

FIG. 41 PERFORMANCES MÉDIAS REGIONAIS DE 1997 A 2000, DAS MELHORES VARIEDADES AGRONORTE DE ARROZ DE SEQUEIRO DE QUALIDADE SUPERIOR DE GRÃO, NO ESTADO DO MATO GROSSO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO -

AGRONORTE - SINOP/MT - 2000

	Variedades de ciclo curto a intermediário 95 a 110 dias				Variedades de ciclo médio 115 a 130 dias					
	8FA 281-2	YM 94	Cedro	8FA 337-1	Sucupira	YM 200	YM 198	YM 114	YM 65	Best 2000
• Alta tecnologia	6066	5403	4925	4851	4486	6044	5862	5751	5412	5328
• Baixa tecnologia	4921	4872	3940	4011	3545	5150	5059	5031	4817	5127
Intervalo % das testemunha ¹	115 a	110 a	107 a	114 a	81 a	107 a	109 a	102 a	94 a	90 a
Nº de experimentos	179	167	148	131	142	145	139	124	126	121
Produtividade máxima ² e Campo experimental	11	11	10	11	10	11	10	7	11	7
Campos experimentais	6698 S.	5620 C.V.	5525 S.	5513 S.	4822 C.N.P.	6375 C.P.	6299 C.N.P.	7023 S.	5768 C.N.P.	6273 S.
S. = Sinop; C. V. = Campo Verde; C. N. P. = Campo Novo dos Parecís										

1997/98 → CIRAD 141

1. Testemunhas:

1998/99 → Ciclos curtos e intermediários = Best 3;

→ Ciclos médios = CIRAD 141

1999/2000 → Ciclos curtos e intermediários = Primavera;

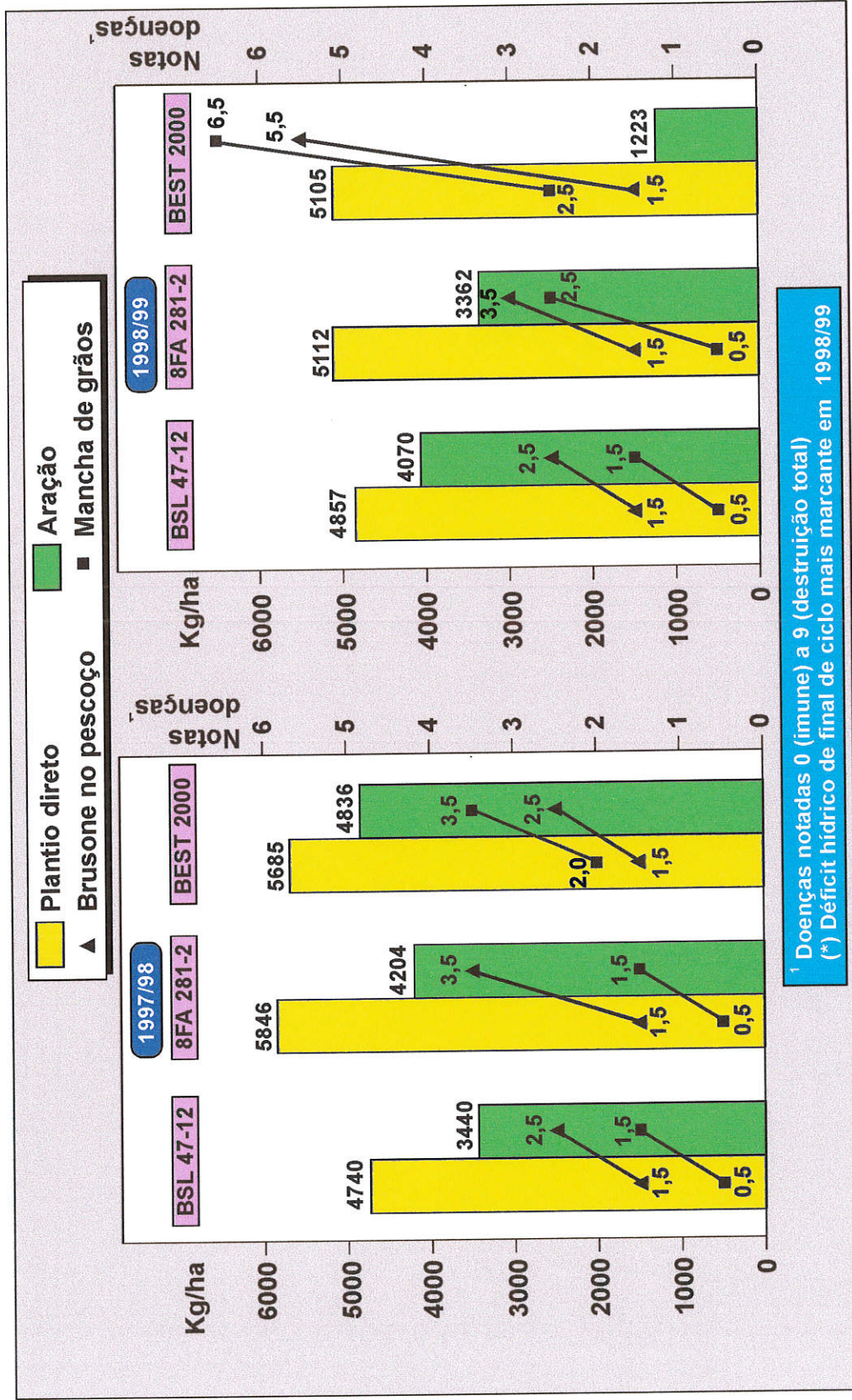
→ Ciclos médios = Maravilha

2. Produtividade máxima registrada em área comercial → Best 2000 em 1998/99= 8500 kg/ha, em Campo Novo dos Parecís

FONTE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Maronezzi A., Lucas G. L., Bianchi M., Rodrigues F. G., AGRONORTE - Sinop/2000

FIG. 42 INTERAÇÕES “GENÓTIPOS ARROZ DE SEQUEIRO X MODOS DE GESTÃO DO SOLO”

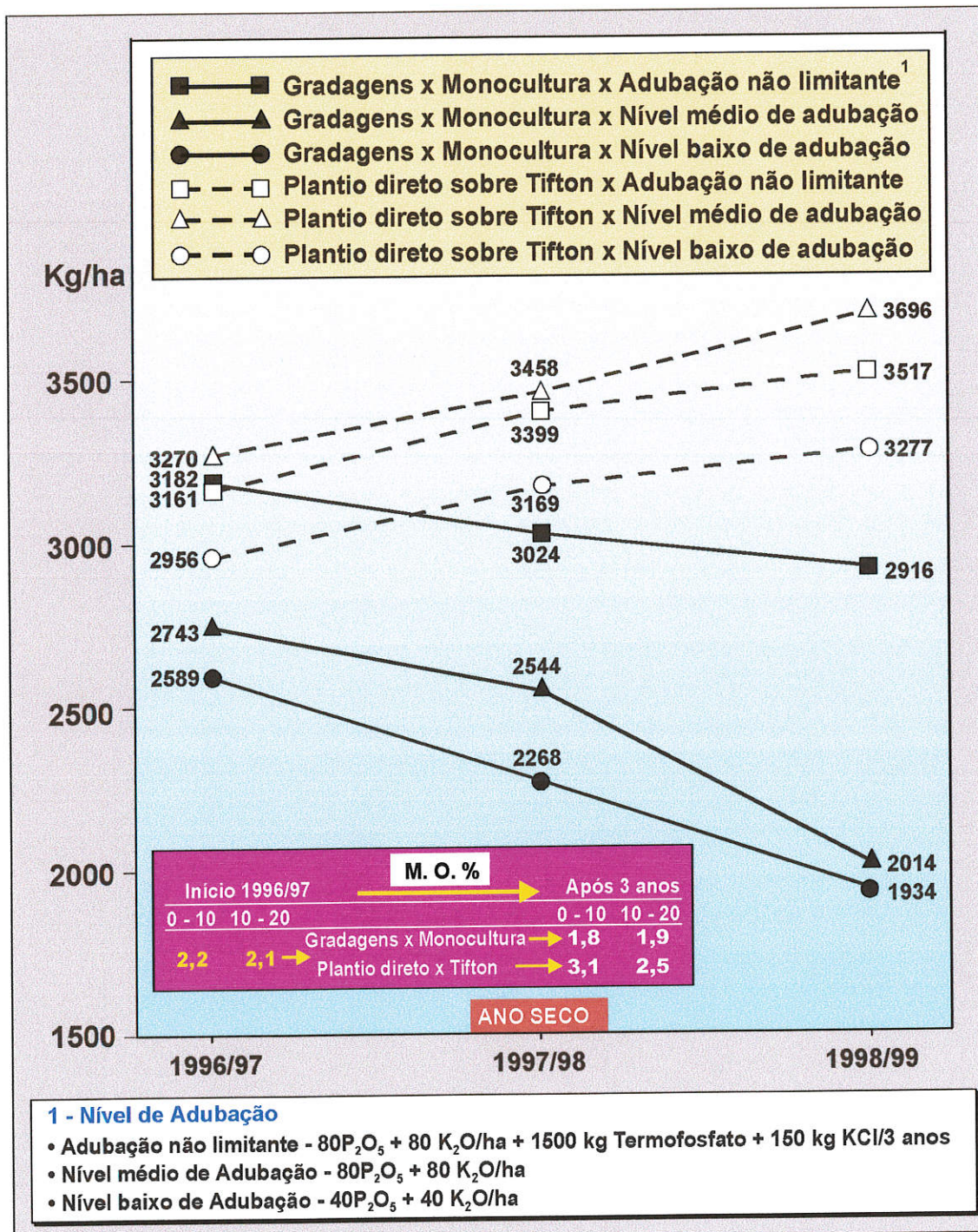
AGRONORTE - SINOP/MT - 1999



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA-GEC; A. C. Maronezzi, E. Trevisan, M. Bianchi, AGRONORTE - SINOP/MT - 1999

FIG. 43 EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Cultivar Emgopa 313*), EM FUNÇÃO DE DIVERSOS MODOS DE GESTÃO DO SOLO E DAS CULTURAS - Ecologia das florestas úmidas do sul da Amazônia - Latossolos amarelos sobre rocha ácida -

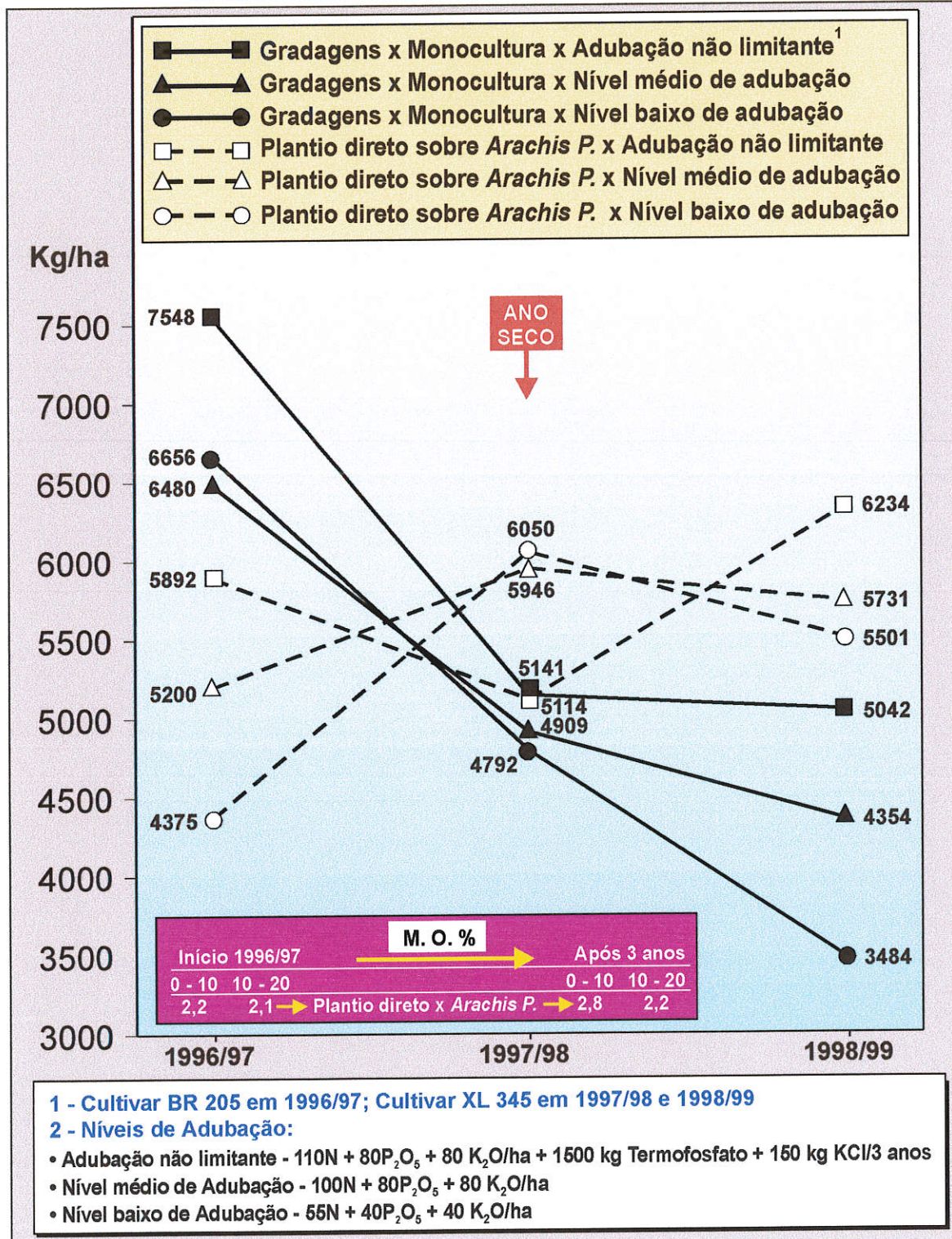
AGRONORTE/CIRAD - SINOP/MT - 1995/98



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 1995/98

FIG. 44 EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DO MILHO¹, EM FUNÇÃO DE DIVERSOS MODOS DE GESTÃO DO SOLO E DAS CULTURAS
 - Ecologia das florestas úmidas do sul da Amazônia -
 - Latossolos amarelos sobre rocha ácida -

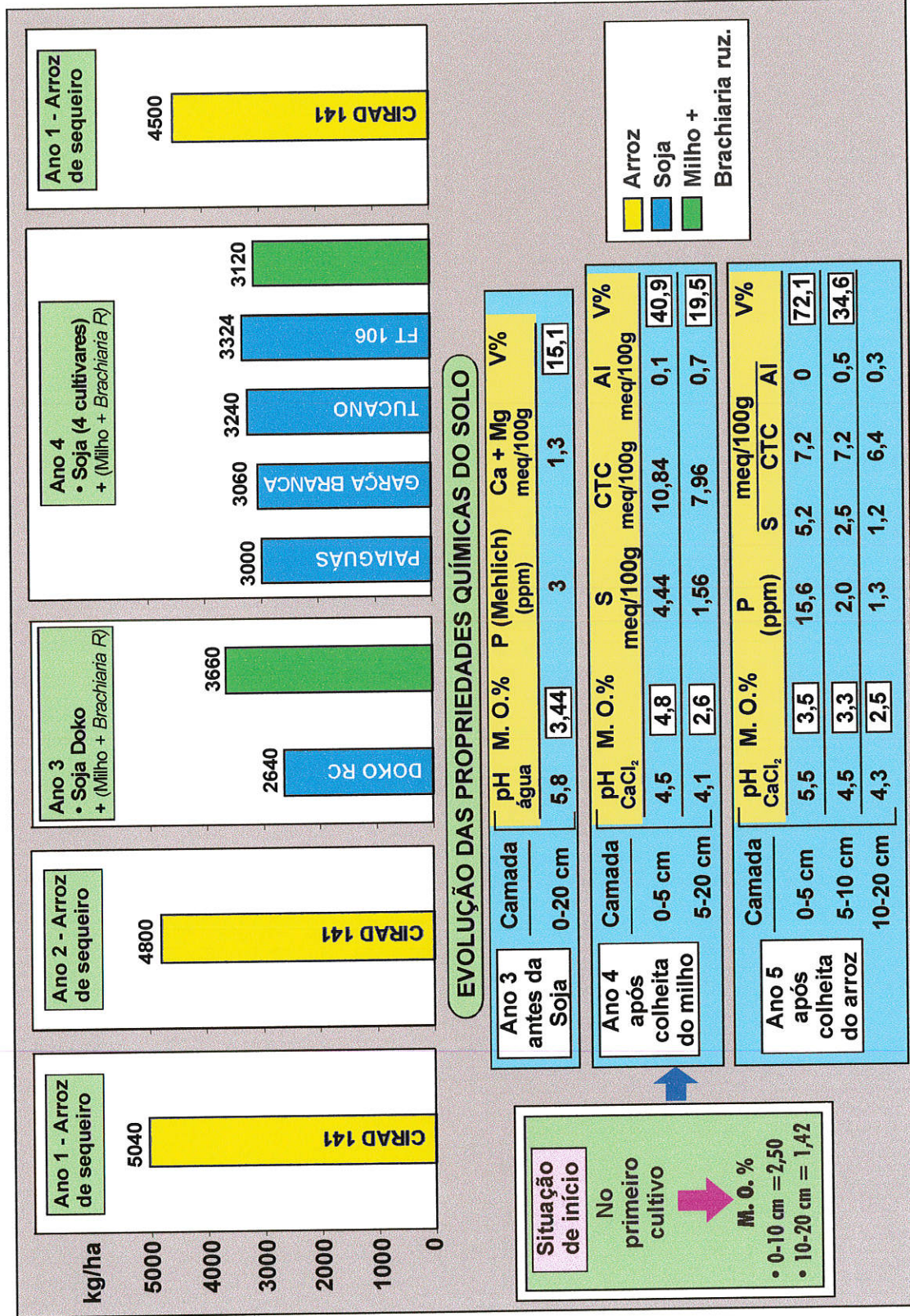
AGRONORTE/CIRAD - SINOP/MT - 1995/98



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 1995/98

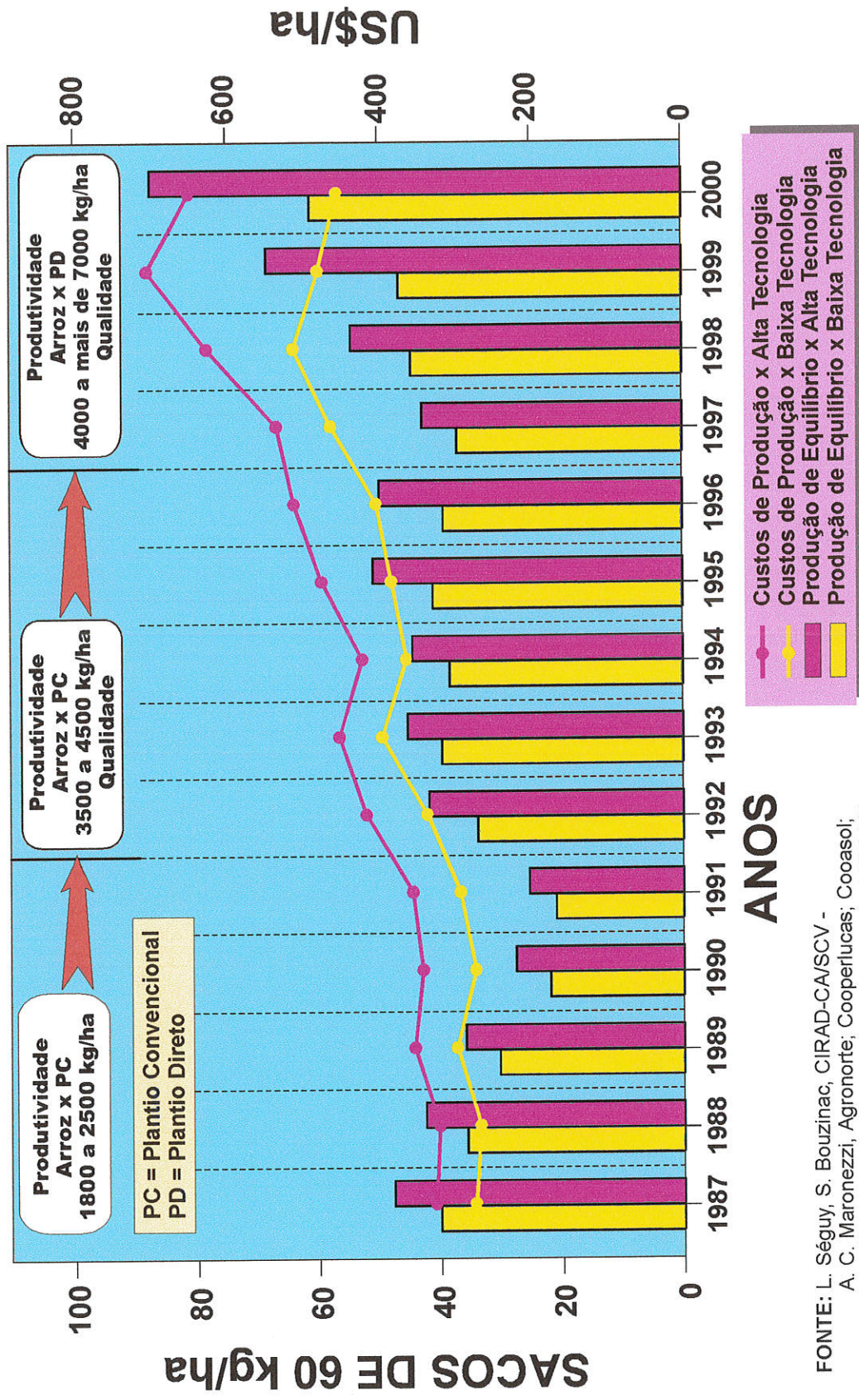
FIG. 45 PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS APÓS UM DESMATAMENTO MENOS DESTRUIDOR SEM APLICAÇÃO DE CORRETIVO

Latossolo hidratado- Fazenda Taffarel - Trópicos Úmidos - Sinop/MT, 1998



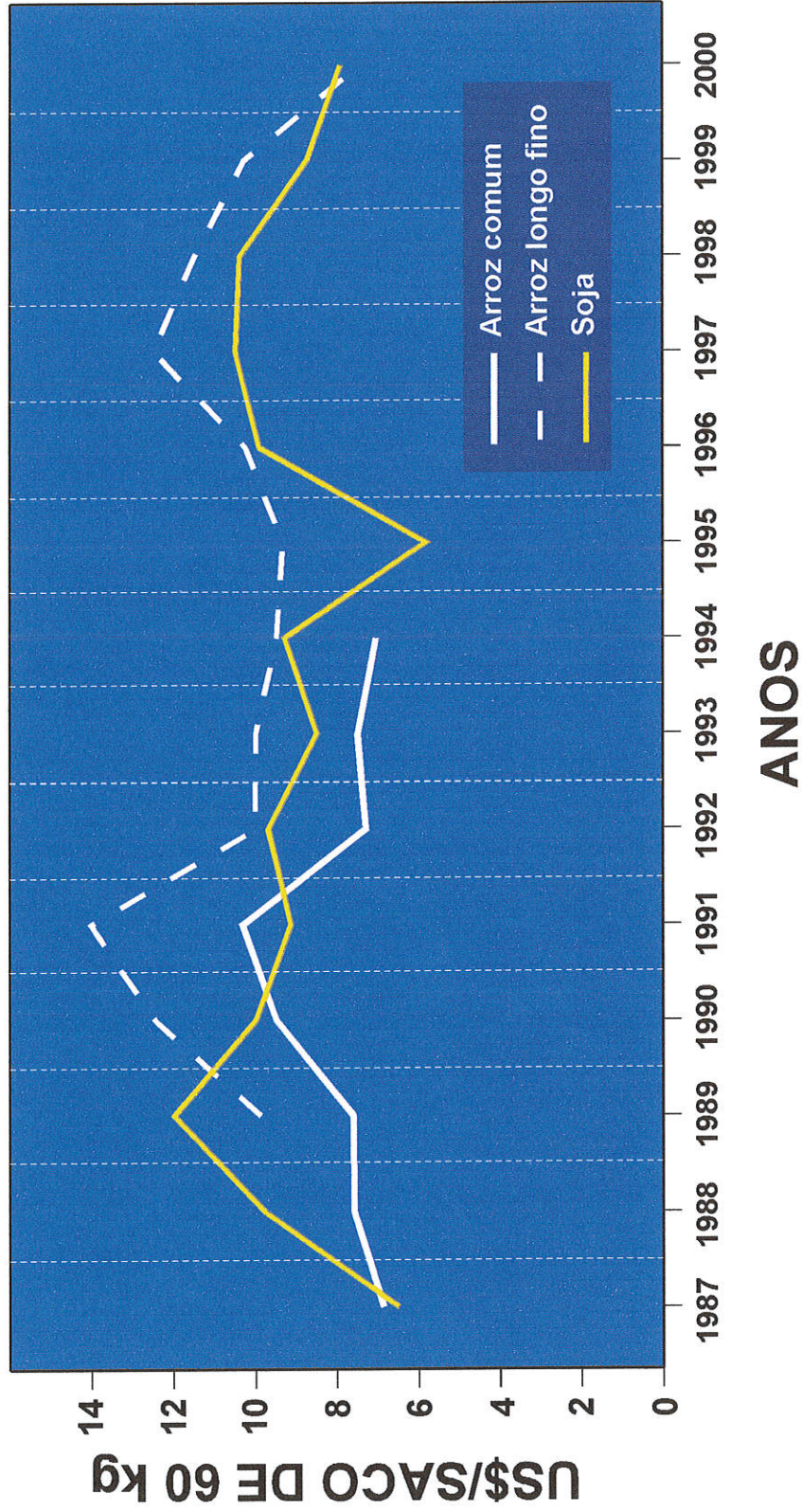
FONTE: W. et J. Taffarel - : Séguy, S. Bouzinac - CIRAD CA - GEC; Sinop/MT, 1998

FIG. 46 CUSTOS DE PRODUÇÃO (em US\$/ha) DA CULTURA DE ARROZ DE SEQUEIRO E PRODUÇÃO DE EQUILÍBRIO PARA COBRIR OS CUSTOS (em sacos de 60 kg/ha), NAS FRENTEIRAS AGRÍCOLAS DO CENTRO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2000



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV - A. C. Maronezzi, Agronorte; Cooperlucas; Coaasol; ComiceI; Prefeitura de Sinop - Sinop/MT - 1987/2000

