



COMUNICADO TÉCNICO

Nº 09, out./92, p. 1/9; dez./92 rev. mod.

REVEGETAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS²

Avílio A. Franco¹
Eduardo F. Campello¹
Elaine M.R.da Silva¹
Sérgio M. de Faria¹

A matéria orgânica do solo é a principal fonte de nutrientes minerais para as plantas. Assim, a perda da fertilidade natural dos solos tropicais úmidos tem como principal causa o desaparecimento da matéria orgânica do mesmo.

Desta forma, nestas regiões, toda exploração agrícola, deve ter como maior preocupação um manejo conservacionista da matéria orgânica do solo. A sua perda, causa sérios problemas na estrutura do solo, disponibilidade de água, atividade biológica do mesmo, prejudica o suprimento de enxofre, fósforo e principalmente de nitrogênio às plantas e como conseqüência, a produtividade do sistema. Este processo é mais intenso em áreas de declividade acentuada, onde, além da decomposição natural da matéria orgânica, há perdas, pela remoção da parte superficial do solo, por erosão. O caso extremo, ocorre com a movimentação de terras como nas construções de barragens, estradas, áreas de mineração, etc. onde todo horizonte superficial é removido.

A revegetação destas áreas geralmente é feita com alto investimento, muitas vezes às custas da transferência da camada fértil de outras áreas. Uma opção mais barata de revegetação destas áreas foi encontrada no CNPBS-EMBRAPA utilizando espécies leguminosas noduladas e micorrizadas, associadas à adubação com gesso, fosfato de rocha e quando disponível, composto orgânico (Franco et al. 1991).

O enxofre e o fósforo podem ser supridos às plantas por fontes pouco solúveis e de disponibilidade a longo prazo (ex: sulfato de cálcio e fosfato natural); enquanto que, o nitrogênio pode ser fornecido em forma contínua, através do uso de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico associadas a algumas espécies vegetais. Entre as espécies pioneiras, as leguminosas despertam grande interesse, já que em sua maioria, são lenhosas e perenes e formam simbiose eficiente com rizóbio, que fixa nitrogênio do ar.

¹Pesquisadores da EMBRAPA-CNPBS

²Financiamento parcial da Fundação Banco do Brasil

Essas espécies, quando associadas a fungos micorrízicos, propiciam melhor aproveitamento do fósforo e outros nutrientes do solo. As leguminosas arbóreas contribuem para a recuperação do solo pela deposição de folhedo e sementes com baixa relação C/N e pela ação das raízes.

A deposição das folhas e o crescimento das raízes estabilizam o solo, aumentam a atividade biológica do mesmo e criam condições propícias para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes. As leguminosas são ainda, importantes produtoras de lenha, carvão, madeira, postes, forragem, celulose, tanino e outros produtos. Desta forma o CNPDS-EMBRAPA, após vários trabalhos de identificação de espécies arbóreas tropicais que nodulam e formam simbiose eficiente com rizóbio (Faria et al. 1987, 1991, Cunha et al. 1988, Franco et al. 1986) e que apresentam alta resposta à micorrização em solos ácidos (Monteiro, 1990), iniciou experimentos de campo visando a revegetação de casos extremos, em solos de baixa fertilidade, cujos horizontes superficiais haviam sido removidos.

O princípio da tecnologia consiste em produzir mudas bem noduladas e micorrizadas e que sejam transplantadas para o campo com o máximo vigor e com uma relação parte aérea/raízes não muito alta - plantas entre 20 e 30cm de altura. A seguir serão discutidas as principais etapas para formação de mudas e transplântio para o campo.

Quebra de dormência das sementes- Para a maioria das leguminosas tropicais é necessário, antes da inoculação, fazer uma escarificação das sementes, para quebrar a dormência e uniformizar a germinação. A escarificação para quebrar a dormência das sementes, só deve ser feita quando estas apresentarem tegumento duro (Tabela 1). Um método simples para fazer a escarificação é o da água quente; no qual aquece-se água até o início da fervura, e após remover a vasilha do fogo, efetua-se a imersão das sementes nessa água, em quantidade apenas suficiente para cobri-las, deixando-as imersas até o esfriamento da água. Ao final desse procedimento, escorrer a água e efetuar a inoculação com rizóbio.

Inoculação das sementes- O inoculante consiste de um cultura de rizóbio previamente selecionado, misturado a um veículo que em geral é a turfa. Detalhes sobre inoculação são apresentados por Siqueira & Franco (1988). Para leguminosas arbóreas recomenda-se aplicar o inoculante de acordo com as instruções contidas no pacote, podendo-se usar em excesso até 1 pacote de 200 g de inoculante para cada 1 kg de sementes. Após escorrer o excesso de água, quando as sementes são escarificadas pelo método proposto; ou depois de adicionar quantidade de água suficiente para umedecê-las, no caso de escarificação por outro método, ou de não escarificadas juntar o inoculante, misturando

Nº 09, out./92, p. 3/9; dez./92 rev. mod.

juntar o inoculante, misturando bem até que uma camada desse material envolva cada semente. Deixar secar à sombra e semear em seguida, diretamente na embalagem que se está usando para produção das mudas. Se as sementes não forem plantadas no mesmo dia, reinocular, omitindo o tratamento de quebra de dormência.

