

# UTILIZAÇÃO DE ÁREAS ABANDONADAS NA AMAZÔNIA COM POLICULTIVO DE PLANTAS PERENES UTEIS

F. Feldmann<sup>1</sup>, L. Gasparotto<sup>2</sup>, R. Lieberei<sup>2</sup>, H. Preisinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut für Angewandte Botanik, Marseiller Str. 7, D-20355 Hamburg 36, Federal Republic of Germany*  
<sup>2</sup>*CPAA/EMBRAPA, Manaus, Km 28 Am 010, CP 319, 69000 Manaus, AM, Brasil*

## RESUMO

Utilização de áreas abandonadas na Amazonia com policultivos de plantas perenes uteis. Áreas, originalmente implantadas com monoculturas, em pousio e degradadas serão transformadas em sistemas de produção agrícola, adaptadas à região, levando em consideração a heterogeneidade existente na floresta primária, são instalados policultivos com diversas espécies perenes uteis, ecologicamente adaptadas. Durante a fase de instalação, são introduzidos fungos micorrízicos como fatores biológicos, importantes para otimizar o "fitness" ecológico do material de plantio. Após a implantação, a vegetação secundária espontânea é manejada cuidadosamente com o objetivo de se conseguir um crescimento benéfico associado às plantas uteis. É dada atenção especial ao uso de pesticidas e fertilizantes, a fim de tomar um sistema de produção de baixo "input" e de "output" médio sustentável, resultando em uma situação economicamente e ecologicamente adaptada a pequenos produtores.

Nesta contribuição é apresentada a organização de um projeto multidisciplinar entre instituições brasileiras e alemãs, assim como os primeiros resultados após a fase de instalação do projeto.

## INTRODUÇÃO

Apesar das muitas tentativas existentes para recultivar locais degradados na Amazônia os sucessos em alcançar um uso sustentável da terra são relativamente poucos.

Até agora não foram bem analisados e compreendidos, por um lado, os ciclos curtos e lixiviação dos nutrientes e pelo outro, a pouca disponibilidade de nutrientes e as interações entre a flora, fauna e microorganismos. Os poucos dados já disponíveis devem ser contemplados e postos em prática rapidamente para permitir que logo se desenvolvam conceitos para proteção eficaz da floresta tropical e ao mesmo tempo assegurar o desenvolvimento sócio-econômico da região.

Uma solução para os problemas agrícolas da Amazônia provavelmente poderá ser encontrada num cultivo misto de plantas perenes selecionadas, adaptadas às condições ambientais especiais da região e combinadas com plantios anuais e bi-anuais.

O sistema de policultivo pode ajudar a criar condições semelhantes às existentes na cobertura

vegetal primária. Já foi demonstrada a função das árvores perenes como reservatórios de nutrientes e o seu papel na reciclagem da biomassa em sistemas complexos (por exemplo, Schubarth 1977; Sioli 1980; Burger 1986). Especialmente na Amazônia, ainda é incipiente a transferência dos resultados experimentais para a prática.

Ao planejar um novo cultivo de áreas de pousio na região Amazônica, atenção especial deve ser dada aos problemas pedológicos e microbiológicos do solo, uma vez que todas as áreas foram estabelecidas pela queimada da floresta primária danificando as características do solo, e destruindo seus microorganismos através da queimada.

Em quase todos os casos as áreas foram posteriormente limpas mecanicamente, e foram tratadas com altos insumos de pesticidas durante a fase do cultivo (Fassbender 1990). As análises biológicas do solo nas plantações de seringueira demonstram que ocorre uma mudança dramática nas populações dos microorganismos quando expostos ao sol (Feldmann e Lieberei 1992) e que as plantas se tornam muito mais susceptíveis aos "estresses". Através de inoculação dos solos com os fungos

micorrízicos (inoculação auto-produzida ou solo de áreas naturais), é possível melhorar o solo como substrato (Feldmann 1990).

Vários estudos indicam que é possível, principalmente, recultivar as áreas abandonadas. Os maiores problemas estão ligados ao fato que o recultivo tem que ser sustentável por um longo período de tempo e portanto, tem que ser necessariamente lucrativo para os pequenos agricultores. Isto significa que devem ser desenvolvidos métodos que minimizam os insumos no sistema de produção, especialmente na fase crítica de instalação, e que garantam uma produção que melhore o padrão de vida dos agricultores sem perder a produtividade dos campos depois de um certo período de tempo.