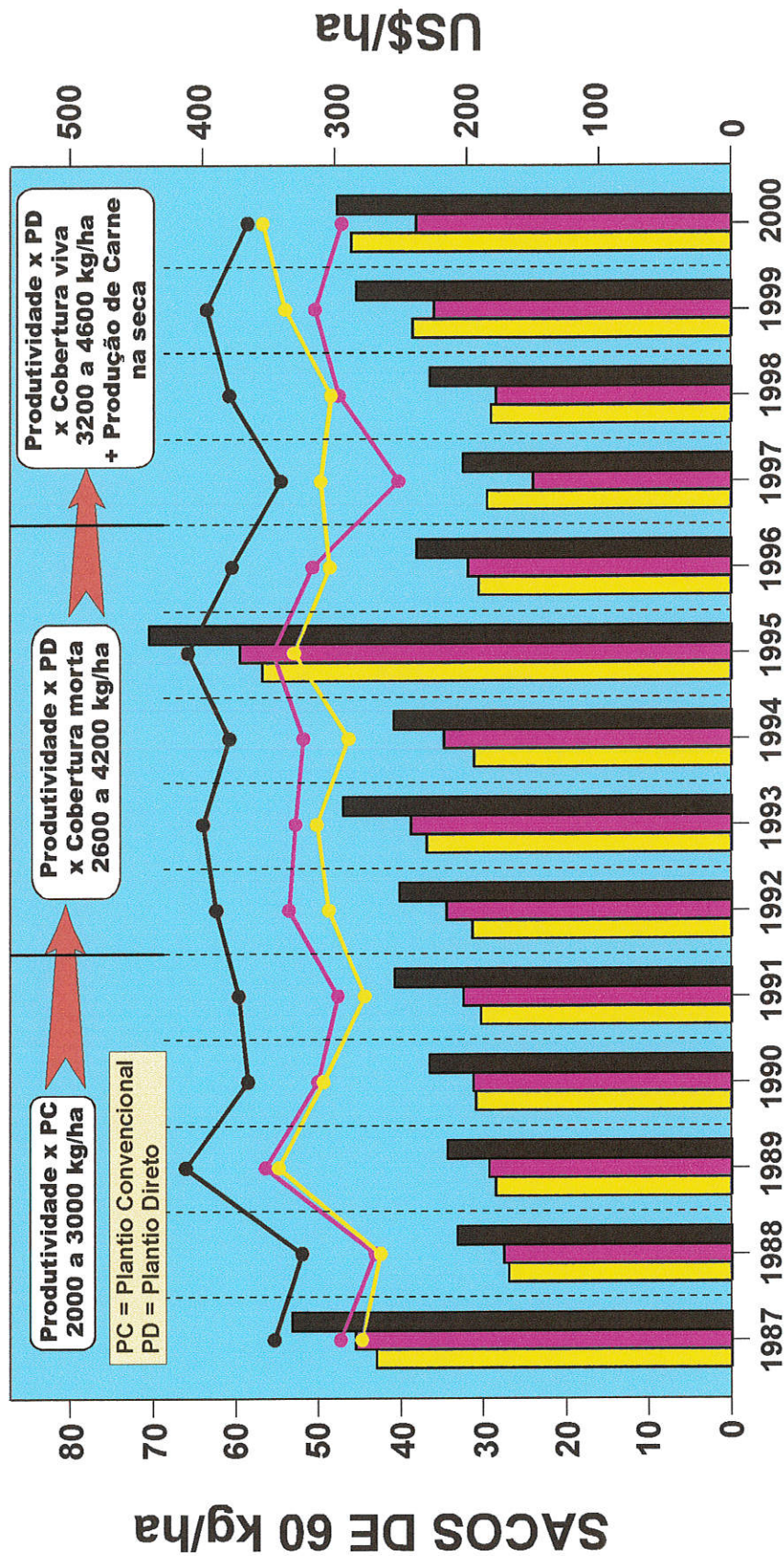
FIG. 47 EVOLUÇÃO DOS PREÇOS PAGOS AOS PRODUTORES¹ PARA AS PRODUÇÕES PRINCIPAIS DE ARROZ E SOJA SOBRE AS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DO CENTRO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2000



1 - Período Fevereiro - Março, a cada ano

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV - A. C. Maronezzi, Agronorte; Cooperlucas; Cooasol; Comicel; Prefeitura de Sinop - Sinop/MT - 1987/2000

FIG. 48 CUSTOS DE PRODUÇÃO DA CULTURA DA SOJA (em US\$/ha) E PRODUÇÃO DE EQUILÍBRIO PARA COBRIR OS CUSTOS (em sacos de 60 kg/ha), NAS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DO CENTRO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2000

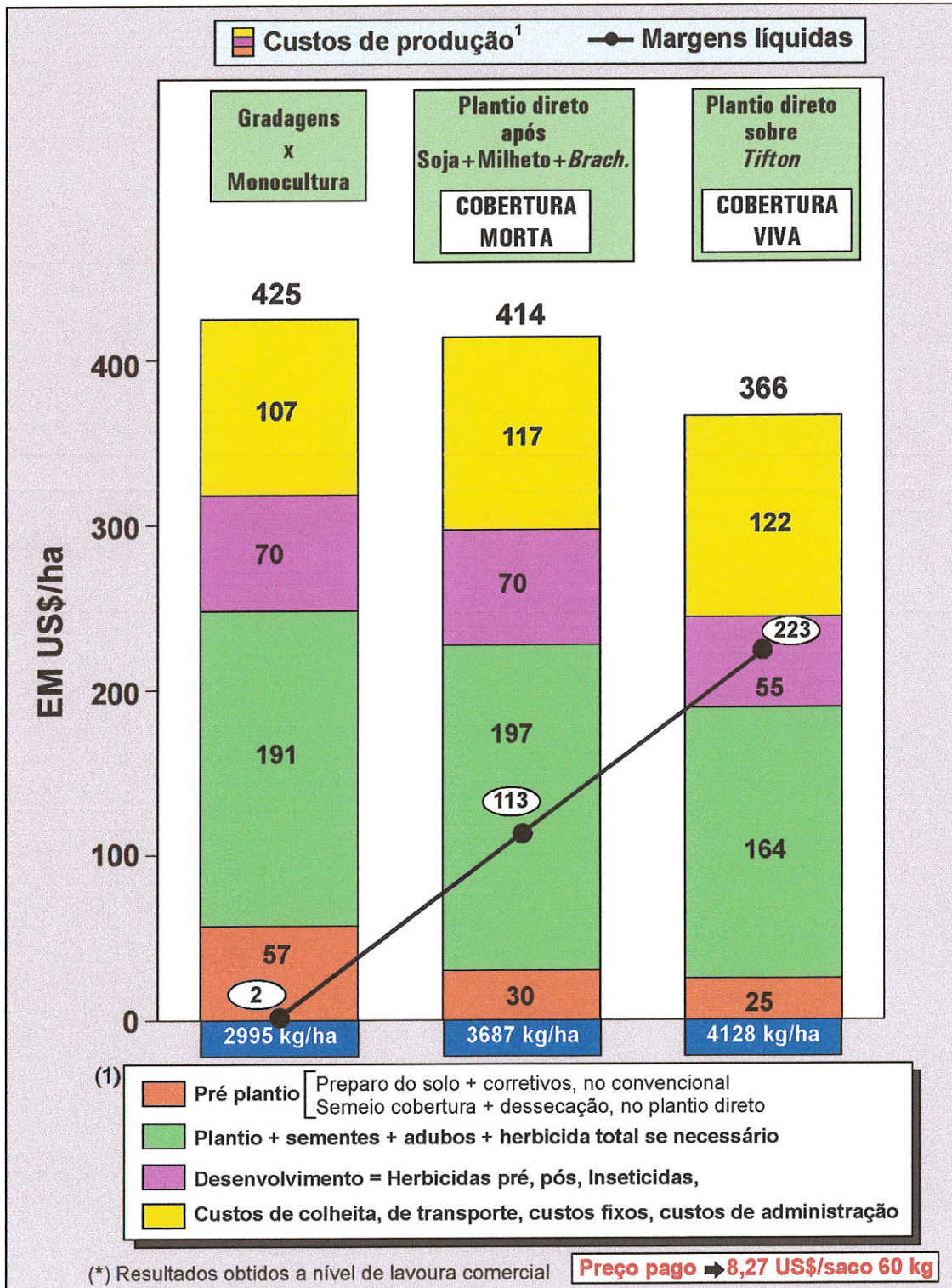


ANOS

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV - A. C. Maronezzi, Agronorte; Cooperlucas; Coaasol; Comicel; Prefeitura de Sinop - Sinop/MT - 1987/2000

FIG. 49 CUSTOS DE PRODUÇÃO DETALHADOS E MARGENS LÍQUIDAS (em US\$/ha), DA VARIEDADE DE SOJA CONQUISTA, DE CICLO INTERMEDIÁRIO (110 dias), EM FUNÇÃO DE 3 MODOS DE GESTÃO DO SOLO - Latossolo vermelho-amarelo sobre rocha ácida -

AGRONORTE - SINOP/MT - /2000



FONTE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Maronezzi A., Lucas G. L., Bianchi M., AGRONORTE - Sinop/2000

FIG. 50 EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DA MARGEM LÍQUIDA DA SOJA (Cultivar Emgopa 313) EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS - 1996/99

Ecologias das florestas e cerrados úmidos do sul da Amazônia - Sinop/MT

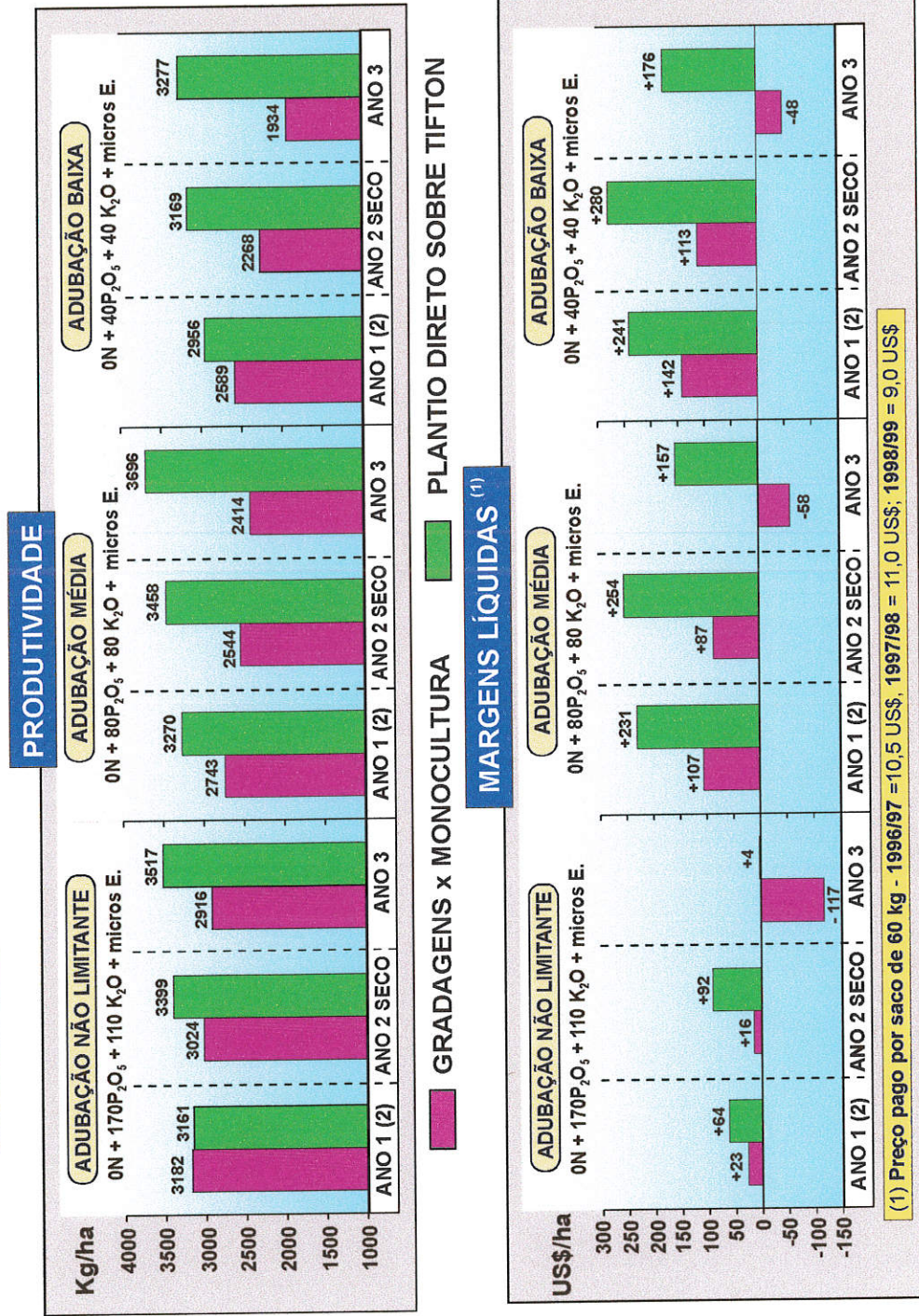


FIG. 51 EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DA MARGEM LÍQUIDA DO MILHO ⁽¹⁾ EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS - 1996/99

Ecologias das florestas e cerrados úmidos do sul da Amazônia - Sinop/MT

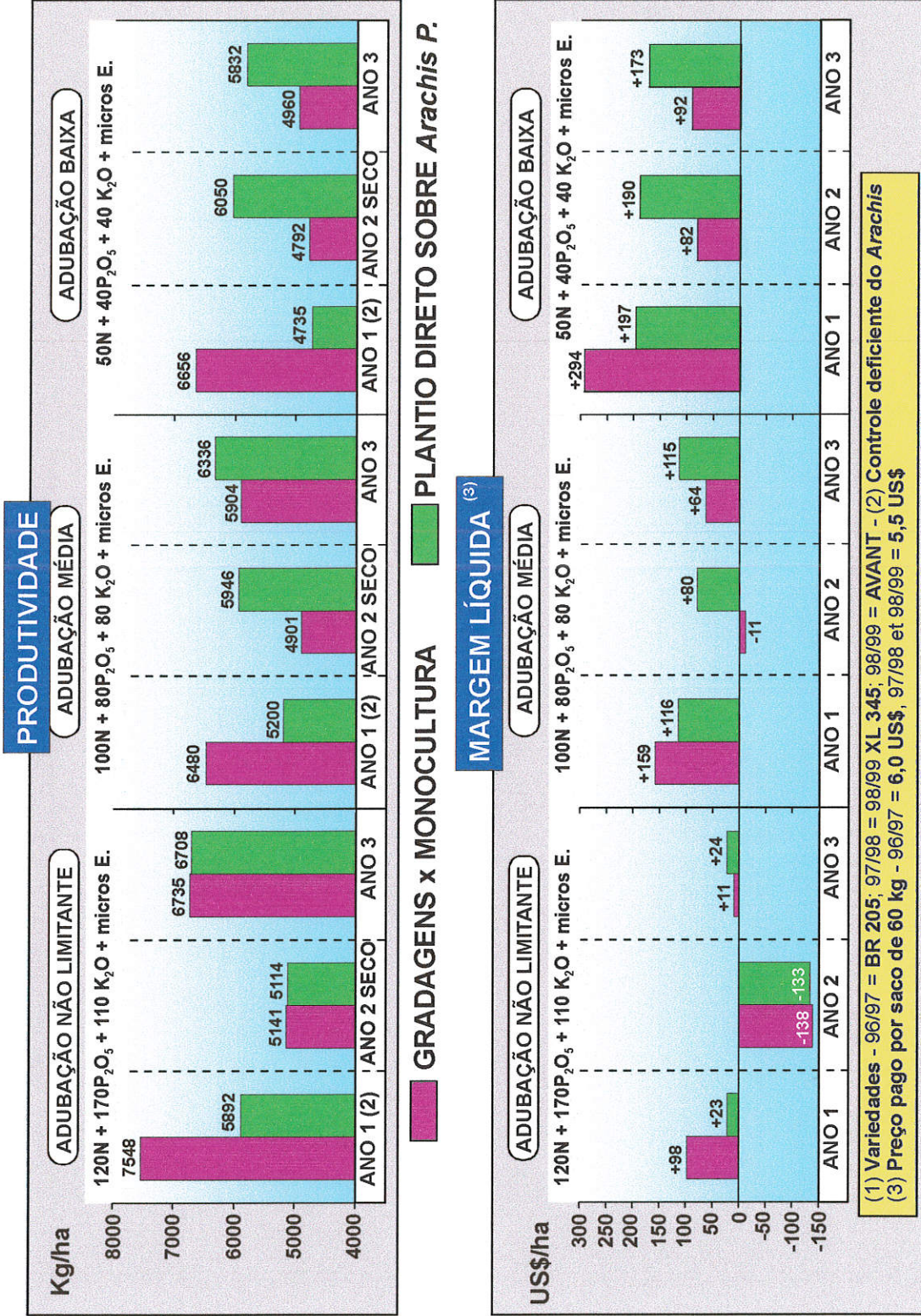


FIG. 52 INTEGRAÇÃO DE TODAS AS CULTURAS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO DIVERSIFICADOS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS OU INTEGRADOS COM A PECUÁRIA.

+

- CRIAÇÃO DE MATERIAL GENÉTICO COM ALTO VALOR AGREGADO NOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO
- Écologia das florestas e cerrados do Mato Grosso - MT/2000

(*) Sistemas ainda não difundidos (Reprodutíveis, apropriáveis)

Performances das culturas nos sistemas de cultivo em plantio direto	Custo (C) US\$/ha	Benefício(B) US\$/ha	C/B
SOJA + SAFRINHA¹ + ENGORDA NA SECA			
• 4000 a 4600 kg/ha soja +	450	150	1,3
• 1500 a 3500 kg/ha safrinha (Sorgo, Milheto, Pé de galinha) +	a	a	a
• 1 a 1,5 UGB/ha, 90 dias de estação seca	520	350	3,4
SOJA SOBRE COBERTURA VIVA DE TIFTON			
• 3200 a 4600 kg de Soja	300	200	0,75
+ 1 a 1,5 UGB/ha, 90 dias de estação seca	380	400	1,9
ARROZ DE SEQUEIRO DE ALTA TECNOLOGIA			
- 4200 a > 7000 kg/ha	420	100	0,84
	a	a	a
	630	500	6,3
ARROZ DE SEQUEIRO DE ALTA TECNOLOGIA como reforma de pasto			
- 3000 a 4000 kg/ha	450	100	3,0
	a	a	a
	550	150	5,5
ALGODÃO COMO CULTURA PRINCIPAL			
- 3000 a > 5000 kg/ha	900	100	2,25
	a	a	a
	1300	400	13
• ALGODÃO COMO SAFRINHA¹			
Sobre forte biomassa ou em sucessão de Soja ou Arroz, de ciclo curto	500	200	0,8
	a	a	a
- 2400 a > 3000 kg/ha	650	600	3,2

1 - Safrinha = Cultura de sucessão, com insumos mínimos ou sem insumos -

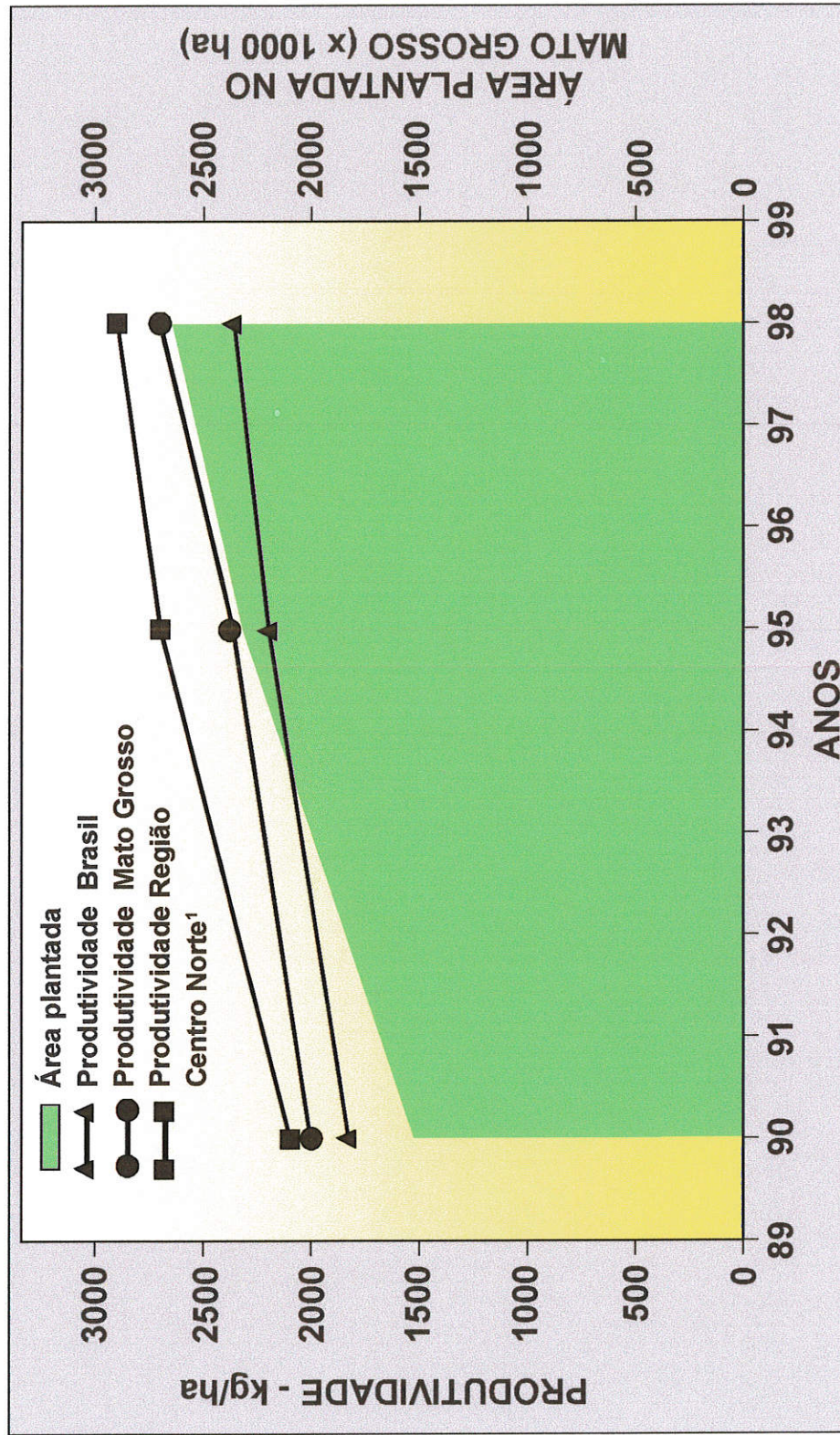
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA/ GEC; N. Maeda, M. A. Ide, A. Trentini, Grupo Maeda; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT, 2000

FIG. 53 Rendimentos dos equipamentos e índices técnico-econômicos comparados entre sistema convencional e plantio direto sobre 38 000 ha no estado do Mato Grosso [Rondonópolis, 1995 (1)]

Critérios de avaliação	Preparo mecanizado convencional	Plantio direto	Diferença %
Área (ha) trabalhada por trator de 90 HP	163,6	276,9	+ 70%
Índice HP/ha	0,556	0,325	+ 70%
Área (ha) plantada por plantadeira de 9 linhas	426,6	612,0	+ 43,4%
Índice linha/ha	47,7	68,0	+ 43,4%
Investimentos em tratores (US\$/ha)	271,0	158,6	- 41,4%
Investimentos em plantadeira (US\$/ha)	32,8	29,4	- 10,3%

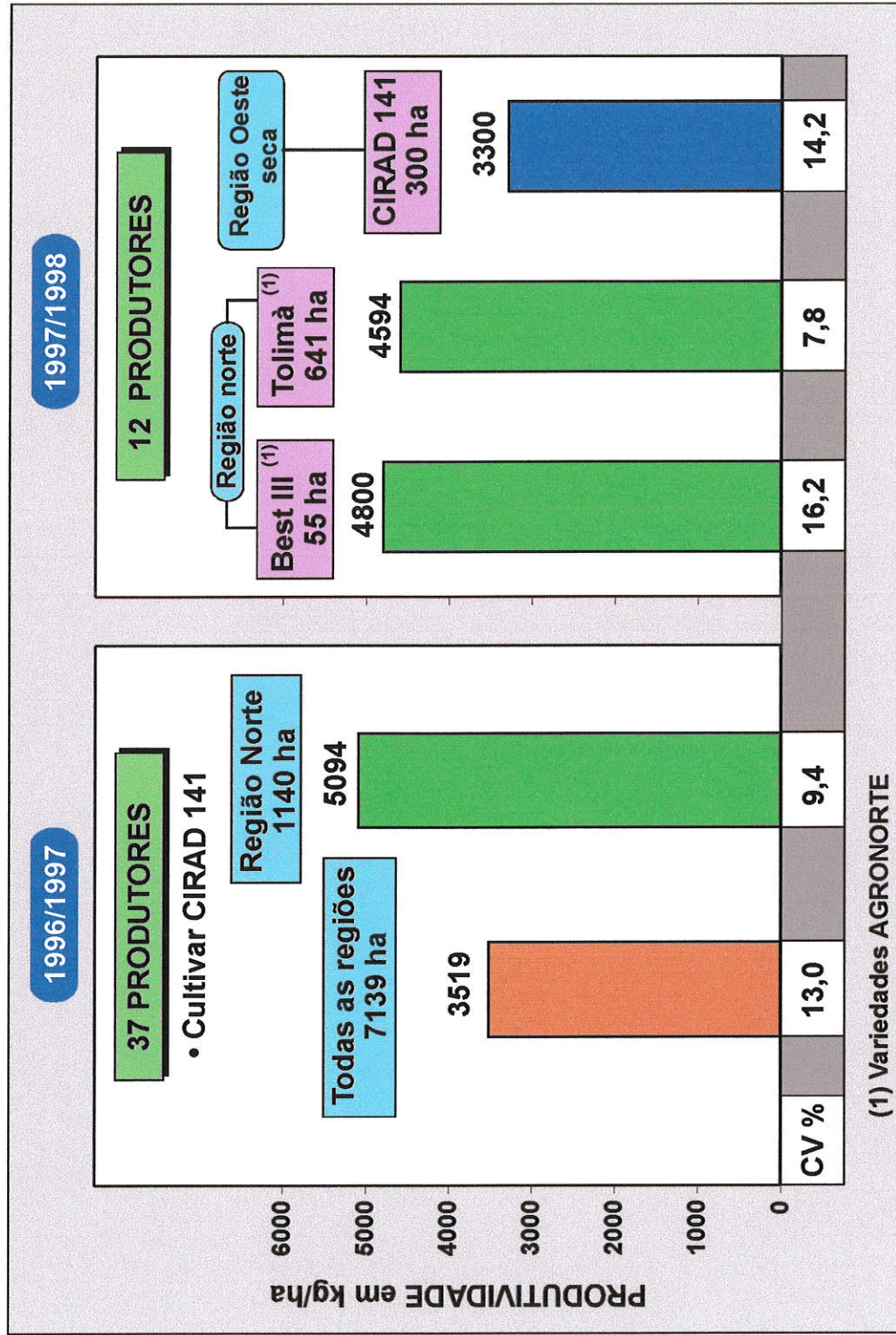
(1) Fonte: Prof. Luiz Vicente Gentil, Monsanto, Semeato, Fundação MT - Rondonópolis - MT - 1995

FIG. 54 EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA DE SOJA NO ESTADO DO MATO GROSSO E DE SUA PRODUTIVIDADE MÉDIA NO ESTADO, NA REGIÃO CENTRO NORTE E NO BRASIL - 1998



FONTE [IBGE/LSPA = Dados sobre o Brasil e o Estado do Mato Grosso
 (1) Estimativas = Extraídas de dados da Emater, Secretarias de agricultura dos principais municípios, produtores do Centro Norte do Estado, Cooperativas.

