 70% nas subfamílias Mimosoideae e Papilionoideae e de até 33% de espécies noduladas na Caesalpinioideae, uma subfamília de baixa ocorrência em espécies noduladas.

Em levantamento conduzido por Magalhães et al. (1982), com 34 espécies da Amazônia, foram encontradas 22 noduladas, sendo que a maior percentagem ocorreu na subfamília Papilionoideae, seguida da Caesalpinioideae e por último a Mimosoideae. O fato de ter ocorrido uma maior percentagem na subfamília Caesalpinioideae em detrimento da Mimosoideae é atribuído pelos autores à amostragem, isto é, ao pequeno número de espécies observadas.

Os dados percentuais observados nas espécies da capoeira (Tabela 4) apontam uma distribuição diferente seguindo porém a mesma tendência de outros levantamentos, apesar do pequeno número de espécies analisadas e ser um ecossistema alterado.

Na Tabela 5 são apresentadas as características morfológicas dos nódulos, de dados tomados no campo por ocasião da coleta. Verifica-se que a coloração dos nódulos variou de branca, encontrada em Ingá cipó, até preta, observada em Acapu. Em trabalho em que a morfologia dos nódulos foi um dos parâmetros estudados, foi observado de uma maneira geral que a coloração dos nódulos variou de marrom a marrom pálida. Os mesmos autores fazem também alusão à ocorrência de nódulos pretos descritos por outros pesquisadores (Cloonan e Dobereiner, citado por Lim & Ng 1977).

Na mesma tabela são mostradas as diferentes formas de nódulos observadas nas espécies estudadas, conforme os padrões

da Fig. 1. Houve predominância da forma globosa em seis das espécies observadas, vindo a seguir a alongada com duas espécies e as formas lobada e bifurcada com uma espécie cada. Com exceção da forma bifurcada, todas as demais formas foram observadas em recente levantamento com leguminosas florestais da Amazônia, onde foram predominantes as formas alongada e lobada (Magalhães et al. 1982). A forma bifurcada foi também descrita por Lim & Ng (1977) em levantamento efetuado em Singapura.

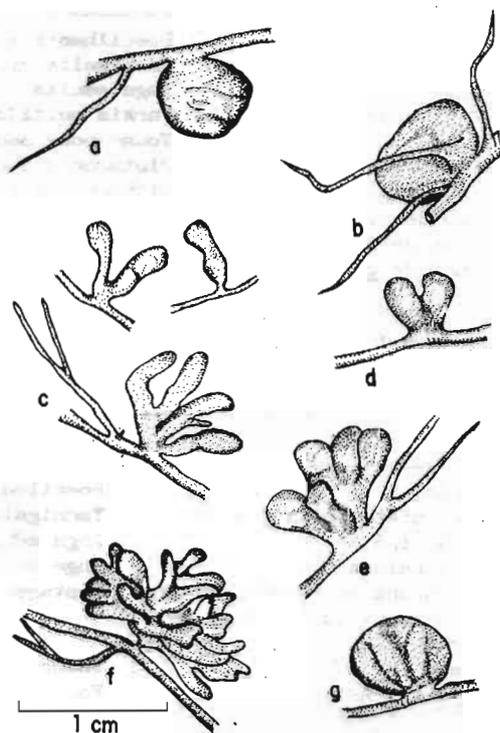


FIG. 1. Formas de nódulos: a) globosa; b) semi-globosa; c) alongada e lobada; d) bifurcada; e) forma de leque; f) coralada; g) globosa e estriada.

Fonte: Lim, G. & Ng, H.L. Root nodules of some tropical legumes in Singapore. *Plant and Soil*, 46, 317-327, 1977.

A Tabela 6 mostra algumas características de colônias de *Rhizobium*, referentes ao seu crescimento em cultura pura. Observou-se que a velocidade de cres-

cimento das colônias, isto é, o tempo necessário para que estas alcancem dois milímetros de diâmetro, foi rápido (menos que cinco dias) na maioria das espécies e muito lento (mais que doze dias) em Acapu, de acordo com a classificação de Lim & Ng (1977).

A coloração das colônias variou de branca (cinco espécies) a amarelada (quatro espécies). Ocorreu também a coloração amarela forte em apenas uma espécie (Timborana). Em trabalho sobre características de nódulos e colônias de *Rhizobium*, Basak & Goyal (1980) fazem referência a muitas outras, sem no entanto mencionar qualquer item referente à coloração de colônias.