Na experiência aqui relatada, foram levados em conta vários fatores que estabilizam os sistemas de controle biológico (por exemplo, para a ciclagem de nutrientes ou epidemiologia de doenças).

As práticas de manejo incluem tratamentos para o melhoramento dos fatores biológicos dos solos (Feldmann, *et al.* 1989; Feldmann e Idezak, 1992; Feldmann *et al.* 1993). Exemplos são: a introdução de simbiotes e a utilização de plantas mizotróficas que estejam convivendo em simbiose com as bactérias que fixam N (Feldmann *et al.*); sob o qual é permitido crescer um número alto de espécies vegetais junto com as plantas úteis, e o uso de pesticidas é mínimo.

Em cooperação com as três grandes instituições de pesquisa em Manaus, CPAA, INPA e UNAMAZ/UA, será realizado o seguinte:

- áreas que antigamente eram de plantações do CPAA serão recultivadas com sistemas policulturais de várias plantas úteis.
- fungos simbióticos serão multiplicados e os inóculos preparados utilizando-se métodos adaptados localmente.
- serão utilizados, na fase inicial do projeto, simbiotes selecionados para otimizar a fase de fixação, a saúde e o crescimento das plantas.
- o recultivo será acompanhado por estudos sobre os efeitos ecológicos e econômicos da

capoeira natural crescendo simultaneamente no sistema policultural.

- será deduzido, a partir dos resultados dos itens supracitados, um conceito de manejo para transferência dos resultados para a prática comum.