FIG. 55 PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE SEQUEIRO DE ALTA TECNOLOGIA EM DIVERSAS ECOLOGIAS DO ESTADO DO MATO GROSSO-MT - (Trópicos Úmidos) - 1996/98



FONTE: AGRONORTE; CIRAD CA - GEC; Sorriso/MT, 1998

difundidos. Além dos benefícios atrativos e da estabilidade que proporcionam estes sistemas, eles permitem se livrar ainda mais da política agrícola regional caótica. As performances econômicas destes sistemas de cultivo que leva a construir afolhamentos (= *distribuição anual das diversas culturas na fazenda*) mais estáveis e de menor risco econômico, estão expostos na Figura 52 (*crivo das fazendas de referência*). Em função do nível de risco escolhido pelo agricultor, os custos de produção podem variar de 300 a 600 U.S\$/ha nos sistemas em PD baseados no arroz, soja, milho + safrinhas seguidas de engorda na estação seca, ou praticados sobre coberturas vivas (*Fig. 49 e 52*), e até 1.300 U.S\$/ha com a cultura algodoeira de alta tecnologia (*PD + alto nível de insumos*).

As margens líquidas por ha, vão, apesar da penalização econômica, e em função das escolhas e das condições econômicas anuais, de 100 a mais de 600 U.S\$/ha (*cf. Fig. 52*).

Os encargos de mecanização puderam ser reduzidos drasticamente com a adoção do PD: o número de tratores e de plantadeiras pode ser dividido por 2, assim como o consumo de combustível (*Fig. 49 e 53*).

Pressões e penalizações econômicas que levaram a adoção maciça do PD desde 1995 transformaram essa região na campeã brasileira de produtividade em soja e arroz de sequeiro de alta tecnologia (*Fig. 54 e 55*). Se a média de produtividade da soja ultrapassa amplamente 3.000 kg/ha (*50 sc/ha*) na região em mais de 1,3 milhão de ha (*Fig. 54*), produtividades de arroz de sequeiro entre 4.000 et 5.500 kg/ha (*67 e 92 sc/ha*) são, hoje em dia, corriqueiras para os agricultores (*Fig. 55*). Pouco a pouco, "na marra", nasceu, e em seguida se fortaleceu um perfil de agricultores muito atuantes, aptos a afrontar a globalização sem subsídios.

3.3.2. ECO-REGIÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS SOBRE BASALTO DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO (*Sul do Goiás, Norte de São Paulo*)

Os resultados apresentados procedem de uma cronosequência curta de 4 anos de estudos dos sistemas de cultivo (*matriz dos sistemas + fazendas de referência*), que foi implantada após mais de 10 anos de prática contínua do sistema de monocultura de algodão no qual o solo foi principalmente preparado com grades e as restevras do algodoeiro foram sistematicamente queimadas. Esta cronosequência representa então um episódio marcante da construção dos sistemas de cultivo de algodoeiro em PD (*Séguy L e al. 1998 a e b*). Além das performances agro-econômicas comparadas dos sistemas de cultivo nesta cronosequência, apresentamos, como validação, uns resultados obtidos nas fazendas de referência do mesmo parceiro do CIRAD: o grupo MAEDA; estas fazendas estão localizadas no norte do estado de São Paulo, na mesma grande eco-região dos latossolos vermelhos-escuros sobre basalto, e sofreram dos mesmos modos destruidores de gestão do solo.

As performances agro-econômicas comparadas dos modos de gestão dos solos e das culturas, relativas a cronosequência de 4 anos no sul do estado de Goiás, estão reunidas na Fig. 56 e evidenciam :

- Na presença de um nível de adubação mineral médio de 85 N + 50 P₂O₅ + 100 K₂O + micros, os sistemas em Plantio Direto (PD) são sempre mais produtivos do que os sistemas em solo preparado: a diferença de produtividade do algodão a favor do PD varia de + 15 a +18% nos anos

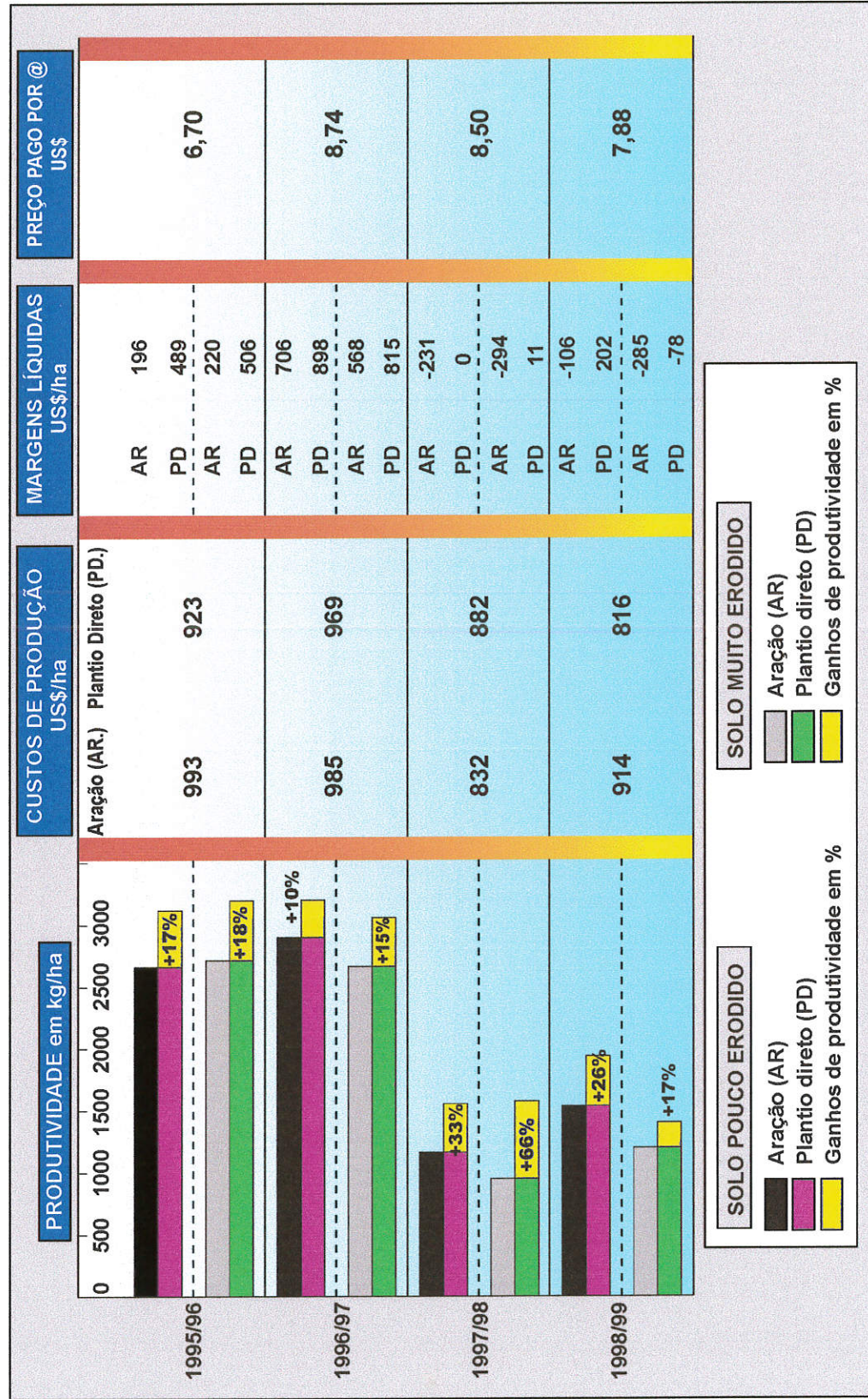
climáticos favoráveis qualquer que seja o estado de degradação do solo no início a mais de 30% em solo pouco degradado e até mais de 65% em solo muito erodido nos anos climáticos muito desfavoráveis ao algodoeiro tais como 1997/98 e 1998/99 (Fig. 56).

- Nas fazendas de referência de São Paulo, no mesmo tipo de solo com história cultural semelhante, em 1999/2000, os rendimentos de 2 variedades de algodão em PD superam em lavoura comercial de 5 a 8% os obtidos na aração com o mesmo precedente soja+sorgo, e de 15 a 18% os obtidos na aração x monocultura de algodão (Fig. 60).
- A respeito do estado sanitário do algodoeiro, este é muito sensível ao poder patogênico do solo (*Rhizoctonia*, *Fusariose*, etc...) na emergência, e o sistema PD aumenta esta sensibilidade em relação ao preparo convencional se simultaneamente: as temperaturas forem frescas, o clima muito úmido, e a biomassa de cobertura com C/N baixo, se mineralizando rapidamente. Assim sendo, o milho de decomposição rápida favorece o tombamento na emergência, enquanto o sorgo de decomposição lenta o limita (Séguy L et al., 1998 a & b). Pelo contrário, a gestão da cultura algodoeira em PD reduz de modo muito significativo os ataques do complexo parasitário "bacteriose-nematóides" de final de ciclo, em relação ao preparo convencional (Séguy L. et al., 1998 a & c).
- Quando o solo foi fortemente poluído e de modo duradouro por herbicidas de longa remanência, aplicados em dosagens altas demais, como o Sulfentrazone, algumas biomassas de cobertura como o sorgo demonstram um poder despoluidor, desintoxicador muito rápido para recuperar logo os melhores níveis de produtividade do algodão (Fig 57., Séguy L. et al., 1999).
- Esta mesma cobertura de sorgo (*tipo Guinea*), de decomposição lenta (Fig. 58) e com forte efeito alelopático para o controle da flora daninha, permite controlar natural e eficientemente a praga vegetal *Cyperus rotundus* que constitui o maior obstáculo para o cultivo nos solos oriundos de rocha vulcânica (Séguy L. et al., 1999).

NO PLANO ECONÔMICO, os custos de produção do PD, cada vez mais dominados, revelam-se em média inferiores de 5 a 10% aos dos preparos convencionais (Fig. 59 e 60); como nas frentes pioneiras, o número de máquinas pode ser reduzido de 50%, assim como o consumo de combustível (Fig. 61).

- . As margens líquidas/ha são muito variáveis de um ano para outro em função dos preços pagos aos produtores, eles também muito flutuantes. As margens sempre são, como as produtividades, mais estáveis e nitidamente maiores no PD do que no preparo convencional: de 30 a 50% em função dos anos (Fig. 56, 59 e 60).
- . Atualmente, a cultura algodoeira se desloca maciçamente para o estado do Mato Grosso onde mais de 300.000 ha foram conquistados em menos de 3 anos. Os sistemas em PD da cultura alcançam rendimentos recordes nos melhores agricultores =
 - 3.462 kg/ha (230@/ha) em 6.306 ha na fazenda do nosso parceiro MAEDA em Diamantino [coeficiente de variação de 7,1% em 30 talhões de cultura]
 - 4.100 kg/ha (273@/ha) na fazenda Mourão no município de Campo Verde em quase 3.000 ha.

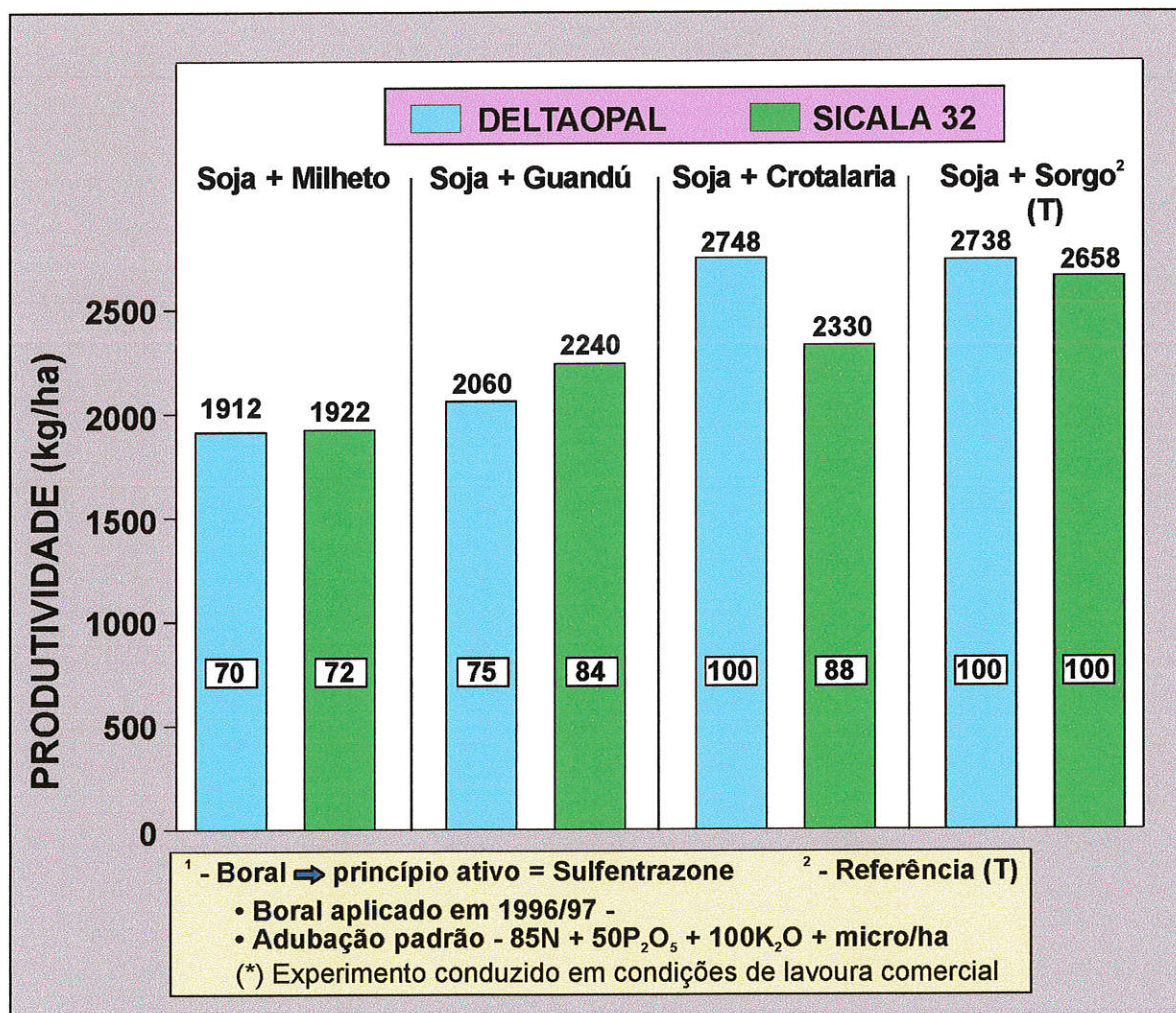
FIG. 56 EVOLUÇÃO DAS PERFORMANCES MÉDIAS AGRO-ECONÔMICAS DO ALGODOEIRO, SOBRE 4 ANOS, EM FUNÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS -
 Ecologia das florestas tropicais e latossolos sobre basalto do sul do Estado de Goiás - Centro-Oeste Brasil.



FONTE: E. Maeda, M. Esaki, GRUPO MAEDA; L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; Porteira/GO, 1995/1999

FIG. 57 DESINTOXICAÇÃO DO SOLO POLUÍDO PELO HERBICIDA BORAL ¹ COM DIVERSAS PALHADAS DE SAFRINHAS, EM PLANTIO DIRETO

Fazenda Cabeceira - Ituverava/SP - 1999



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA-GEC; A. Trentini, M. A. Ide, - Grupo Maeda - Ituverava/SP - 1999

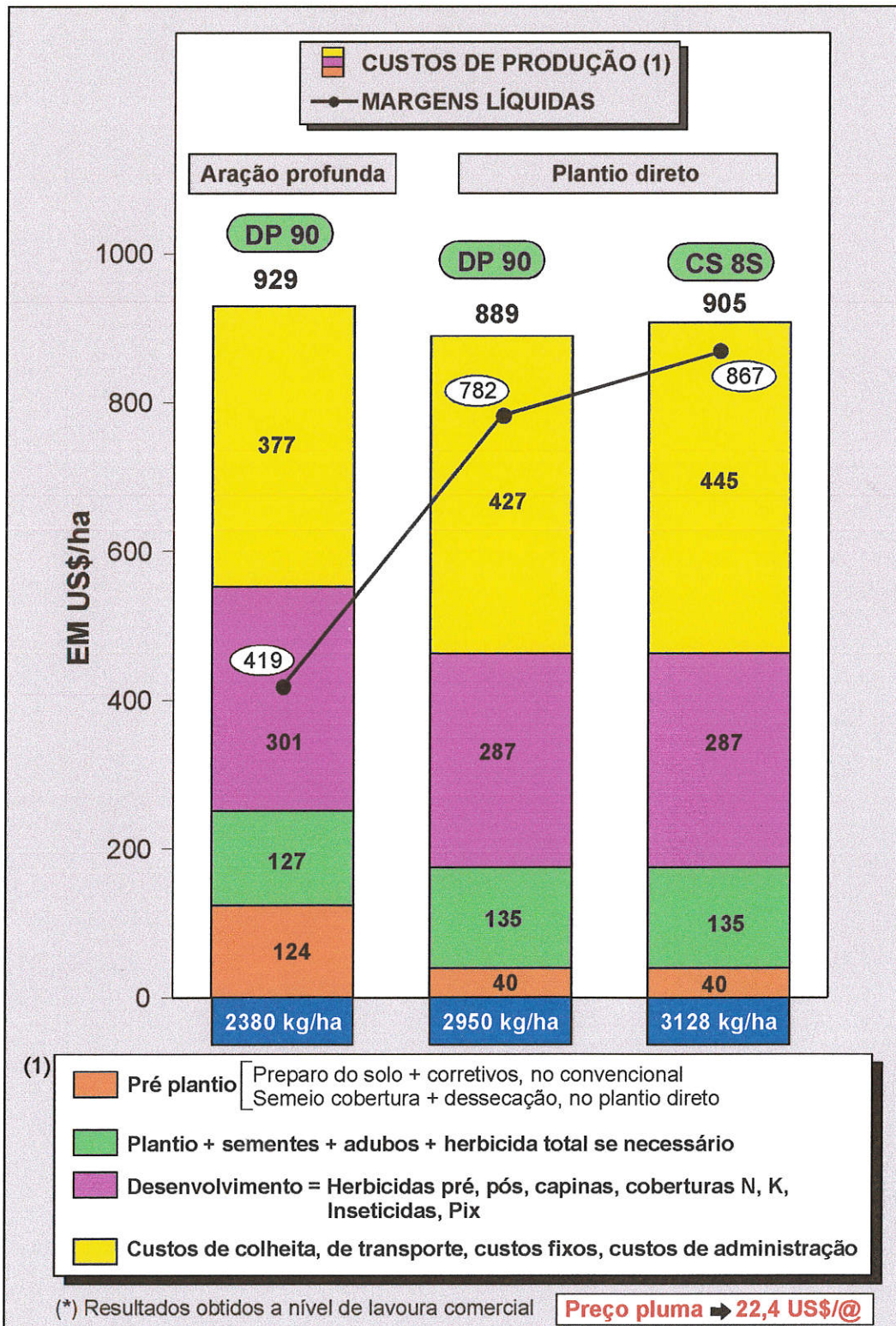
FIG. 58 EVOLUÇÃO DA MATÉRIA SECA DE SORGO GUINEA SOB CULTIVO DE ALGODÃO EM PLANTIO DIRETO E EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DE *Cyperus rotundus* EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DO SOLO - Latossolos sobre basaltos - Ituverava - SP

Matéria seca de Sorgo guinea (t/ha)		População de <i>Cyperus rotundus</i> na colheita do algodão (número de plantas/m ²)	
Antes do plantio direto do Algodão	Na colheita do Algodão	No plantio direto sobre cobertura restante de Sorgo G. ⁽¹⁾	Na aração profunda ⁽²⁾ x monocultura
12,9	8,44	16,3	73

(1) Reinfestação por manchas ➔ *Cyperus* amarelo, definhado, debilitado
(2) Reinfestação uniforme ➔ *Cyperus* verde escuro, muito vigoroso.

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac CIRAD CA - GEC; Grupo Maeda - SP, 1998

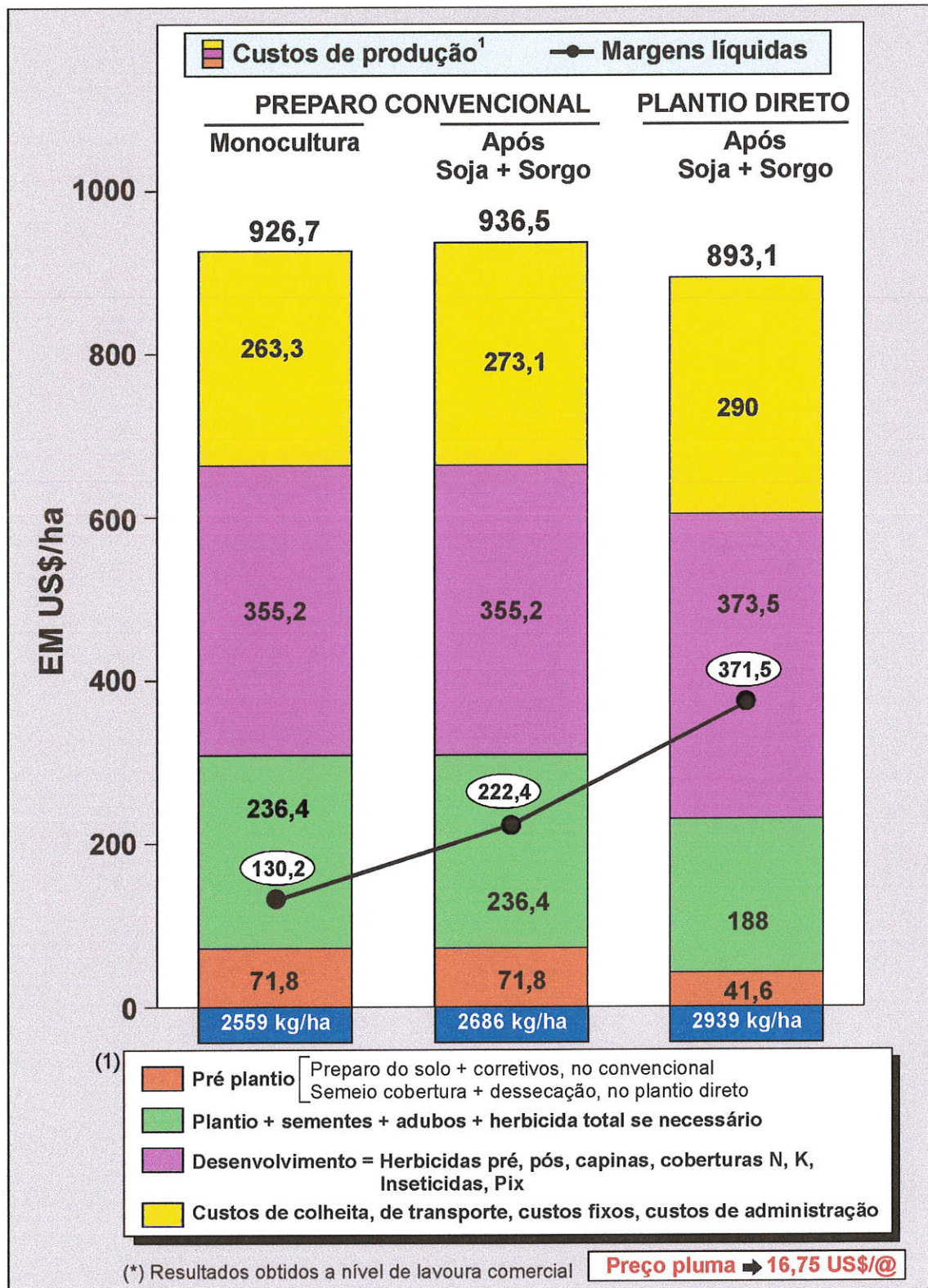
FIG. 59 CUSTOS DE PRODUÇÃO DETALHADOS E MARGENS LÍQUIDAS EM US\$/ha DE DUAS VARIEDADES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE GESTÃO DO SOLO - LATOSSOLO SOBRE BASALTO DEGRADADO PELA EROSIÃO, EM BAIXO DO DECLIVE - FAZENDA SANTA JACINTA - ITUVERAVA, SP - 1998



FONTE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Ide M. A., Trentini A., GRUPO MAEDA - Ituverava, SP

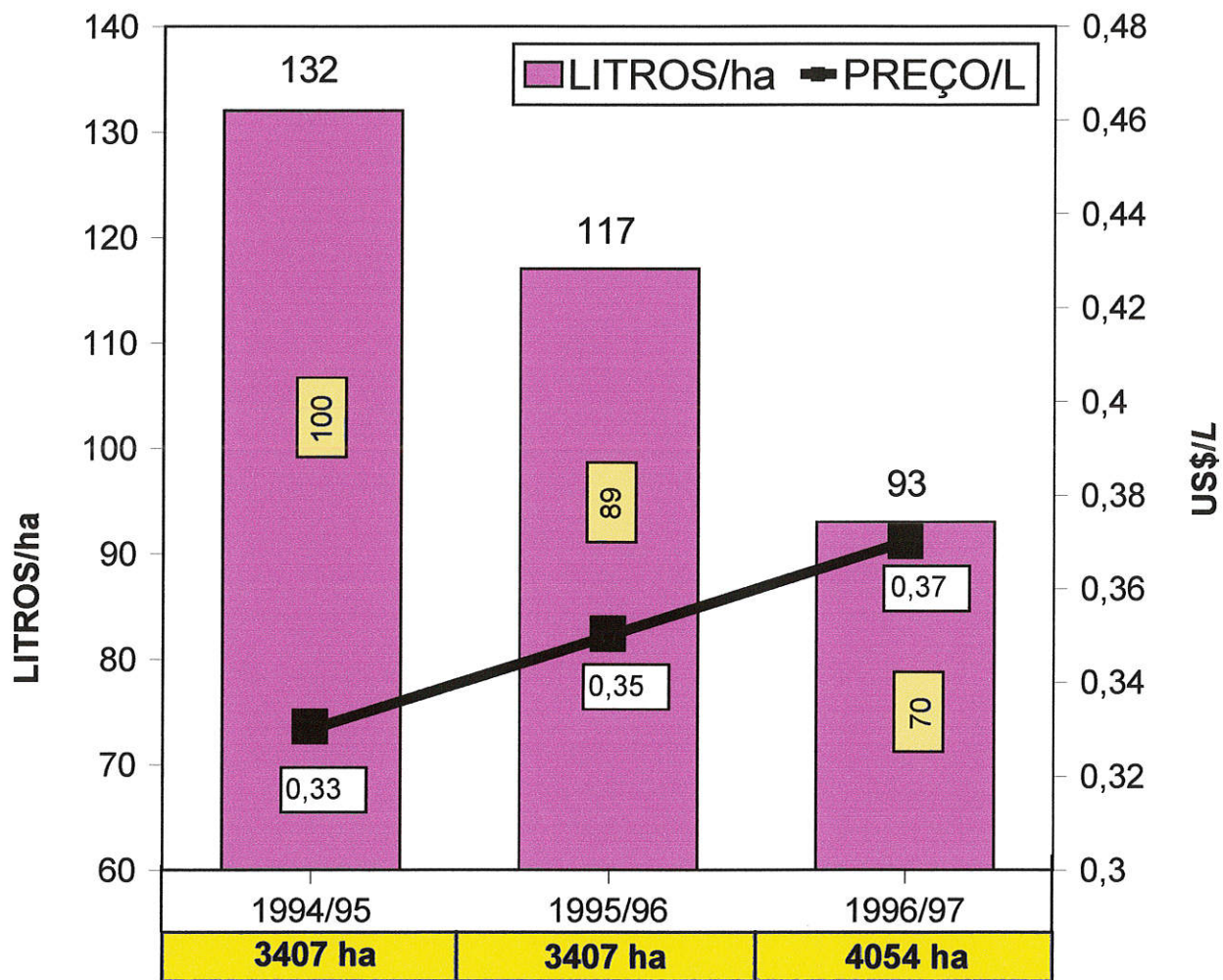
FIG. 60 CUSTOS DE PRODUÇÃO E MARGENS LÍQUIDAS (em US\$/ha), DO ALGODOEIRO (CV. DELTA OPAL), SOB 3 MODOS DE GESTÃO DO SOLO - Latossolo vermelho-escuro sobre basalto -

Fazenda Santa Bárbara - Grupo Maeda - Ituverava/SP, 1999/2000



FONTE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Maeda N., Ide M. A., Trentini A., GRUPO MAEDA - Ituverava, SP

**FIG. 61 EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL (L/ha) E DO SEU PREÇO/L
- FAZENDA CANADÁ - GRUPO MAEDA - 1994 a 1997 -**



FONTE: Grupo Maeda - Dr. Alceu Massanori Ikeda - Itumbiara - GO - 1997

3.3.3. ECO-REGIÃO DAS ALTAS TERRAS DE MADAGASCAR

O balanço da avaliação dos trabalhos e realizações relativos a conservação dos solos em Madagascar, realizado em 1996 pelo "Office National de l'Environnement Malgache" (*Instituto Nacional do Meio Ambiente de Madagascar*) nas terras altas onde a assistência técnica foi notavelmente reforçada no decorrer dos 40 últimos anos, indica em síntese =

- A impossibilidade de restaurar duravelmente um equilíbrio bioestático, mesmo parcial, de ambientes fortemente "antropoficados" (*influenciados pela ação do homem*), a partir de técnicas importadas dos países do Norte, que exigem recursos mecânicos potentes e frequentemente onerosos (*cordões anti-erosivos em curvas de níveis, quebra-vento, etc.*)
- Essas obras anti-erosivas e as técnicas culturais usadas (*aração especialmente*) revelam-se impotentes para resolver os problemas de degradação dos solos e do meio ambiente, quando a pressão demográfica crescer num período econômico em plena depressão :
 - + os "Tanety" ou colinas erodam-se logo com a perda da cobertura vegetal herbácea e arbustiva,
 - + os equipamentos e as instalações estão destruídas a jusante (*assoreamento, arrasamento das obras tais como represas, canais...*)
 - + os "fogos de mata" recomeçam,
 - + a prática dos pousios de média e longa durações se torna impossível,
 - + as inovações agronômicas geralmente de natureza produtivista que foram construídas com insumos químicos mais ou menos caros são inaplicáveis (*ONE, 1996*).