Obtenção do inoculante- No mercado são encontrados, com certa facilidade, inoculantes específicos para soja, feijão, ervilha e leguminosas forrageiras. Para leguminosas menos comuns, incluindo as arbóreas, o CNPDS tem desenvolvido inoculantes e os fornece por reembolso postal. Os pedidos devem ser feitos com pelo menos 20 dias de antecedência, para: CNPDS-EMBRAPA, km 47- Seropédica, Itaguaí-RJ, CEP 23851-970, Fax (021) 682-1230, Tel.: (021) 682-1500, Telex: (021)32723 EBPA

Inoculação com fungos micorrízicos- Enquanto não existe um inoculante específico de fungos micorrízicos no mercado, o CNPDS tem produzido em vasos de cultivo com *Brachiaria decumbens*, uma mistura de fungos micorrízicos para ser utilizada na forma de inóculo misto (raízes colonizadas + esporos + solo), que pode ser solicitada por reembolso postal, para inoculação de até 200 mudas. Este inóculo pode ainda ser multiplicado pelo interessado e ser usado para produção de maiores quantidades de mudas. A inoculação consiste em fazer uma pequena cova no substrato, adicionar uma colher de chá com inóculo, colocar a semente já inoculada com rizóbio sobre o inóculo e cobri-la com substrato.

Produção de mudas- O substrato utilizado consiste de uma mistura contendo, em volume: 10% de fosfato de rocha, 30% de areia, 30% de solo argiloso e 30% de composto ou esterco curtido. As mudas podem ser preparadas em sacos plásticos ou em bandejas de isopor, tipo plantágil, que são mais fáceis de manipular, transportar e para o plantio posterior das mudas no campo. A semeadura é feita diretamente nas embalagens, sob cerca de 50% da luminosidade total, usando tela sombrite ou ripado para redução da luz. O número de sementes plantadas por embalagem deve ser definido com base em teste de germinação. Após 15 dias da germinação deverá ser feito o desbaste deixando uma planta por embalagem. A irrigação deverá ser feita diariamente, no mínimo 3 vezes ao dia. Após 30 dias da germinação, as mudas podem ser transferidas para pleno sol. Cerca de 30 dias antes do plantio definitivo no campo, deve-se iniciar o processo de maturação das mudas, reduzindo a frequência da irrigação, com a finalidade de aclimatá-las para melhor suportar o estresse do transplante e as condições mais adversas do campo.

Nº 09, out./92, p. 4/9; dez./92 rev. mod.

Plantio no campo- O plantio deve ser feito em covas de 20 x 20 x 20cm e precedido de análise do solo, em função da qual deverá ser definida a adubação. Ao solo deve-se misturar, por cova, 80g de fosfato de rocha, exceto naqueles em que o teor de P seja muito alto (> 30 ppm). Se o solo apresentar menos de 1 meq de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}/100\text{cm}^3$ de solo, adicionar também até 50g de calcário dolomítico. Havendo disponibilidade, adicionar até 2 l de composto orgânico ou esterco bovino, por cova. Quando a matéria orgânica não for aplicada, deve-se adicionar até 50 g de gesso, como fonte de S. Seria ainda recomendável adicionar 10g de FTE Br 12, por cova como fonte de micronutrientes. A adição de adubo potássico só vai ser necessária se a concentração de K^+ no solo for baixa (menor que 45 ppm). As dosagens aqui recomendadas, baseiam-se na média dos resultados obtidos pelo CNPDS, em diferentes locais, com solos degradados e servem apenas como orientação básica. Antes e após o plantio fazer combate sistemático às formigas cortadeiras.

Experiências de campo- A seguir serão discutidas algumas experiências de uso de leguminosas noduladas e micorrizadas na revegetação de solos degradados.

Na área do km 47, Itaguaí-RJ foram testadas: sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), *Acacia auriculiformis*, *Gliricidia sepium* e *Eucalyptus grandis* (testemunha não fixadora de N_2) em solo podzólico vermelho-amarelo, onde as camadas superiores haviam sido removidas para construção de uma barragem. As plantas foram transplantadas para o campo com aproximadamente 30cm de altura, quando apresentavam ótima nodulação e micorrização, em espaçamento de 2 x 2m. Nesta experiência o solo apresentava pH 4,7 e não foi feita calagem, sendo adicionado 1 l de esterco de galinha curtido por cova. Nesta área, o sabiá e a *A. auriculiformis* apresentaram ótimo desenvolvimento e cobertura completa do solo já no primeiro ano do plantio, enquanto a *G. sepium* apresentou crescimento menos vigoroso. O eucalipto, espécie não fixadora de nitrogênio, somente cresceu no primeiro ano, enquanto durou o efeito do esterco.