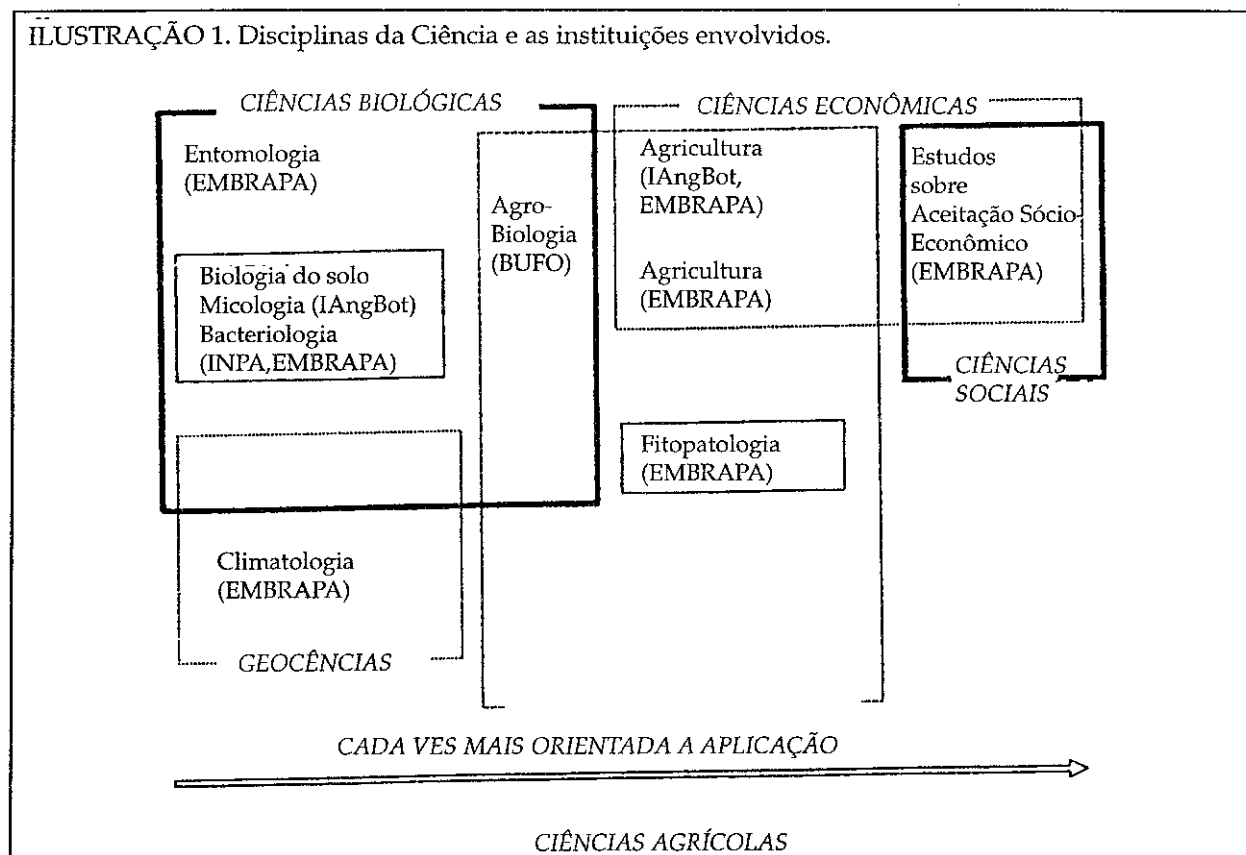
## BASE TEORICA DO PROJETO

Foi demonstrado pelos resultados anteriores a particular importância dos fatores microbiológicos do solo, a adaptabilidade das plantas utilizadas e a heterogeneidade da cobertura vegetal para a estabilidade dos agroecossistemas. Estes parâmetros servem como base para o sucesso do recultivo em áreas degradadas ou de pousio, e para seu uso a longo prazo.

Assim o sistema de produção vegetal aqui demonstrado preenche os seguintes requisitos:

- qualquer agroecossistema adaptado na Bacia Amazônica tem que ser uma policultura utilizando principalmente árvores perenes e indígenas/autoctones
- as áreas degradadas possuem poucos, mas essenciais organismos simbiotes (ver Feldmann *et al.* outro capítulo deste volume). Terão que ser introduzidos na fase inicial de recultivo, os simbiotes eficazes, especialmente os fungos micorrízicos
- a alta instabilidade microbiológica do solo e a alta diversidade de microorganismos que sejam adaptados e eficazes, sustenta-se no número alto de "host" espécies. Isto quer dizer que deve ser de grande importância para a estabilização das populações de microorganismos do solo a inclusão da capoeira natural e conseqüentemente, para as "hosts" introduzidas e as plantas úteis
- deve ser efetuado o manejo da plantação de tal maneira que permaneça uma diversidade muito grande de microorganismos no solo. Isto quer dizer que recomenda-se o baixo insumo de pesticidas e uma quantidade controlada de fertilizantes (normalmente muito menos do que quando não se tem micorrização das plantas)

ILUSTRAÇÃO 1. Disciplinas da Ciência e as instituições envolvidos.



- uma grande diversidade de plantas úteis e vegetação natural provavelmente elevará a tolerância a doenças do sistema como um todo através de mudanças microclimáticas, e permitindo o estabelecimento de sistemas de controle natural, se, no caso, a vegetação secundária não contém plantas "hosts" para pragas ou doenças, que podem atacar os cultivos.

As plantas úteis selecionadas terão que ter a aceitação do povo da região amazônica. Os seus produtos devem possuir as seguintes características:

- tem que possuir valor comercial
- os produtos devem ser transportáveis
- o estabelecimento da plantação e os seus produtos devem
- as alterações na prática de manejo devem ter a aceitação dos produtores e serem viáveis sob condições locais.

#### ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

Este grupo de trabalho envolve atualmente cientistas do CPAA/EMBRAPA de Manaus, Brasil;

O Instituto de Botânica Aplicada da Universidade de Hamburgo, RFA; e o INPA, Manaus. O projeto abrange áreas de várias disciplinas, conforme Ilustração 1.

Conhecimento básico já foi, ou está sendo acumulado nas áreas de micologia, bacteriologia e nas ciências botânicas (na Ilustração o ponteiro indica que a atividade é mais orientada à aplicação). Por este motivo, os estudos sobre aceitação, para descobrir se os agricultores da região, estão de fato dispostos a aplicar os sistemas testados sobre os cultivos, estão colocados na margem direita da ilustração (Ilustração 1).

#### Descrição do ensaio de campo

Na plantação medindo 19 ha, pretendemos testar as seguintes maneiras de estabilizar os cultivos com diferentes variedades de ensaios.

- inoculação das plantas com esporos micorrízicos
- testes de diferentes sistemas de cultivos mistos

TABELA 1. Lista de espécies cultivadas.