Além disso, um diagnóstico inicial dos estados da agricultura e do meio físico nas terras altas foi realizado por ocasião da operação trigo Kobama (*a pedido de seu diretor Dr. Romaroson e de P. Julien, 1991*); os enquetes evidenciaram afora da degradação geral e rapidíssima do meio ambiente, as principais limitações a seguir:

- Nas propriedades dos agricultores das Terras Altas, as performances agro-econômicas e técnicas dos sistemas de cultivo praticados nos Tanety (colinas) com solos ácidos, são irrelevantes: para a cultura do milho por exemplo, a qual é importantíssima nesta região, a produtividade nos solos ácidos varia entre 700 e 1000 kg/ha com 5 t/ha de esterco e um calendário cultural extremamente carregado com mais de 200 dias/ha em cultivo manual [*De Rham et al., 1995 ; Feyt H. et al., 1999*]. Estes números indicam bem, ao mesmo tempo, um calendário cultural muito constrangedor e condições de baixíssima fertilidade dos solos quando se usa tão somente a adubação orgânica (*o rendimento do milho cai para menos de 400 kg/ha sem nenhuma adubação*).

- Mesmo se as estratégias dos produtores tentam diversificar a exploração intensiva das várzeas através de culturas de estação seca (*hortaliças, trigo, batata inglesa, etc...*) e de ampliar suas atividades nos tanety (*mandioca, milho, batata doce, criação de porcos, engorda de bovinos, leite, etc...*), o nível de produtividade do meio permanece extremamente baixo para calendários culturais sempre altamente penosos e limitantes (*De Rham et al. 1995; Feyt H. et al., 1999*).

Performances comparadas dos sistemas de cultivo a nível regional, na rede de localidades representativas, em meio semi-controlado: os sistemas em PD sempre são mais produtivos, em todos os tipos de solos, e progridem a cada ano.

→ **Nas 4 localidades de solos ácidos de baixa fertilidade (nos quais, as cronosequências de Ibity e Sambaina) e na fazenda de Andranomanelatra.**

A produtividade média das culturas de milho, feijão e soja aumenta regularmente no decorrer dos anos, qualquer que seja o nível da adubação usado e as condições climáticas (Fig. 62, 63 e 64).

Os rendimentos médios de milho, em presença de esterco sozinho, passam de 1.100 kg/ha no 1º ano para mais de 3.000 kg/ha no 4º ano para o conjunto da rede em solos ácidos; nessas mesmas condições, os da soja progridem de 1.000 para 2.000 kg/ha e os do feijão de 450 até mais de 1.300 kg/ha.

Em presença de esterco + adubação mineral, as produtividades crescem também a cada ano, para as 3 culturas.

Na cultura do milho, a maior progressão dos rendimentos está alcançada com esterco só no sistema em PD milho + leguminosas consorciadas: as produtividades triplicam em 4 anos enquanto duplicam em presença de esterco+ adubação mineral. A técnica de "écobuage"⁴ proporciona no ano de sua realização a duplicação dos rendimentos qualquer que seja o nível da adubação associada; depois, eles mantem-se estáveis durante pelo menos 3 anos em todos os níveis de adubação: nas 4 localidades em solos ácidos, mais de 4.000 kg/ha com esterco só, 5.400 kg/ha com esterco + adubação mineral média e 6.000 kg/ha com adubação mineral alta (Fig. 62). As curvas de evolução da produtividade média de milho entre parcelas em PD com e sem "écobuage" se aproximam a partir do 4º ano em todas as localidades (Fig. 62). Em plantio direto nos solos ácidos, a técnica do "écobuage" com esterco só, produz tanto quanto a adubação mineral forte + esterco. Esta técnica confirma que equivale a uma adubação corretiva e permite liberar imediatamente uma fortíssima fertilidade sem adubação mineral complementar sequer: duplica os rendimentos do ano de sua realização e em seguida induz um ganho médio da produtividade de milho oscilando entre 50 e 60%, qualquer que seja o nível de adubação mineral usado (Vide Fig. 62).

Com Aração, os rendimentos de milho são não somente bem menores do que no PD, mas também extremamente flutuantes de um ano para outro: na presença do esterco só, a produtividade média em 5 anos é de 850 kg/ha contra 2.500 kg/ha para o sistema de PD com leguminosas consorciadas, seja somente o terço da produtividade (Cf. Fig. 62).

Com adubação mineral, o milho com aração produz em média sobre 5 anos, entre 40 e 70% a menos do que em PD sem "écobuage" e da 2 a 2,5 vezes menos do que em PD com "écobuage".

Nas culturas de soja e feijão, sem nenhuma adubação mineral, os rendimentos na aração permanecem muitos baixos: 350 kg/ha em média para o feijão, e diminuem regularmente para a soja, passando de 750 kg/ha no 1º ano a menos de 400 kg/ha no 4º ano; pelo contrário, em Plantio Direto, as produtividades de soja e feijão aumentam regularmente qualquer que seja o nível de adubação: com esterco só, e esterco + adubação mineral média ou forte, a produtividade da soja duplica em 4 anos, e a do feijão triplica. Os sistemas em PD produzem em

⁴ "Ecobuage" = cozimento localizado do solo na linha de plantio, com palhas enterradas como combustível. Esta operação libera uma forte fertilidade que corresponde a uma correção de fundo importante.

média nos 4 anos, para ambas leguminosas, duas vezes mais do que na aração com esterco só, e entre 60 e 85% a mais na presença de adubação mineral (Fig. 63).

O efeito do nível de adubação mineral médio é sempre significativo em relação ao esterco só para todas as culturas em Plantio Direto: os ganhos médios de produtividade em 4-5 anos variam de 37% para o milho e o feijão, até 52% para a soja; o efeito desta adubação mineral de nível médio em relação ao esterco só é muito mais notável quando estas culturas foram praticadas com aração: 140% de ganhos de rendimento médio no milho, 102% na soja e 67% no feijão (Fig. 62, 63 e 64).

Se o efeito da adubação mineral forte em relação ao da adubação mineral média é sempre altamente significativo no milho praticado com aração, pelo contrário os ganhos de rendimentos não ultrapassam 10 a 12% nas 3 culturas quando forem conduzidas em Plantio Direto (Fig. 62, 63 e 64).

PERFORMANCES TÉCNICO-ECONÔMICAS COMPARADAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO

→ **Utilização da mão de obra: o plantio direto reduz os tempos gastos nas operações de 58 a 65% em relação a aração**

Tanto para a agricultura familiar que pratica a agricultura manual, quanto para a grande agricultura mecanizada, os critérios que condicionam as escolhas dos agricultores para as inovações em matéria de sistema de cultura são sempre, por ordem decrescente de interesse (Seguy L. et al., 1996, 2001a) :

- Facilidade de execução, redução dos tempos de trabalho e menor penosidade para as operações do calendário cultural mais constrangedoras (*preparo dos solos antes do plantio e controle das invasoras principalmente*);
- Produtividade das culturas e preços pagos para os produtos, na conjuntura econômica do momento, a qual condiciona o uso de insumos;
- Manutenção da fertilidade e luta contra a erosão.

As figuras 65 e 66, referentes aos **tempos gastos** em dias/ha, estabelecidos num período de 5 anos na rede regional de localidades, em função de diferentes sistemas de cultivo, evidenciam :

- Os sistemas de plantio direto consomem muito menos mão de obra do que os sistemas com aração: os itinerários técnicos relativos as culturas de trigo, milho, arroz de sequeiro, feijão e soja necessitam respectivamente, em média : 74, 84, 96 e 90 dias homem/ha qualquer que seja o tipo de solo, contra 190 a mais de 220 dias/homens/ha para os itinerários das mesmas culturas com aração;
- O Plantio Direto proporciona portanto uma grande economia de mão de obra em relação a aração, e justamente nas operações mais penosas do calendário cultural: preparo do solo e capinas. A aração faz uso em média de 50 dias/ha contra somente 4 dias/ha para tratar as biomassas da parcela ou com herbicida total de pré-plantio ou para trazer biomassa seca exógena ela e assim reforçar a cobertura do solo.

O controle das invasoras nas parcelas cultivadas necessitam 60 a 70 dias/ha de capinas na aração, contra somente 6 a 12 dias/ha nos sistemas em PD (*uso de herbicida seletivo ou capina manual mínima ou ambos combinados*).

No final, os tempos gastos nos itinerários técnicos em PD são reduzidos de 58 a 65% em relação aos conduzidos com aração e capinas tradicionais.

→ **Performances econômicas comparadas dos sistemas de cultivo = vantagens esmagadoras para o Plantio Direto**

Estas performances econômicas foram estabelecidas a cada ano em cada localidade e para cada sistema de cultivo por hectare. Apresentamos aqui, a título de exemplo, os resultados do ano agrícola 1997/98.

Os custos de Produção (CP) somam os custos das sementes, dos insumos (*adubos, pesticidas*) e da mão de obra (MO). As Margens Brutas (MB) representam a diferença entre Receita (R) e os custos de produção menos a mão de obra [MB = R - (CP - MO)]. As margens líquidas (ML) estão obtidas por diferença entre as receitas e os custos de produção totais, incluindo a mão de obra [ML = R - (CP + MO)]. A valorização do dia de trabalho (VDT) é o resultado da divisão da margem bruta pelo número de dias de trabalho (NDT).

$$\text{VDT} = \frac{\text{MB}}{\text{NDT}}$$

Os resultados econômicos relativos ao ano agrícola 1997/98 estão apresentados nas figuras 67 a 69 e evidenciam :

+ Os custos de produção são sistematicamente menor no PD, qualquer que seja o nível de adubação e o tipo de solo, graças a uma fortíssima redução da mão de obra em PD: 12 a 30% de economia em função da cultura e do nível de adubação.

+ Os custos com esterco só, estão variando entre 1.000.000 e 1.300.000 Fmg/ha (seja 155 e 200 US\$/ha); eles quase duplicam com utilização da adubação mineral média. O uso da adubação mineral forte aumenta os custos de aproximadamente 20% em relação a adubação mineral média (1,00 US\$ = 6.451 Fmg) [Fig. 67]

+ As margens líquidas sempre são muito maiores no Plantio Direto do que na aração, para todas as culturas e qualquer que seja o nível de adubação. As mais interessantes nos solos ácidos são, em PD :

-Para a cultura do milho com esterco só :

+ 323 US\$/ha contra 58,00 US\$ na aração.

-Para a cultura de soja, com esterco + adubação mineral média :

+469 US\$/ha contra +122 US\$/ha na aração,

-Para a cultura de feijão, com esterco só : + 139 US\$/ha contra uma margem negativa de -104 US\$/ha na aração (Fig. 68).

A cultura da soja é aquela que melhor valoriza a fertilização mineral de nível médio.

A Valorização do dia de trabalho (Fig. 69)

Este indicador econômico é muito pertinente para avaliar as performances dos sistemas de cultivo, pois leva em consideração os tempos gastos e a margem bruta.

Em relação ao salário mínimo diário de 0,87 US\$, pago na região em 1997/98, os sistemas em PD praticados com esterco só que valorizem melhor o dia de

trabalho (*Fig. 69*), oferecem remunerações diárias oscilando entre 2,13 e 4,65 US\$ nos solos ácidos de baixa fertilidade, em função das culturas, seja de 3 a 5 vezes o salário mínimo diário.

O milho revela-se a produção mais remuneradora em solo ácido em PD com esterco só, seguido da soja e do feijão. A soja é a cultura que melhor valoriza a adubação mineral e proporciona a maior valorização do dia de trabalho: 5,80 US\$ na adubação média + esterco e 6,00 US\$ na adubação forte + esterco.

Os sistemas de cultivo praticados com aração nos solos ácidos induzem valorizações de dia de trabalho próximas do salário mínimo diário unicamente para as culturas de milho e soja.

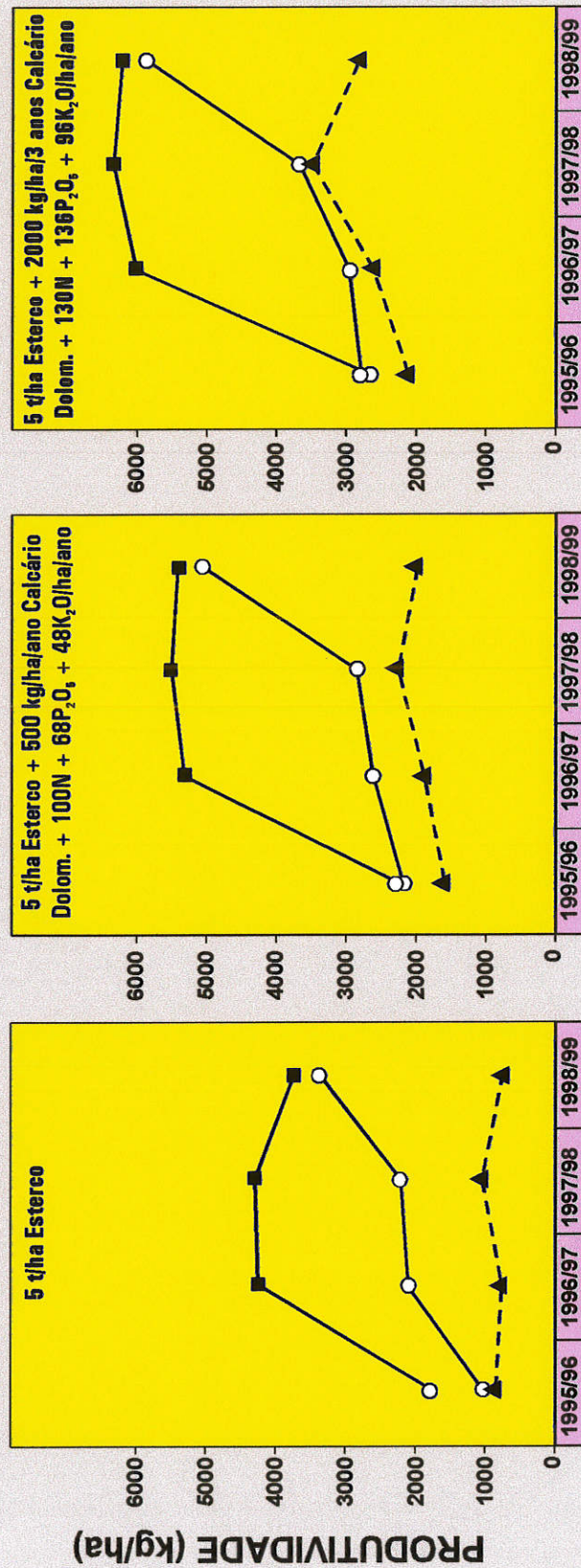
As vantagens agronômicas e técnico-econômicos do Plantio Direto em relação ao preparo convencional são esmagadoras. Todavia, para se beneficiar delas plenamente, é preciso controlar bem as pragas do solo em PD, as quais podem localmente afetar negativamente a produtividade das culturas. A escolha das biomassas de cobertura combinadas com tratamento inseticida e com escolha dos melhores genótipos constituem as melhores vias de resolução deste problema.

FIG. 62 EVOLUÇÃO DAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS DE MILHO EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DO SOLO E DAS CULTURAS, EM CULTURA MANUAL

Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1995/99

• MÉDIA DE 4 LOCALIDADES SOBRE SOLOS ÁCIDOS DE BAIXA FERTILIDADE

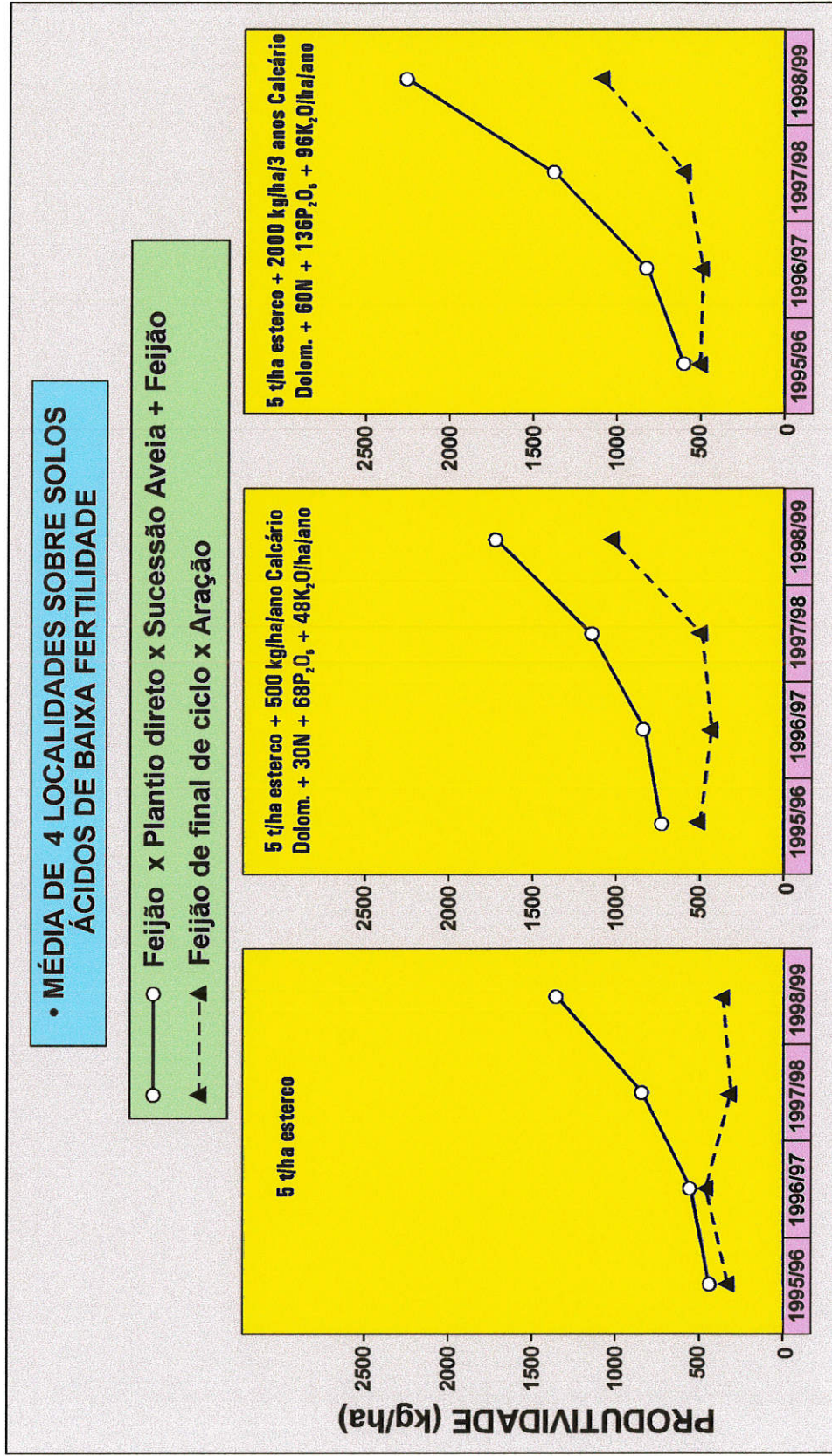
- Plantio direto - Milho + Leguminosas associadas
- Plantio direto - Milho + Leguminosas associadas+ "ecobuage"
- ▲ Aração - Milho cultura pura



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

FIG. 63 EVOLUÇÃO DAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS DE FEIJÃO EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DO SOLO E DAS CULTURAS, EM CULTURA MANUAL

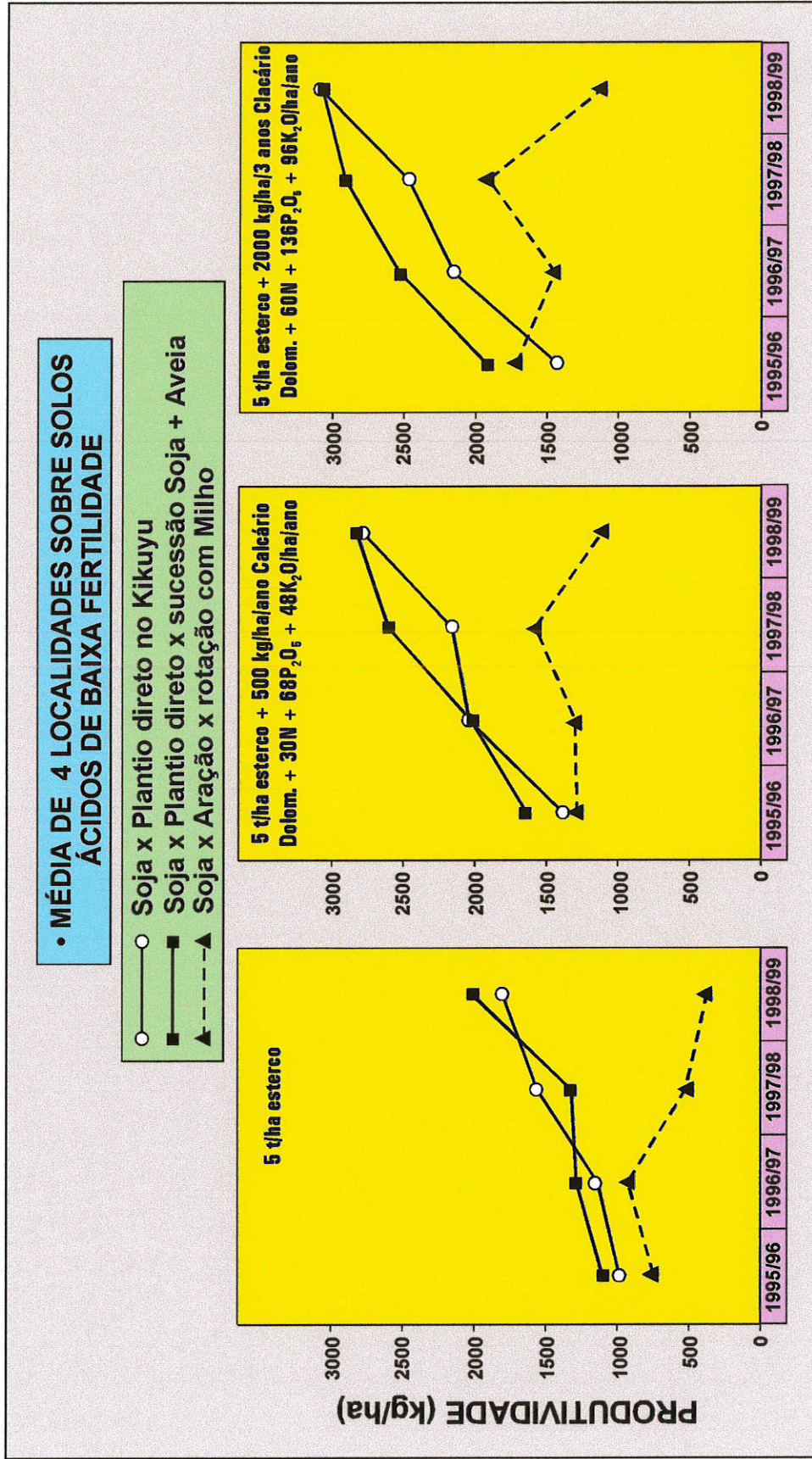
Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1995/99