São apresentadas na mesma tabela a reação da colônia ao meio de cultura YMA (Yeast mannitol agar) com bromotimol azul. Observou-se reação ácida em seis espécies (Cocão, Ingá cipó, Ingá peluda, Acapu, Pau de bicho e Unha de gato) e alcalina nas outras três (Taxi preto folha graúda, Timborana e Fava-araraticupi). Dados sobre reação de pH em cultura pura são apresentados na coleção de *Rhizobium* do CIAT, com enfoque porém para as leguminosas forrageiras (CIAT *Rhizobium* Collection, 2nd edition). Em estirpes isoladas de leguminosas da Índia, foi observada que a produção de álcali em cultura pura foi predominante (Basak & Goyal 1980).

Os gêneros *Tachigalia*, *Parkia*, *Machaerium*, *Pithecelobium*, *Inga* e *Poecilanthe* foram observados com nodulação em outros levantamentos na Amazônia (Magalhães et al. 1982 e Silvester-Bradley et al. 1980), o mesmo não ocorrendo com os gêneros *Piptadenia* e *Vouacapoua*, também objetos deste estudo.

Entre as espécies que apresentaram nodulação, o Acapu é a de maior valor comercial no Estado do Pará (Loureiro et al. 1979). Sabe-se que essa espécie possui crescimento lento no seu "habitat" natu-

ral, sendo porém desconhecido seu potencial silvicultural em trabalhos sobre inoculação, podendo ser, portanto, uma boa alternativa futura dentro dessa linha de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASAK, M.K. & GOYAL, S.K. Studies on tree legumes. III. Characterization of the symbionts and direct and reciprocal cross inoculation studies with tree legumes and cultivated legumes. *Plant. soil*, 56: 3951, 1980.
- BAÑADOS, L.L. & FERNANDEZ, W.L. Nodulation among the Leguminosae. *Philipp. Agric.* 37(9):529-33, 1954.
- BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D. de A.S.; KOBAYASHI, L. T & Santos, A.R. dos. Estudos mesoclimáticos — variação termoplúviométrica em campos experimentais da EMBRAPA-CPATU no Estado do Pará. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. 3p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento, 134).
- CARVALHO, J.O.P de Inventário diagnóstico da regeneração natural em área da floresta nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980. 23p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 2).
- DOBEREINER, J. & DUQUE, F.F. Contribuição da pesquisa em fixação biológica de nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil. *R. Econ. Rural*, Brasília, 18(3):447-60, 1980.
- DOBEREINER, J. Efeito da inoculação de sementeiras de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) no estabelecimento e desenvolvimento das mudas no campo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2:301-5, 1967.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Nacional de Arroz e Feijão, Goiânia, GO. *Leucema: alternativa para pequena e média agricultura*. Goiânia, 1980. 12p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 6).
- EVANS, H.J. & BARBER, L.E. Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science*, 197(301):332-9, 1977.

- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. de & ALENCAR, J.C. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus, INPA, 1979, v.1.
- LIM, G. & Ng, H.L. Root nodules of some tropical legumes in Singapore. *Plant Soil*, 46:317-27, 1977.
- MAGALHÃES, F.M.M.; MAGALHÃES, L.M.S.; OLIVEIRA, L.A. de & DOBEREINER, J. Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais de terra firme na região de Manaus — *Acta Amaz.* 12(3):509-14, 1982.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, Washington, EUA. *Tropical legumes: resources for the future*. Washington, 1979. 331p.
- OKIGBO, E.N. Legumes in Farming systems of the humid tropics. In: AYANABA, A. & DART, P.J. eds. *Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics*. New York, J. Willey, 1977. p.61-72.
- SILVESTER-BRADLEY, R.; OLIVEIRA, L.A. de; PODESTÁ FILHO, J.A. de & St. JHON, T.V. Nodulation of legumes, nitrogenase activity of roots, and occurrence of nitrogen-fixing *Azospirillum* spp. in representative soils of Central Amazonia. *Agro-Ecosystems*, 6:249-66, 1980.
- TODD, R.L.; MEYER, R.D. & WIADÉ, J.R. Nitrogen fixation in a deciduous forest in the South - Eastern United States. *Ecol. Bull., Stockholm*, 26: 172-7, 1978.
- VIETMEYER, N. Arboles leguminosas tropicales: arma secreta contra la deforestación. *Ceres*, Roma 12(5):3841, 1979.
- VINCENT, J.M. *A manual for the practical study of the root-module bacteria*. London, International Biological Programme/Blackwell, 1970. 164p. (International Biological Programme. Handbook, 15).
- YARED, J.A.G. & CARPANEZZI, A.A. *Ensaio de espécies a pleno sol com "one-tree-plot" na Floresta Nacional do Tapajós*. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 34p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 35).