Nome comum	Nome Científico	Família	Uso
Seringueira	<i>Hevea</i> spp.	Euphorbiaceae	produção de borracha e óleo a partir das sementes
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Sterculiaceae	polpa (suco, sorvete, (sobremesa), sementes (chocolate)
Pupunha	<i>Bactris Gasipeas</i>	Arecaceae	fruta, palmito, ração, folhas, corantes, tecidos
Castanha do Brasil	<i>Bertholecia excelsia</i>	Lecythidaceae	Castanha, madeira
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	tintas, bronzeador
Côcos	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	óleo, leite de côco, alimento, tecido, fibra, madeira p/construção, aglomerados
Citrus	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	fruta, óleo
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Caesalpiniaceae	madeira, carvão
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	madeira
Andiroba	<i>Carapa</i>	Meliaceae	madeira, óleo
Mamão	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	fruta, papaina, carapaina
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	amido, legumes das folhas
Feijão	<i>Vigna sinensis</i>	Fabaceae	ração, amido, alimento
Milho	<i>Zea mays</i>	Poaceae	amido. óleo comestível, ração
Puerária	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Fabaceae	cultivo rasteiro

TABELA 2. Plantas úteis cultivados em diferentes sistemas de plantio.

	Sistema de plantio										
	Cultivo mixto				pousio monoculturas						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Seringueira	*		*	*		*					plantas perenes
Cupuaçu	*	*	*				*				
Pupunha	*	*						*			
Castanha do Brasil		*									
Urucum		*									
Côcos			*								
Citrus			*						*		
Paricá			*	*							
Mogno				*							
Andiroba				*							
Mamão	*										plantas anuais ciclo curto
Mandioca		*	*								
Feijão			*								
Milho			*								
Puerária	*	*	*			*	*				cobertura vegetal
spontan. vegetation				*	*			*	*		

Pousio: para comparação.

- adubação com diferentes regimes de fertilizantes
- experimentos sobre o manejo da vegetação espontânea nos sistemas de cultivo para melhorar as condições competitivas para as plantas cultivadas.

#### *Plantas cultivadas e sistemas de plantio*

Quatorze espécies de plantas úteis foram cultivadas no campo experimental (Tabela 1).

Quatro diferentes sistemas mixtos de cultivo (Sistema 1 - 4 ver Tabela 2) e quatro sistemas convencionais de monoculturas (Sistemas 6 - 9) serão comparados neste ensaio de campo. O Sistema 5 constitui uma área que foi preparada da mesma forma que os outros sistemas e depois abandonada. Cultivos perenes de curto prazo, plantados entre as fileiras e as plantas de cobertura estão sendo utilizados no sistema. A escolha de cultivos foi baseada, principalmente, em projeções do mercado atual.

TABELA 3. Sistema de plantio e variações de ensaios aplicadas.

n = 54	0 % fertilizante		30% fertil.		100% fertil.		
	- micc.	+ mic.	- mic.	+ mic.	- mic.	+ mic.	
Sistema 11			*	*	*	*	Cultivo Mixto
Sistema 2			*	*	*	*	
Sistema 3			*	*	*	*	
Sistema 4				*			
Sistema 5	*						Pousio
Sistema 6					*		Mono- cultura
Sistema 7					*		
Sistema 8					*		
Sistema 9					*		

- mic. = não inoculado com esporos de fungos micorrízicos.

+ mic. + = inoculado com esporos de fungos micorrízicos.

O sistema No. 1 é um sistema de plantio relativamente extensivo com pouco espaço entre as fileiras. Nos sistemas 2 e 3 mais espaço foi deixado entre cada fileira, o qual pode ser utilizado para o plantio de culturas de curto prazo no primeiro ano. Na prática, isso ajudaria o agricultor a sobreviver nos primeiros anos após o estabelecimento da plantação, durante os quais, as espécies de ciclo longo ainda não estarão gerando renda.

O sistema No 4 é o mais extensivo dos sistemas do experimento. As espécies plantadas produzem madeira. A vegetação secundária é tolerada entre as árvores plantadas. Por outro lado nos sistemas 1 a 3 e nas monoculturas, sistemas 6 a 8, tiveram que ser plantadas a cobertura vegetal (*Peraria phassioloides*). Provavelmente, não apenas um, mas uma combinação apropriada de diferentes sistemas será recomendada para posterior transferência para a prática.

#### Sistema de plantio e esquematização dos campos

Os nove sistemas de plantio descritos estão sendo estabelecidos em diferentes variações de testes (Tabela 3). Algumas das plantas mais novas

foram inoculadas com a micorriza. As variações em termos de fertilizantes incluíram o zero fertilizante, 30% e 100% da dosagem recomendada para cada. Isso dá um total de 54 possíveis variações. Em nossa experiência implementamos as 18 variações que prometem dar comparações mais significativas.