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

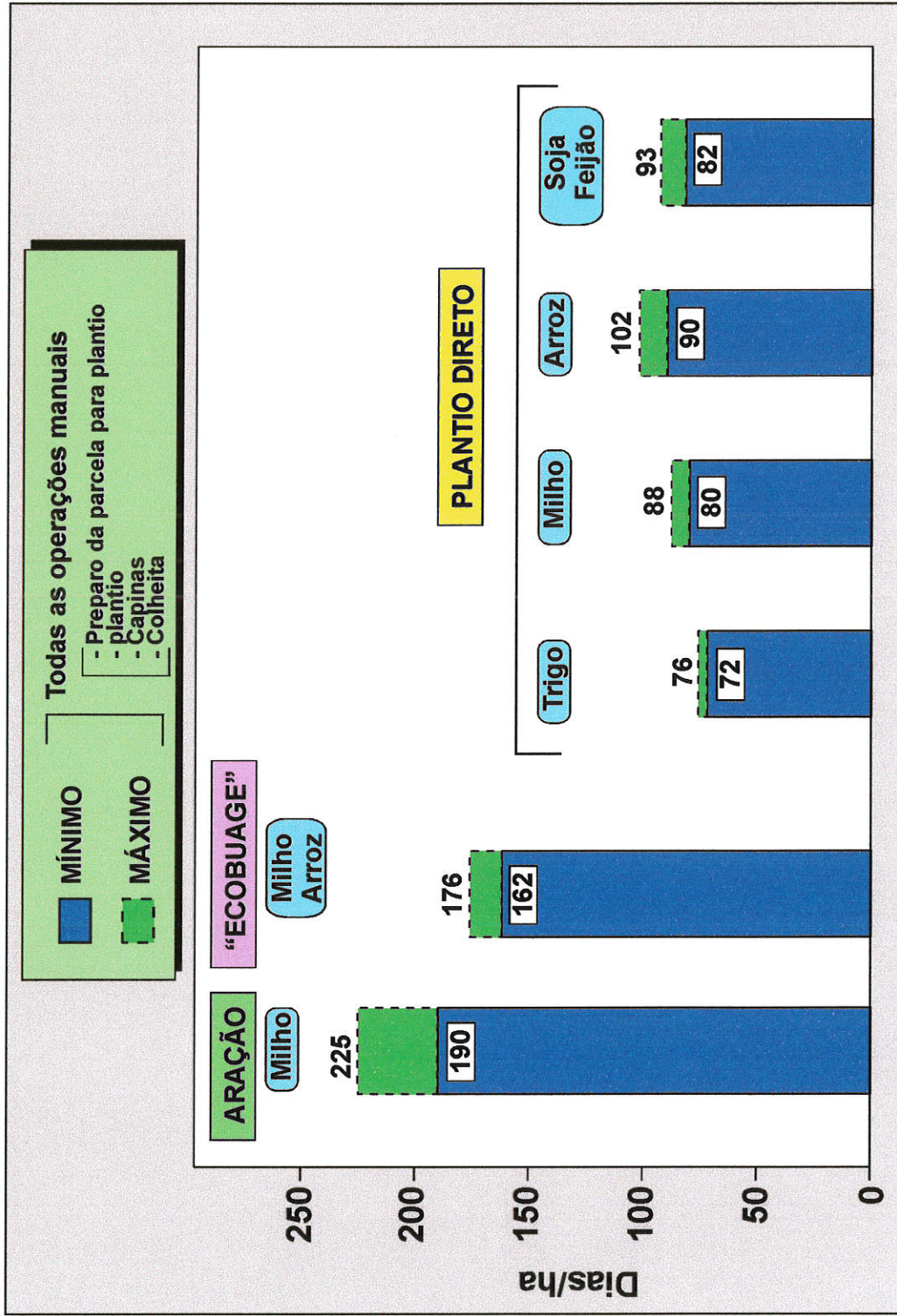
FIG. 64 EVOLUÇÃO DAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS DE MILHO EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DO SOLO E DAS CULTURAS, EM CULTURA MANUAL

Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1995/99



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFA, Antsirabé, 1999

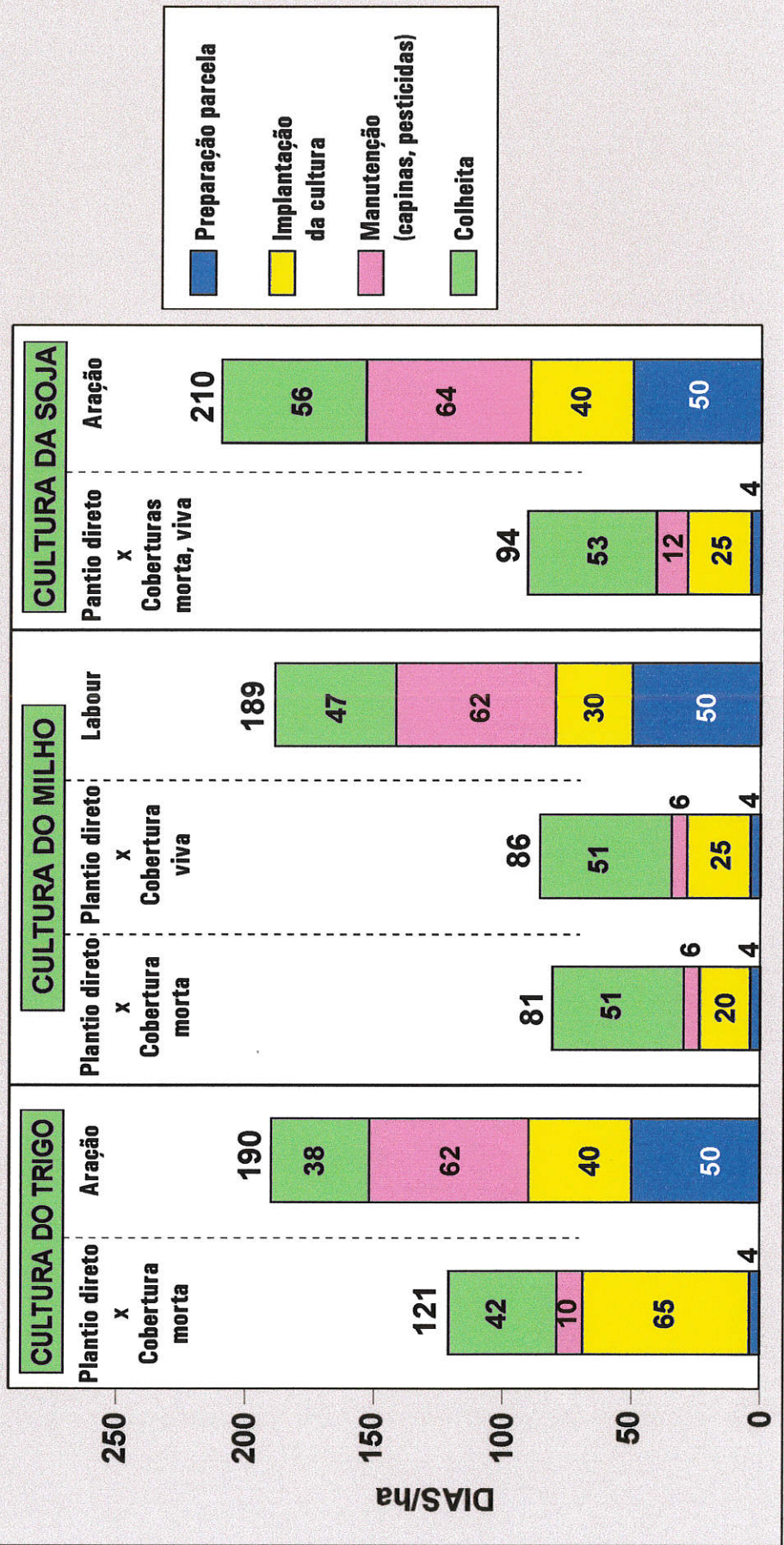
FIG. 65 TEMPOS GASTOS NAS OPERAÇÕES MANUAIS POR ITINERÁRIO TÉCNICO EM DIAS/ha EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS
 - Latossolos e solos vulcânicos das altas terras de Madagascar - Antsirabé, 1994/99



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

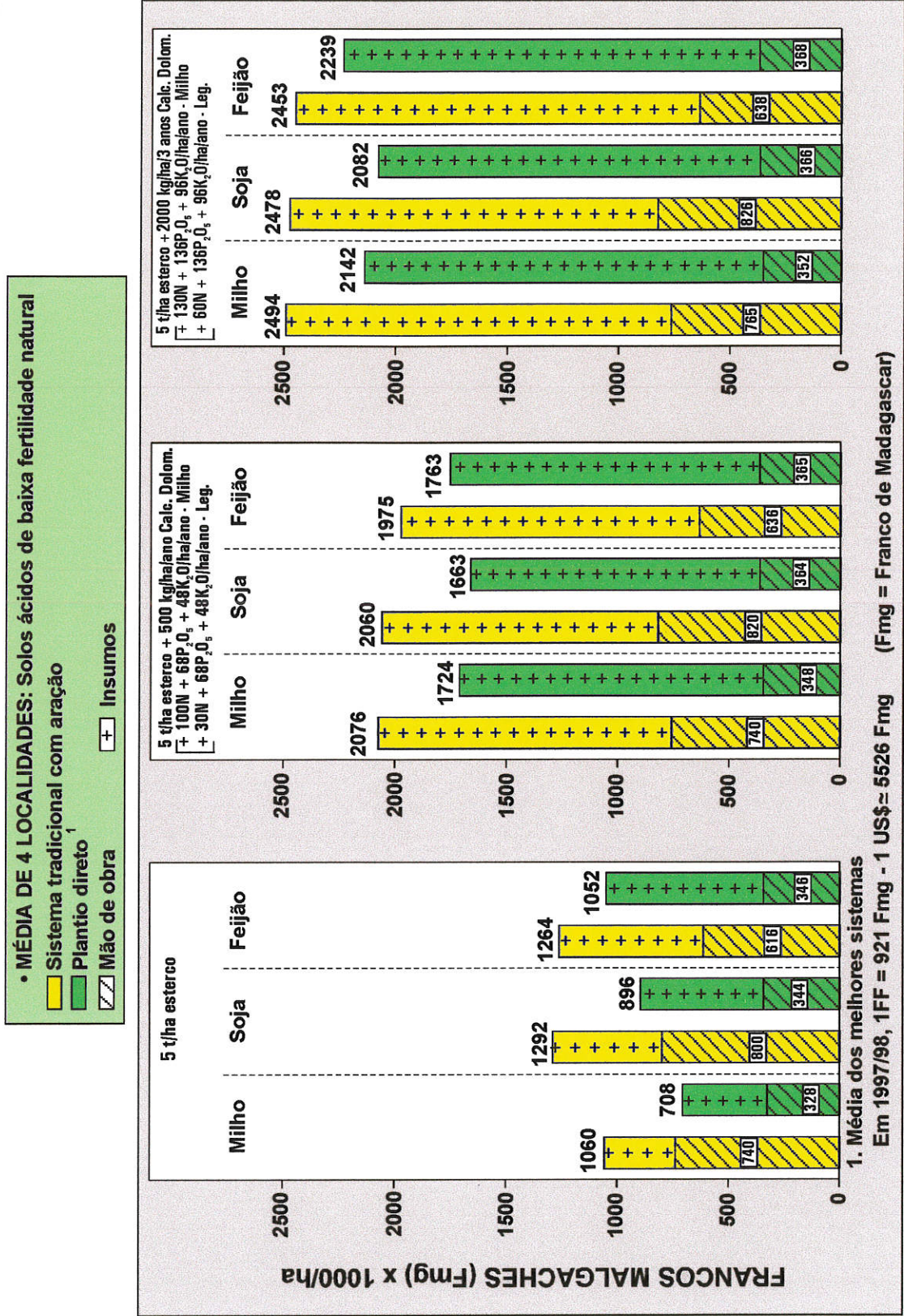
FIG. 66 COMPARAÇÃO DOS TEMPOS MÉDIOS GASTOS NAS OPERAÇÕES EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS NA SOJA, NO MILHO E NO TRIGO.
 - Latossolos e solos vulcânicos das altas terras de Madagascar - Antsirabé, 1994/99

**FAZENDA ANDRANOMANELATRA
 SOLO DE BAIXA FERTILIDADE**



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFA, Antsirabé, 1999

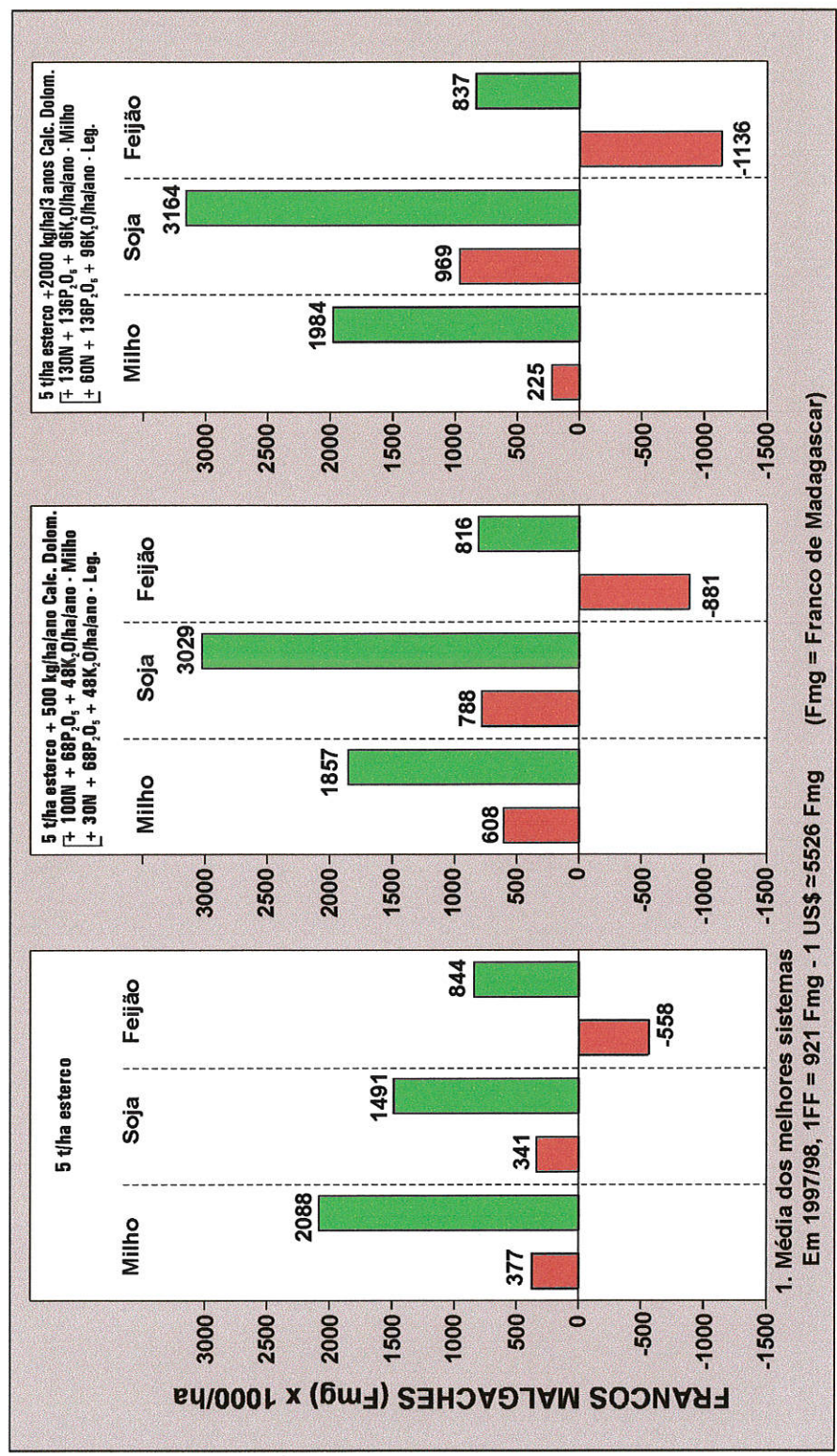
FIG. 67 CUSTOS DE PRODUÇÃO DAS CULTURAS DE MILHO, SOJA E FEIJÃO EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS EM AGRICULTURA MANUAL - Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1997/98



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFA, Antsirabé, 1999

FIG. 68 MARGENS LÍQUIDAS DAS CULTURAS DE MILHO, SOJA E FEIJÃO EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS EM AGRICULTURA MANUAL - Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1997/98

• MÉDIA DE 4 LOCALIDADES: Solos ácidos de baixa fertilidade natural
 ■ Sistema tradicional com aração
 ■ Plantio direto¹



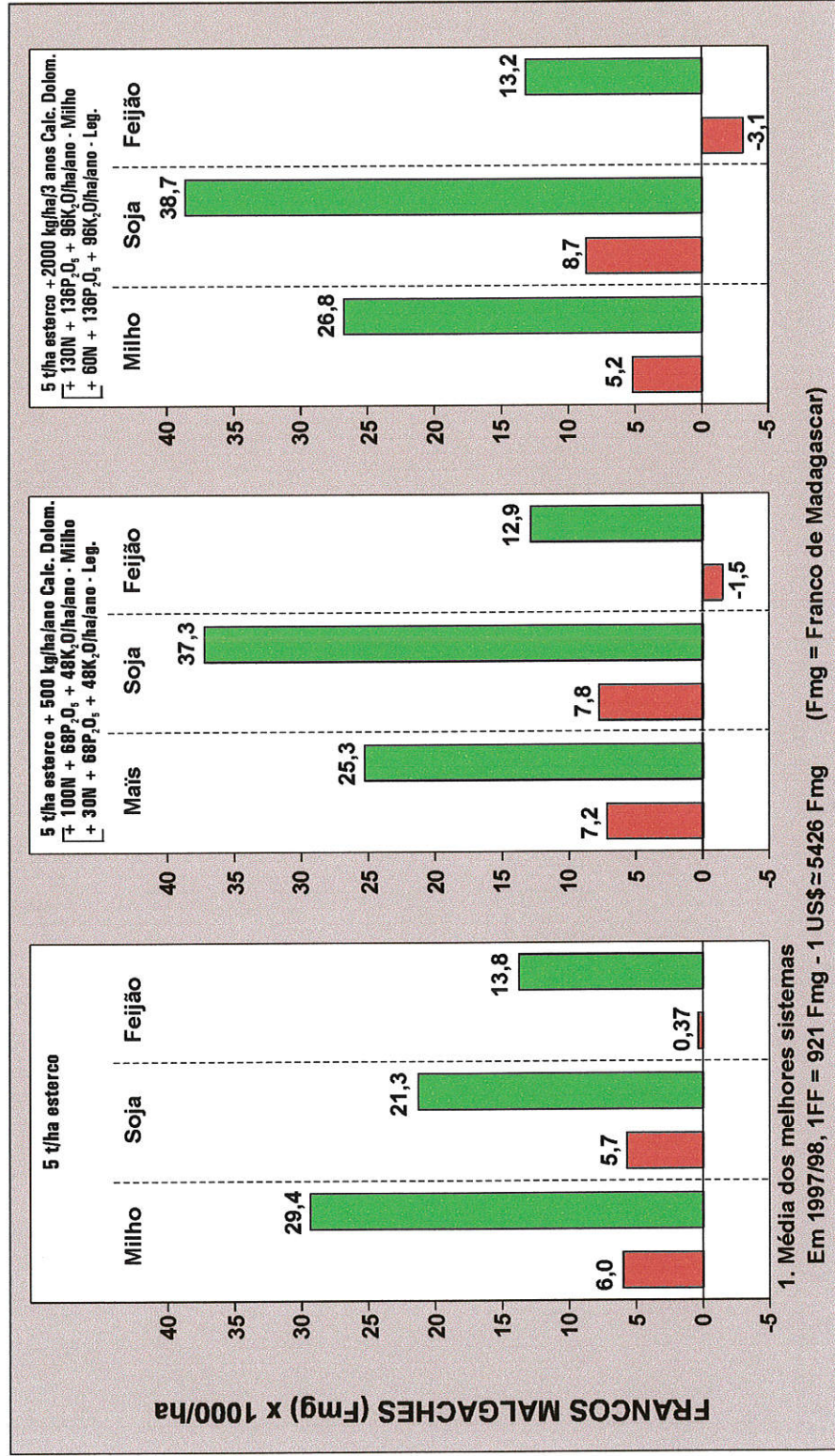
FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFA, Antsirabé, 1999

FIG. 69 VALORIZAÇÃO DO DIA DE TRABALHO DAS CULTURAS DE MILHO, SOJA E FEIJÃO EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS EM AGRICULTURA MANUAL - Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1997/98

• MÉDIA DE 4 LOCALIDADES: Solos ácidos de baixa fertilidade natural

■ Sistema tradicional com aração

■ Plantio direto



FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFA, Antsirabé, 1999

IV - DISCUSSÃO

A capacidade dos sistemas de cultivo em seqüestrar carbono, como suas performances agronômicas e técnico-econômicas dependem em primeiro lugar da capacidade dos atores da Pesquisa e da Extensão em construir *in situ* sistemas de cultivo cada vez mais atuantes.

A análise comparada da capacidade de sequestração do carbono, em regiões tropicais, subtropicais e temperadas feita por J.C.M. Sá e al. (2000), a partir de resultados obtidos por diversos autores dessas grandes eco-regiões, o leva a se fazer a pergunta fundamental seguinte: porque a acumulação de M.O. em plantio direto é muitas vezes mais importante em clima tropical e subtropical do que em clima temperado, apesar da taxa de decomposição da M.O. estar entre 5 a 10 vezes maior? (Lal R. e Logan T.J., 1995).

J.C.M. Sá e al (2000 a & b) sugerem varias hipóteses concordantes e coerentes para explicar estes modos de funcionamento da M.O., pelo menos paradoxais :

- Se a decomposição das restevras é efetivamente muito mais veloz sob clima tropical, decorrente de condições climáticas especialmente favoráveis, ela está também acompanhada de uma importante liberação de compostos orgânicos que atuam como agentes de agregação; este fenômeno aumentaria a quantia de macro-agregados que assegurariam a proteção física da M.O.. Os polissacarídeos teriam um papel determinante como agente de agregação neste processo (Neufeldt H. et al., 1999).
- A faculdade de cultivar 2 ou até 3 culturas por ano possibilita a restituição constante de resíduos de diferentes composições fitoquímicas: as leguminosas trariam sobretudo os polissacarídeos, as gramíneas forneceriam os polifenóis e sua rotação favoreceria a formação de macro-agregados estáveis na camada superficial, nos quais a M.O. estaria protegida.

Se os resultados que obtivemos confirmam as observações de J.C.M. de Sá e al., e podem efetivamente se inscrever nessas hipóteses gerais, eles estão determinados "a montante", pela tipologia dos sistemas em PD que constituem ao mesmo tempo o centro decisivo das explicações pertinentes relativas a importância da taxa de sequestração do carbono, e o fornecedor de sistemas de cultivo mais atuantes apropriáveis pelos agricultores.

O Plantio Direto (PD) agrupa, de fato, num mesmo vocábulo, diversas fâcies diferenciados em função da gestão de matéria orgânica; na maioria dos sistemas de cultivo praticados nos E.U.A. e no sul do Brasil, onde se concentram as maiores áreas em PD (33,2 milhões de ha), o P.D. é realizado principalmente nas restevras e inclui poucas biomassas anuais de reforço exceto no estado do Paraná no Brasil (Ponta Grossa), onde a aveia, em cultura pura ou consorciada com ervilhaca, e o azevém reforçam, no inverno, uma parte do afolhamento⁴ (25%) a cada ano.

Nos TCS (Técnicas Culturais Simplificadas) ou Preparo mínimo, muitas vezes assimiladas, de modo errôneo, ao Plantio Direto na Europa, a superfície do solo sempre é mexida; porém, este horizonte muito superficial, como sob floresta, tem um papel fundamental: interface de trocas essenciais com a atmosfera, é também um local de acumulação das restevras, de ação dos diversos organismos

⁴ Afolhamento = Repartição anual das culturas a nível das fazendas

"decompositores" do solo (*fragmentação, digestão, incorporação dos resíduos*), os quais são destruídos a cada preparo do solo, mesmo superficial; este pode criar descontinuidades físicas nocivas no perfil cultural em função das condições de umidade na hora de sua realização; a estrutura feita pelos "cabelos radiculares" de superfície deve se refazer em permanência.

Para enfrentar as condições excepcionalmente altas de mineralização da M.O. nos Trópicos Úmidos, o CIRAD teve de imaginar novos conceitos de gestão da M.O., inspirados diretamente do funcionamento estável do ecossistema florestal, na efetivação dos quais os solos, como sob a floresta, devem ser totalmente mantidos cobertos e protegidos por uma cobertura vegetal e nunca são trabalhados (*Seguy L. et al., 1998 e*).

4.1. OS CONCEITOS INOVADORES DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DO RECURSO-SOLO: O PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL PERMANENTE

- ◆ As técnicas de Plantio Direto (*PD*), sem nenhum preparo de solo, desenvolvidas em regiões subtropicais (*Brasil*) e temperados (*Estados Unidos*), que estão construídas basicamente sobre restevias, são insuficientes em clima tropical quente e úmido para restaurar rapidamente, e depois manter a fertilidade global do solo, ao menor custo (*Séguy L. et al., 1996*):
 - O "reator - mineralização da M.O." consome mais húmus do que recebe dos sistemas de cultivo (*exceto pastos e fornecimentos exógenos de M.O.*);
 - A reestruturação do espaço poral a partir tão somente dos sistemas radiculares das culturas é insuficiente para o desenvolvimento favorável e duradouro da maioria das culturas;
 - A cobertura do solo não é mais assegurada após algumas semanas, deixando exposto as agressões climáticas, ao passagem dos implementos, e facilita a proliferação das invasoras (*Fig. 70*).
- ◆ A partir destes fatos comprovados, o CIRAD-CA concebeu e colocou em prática novas técnicas de PD, inspiradas diretamente do funcionamento do ecossistema florestal: o Plantio Direto sobre Cobertura Permanente do Solo
- ◆ Se na construção destes sistemas, a pesquisa do CIRAD toma como modelo global de funcionamento o do ecossistema florestal, ela teve, para conseguir chegar lá, desenvolver uma série de conceitos fundamentais complementares, relativos a gestão da M.O.