Um outro experimento foi conduzido em Piraí-RJ a uma altitude de 500m onde, além do sabiá, foram testadas *Acacia mangium*, *Mimosa scabrella* (*bracatinga*), *Anadenanthera peregrina* (angico) e *Eucalyptus grandis*. O experimento foi conduzido em área de um latossolo onde os horizontes superficiais haviam sido removidos para construção de uma estação de tratamento de água. O solo apresentava pH 4,6 e não foi efetuada calagem nem aplicação de gesso. Após aproximadamente 6 meses no campo, as plantas dos tratamentos sem adição de matéria orgânica apresentavam sintomas de deficiência de enxofre, que desapareceram com a adição de gesso. Neste experimento, o sabiá e a *A. mangium*, plantadas em espaçamento de 1 x 1m, apresentaram bom desenvolvimento, mesmo sem adição de composto (Fig.1), com a copa cobrindo 80%

Nº 09, out./92, p. 5/9; dez./92 rev. mod.

da área, já no primeiro ano. Houve ainda, já no segundo ano, recobrimento total do solo com folhas mortas e proteção contra erosão pelo enchimento das vossorocas com folhas, raízes e solo de escoamento superficial. A bracatinga, provavelmente por estar fora da área de melhor adaptação e o angico, não apresentaram bom desenvolvimento. O eucalipto, planta não fixadora de nitrogênio, novamente só cresceu satisfatoriamente com adição de matéria orgânica.

Em convênio com a Prefeitura de Angra dos Reis-RJ foi revegetada uma área de encosta, decapitada para a construção de aterro. O solo existente na área, era um latossolo com o subsolo exposto, apresentando um pH=4,5. A produção e o transplante das mudas foram feitas conforme descrito nos itens anteriores; adubação das covas foi também efetuada da mesma forma, mas sem calagem. Nesta área as espécies que estão apresentando bom desenvolvimento são: *A. mangium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *G. sepium*, *Paraserianthes falcataria*, *A. auriculiformis*, *Leucaena leucocephala* e sabiá.

Como ocorre uma variação muito grande de comportamento entre espécies com as condições locais e ainda não temos estudos efetuados nas diversas regiões representativas do país, compilaram-se na Tabela 1, informações sobre as leguminosas arbóreas tropicais mais promissoras, suas exigências e o potencial de uso. Esta tabela não é, entretanto, exaustiva, devendo ser consideradas também as espécies locais que já estão naturalmente adaptadas à região.

REFERÊNCIAS:

- CUNHA, C. de O.; OLIVEIRA, E.; FRANCO, A.A. Seleção de leguminosas arbóreas e estirpes de rizóbio para solos tropicais. In: SEMINÁRIO BIENAL DE PESQUISA DA UFRRJ, 4, MOSTRA COMUNITARIA DE PESQUISA, ENSINO E PRODUÇÃO, 1, Rio de Janeiro, 1988. **Resumos...** Rio de Janeiro: UFRRJ/Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, 1988. p.163.
- FARIA, S.M. de; LIMA, H.C. de; FRANCO, A.A.; MUCCI, E.S.F.; SPRENT, J.I. Nodulation of legume trees from South East Brazil. **Plant & Soil**, Dordrecht, v.99, p.347-356, 1987.
- FARIA, S.M. de; CARVALHO, C.W.L.; RAMOS, A.L.M.; FREIRE, M. de F.I.; GUIMARÃES, A. de F. Obtenção e seleção de estirpes de *Rhizobium* spp. para leguminosas arbóreas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 23., Porto Alegre, 1991. **Programa e resumos...** Porto Alegre: SBSCS, 1991. p.196. Resumo nº 241.

Nº 09, out./92, p. 6/9; dez./92 rev. mod.

FRANCO, A.A.; FARIA, S.M. de; SILVA, G.G. da; RIBEIRO Jr, W.Q.; JESUS, R.M. de. Obtenção de *Rhizobium* sp. para inoculantes de leguminosas arbóreas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5., Olinda-PE, 1986. **Anais...** Olinda: SBS/SBEF, 1986. p.64.

FRANCO, A.A.; CAMPOS NETO, D.; CUNHA, C. de O.; CAMPELLO, E.F.C.; MONTEIRO, E.M. da S.; SANTOS, C.J.F.; FONTES, A.M.; FARIA, S.M. de. Revegetação de solos degradados. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADADAS, 1., 1990, Itaguaí. **Anais...** Itaguaí: UFRRJ/Departamento de Ciências Ambientais, 1991. p.133-157.