No ensaio de campo, as 18 variações estão sendo implementadas em blocos, com 5 blocos completos e repetições. As variações estão aleatoriamente posicionados dentro dos blocos. Cada lote possui uma área de 48 x 32 m<sup>2</sup>. A delineamento dos lotes é determinada pela forma irregular e alongada da área de experimento. Um bosque de 100 x 100 m<sup>2</sup> de vegetação secundária foi deixado a beira da área, para estudos comparativos.

A área experimental pertence a lotes de terra firme, no local da EMBRAPA, km 28, AM 010. Estas áreas tiveram a floresta primária derrubada a cerca de 10 anos atrás, depois foi utilizada para monocultura de seringueira, e finalmente abandonadas. Em agosto de 1992, uma área de floresta secundária, com aproximadamente 80 anos foi cortada e queimada de maneira tradicional. O plantio foi estabelecido desde abril de 1993.

## RESULTADOS PRELIMINARES DA FASE DE INSTALACAO DO PROJETO

### *Cobertura vegetal espontanea, quatro meses depois da queimada*

Um estudo da flora da floresta secundária, realizado antes da queimada, mostrou a presença de 178 espécies, na sua maioria árvores. Depois de quatro meses, durante o qual um levantamento e divisão da área em 3 lotes foi realizado, formas de crescimento espontaneo de vegetação de todas as noventa parcelas foram avaliados quantitativamente. Isto é, com base na respectiva área coberta por cada uma. Os padrões são resultado da utilização anterior dos locais e de diferenças pedológicas entre locais dentro da área experimental.

Uma análise preliminar dos dados revela padrões homogêneos de vegetação dentro dos lotes (em uma escala de m<sup>2</sup>), contudo com padrões facilmente distinguíveis na direção norte-sul (do bloco A para o bloco E). As seguintes formas de crescimento mostram a dominancia nos blocos da área experiemntal, conforme a Tabela 4.

Ainda está por vir uma análise mais detalhada dos dados. Por enquanto os padrões são interpretados como resultado de diferentes

intensidades de uso e/ou de perturbações. Embora estas diferenças sejam, em parte, canceladas por subseqüentes medidas de manejo, as diferenças na vegetação observadas são importantes porque representam as condições iniciais do experimento e devem ser incluídas como diferenças locais na avaliação final do ensaio.

### *Controle de vegetação natural na plantação*

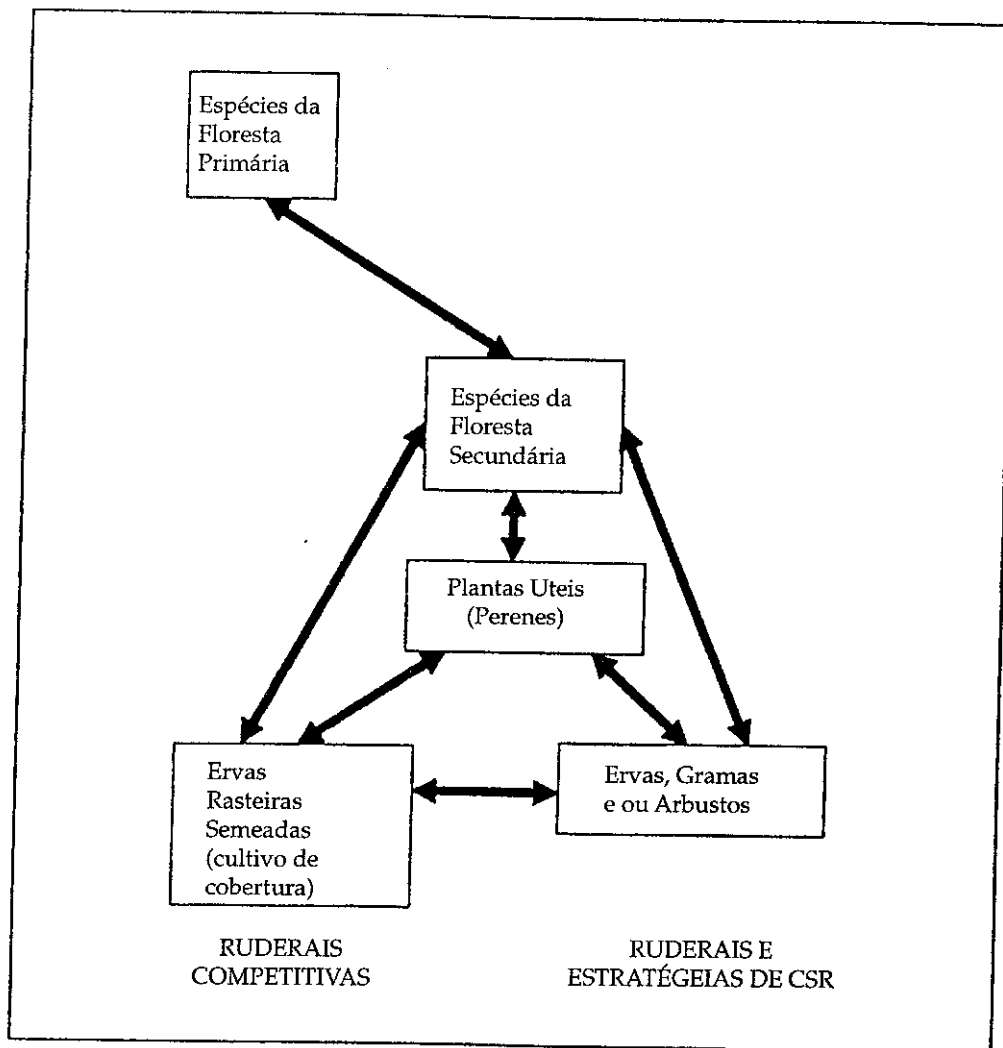
A vegetação espontanea que regenera ou coloniza o espaço entre as plantas cultivadas podem acabar gerando competição (por luz, nutrientes, espaço) e nesse caso devem ser suprimidas. Por outro lado a vegetação natural pode servir como um armazém importante de nutrientes, que ao morrerem e com a mineralização da biomassa, se tornarão disponíveis as cultivadas. A grande diversidade da vegetação secundária provavelmente significará também um equilíbrio de sistema de controle ecológico, por exemplo, a ocorrência de diversas comunidades de simbioses e outro micróbios benéficos. Ainda precisa ser examinada a questão se estes dois processos contrários podem ser otimizados a favor do cultivo, pelo controle apropriado de vegetação natural.