4.1.1. O CONCEITO DE BIOMASSA RENOVÁVEL, CHAMADA "BOMBA BIOLÓGICA"

Esta biomassa "de intercultura" garante, a cada ano, a cobertura permanente do solo, até nas condições mais propícias a mineralização ativa da M.O. (*pluviometria e temperaturas elevadas nos Trópicos Úmidos*) e possui múltiplas funções essenciais e complementares que podem ser expressadas através dos **princípio e conceito de multifuncionalidade das coberturas** :

⇒ **ACIMA DO SOLO (Fig. 71, 72 e 75).**

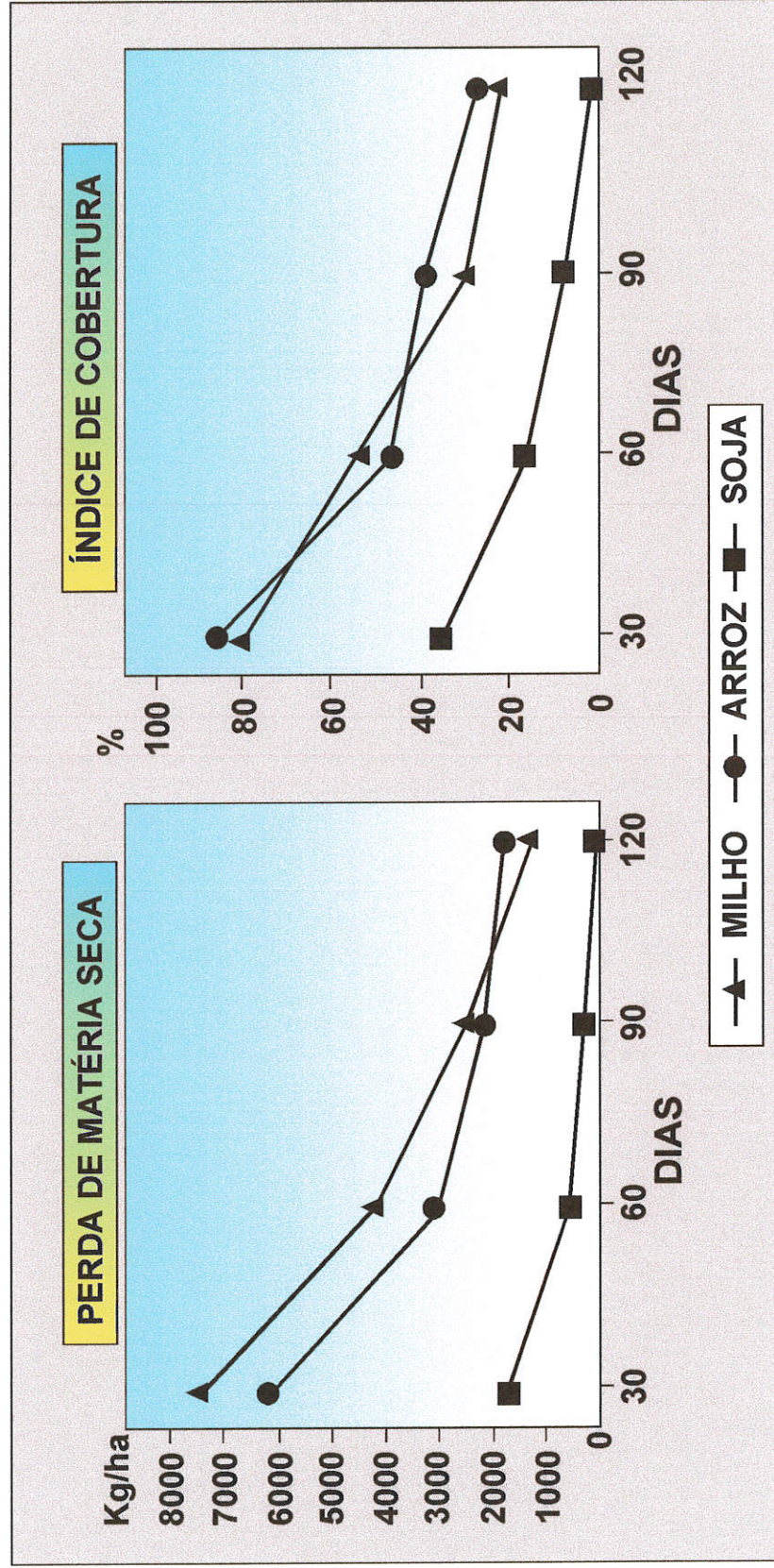
- * **Proteção total** e permanente da superfície contra os excessos climáticos e controle total da erosão (*papel regulador para a água e a temperatura, protetor para a fauna e as moléculas de pesticidas, amortecedor para as passagens de máquinas e animais pesados*),
- * **Função alimentar** para a cultura principal (*regida pela relação C/N e pelo teor em lignina das partes aéreas e radiculares*) e função alimentar para os animais (*integração da pecuária, vocação forrageira das biomassas*), para a fauna e a microflora do solo (Fig.72);
- * **Função de controle das invasoras** por sombreamento e/ou alelopatia (Fig. 75).

⇒ **ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SOLO (Fig. 71 a 78).**

- * **Reestruturação do solo** através de um alto poder agregante do sistema radicular (*Trama emaranhada radicular = estrutura de sustentação do solo, a exemplo do vergalhão no concreto armado*), que lhe dá propriedades físicas e biológicas muito atuantes = qualidade do espaço poral que é simultaneamente muito filtrante, arejado, propiciando um enxugamento rápido do perfil cultural (*escoamento rápido dos excessos*) e uma boa capacidade de retenção em água (*microporosidade*), e que se mostra muito resistente a deformação por pressão exercida pelas máquinas ou pelo gado (Fig. 73, 76 e 78). A reestruturação eficaz do perfil cultural faz-se graças a produção de substâncias muito eficientes para agregar: os polissacarídeos, as endomicorizas vesículo-arbusculares [Doss D. D. et al.,1989]; as espécies *Eleusine coracana*, *Brachiaria ruziziensis*, *decumbens*, *humidicola* são exemplares a esse respeito, pois as raízes apresentam umas espessas bainhas protetoras de microagregados.
- * **Reciclagem dos nutrientes lixiviados** em profundidade, especialmente os nitratos, o potássio e o cálcio (*fechamento do sistema "solo-cultura"*), os quais são recolocados na superfície a cada ano graças aos sistemas radiculares das biomassas "bombas biológicas" muito potentes tanto na sua capacidade de desenvolvimento em profundidade quanto no seu alto poder de interceptação dos nutrientes minerais e das moléculas orgânicas (Vide Fig. 74).
- * **Utilização da água profunda** do solo, abaixo da área de bombeamento das culturas comerciais, a exemplo do ecossistema florestal na estação seca. Esta capacidade de se conectar com a reserva de água profunda permite produzir biomassa verde na estação seca, de injetar carbono de modo contínuo no perfil cultural e de sustentar uma atividade biológica intensa no ano todo (Cf. Fig. 76 e 78).
- * **Capacidade em mobilizar a fertilidade:** extração de nutrientes pelo sistema radicular, que em seguida são recolocados a disposição das culturas pela mineralização da matéria seca, e isto, sobretudo em condições de solos considerados improdutivos para a maioria das culturas comerciais alimentares e/ou industriais (*As espécies dos gêneros Eleusine e Brachiaria fixam nitrogênio nas suas rizosferas através de bactérias não*

FIG. 70 ■ EVOLUÇÕES

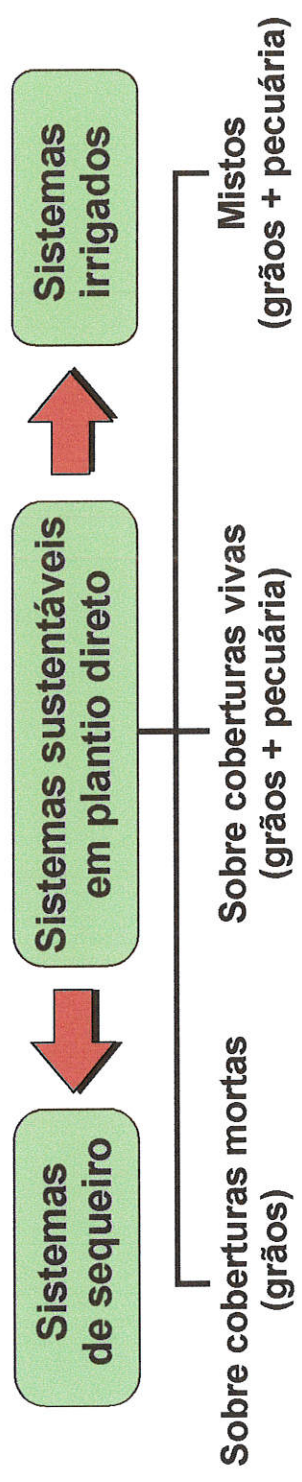
- Da perda de matéria seca das restegas de colheita,
- Do índice de cobertura do sol,
→ Restegas da colheita de Milho, Arroz, Soja, em plantio direto



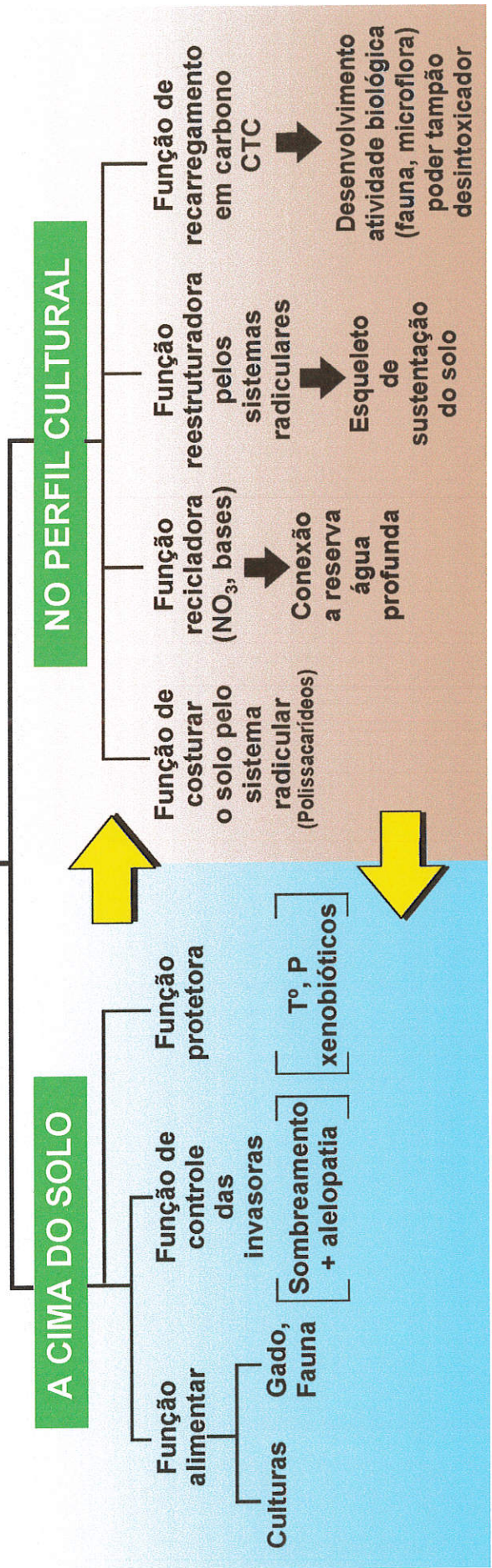
(*) Ecologia dos cerrados úmidos. Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1985/89

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA: M. Matsubara - 1985/89

FIG. 71 O CONCEITO DE MULTIFUNCIONALIDADE DAS BIOMASSAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO

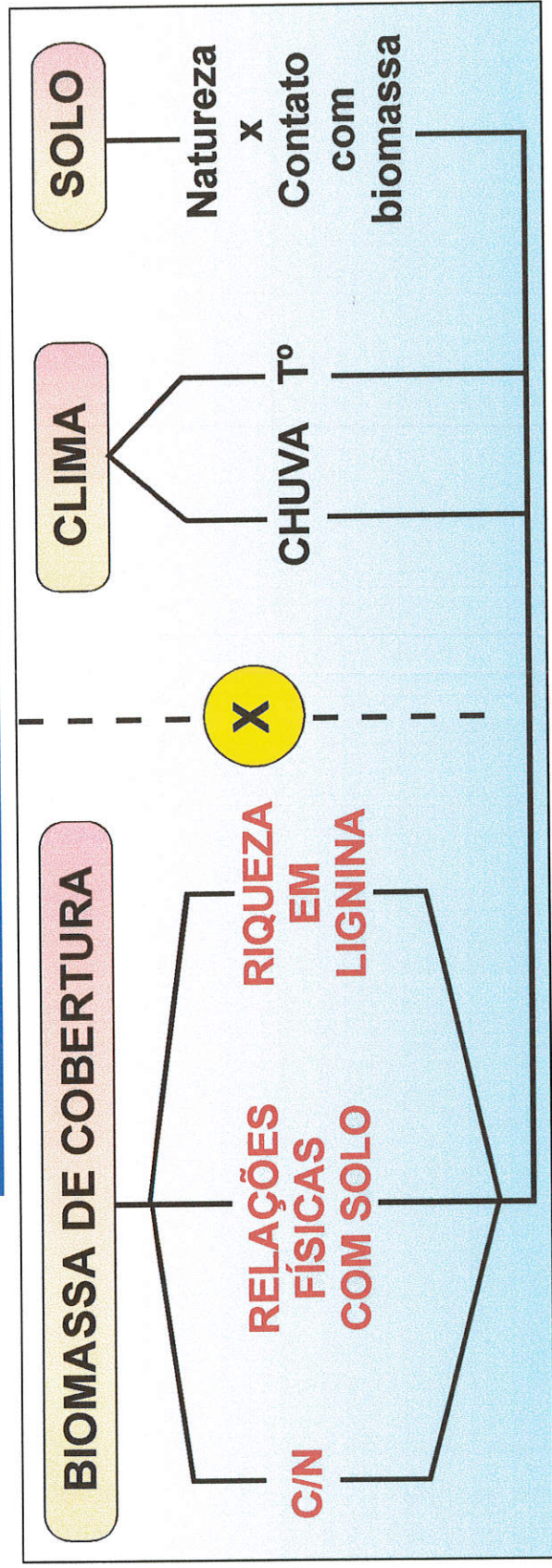


MULTIFUNCIONALIDADE DAS COBERTURAS

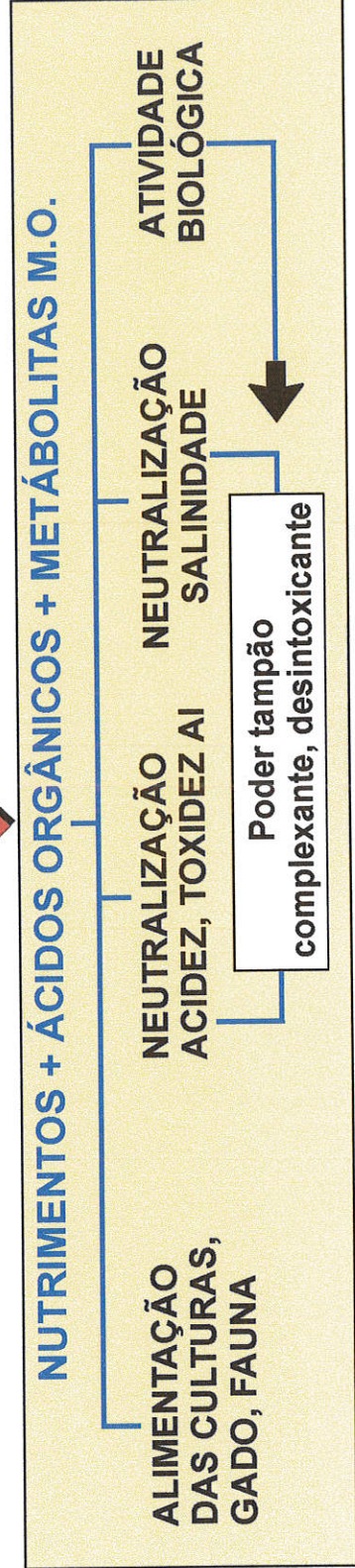


FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

FIG. 72 FUNÇÃO ALIMENTAR



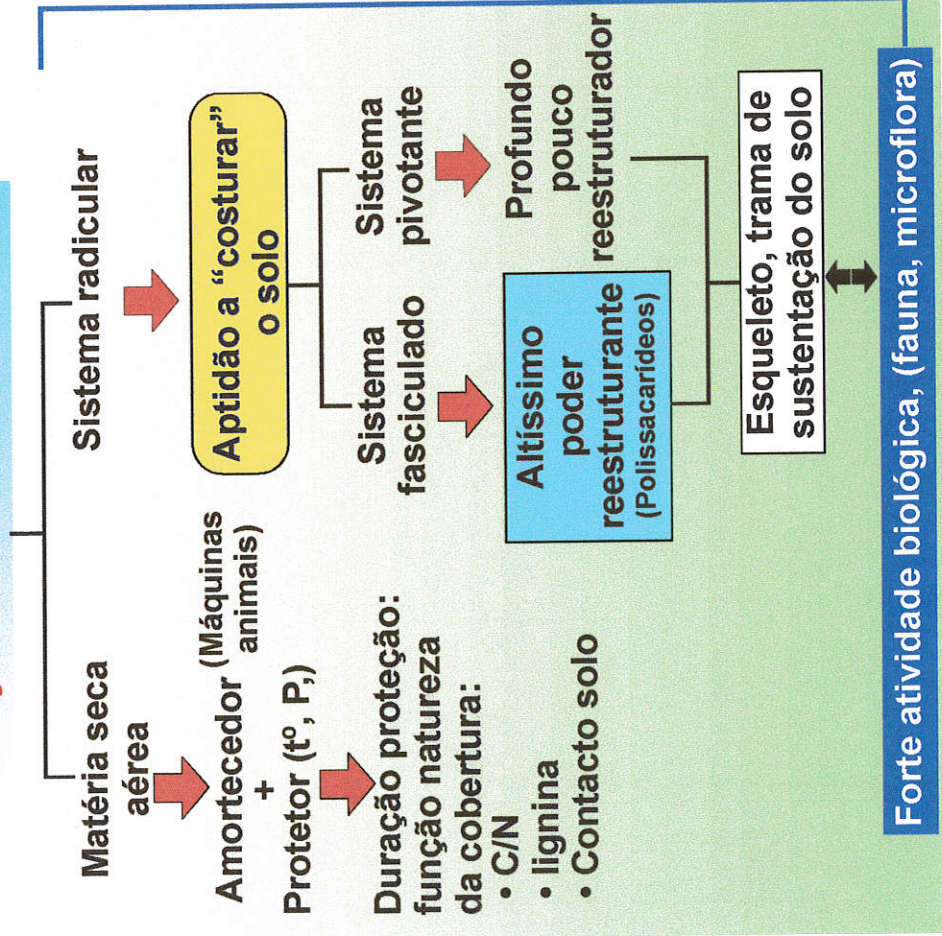
VELOCIDADE DE MINERALIZAÇÃO



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

FIG. 73 [• PROTEÇÃO CONTRA A EROSÃO
• PODER REESTRUTURANTE
FUNÇÕES: • RECARREGAMENTO DO CARBONO]

PROTEÇÃO CONTRA A EROSÃO



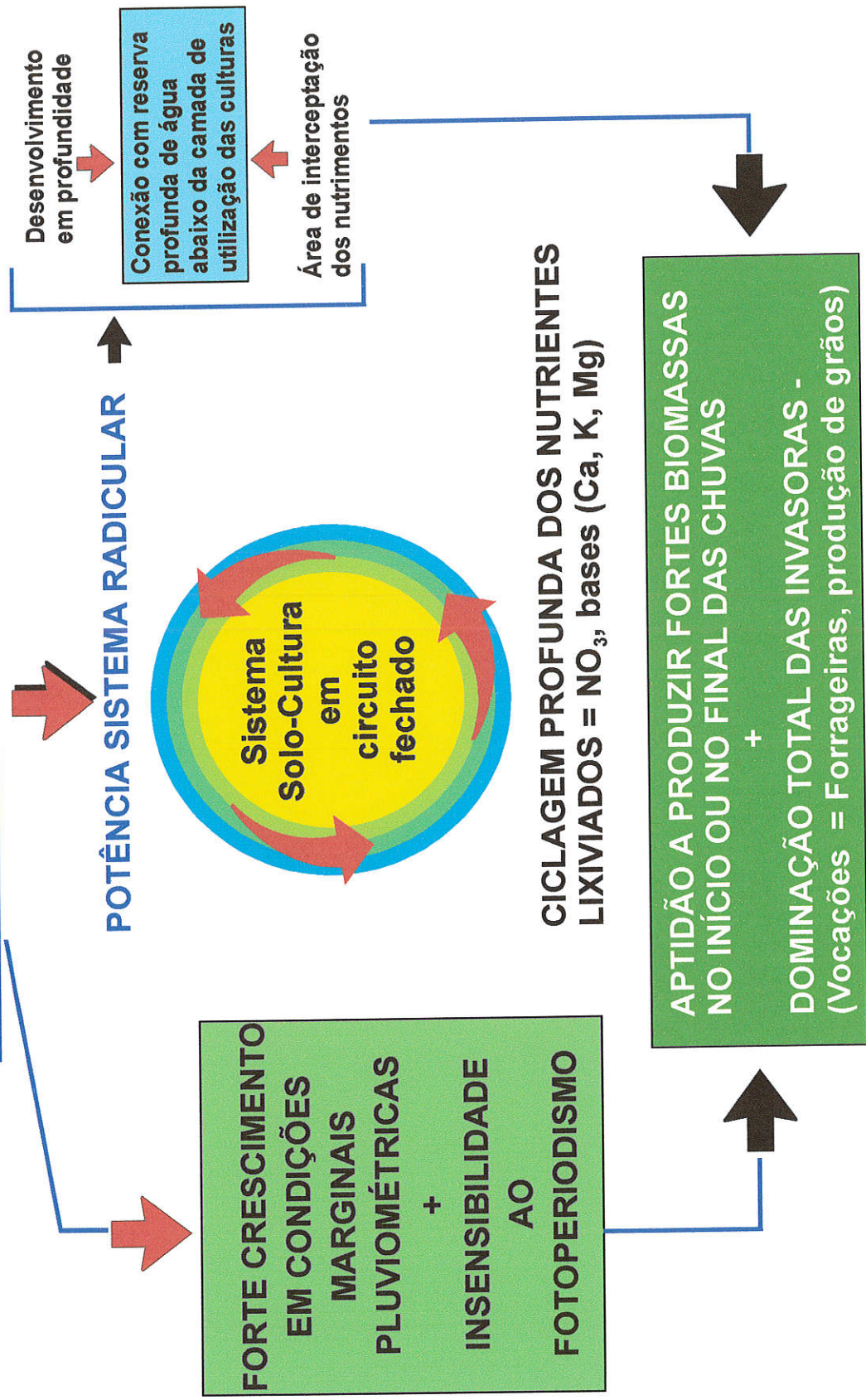
- Seqüestração, injeção C contínua por Rizodeposição - Sistema radicular rico em lignina, protegido por colóidos minerais - → Decomposição mais lenta do que nas partes aéreas → 1º fator seqüestração C

- Firmeza do solo, permitindo tráfego de máquinas pesadas e gado, sem alterar a porosidade até em solo úmido -
- A terra não gruda nos implementos até em solo muito úmido.

(*) As biomassas mais atuantes para o conjunto das funções:
Pé de galinha = *Brachiaria* > *Sorgo* > *Milheto*
• Consórcios: [*Milho, Sorgo, Milheto, Arroz* + *Brachiaria, Panicum*]
[*Milho, Sorgo, Milheto, Arroz* + *Stylosanthes g., Arachis*]

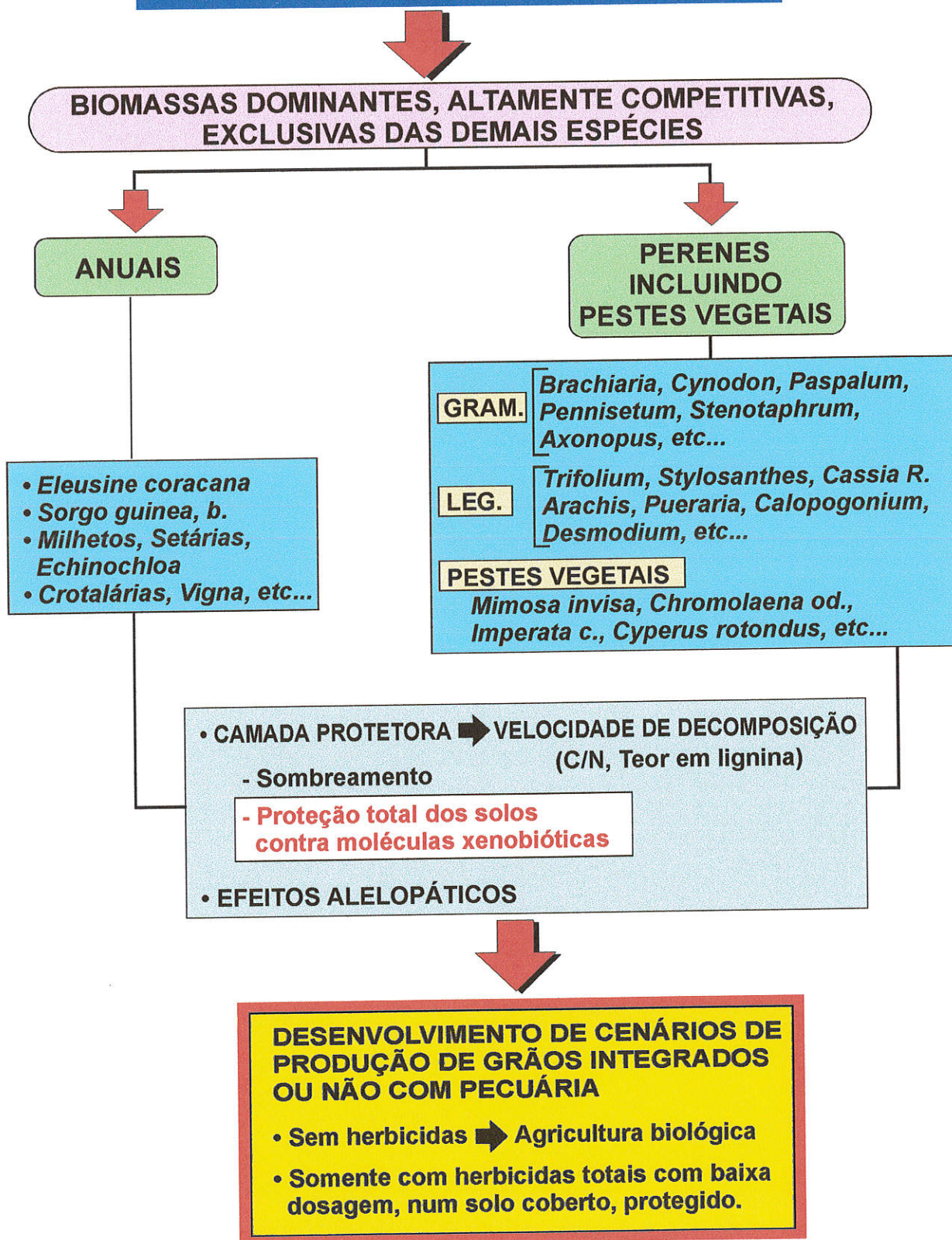
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Matronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

FIG. 74 FUNÇÃO RECICLADORA



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

FIG. 75 FUNÇÃO: CONTROLE DAS INVASORAS



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

simbióticas e são capazes graças a endomicorização vesículo-arbuscular de mobilizar formas insolúveis de fósforo).