MONTEIRO, E.M. da S. **Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solo ácido.** Itaguaí: UFRRJ, 1990. 221p. Tese de doutorado.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do Solo; Fundamentos e Perspectivas.** Brasília: MEC/ABEAS; Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 235p.

Tabela 1. ÁRVORES FIXADORAS DE N₂ COM POTENCIAL PARA USO EM RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS, ASPECTOS SILVICULTURAIS E DE ADAPTAÇÃO AMBIENTAL

ESPÉCIE	PORTE MAXIMO (m)	ALTITUDE MAXIMA (m)	TEMPERATURA (°C)	CHUVAS (mm)	SOLOS	USOS
<i>Acacia auriculiformis</i>	20	600	25-30	1000-1800	ácidos (até pH3,0), lateritas, areias quartzosas	lenha, sombra, ornamental e tanino
<i>Acacia longifolia</i>	8	700	20-25	1000-1800	solos arenosos, de dunas e áreas de terraplenagem	lenha e melífera
<i>Acacia mangium</i>	30	700	20-35	1000-4500	ácidos (até pH4,5) e latossolos (solos rasos)	lenha, celulose e construção civil
<i>Acacia mearnsii</i> (acacia negra)	10	1100	10-25	500-1000	solos neutros a ligeiramente ácidos	tanino e aduba- ção verde
<i>Albizia guachapelle</i>	20	800	25-30	1000-2000	ácidos	lenha e ornamen- tal
<i>Albizia lebbek</i>	25	1600	20-35	500-2000	neutros e ácidos	lenha, forragem e adubação verde
<i>Albizia saman</i>	30	800	20-30	800-2000	ácidos	sombra, lenha e ornamental
<i>Casuarina</i> <i>equisetifolia</i> * **	30	1500	10-35	200-5000	areias (dunas) e salinos	lenha, tanino, quebra-ventos e fixação de dunas
<i>Casuarina</i> <i>cunninghamiana</i> * **	20	1000	10-30	500-1500	arenosos	lenha e quebra vento
<i>Calliandra calothyrsus</i>	10	1500	20-30	1000-2000	ácidos	cerca viva, le- nha e ornamental
<i>Clitoria fairchildiana</i> (sombreiro)* **	20	700	25-35	1000-2000	ácidos e áreas com problemas de drenagem	lenha e sombra
<i>Enterolobium</i> <i>cyclocarpum</i>	40	800	20-35	800-1600	ligeiramente ácidos	lenha, cerca viva e postes
<i>Enterolobium</i> <i>contortisiliquum</i> (orelha de negro)	30	800	20-30	1000-1800	ácidos e argilosos	lenha, cerca viva e postes

ESPÉCIE	PORTE MÁXIMO (m)	ALTITUDE MÁXIMA (m)	TEMPERATURA (°C)	CHUVAS (mm)	SOLOS	USOS
<i>Gliricidia sepium</i>	10	500	22-30	1500-2300	sem problemas de drenagem e ligeiramente ácidos	forragem, moirão vivo e lenha
<i>Inga marginata</i> **	15	500	15-25	1200-1800	com problemas de drenagem	frutos e melífera
<i>Leucaena leucocephala</i>	arbustivas- 5 arbóreas - 20	800	20-35	600-1700	neutros	forragem, lenha e adubo verde
<i>Mimosa bimucronata</i> (maricá)	10	800	20-30	1000-2000	ácidos ou com problemas de drenagem	lenha
<i>Mimosa Caesalpiniiifolia</i> (sabiá)	10	800	25-35	500-1800	ácidos	moirões, lenha e forragem
<i>Mimosa flocculosa</i> (bracatinga-de-Campo-Mourão)	7	1000	15-25	1000-2000	ligeiramente ácidos	lenha
<i>Mimosa scabrella</i> (bracatinga)	12	1600	15-25	1200-2500	ácidos	lenha e melífera
<i>Mimosa tenuiflora</i>	5	1200	20-30	800-1800	neutros a ligeiramente ácidos	lenha e cerca viva
<i>Paraserianthes falcataria</i>	40	1000	25-35	1000-4500	ácidos	lenha, tanino e celulose
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (pau jacaré)	20	1000	20-30	1000-2000	ácidos	lenha
<i>Prosopis juliflora</i> (algaroba)	8	1500	25-35	150-750	arenosos e salinos	lenha, sombra e forragem
<i>Sesbania grandiflora</i>	10	800	20-30	1000-2000	ácidos ou com problemas de drenagem	lenha, forragem e tanino

* Não leguminosa que fixa nitrogênio em simbiose com *Frankia*.

** Espécies que não necessitam do tratamento de quebra de dormência.