Existem basicamente três maneiras de controlar o crescimento da vegetação natural (Ilustração 2).

TABELA 4. Forma estrutural de crescimento de vegetação espontânea nos diferentes blocos, quatro meses depois da 8 queimada.

Formas de crescimento		Dominante nos Blocos(s):
Arvores		A, B
Arbustos		em nenhum bloco dominante
Ervas	-Moitas	B, D, E
	-Estolhos	em nenhum bloco dominante
	-Ervas retas	D
	-Ervas rasteiras	C, D
	-Samambaias	E

ILUSTRAÇÃO 2. Três formas de controlar a vegetação natural.



- é permitida a regeneração da vegetação secundária, contudo, deve ser feita periodicamente uma limpeza em volta das plantas cultivadas. Neste caso seriam beneficiadas principalmente as árvores, ou seja, as formas de crescimento de vida longa. O espectro de espécies seria comprimido devido as ocasionais perturbações
  - a área de cultivo deve ser mantida livre de formas de crescimento, por exemplo, a regeneração das espécies da floresta secundária é frequentemente perturbada,
  - neste caso seriam beneficiadas as ervas de vida longa e as gramíneas
  - devem ser sementeiras espécies de ervas com formas rasteiras de crescimento, por exemplo, puerária. Isto conduziria a uma densa camada inferior constituída de uma, ou poucas espécies.
- Cada uma destas três maneiras de tratamento da capoeira favorecem tipos vegetais ecomorfológicos diferentes de acordo com Grime (1979, 1988):



- o semeio favorece os tipos de crescimento rápido com alto consumo de nutrientes (competitivos no nível das raízes)
- frequentes limpezas favorecem as espécies de ervas de vida curta e as que podem regenerar rapidamente dos brotos do solo ("ruderais" e tipo de estratégia CSR)

O manejo mínimo favorece a regeneração de parte do espectro de espécies da floresta secundária.

Em experimentos de campo, tem sido semeadas plantas para cobertura (Ilustração acima) em algumas das variações do teste, por causa da experiência positiva que existe nos locais agrícolas com este método, será testada, nas outras variações, a utilização da vegetação secundária como cobertura.

#### *Ocorrência, antes e depois da queimada, de esporos de fungo micorrízicos*

Os simbiossiontes, de alta importância para as plantas úteis nas regiões tropicais, são severamente influenciados pelas práticas de manejo das

plantações Amazônicas (Feldmann e Lieberei 1992). Para estimar a influência das queimadas antes do estabelecimento da plantação, 40 amostras de solo foram coletadas, e um levantamento foi feito para contar o número de esporos e classificar-los antes da queimada, para estimar sua influência. Novas amostras foram coletadas logo após a queimada e avaliadas. Ao mesmo tempo, foi feito um cálculo estimando o número mais provável de propagadores no solo da plantação (segundo o método de Feldmann e Idesak 1992).