- * **Desenvolvimento de uma forte atividade biológica** constante durante o ano todo: os potentes sistemas radiculares de sustentação do solo constituem ambientes privilegiados, pois são protegidos e nunca remanejados e propiciam assim o desenvolvimento e a atividade da fauna e da microflora.
- * **Poder desintoxicante das biomassas vegetais** de cobertura ("*bioerremediação*"): contra a toxidez em alumínio por exemplo (*gênero Brachiaria*) ou contra a salinidade (*ácidos orgânicos diversos liberados durante a mineralização das biomassas de cobertura que exercem um forte poder neutralizador, complexante*) [Miyazawa M., Pavan M.A., Franchini J.C. 2000].

Enfim, a permanência de uma cobertura total da superfície do solo representa a melhor e mais eficaz proteção contra a poluição pelos pesticidas (*Xenobióticos*), para qualquer tipo de agricultura:

- . **Costurando realmente o solo** por tramas radiculares potentíssimas e estruturadoras, o risco de perdas dos colóides e dos demais componentes do solo é completamente eliminado (*controle perfeito das externalidades sólidas, excetos os solutos*).
- . **O espesso protetor**, sempre mantido acima da superfície do solo, intercepta totalmente os produtos pesticidas (*sempre coexiste na superfície, mesmo nos Trópicos Úmidos onde o "reator mineralização" é mais ativo em intensidade e duração, ao mesmo tempo: resíduos mais ricos em lignina em via de humificação sobrando dos ciclos anteriores, e as "bombas biológicas" verdes e em pé que produzem entre 7 e mais de 15 t/ha de matéria seca*); seja um protetor verde, vivo, com 35 a mais de 70 t/ha de matéria verde na hora da dessecação com herbicidas de manejo; portanto, a superfície do solo está fora do perigo de um contato direto com os pesticidas.
- . **Os volumes de caldas de herbicidas totais** podem ser reduzidos para menos de 50 l/ha e são absorvidos em totalidade pela biomassa verde antes de tocar o solo.
- . **Desenvolvendo uma fortíssima atividade biológica** no horizonte nutritivo 0-5 cm, sempre protegido da agressão antrópica o sistema de PD sobre cobertura morta ou viva dispõe de um possante aparelho de degradação para algumas moléculas que poderiam eventualmente atravessar o protetor da superfície.
O Plantio Direto sobre cobertura permanente parece ser, sem dúvida, um modo de produzir mais limmente, e fazendo alguns ajustes técnicos, os pequenos agricultores das regiões tropicais deveriam se beneficiar desta técnica e ver assim sua remuneração aumentar (*argumento marcante de luta contra a pobreza*).

4.2. TENTATIVA DE SÍNTESE

Ela tratará essencialmente do caso dos Trópicos Úmidos, melhor simulador da dinâmica das matérias orgânicas e para o qual nos temos a maior experiência.

A gestão da M.O., renovável a curto prazo e a menor custo, está no coração da construção agro-econômica dos sistemas de cultivo sustentáveis em PD, mais atrativos para os agricultores, nos quais as ferramentas biológicas substituíram as ferramentas mecânicas.

Nos sistemas em PD que foram imaginados em ambientes temperado e subtropical, as restevas das culturas comerciais (*partes aéreas e radiculares*) asseguram o bom andamento do PD e determinam sua eficácia e sua qualidade (*produtividade, capacidade em seqüestrar o carbono, em reciclar os nitratos e as bases, em degradar os xenobióticos*). A parte dada as plantas de cobertura nesses sistemas ("*interculturais*") só interessa freqüentemente uma porção limitada do afolhamento⁴, e o "reforço" dessas "bombas biológicas" para o funcionamento global do sistema PD de fato é tão somente periódico e não anual.

Nos Trópicos Úmidos, onde o "reator de mineralização da M.O." encontra as condições ideais para sua atividade máxima, a noção de "reforço multifuncional" a partir de plantas de coberturas possantes que devem assegurar suas funções a cada ano, se impôs como uma necessidade imprescindível para, em primeiro lugar, assentar um plantio direto mais atuante, mais estável de que qualquer outro sistema com preparo do solo, e sobretudo para fazê-lo progredir constantemente em seguida sobre todos os planos: os que interessam diretamente a agricultura e os agricultores (*produtividade, critérios técnico-econômicos*) e os que conferem ao solo sua capacidade em produzir mais, sustentavelmente e ao menor custo (*sua qualidade biológica em geral e sua aptidão em seqüestrar o carbono em particular*).

Os modos de gestão do solo e das culturas em PD permitiram, na realidade, mobilizar uma parte crescente da capacidade do solo em produzir matéria seca por via organo-biológica. Os melhores sistemas de cultivo em PD aumentaram gradativamente sua capacidade de produção de biomassa anual renovável, até com baixos níveis de adubação mineral aplicados às culturas comerciais. O ritmo de restituições de matéria seca ao solo (*acima dele e no perfil cultural*) ultrapassou rapidamente o das capacidades de mineralização: a M.O. do solo pôde então se acumular.

Na construção *in situ* desses sistemas em PD, que seqüestram eficientemente o carbono, a pesquisa teve de agir com um enfoque holístico, ao mesmo tempo :

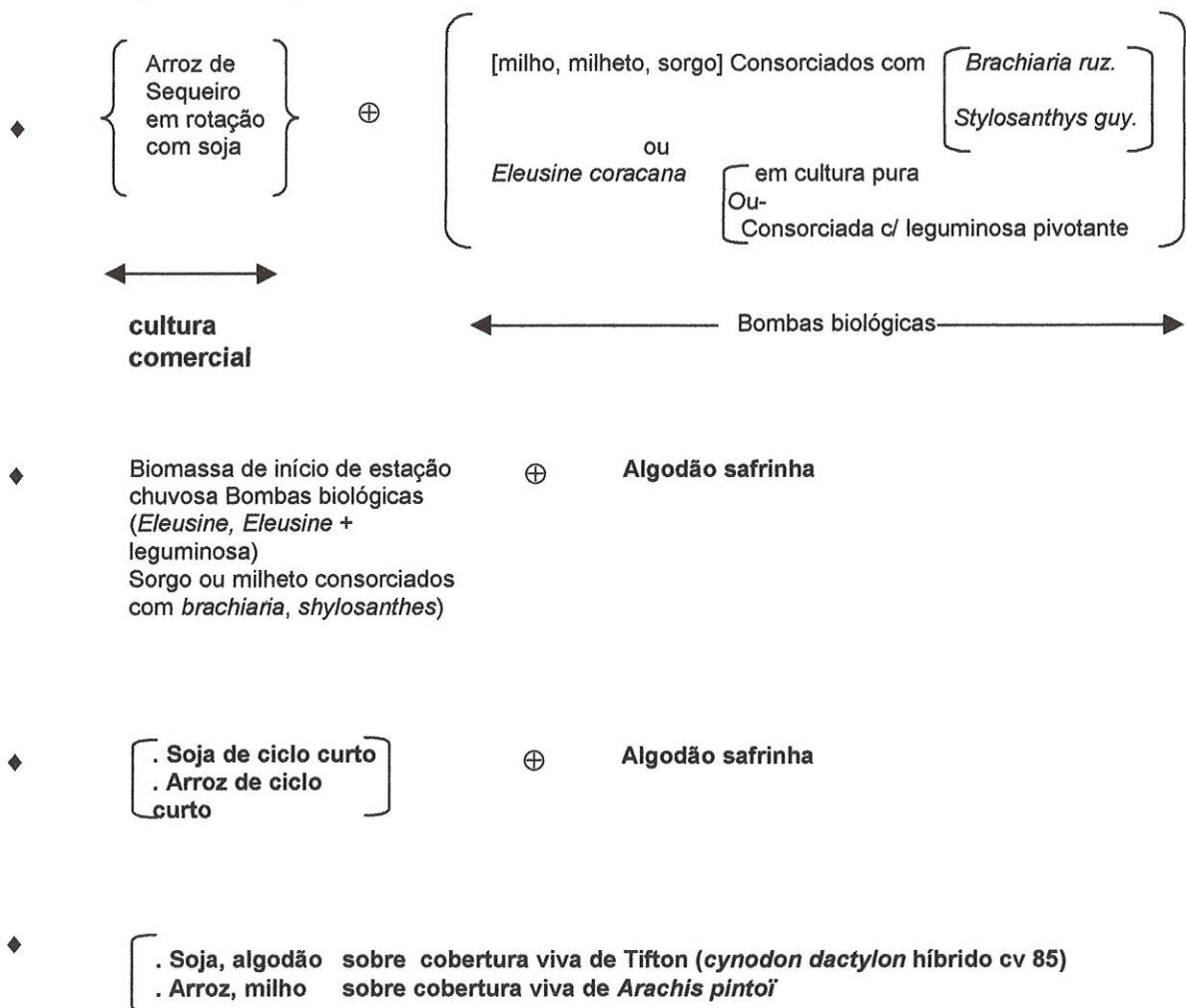
- Sobre a capacidade do solo em produzir sempre mais biomassa renovável ao menor custo (*acima do solo e no perfil cultural*);
- Sobre a qualidade da biomassa produzida tanto acima do solo quanto no perfil cultural, para que o processo de acumulação da M.O. seja superior ao de sua mineralização.

No que diz respeito ao aspecto **quantitativo** da biomassa anual produzida, introduzimos nas rotações e sucessões anuais das biomassas de "reforço" ou "bombas biológicas", que preenchem todo o espaço hídrico disponível antes e depois as culturas comerciais, que produzam, nessas condições pluviométricas geralmente aleatórias, quantias enormes de biomassa em cima do solo e no perfil cultura, que fecham o sistema solo-culturas a cada ano, e que regularizam os fluxos de trocas e de energia com a atmosfera (l^p , h), a exemplo do sistema florestal.

Passamos assim progressivamente do sistema de monocultura de soja com preparo do solo, fraco fornecedor anual de biomassa de natureza fugaz, para sistemas com uma só cultura anual construídos na rotação soja-cereais (*arroz, milho*) com preparo do solo, em seguida para sistemas alternando 2 culturas anuais em sucessão em PD num ano com uma só cultura no ano subsequente, depois para sistemas com 2 culturas anuais em sucessão praticadas em PD contínuo, e enfim para sistemas com 3 culturas por ano sempre em PD contínuo que incluem: 1 cultura comercial (*soja, arroz, milho*) seguida de cereais "bombas biológicas" (*milho, milheto, sorgo, Eleusine*) consorciadas com espécies forrageiras que são também potentes "bombas biológicas" e que produzem importantes biomassas na estação seca, as quais podem ser exploradas como adubo verde ou pastagem (*gêneros Brachiaria, Stylosanthes*) [Vide Fig. 76 e 77].

Nesses sistemas em PD, como no ecossistema florestal, o consórcio "cereal bomba biológica + espécie forrageira" em safrinha após a cultura comercial, utiliza a água profunda do solo, muito abaixo de 2 m de profundidade. Este consórcio possui também uma enorme capacidade de rebrotação nas primeiras chuvas da próxima estação chuvosa ou nas chuvas parasitas da estação seca, garantindo assim uma cobertura completa e permanente do solo.

Os sistemas de cultivo em PD que, em rotação, se revelam os mais atuantes a respeito da seqüestração do carbono, são :



Temos criados gradualmente sistemas em PD com 3 culturas por ano, cujo a ação no recurso solo estenda-se além da estação chuvosa de 7 a 8 meses e ocupa agora, de fato, os 12 meses do ano, usando melhor os recursos hídricos disponíveis em profundidade, como o faz o sistema florestal (Fig. 76).

Temos criados igualmente sistemas de cultivo em PD em cima de cobertura viva, nos quais esta é uma espécie forrageira perene que comanda o funcionamento do sistema de cultivo, que se comporta globalmente como um prado permanente e fica produtiva na estação seca (*sistemas soja ou algodão sobre Tifton, milho ou arroz sobre Arachis pinto*).

Estes sistemas em PD produzem de fato uma grande quantia de matéria seca durante a estação seca, graças a sua alimentação hídrica em profundidade, portanto num período em que as condições de mineralização da M.O. são muito reduzidas = ausência de chuvas, e por conseguinte camadas superficiais quase secas, umidade do ar diurna nitidamente menor do que na estação chuvosa, temperaturas noturnas mais frescas. Todas essas condições favorecem a acumulação da M.O.

A título de exemplo de simulação simplificada, os melhores sistemas de cultivo em PD restituem ao solo entre 25 e 30 t/ha/ano de matéria seca; mesmo considerando um coeficiente alto de mineralização anual do húmus de 3,5 para 5% que corresponde a uma perda de 1,9 a 2,5 t/ha/ano partindo de um teor inicial de M.O. de 2,5% no horizonte 0-20 cm, e se fizermos a hipótese de um coeficiente de humificação médio mínimo de 25% aplicado as restituições, a quantia de húmus formada variaria entre 6,25 e 7,5 t/ha/ano.

A sequestração de carbono com esta hipótese oscilaria entre 2,5 e 2,75 MgC.ha⁻¹.ano⁻¹ no horizonte 0-20 cm, valores vizinhos daquelas medidas *in situ* para os sistemas em PD mais produtivos em matéria seca restituída (Fig. 79).

No que diz respeito a **qualidade das biomassas** de cobertura, a necessidade de manter a superfície do solo sempre coberta para o controle das invasoras ao menor custo nos levou a utilizar as biomassas de gramíneas com C/N elevado e fortes teores em lignina, resistentes a mineralização de preferência as das leguminosas com C/N baixo, de mineralização rápida que deixam o solo descoberto logo.

As nossas observações e medições plurianuais efetuados neste campo da evolução das coberturas de solo (*velocidade de mineralização, balanço anual, cf. anexo*), e do acompanhamento do perfil cultural nos melhores sistemas de cultivo em PD, evidenciam que em clima quente e úmido :

- As enormes quantidades de biomassa produzida que voltam para o solo, são "digeridas" em função do rácio C/N da biomassa, do seu teor em lignina e da natureza do contato com o solo, que condiciona a intervenção da fauna e da microflora de transformação; este último critério, para prever a velocidade de mineralização, é também determinante: biomassas de leguminosas com C/N médio a baixo, pobres em lignina nas folhas, mais ricas em lignina no cipó, do tipo *Pueraria* ou *Calopogonium* que possuem uma estrutura folhada após dessecação, são mais lentas a se mineralizar do que uma biomassa de milho com C/N e teor em lignina muito maiores; na estrutura folhada, muito leve, muito arejada, o contato da M.O. com o solo e os organismos decompositores do solo (*fauna + microflora* ⇒ *fragmentação, digestão*,

incorporação dos resíduos) se faz gradativamente, uma camada de cada vez, isolando os folheados empilhados acima do contato com o solo: a decomposição deste tipo de estrutura vegetal é lento.

- Na produção de biomassa anual, a parte do compartimento radicular é igualmente determinante para a sequestração de C. Nos nossos sistemas, identificamos e escolhemos as biomassas de "reforço", "bomba biológicas", também pela potência de seus sistemas radiculares, para assegurar as funções de reciclagem profunda das bases e dos nitratos, de reestruturação e de recarregamento em carbono do perfil cultural.

Os sistemas radiculares fortemente embainhados em "mangas" de micro agregados, protegendo-os da decomposição (*mangas de polissacarídeos e/ou de endomicorização vesículo-arbuscular*) são provavelmente a maior fonte de acumulação de C (Fig. 78).

Uma espécie como *Eleusine coracana*, por exemplo, produz entre 4 e 6 t/ha de raízes embainhadas, só no horizonte 0-50 cm em 80 dias de vegetação; na realidade, a produção total por ha de biomassa radicular é notavelmente superior, pois esta espécie explora mais de 2 m de espessura de solo, e o peso de raízes é ainda muito importante abaixo de 50 cm de profundidade.

Todas as nossas observações nos perfis culturais revelam que esses sistemas radiculares embainhados e protegidos só são parcialmente decompostos de um ano para outro.

O gênero *Brachiaria* possui da mesma forma um sistema radicular extremamente possante (*a espécie Brachiaria humidicola é a mais atuante a esse respeito*), embainhado que pode prosseguir sua rizodeposição e seu recarregamento em carbono durante toda a estação seca, 3 a 4 meses após a colheita das biomassas de cobertura com os quais foi consorciado tais como sorgo e milho, os quais também tem sistemas radiculares possantes e profundos. Na verdade, em tais sistemas em PD, 3 sistemas radiculares se sucedam no passar do ano usando reservas hídricas cada vez mais profundas (Vide Fig. 76).

Os sistemas de cultivo em PD mais performantes como fornecedores de biomassa radicular são construídos a partir dessas sucessões :

- Arroz de sequeiro de alta tecnologia +

{	(Sorgo + <i>Brachiaria ruz.</i>)
	ou
	(<i>Eleusine c.</i>), (<i>Eleusine</i> + <i>leguminosa pivotante</i>)
- Arroz de sequeiro, algodão, sobre cobertura viva de Tifton.

Por razões agrônômicas óbvias, a produtividade das gramíneas, como culturas principais comerciais, tais como arroz de sequeiro e milho, é subordinada a disponibilidade de nitrogênio mineral. Nos sistemas de cultivo em PD, o nitrogênio orgânico aumenta ao mesmo tempo que o carbono no horizonte 0-10 cm, e até na camada 10-20 cm, quando espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* estão instaladas em PD na rotação para 4 ou 5 anos, ou em consórcio a cada ano com uma safrinha biomassa (*milheto, sorgo*), como mostram os resultados do quadro a seguir.

		TEORES EM N ORGÂNICO (%)			
		ANO 1 APÓS DESMATA MENTO		ANO 5	
Cronosequência 3					
Gradagem x Arroz	2 anos	0-5 cm	0,13	0-5 cm	0,18
PD x [soja+(milho+Brach.)]	2 anos	5-10 cm	0,12	5-10 cm	0,17
PD x [Arroz + (brach)]	1 ano	10-20 cm	0,06	10-20 cm	0,13
Cronosequência Cerrado					
		APÓS 6 ANOS de PD soja+mil, sorgo		→ 5 ANOS de <i>Brachiaria b.</i> instalado em PD	
6 anos	PD	0-5 cm	0,16	0-5 cm	0,16
	Soja + (milheto, sorgo)	5-10 cm	0,12	5-10 cm	0,13
5 anos	<i>Brachiaria b.</i>	10-20 cm	0,08	10-20 cm	0,14

.Para compensar os riscos de imobilização inicial do nitrogênio no começo da estação chuvosa nestes sistemas em PD dominados pela ação das gramíneas, as "bombas biológicas" safrinhas podem ser consorciadas com leguminosas pivotantes que são eficientes fixadoras do nitrogênio do ar (Séguy L. e al. 1997/2000 - relatórios anuais CIRAD/AGRONORTE).

A presença de soja como cultura principal, um ano em dois, constitui também uma opção de primeira linha pra fixar de modo eficaz o nitrogênio de graça a nível da rizosfera e para fornecer resíduos com C/N baixo, pobres em lignina, de veloz decomposição, os quais garantem uma função alimentar rápida em N, Ca, K, S para as culturas em safrinha no mesmo ano (*biomassas bombas biológicas consorciadas ou não com espécies forrageiras*).

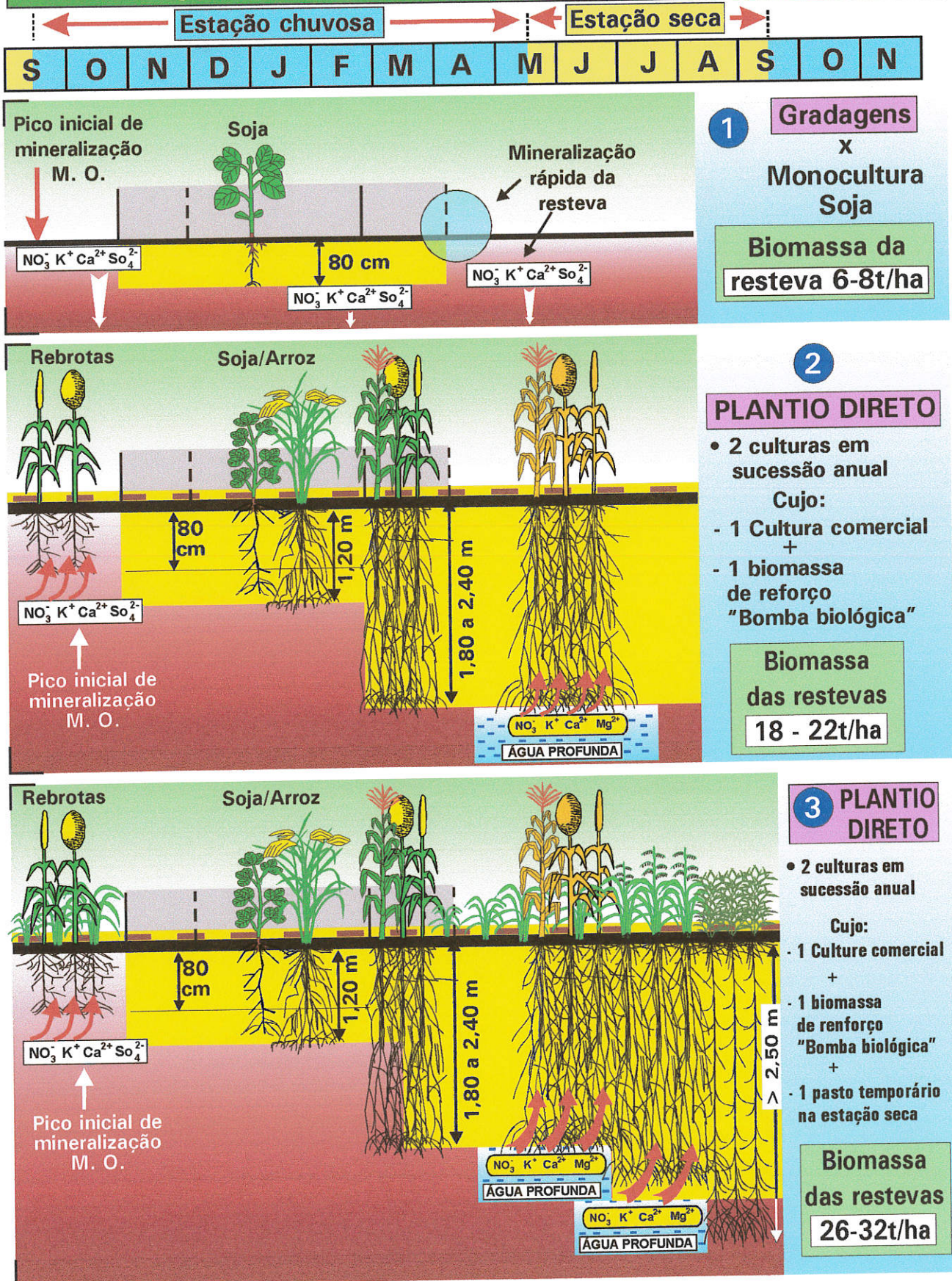
Em definitiva, nos Trópicos Úmidos onde no entanto a intensidade da mineralização da M.O. é a maior das regiões tropicais, foi possível edificar sistemas de cultivo em Plantio Direto que acumulam M.O. e cujo os grandes princípios de funcionamento são similares aos do ecossistema florestal, nosso modelo conceitual.

Esta construção progressiva se tornou possível primeiro pelo espírito e a capacidade de criação dos diferentes parceiros que atuaram em conjunto e que puderam avançar rapidamente graças a uma metodologia de intervenção *in situ*, que permitiu, partindo do modelo de funcionamento estável do ecossistema florestal, entender e explicar os principais mecanismos e formular as leis agronômicas essenciais que regem os funcionamentos diferenciados dos sistemas de cultivo.

O Dossiê, em anexo, sintetiza de modo muito didático e a partir de exemplos ilustrativos e cifrados, o funcionamento dos melhores sistemas de cultivo atuais em PD, construídos pelo CIRAD-CA e seus parceiros nos Trópicos Úmidos entre 1986 e 2000; ele examina sucessivamente:

- O modelo do ecossistema florestal, a noção de bomba biológica.
- A multifuncionalidade comparada das biomassas de cobertura mais interessantes nos Trópicos Úmidos, e suas performances agronômicas (*partes aéreas e radiculares*).
- Uma visão sintética dos sistemas atuais em PD, que integram agricultura e pecuária, com exposição de suas funções essenciais.
- A comparação do funcionamento dos melhores sistemas em PD com aquele do ecossistema florestal, nosso modelo de inspiração.
- Umhas fotos representativas das agriculturas de ontem, de hoje e de amanhã, que retratam a história da evolução dos modos de gestão dos solos e das culturas nos Trópicos Úmidos das frentes pioneiras do Sul da Amazônia.