Descobriu-se que por toda plantação, ocorreu em média 658 esporos de fungos micorrízicos vesicular-arbuscular (FMVA) por cm<sup>3</sup>, porém, apenas um terço desses estavam vivos. Uma infecção e colonização dos sistemas de raízes das plantas susceptíveis (*Zea mays* e *Petroselinum crispum*) é bem possível.

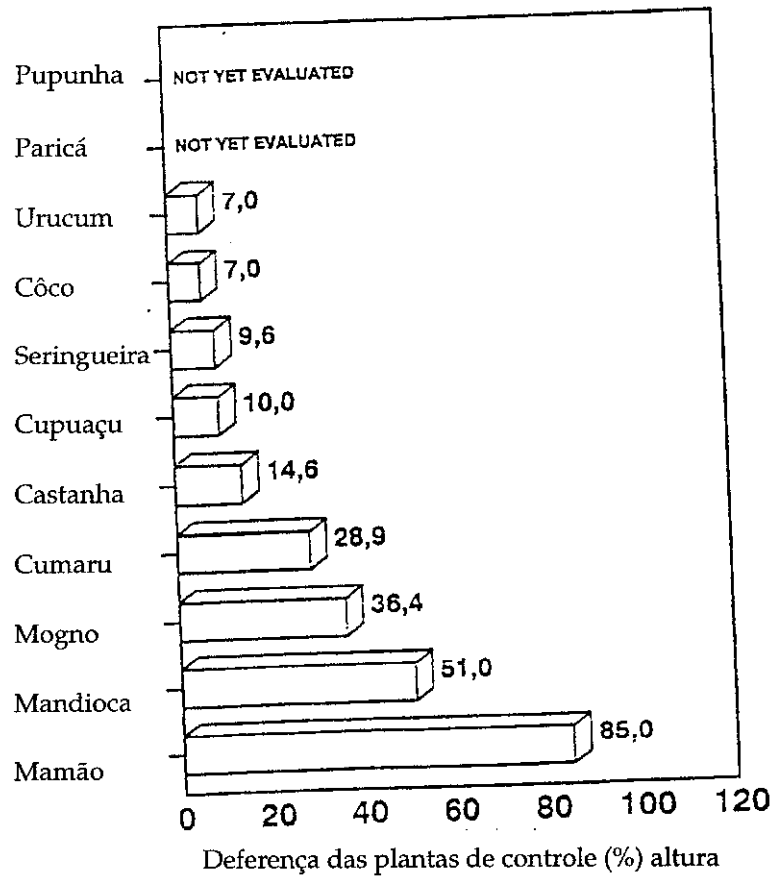
Ainda não foi possível uma identificação completa das ocorrências de fungos. Todavia apresenta-se uma classificação preliminar na Tabela 5. Para cada tipo, esporos individuais foram preparados para permitir a sua identificação ou descrição exata.

TABELA 5. Percentual dos números de esporos FVAM nas mostras de solo nas plantações antes da queimada e a distribuição de acordo com o tipo de classe de esporos.

Tipo de esporo	% Do n Total	Percentual Min.	percentual Max.
Glomas A	41,2 ± 9,3	28	62
Glomas B	37,2 ± 7,5	24	49
Scutellosporo A	9,9 ± 7,1	0	23
Scutellosporo B	3,0 ± 3,2	0	11
Acaulosporo	3,6 ± 3,7	0	12
Outros- não ident.	5,5 ± 3,1	0	11

O número total de esporos foi em média 658,176 esporos/50 cm<sup>3</sup> de solo n=40 amostras. Somente 27% destes esporos estavam vivos, contudo havia um alto potencial de infecção.

ILUSTRAÇÃO 3. Reação em termos de crescimento, de algumas espécies de plantas úteis, à inoculação com fungos micorrízicos.



Nenhum esporo vivo foi encontrado na amostra do solo da superfície até 5 cm de profundidade, logo após a queimada. Testes preliminares, mesmo seis meses após a queimada (um teste no NMP com 5 divisões e cinco repetições com amostras de solo coletadas de vários pontos da plantação) não demonstraram nenhuma micorrização nas plantas utilizadas como teste (*Zea mays*). Este impacto da queimada em termos de sobrevivência dos fungos micorrízicos não foi esperado, contudo destaca as mudanças dramáticas relacionadas, com a queimada dos campos. Os testes futuros demonstrarão o tempo necessário para se ter novamente uma alta no potencial infeccioso dos fungos micorrízicos nos campos de teste.

O número total de esporos foi em média 658, 176 esporos/50 cm<sup>3</sup> de solo n=40 amostras. Somente

27% destes esporos estavam vivos, contudo havia um alto potencial de infecção.

Uma avaliação da altura foi feita dez semanas após a inoculação dos fungos micorrízicos. os fungos utilizados foram: *Glomus etunicatum*, *Glomus maniotis* e *Glomus intraradices*.

#### **Utilização da inoculação de micorrízicos na produção vegetal**

Como já mencionamos, metade das variações no teste foram inoculadas com fungos micorrízicos. O método utilizado para selecionar os fungos e a forma como foram produzidos estão descritas em outro trabalho destes volume. Até o presente, todas as espécies inoculadas mostraram um crescimento bem superior as que não foram inoculadas (Ilustração 3).

## CONCLUSÕES

Resultados preliminares demonstram uma reação de crescimento nas plantas úteis antes destas serem transplantadas no campo. Além disso, o preparo do campo com a prática comum de realizar queimadas resultou numa deficiência severa em termos dos fungos simbiotes no solo. Espera-se que o crescimento melhorado nos viveiros resulte também num bom crescimento inicial no campo. É possível que esta vantagem seja o fator decisivo de sobrevivência sob as condições não favoráveis de áreas degradadas. Devido ao fato da introdução e utilização dos fungos micorrízicos ser simples e pouco dispendiosa, este se apresenta como o primeiro passo de um novo sistema de produção vegetal, que finalmente reunirá baixo insumo com um produto sustentável.

Logo que for possível serão publicados os subsequentes passos nas fases de crescimento e produção no sistema, como também o sistema final de produção policultural com as práticas especiais de manejo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todo o nosso grupo de colegas brasileiros e alemães pelo seu dedicado trabalho na fase de preparo e instalação do projeto. Este projeto faz parte do programa bilateral SHIFT, celebrado entre a Alemanha e Brasil e recebe apoio do CNPq e IBAMA do Brasil e o BMFT da Alemanha.

## REFERÊNCIAS

- Burger, D.O. Uso da terra na Amazônia Oriental. In: Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental. Belém, EMBRAPA/CPATU/GTZ, 1986. p. 71-97. (Relatório Final do Convênio EMBRAPA/CPATU/GTZ).
- Fassbender, H.W. Umweltvertragliche Landnutzung. Tagung der DSE und ATSAF, Feldafing, 1990, p. 23.
- Feldmann, F. Die Mykorrhiza des Kautschukbaumes: Vorkommen am Naturstandort und in Plantagen, Auswirkung auf das Resistenzverhalten und Nutzung im Plantagenbau Dissertation, TU Braunschweig, 1990.
- Feldmann, F., Junqueira, N.T.V., Lieberei, R. Utilization of vesiculararbuscular mycorrhiza as a factor of integrated plant protection *Agricult., Ecosyst. and Environment*, 29, 1989, S. 131-135.
- Feldmann, F., Idczak, E. Inoculumproduction of VAM fungi for use in tropical nurseries; In: Varma, A.K.; Norris, J.R.; Read, D.J. (eds.): *Methods in Microbiology 24: Experiments with Mycorrhizae*, 1992, S. 339-357.
- Feldmann, F., Lieberei, R. Kulturmaßnahmen im Pflanzenbau des Kautschukbaumes und ihr Einfluß auf das Vorkommen von Mykorrhiza in Plantagen des Amazonasgebietes *Berichte des Institutes für Angewandte Botanik, Beiheft 4*, S. 67-87, 1992.
- Grime, J.P. *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester: Wiley & Sons, 1979, 222 p.
- Grime, J.P., Hodgson, J.G., Hunt, R. *Comparative Plant Ecology*. London: Unwin Hyman, 1988, 742 p.
- Shubart, H.O. Critérios ecológicos para o desenvolvimento agrícola das terras firmes da Amazônia. Manaus, INPA, 1977.
- Sioli, H.: Forseeble consequences of actual development schemes and alternative ideas. In: BARBIRASCAZZOCHIO, F. ed. *Land, People and Planning in Contemporary Amazonia*. Cambridge, Cambridge Univ. Centre Of Latin American Studies Occasional, 1980, p. 257-68. (Publ. n° 3).