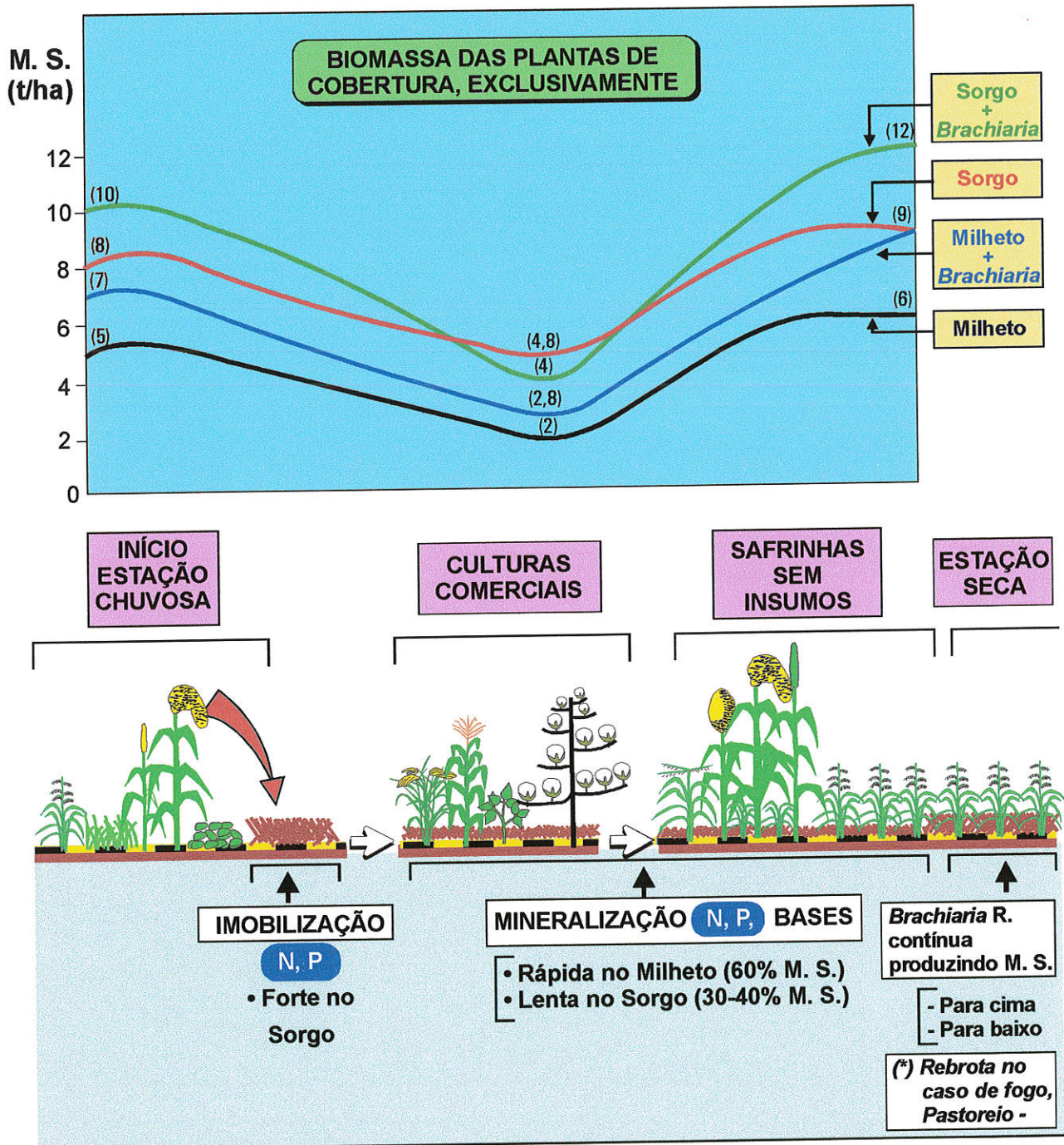
FIG. 76 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS -
 Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte Mato Grosso - 1986/2000



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2001

FIG. 77 EVOLUÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS BIOMASSAS DE COBERTURA ACIMA DO SOLO NOS SISTEMAS DE CULTIVO EM FUNÇÃO DO TIPO DE COBERTURA (*Bomba biológica*)

- Latossolos dos Trópicos Úmidos do Centro Norte do Mato Grosso - Brasil -



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC;; AGRONORTE - Sorriso/MT - 1998

FIG. 78 ANATOMIA, PROPRIEDADES E FUNÇÕES DAS PLANTAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO - Bombas biológicas como interculturas -

Exemplo: *Eleusine coracana* (Pé de galinha)

1. NA EMERGÊNCIA

- Forte vigor e desenvolvimento vegetativo rápido em condições pluviométricas aleatórias

- Controle das invasoras (dominância)
- Reciclagem do pico inicial de mineralização M. O.

2. BIOMASSA DESSECADA Leito das culturas

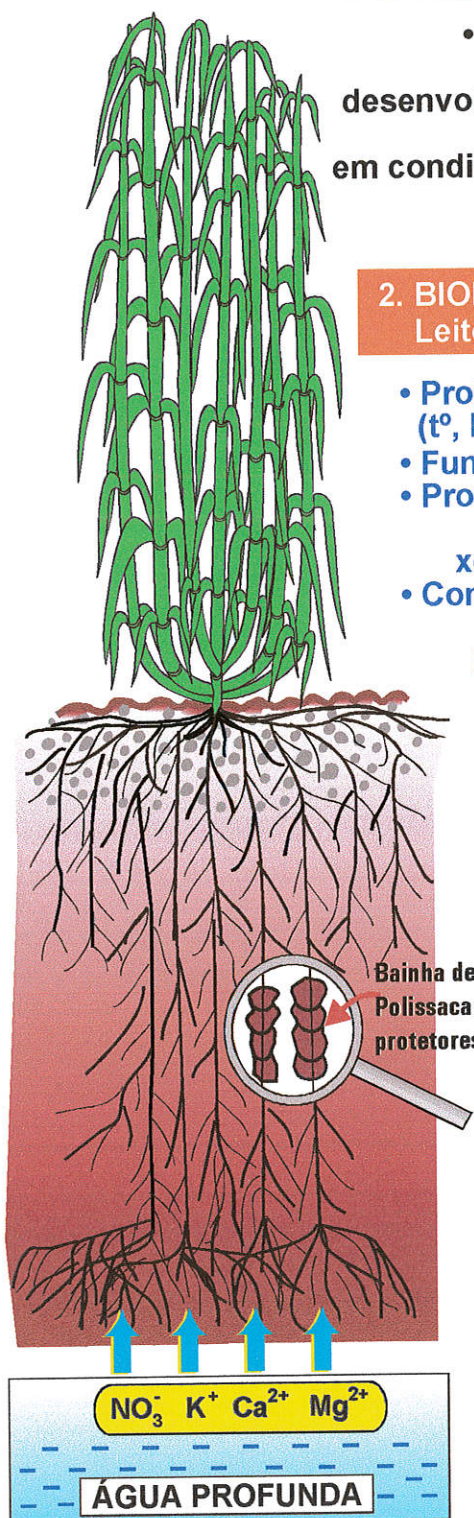
- Protetor eficiente (t° , P_{mm} , Erosão)
- Função alimentar
- Proteção eficiente contra xenobióticos
- Controle eficiente das invasoras

- Regulação hídrica térmica



Alimentação mineral regulada das culturas

- Recarregamento em Carbono



- Costurar a superfície
- Reestruturar o perfil cultural

- Facilitar a emergência de sementes pequenas em sobressemeadura

- Favorecer o desenvolvimento durável da vida biológica (Fauna, Microflora)

- Enxugamento rápido (macroporosidade) + Forte retenção de água (microporosidade)

- Recarregar o perfil cultural em carbono "protegido"

- Mobilização e manutenção da fertilidade por via Organo-biológica

- Velocidade elevada de colonização radicular
- Área elevada de interceptação dos fluxos de nutrientes
- Capacidade elevada em bombear a água profunda e reciclar os nutrientes

- Fechamento do sistema "Solo-Culturas"

FIG. 79 INTERVALOS DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS NOS SISTEMAS DE CULTIVO COM 2 CULTURAS ANUAIS EM SUCESSÃO PRATICADOS EM PLANTIO DIRETO CONTÍNUO, SOBRE 3 ANOS - Ecologia dos Cerrados úmidos do Centro Norte do Mato Grosso, MT - 1992/95

Sistemas de cultivo os mais performantes	INTERVALOS DE PRODUTIVIDADE EM kg/ha			
	SOJA (+ Sorgo, Milheto ou Crotalária) Baixa ¹ Tecnologia	Alta ² Tecnologia	ARROZ (+ Sorgo, Milheto) Baixa ¹ Tecnologia	Alta ² Tecnologia
Arroz + [Sorgo ou Milheto] Alternado com SOJA + [Sorgo ou Milheto]	2800 - 3200 + (700 - 900)	3600 - 4200 + (1400 - 2000)	2200 - 2700 + (500 - 700)	3600 - 4200 + (900 - 1400)
Arroz + [Sorgo ou Milheto] Alternado com SOJA + Crotalária	2400 - 3000 + (250 - 400)	3200 - 3600 + (360 - 600)	2800 - 3300 + (800 - 1200)	4600 - 5400 + (1600 - 2300)
	M. O. % na camada 0-20 cm ≥ 3%		Biomassa aérea total sobre 3 anos avaliada entre 42 et 54 t/ha	
1 - Baixa tecnologia	<p>Sobre Soja = 5N + 50P₂O₅ + 50K₂O + micros/ha Sobre Arroz = 55N + 50P₂O₅ + 50K₂O + micros/ha Nenhuma aplicação sobre as bombas biológicas de sucessão = Milheto, Sorgo, Crotalária</p> <p>Adubação mineral Tratamento fungicida mínimo nas sementes</p>			
2 - Alta tecnologia	<p>Sobre Soja = 120P₂O₅ + 92K₂O + micros E. + 200 kg gesso/ha Sobre Arroz = 85N + 120P₂O₅ + 92K₂O + micros E. + 200 kg de gesso/ha Nenhuma aplicação sobre as bombas biológicas de sucessão = Milheto, Sorgo, Crotalária</p> <p>Adubação mineral Tratamento fungicida e inseticida das sementes + tratamento fungicidas sobre as culturas</p>			

(*) Experimentos conduzidos em condições de exploração reais - (Matriz dos sistemas = 320 ha; parcela elementar = 4 ha)
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; M. Matsubara, Fazenda Progresso; A. Trentini, Cooperlucas; Lucas do Rio Verde/MT, 1992/95

V - CONCLUSÕES

O Plantio Direto sobre coberturas permanentes do solo é provavelmente o paradigma mais completo que tenha sido construído até hoje para o desenvolvimento planetário de uma agricultura sustentável, preservadora do meio ambiente, manejado de modo mais "biológico" possível.

Mais do que portador de esperança, o PD mostra suas capacidades de restauração do estatuto orgânico dos solos, tão rapidamente quanto este se degrada com o preparo destruidor nas grandes eco-regiões subtropicais e tropicais; o exemplo dos Trópicos Úmidos é eloqüente a este respeito, onde os processos que comandam a degradação do recurso-solo (erosão) e a mineralização da M.O., andam mais depressa do que em qualquer outro lugar do planeta. O estatuto orgânico dos solos pode, com o uso dos sistemas em PD mais atuantes, alcançar logo e ainda ultrapassar o dos ecossistemas naturais (*florestas, cerrados*), até nessas eco-regiões com climas excessivos onde temperatura e pluviometrias são altas e onde os solos são vazios "quimicamente" e, apresentam um poder de retenção irrelevante para com os adubos minerais.

Se o Plantio Direto (PD) sobre cobertura vegetal propicia sempre, em todas as grandes eco-regiões estudadas, a seqüestração do carbono, a importância desta sequestração depende da natureza, da tipologia dos sistemas de cultivo praticados: os mais atuantes para esta função são aqueles que produzem mais biomassa aérea com C/N e teor de lignina elevados, e que possuem uns sistemas radiculares muito desenvolvidos na superfície e em profundidade para poder utilizar eficientemente a água profunda do solo, abaixo da área de atuação radicular das culturas comerciais. Os sistemas radiculares mais resistentes a mineralização estão cercados de "mangas" importantes de microagregados que protegem a M.O. (*polissacarídeos, endomicorizas vesículo-arbusculares, polifenóis*), como se encontram na espécie *Eleusine coracana*, cultivada pura ou consorciada com leguminosas pivotantes, ou o gênero *Brachiaria* consorciado com bombas biológicas recicladoras tais como milho e sorgo.

Nestes sistemas, a produção de matéria seca é contínua durante o ano todo, através da utilização progressiva de uma reserva hídrica enorme numa grande espessura de solo, e as concentrações em M.O. aumentam na superfície do solo. O recarregamento em carbono interessa principalmente o horizonte 0-10 cm, mas também o de 10-20 cm, quando as gramíneas mais potentes a nível radicular são usadas (*gêneros Eleusine, Brachiaria consorciada com sorgo, milho ou em pastagem sobre 4 a 5 anos; espécies perenes usadas como coberturas vivas, tais como Cynodon dactylon ou Pennisetum clandestinum*). O acréscimo da M.O., na superfície aumenta a resistência dos micro agregados e a proteção das M.O.; estas M.O. aumentam a estabilidade dos agregados onde se encontram, e os agregados mais estáveis, por sua vez, protegem as M.O. neles incorporadas, estabelecendo assim relações recíprocas entre dinâmica da M.O. e estabilidade da agregação (*autoregulação, autoproteção*).

A evolução das performances agronômicas e técnico econômicas dos sistemas de cultivo acompanha, em todas as grandes eco-regiões, a evolução do estatuto orgânico dos solos :

- nos Trópicos Úmidos, entre 1986 e 2000, em agricultura moderna mecanizada, os rendimentos das culturas tropicais soja e arroz foram mais do que duplicados e a produção de matéria seca total por hectare foi multiplicada por 4 a 5, permitindo produzir 2 culturas anuais de grãos em sucessão e também carne ou leite na estação seca, e ao mesmo tempo protegendo totalmente o solo;

- Na ecologia das florestas tropicais do Centro-Oeste do Brasil, sobre latossolos oriundos de basaltos, com fortes declives, o plantio direto, em cultivo moderno e mecanizado, propicia a parada total da erosão, o acréscimo de 10 a 30% na produtividade do algodoeiro, a diversificação da produção, controlando a peste vegetal "tiririca" (*Cyperus rotundus*).
- na eco-região subtropical de altitude das terras altas de Madagascar, local com erosão catastrófica, onde se pratica uma pequena agricultura familiar, manual e em tração animal com insumos mínimos, a produtividade dos sistemas em PD é de 2 a 5 vezes superior a dos sistemas com preparo do solo para as culturas principais de milho, feijão e soja.

Em todas as grandes eco-regiões, qualquer que seja o tipo de agricultura, os sistemas em PD controlam totalmente a erosão e são sempre nitidamente mais lucrativos do que os sistemas com preparo do solo; as economias de mão de obra ou de máquinas e combustível são espetaculares, a favor do Plantio Direto (PD).

Estes resultados obtidos em eco-regiões muito diferenciadas evidenciam que o Plantio Direto na cobertura vegetal permanente do sol propicia maior produção, de modo mais estável e mais limpo, dando uma parte crescente para a fertilidade de origem organo-biológica na capacidade do solo em produzir. Este tipo de agricultura que insere a noção de "biomassa anual", "bomba biológica" como "reforço" das culturas comerciais pode agir como armazenador líquido de CO₂ e não mais como produtor líquido.

Os efeitos benéficos para a qualidade biológica dos solos, da água, podem ser muito rápidos e colocar esta atividade como despoluidora, e, nesse sentido, permitir receber subsídios da sociedade civil por sua participação na limitação do efeito estufa, na preservação das paisagens, das infra estruturas rurais e da fauna: "créditos carbono" poderiam constituir um meio estimulador para sustentar o desenvolvimento agrícola nessa direção. Estes créditos poderiam ser modulados em função da capacidade dos itinerários técnicos e dos sistemas de cultivo em seqüestrar o carbono, e poderiam ser então argumentos decisivos na escolha dos agricultores.

Porém, estes cenários só serão realistas e possíveis se os diversos atores do desenvolvimento forem capazes, trabalhando de mãos dadas *in situ*, de criar esses sistemas de cultivo do futuro, mais atuantes simultaneamente para seqüestrar o carbono, reciclar os nitratos e as bases, degradar os xenobióticos (*critérios dos cientistas e da sociedade civil*), e que satisfaçam os critérios de escolha da agricultura sustentável e os dos agricultores (*agronômicos e técnico-econômicos*).

A metodologia de Pesquisa-Ação apresentada neste documento permite responder as exigências de todos e concilia-las. A modelização dos sistemas de cultivo leva, partindo dos sistemas vigentes a construir para e com os produtores, nos seus ambientes, uma tipologia muito diversificada dos sistemas de cultivo possíveis e apropriáveis. Esta experiência mostra como nosso enfoque experimental leva a recolocar *in situ*, no quadro dos sistemas inovadores edificados com os agricultores, estudos tão fundamentais como os relativos a dinâmica do carbono, a reciclagem anual eficiente dos nitratos e das bases, a degradação dos xenobióticos, a bioremediação em geral.

No decorrer do enfoque experimental praticado *in situ*, estas temáticas fundamentais estão tratadas e confrontadas com as performances agronômicas e técnico-econômicas dos sistemas de cultivo que poderão ser apropriados amanhã pelos produtores ; assim, o impacto econômico da dinâmica do carbono, dos nitratos, das bases e dos xenobióticos pode ser avaliado de modo preventivo ; portanto, é uma maneira de incorporar e tratar as exigências da sociedade civil e da ciência dentro da tipologia dos sistemas de cultivo, na prática mesma das agriculturas regionais.

Esta experiência revela também a importância dos Trópicos Úmidos como "simulador excepcional" para o estudo científico da dinâmica do carbono: num clima com alta pluviometria em 7,5 a 8 meses, e com temperatura média muito elevada, as velocidades de reação dos processos fundamentais que comandam a dinâmica do carbono, mas também a lixiviação dos nitratos e das bases, estão muito maiores do que em qualquer outro lugar, e permitem apreender a dinâmica, até a curtíssimo prazo, destes processos fundamentais de funcionamento. É um modo acadêmico e rigoroso de elucidar estes fenômenos, encurtando o espaço-tempo, portanto um auxílio precioso de modelagem para a Pesquisa que permitira antever essas dinâmicas para as demais grandes eco-regiões do planeta onde a velocidade das reações é muito mais lenta.

As unidades operacionais de criação-difusão desses cenários da agricultura sustentável de amanhã estão organizados numa rede tropical e subtropical no CIRAD-CA. Este conjunto muito diversificado nos planos dos ambientes físicos e socio-econômicos reúne uma malhagem de unidades operacionais de campo, monitoradas pela pesquisa com o apoio das agriculturas locais, que são laboratórios de vigília para a análise antecipada dos impactos dos sistemas em PD no ambiente e nos homens que o cultivam, e para a modelagem científica dos funcionamentos destes sistemas que estão em ligação direta com as realidades agrícolas regionais. Estas unidades, que prefiguram os cenários da agricultura "limpa" de amanhã, estão muito adiantadas em relação aos cenários atuais de desenvolvimento e portanto, constituem ferramentas preciosas de monitoramento da agricultura do futuro para conciliar as exigências da sociedade civil (*luta contra o efeito estufa, produtos alimentícios saudáveis*) e as dos agricultores (*agricultura sustentável e lucrativa, ao menor custo, num ambiente protegido e limpo*). A "Rede Plantio Direto sobre cobertura vegetal do CIRAD-CA" que se estende a passos largos graças ao apoio da cooperação francesa (*FD, MAE, FFEM*), abrange a América latina com o Brasil e o México, o Oceano Índico em Madagascar (*Trabalhos de H. Charpentier, R. Michellon do CIRAD, ONGs TAFE e ANAE, FOFIFA e ONGs associadas*) e na Ilha da Reunião (*Trabalhos de R. Michellon, A. Chabanne, J. Boyer, F. Normand, APR, DDA*), a Ásia com o Laos (*Trabalhos de P. Julien, F. Tivet e pesquisa laociana*) e o Vietnã (*Trabalhos de O. Husson, P. Lienard, S. Boulakia e pesquisa Vietnamita*), e vai se abarcar para a África no início dos anos 2000 (*Tunísia já em andamento, Camarões, Mali, e Etiópia por vir*)

Esta rede pluri-ecologias de unidades experimentais "sistemas de cultivo em Plantio Direto" do CIRAD-CA é também um suporte de treinamento e formação para todos os atores do desenvolvimento e pode se tornar uma referência mundial (*diversidade das ecologias, dos sistemas de cultivo, do nível de domínio*) onde a pesquisa antecipa, cria os sistemas de amanhã, modela seu funcionamento, avalia e explica para a sociedade civil seus impactos nos ambientes físicos e humanos, antes de eles serem adotados em grande escala. Este enfoque reencontra o princípio de precaução e a necessidade que é sempre preferível de prevenir do que remediar (*papel de laboratório de vigília, de aviso*).

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADO, T.J.; PONTELLI, C.B.; JÚNIOR, G.G.; BRUM, A.C.R.; ELTZ, F.L.F. & PEDRUZZI, C.** Sequestro de carbono em sistemas conservacionistas na Depressão Central de Rio Grande do Sul. In: V Reunión bienal de la red latinoamericana de agricultura conservacionista. p.42-43, Florianópolis, 57p, **1999..**
- BATJES, N.H.** Total carbon and nitrogen in the soils of the world. Eur. J. Soil Sci. 47:151-163, **1996.**
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L. & FERNANDES, S.V.** Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. Soil & Till. Res. 54:101-109, **2000.**
- BOULAKIA, S.; MADJOU C.; SÉGUY, L.** Impacts de quelques itinéraires techniques de Semis Direct, comparés au travail du sol, sur des indicateurs fondamentaux de gestion de la fertilité sous climat équatorial. Doc. Interne CIRAD, -11p. 34398 Montpellier Cedex 5 France - **1999.**
- BORGES, G.** EDITORIAL - Especial 10 anos, retrospectiva dos principais fatos que foram notícia - Revisão Plantio Direto, edição nº 59 48p - Setembro/outubro de **2000.**
- CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOT, E.T.** Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:123-130, **1994.**
- CERRI, C.; FELLER, C.; BALESSENT, J.; VICTORIA, R., et PLENECASSAGNE, A.** Application du traçage isotopique naturel en ¹³C à l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols - Comptes - Rendus de l'académie des sciences, Paris, 300 : 423-428. **1985.**
- CHAUSSOD, R.** La qualité biologique des sols = évaluation et implications. p.261-278 - volume 3, numéro 4 - AFES, **1996.**
- CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & GOMES, A.C.** Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. R. Bras. Ci. Solo. 23:425-432, **1999.**
- DE RHAM et al.** Enjeu des tanety pour le développement paysan en imerina. 20p. FAFIALA ONG - ANTANANARIVO - MADAGASCAR. **1995.**
- DICK, W.A.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W.; PETERS, S.E.; CHRISTENSEN, D.R.; PIERCE, F.J. & VITOSH, M.L.** Impacts of agricultural management practices on C sequestration in forest-derived soils of the eastern Corn Belt. Soil & Till. Res. 47:235-344, **1998.**
- DOSS, D.D. ; BAGYARAJ, D.J. and SYAMASUNDAR, J.** Morphological and histochemical changes in the roots of finger millet *Eleusine coracana* colonized by VA mycorrhiza. Proc. India Natl. Sci. Acad. 54 :pg 291-293 , **1989.**

- ELLIOT, E.T.** Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:627-633, **1986**.
- ESWARAN, H.; VAN DER BERG, E. & REICH, P.** Organic carbon in soils of the world. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:192-194 – **1993**.
- FEBRAPDP** - Federação brasileira de plantio direto na palha 2000. Evolução da área de plantio direto no Brasil - dados estatísticos. <http://www.agri.com.br/febrapdp/pd>.
- FELLER, C.** La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1:1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Thèse de doctorat d'Etat, Orstom, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, 393 pages + annexes.- **1995**.
- FEYT, H., MENDEZ DEL VILLAR, P.; RAVOHITRARIVO, C.P.; RABENJANA HARY E.; ENQUÊTES** - Études de la variabilité de la filière semences de FIFAMANOR dans le cadre du désengagement de l'état - DOC FOFIFA - CIRAD - ANJANANARIVO – MADAGASCAR **1999**.
- IPCC, 1995.** Climate change 1995. Working group 1. IPCC, Cambridge: Cambridge University Press, **1996**.
- KERN, J.S. & JOHNSON, M.G.** Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:200-210, **1993**.
- LAL, R. & LOGAN, T.J.** Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. p.293-307. In: Lal, R. Kimble, J.M., Levine, E. and Stewart, B.A. (ed.). Soil management greenhouse effect. CRC Press, Boca Raton, FL., **1995**.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E. & WHITMAN, C.** World soils and greenhouse effect: An overview. p.1-7. In: R. Lal, J. Kimble, E. Levine and B.A. Stewart (ed.). Soils and global change. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, MI., **1995**.
- LAL, R.** Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in Western Nigeria. II. Soil Chemical properties. *Soil & Till. Res.* 42:161-174, **1997**.
- LAL, R.** Soil management and restoration for C sequestration to mitigate the accelerated greenhouse effect. *Progress in Env. Sc.* 4:307-326, **1999**.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C.** Neutralização da acidez do perfil de solo por resíduos vegetais - Informações agronômicas da POTAFOS - nº 92 - Dezembro/2000. CP 400 - CEP 13400-970. Piracicaba-SP. Brasil; **2000**.
- NEUFELDT, H.; AYARZA, M.A.; RESK, D.V.S. & ZECH, W.** Distribution of water-stable aggregates and aggregating agents in Cerrado Oxisols. *Geoderma* 93:85-99, **1999**.
- REICOSKY, D.C.; KEMPER, W.D.; LANGDALE, G.W.; DOUGLAS Jr., C.L. & RASMUSSEN, P.E.** Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. *J. Soil Water Cons.* 50:253-261, **1995**.
- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; LAL, R.; DICK, W.A.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M. & FEIGL, B.** Organic matter dynamics and sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. J.* "em revisão final", **2000**.

- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.** Plantio Direto = Recupera a matéria orgânica do solo e reduz a emissão de CO2 para a atmosfera - In = Revista Plantio Direto - edição nº 59, setembro/outubro de 2000. P41-45 - Aldeia Norte editora Ltda, Rua Moron 1324, 8º andar, sala 802.; 99010-032 - Passo Fundo – RS, 2000.
- SÉGUY L.** . Contribution à l'étude et à la mise au point des systèmes de culture en milieu réel : - petit guide d'initiation à la méthode de création-diffusion de technologies en milieu réel, - résumés de quelques exemples significatifs d'application. Doc. CIRAD, , 191p. - 34398 Montpellier cedex 5 - France Octobre 1994.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.,-** Rapports annuels de recherches sur les fronts pionniers du Mato Grosso - ZTH - 1992/2000. Doc. INTERNES CIRAD, 34398 Montpellier cedex 5 – France 1992/2000.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; TRENTINI A.; CORTEZ N.A.** - L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. Agriculture et développement nº12, décembre 1996. pp;2-61. - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 1996.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA E.; MAEDA N.** . Brésil : semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. Agriculture et développement nº17, Mars 1998. pp.3-23. - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 1998 a.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA E.; MAEDA N.** . Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil. The ICAC Recorder. Technical Information Section, vol. XVI, nº1, march 1998, pp.11-17. - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 1998 b.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C.** Semis direct et résistance des cultures aux maladies. Doc. CIRAD, 1998, 4p. -34398 Montpellier cedex 5 – France - 1998 c.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C.** -. Les plus récents progrès technologiques réalisés sur la culture du riz pluvial de haute productivité et à qualité de grain supérieure, en systèmes de semis direct. Ecologies des forêts et cerrados du Centre Nord de l'Etat du Mato Grosso. Agronorte - Sinop-MT, 4 pages - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 1998 d.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.** - Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en Semis direct. Doc. INTERNE CIRAD, 1998, 45p. - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 1998 e.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA E.; IDE M.A.; TRENTINI A..** La maîtrise de *Cyperus rotundus* par le semis direct en culture cotonnière au Brésil. Agriculture et développement nº 21, mars 1999. pp.87-97 - 34398 Montpellier cedex 5 - France- 1999.
- SÉGUY L.; BOUZINAC S.; TAFFAREL W.; TAFFAREL J.** - Méthode de défrichement préservant la fertilité du sol. In: Bois et forêts des tropiques - nº 263 – 1º trimestre 2000 - p.75-79. CIRAD - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 2000.
- SÉGUY L.** . Les techniques de semis direct sur couvertures végétales dans la région des Hauts Plateaux de Madagascar. Doc. CIRAD provisoire, 100 pages, Partie d'un document collectif sur Madagascar à paraître pendant l'année 2001. - 34398 Montpellier cedex 5 – France - 2001a.

SÉGUY L. . Quelques éléments simples et utiles: - à la compréhension de la démarche du CIRAD-CA en matière d'agroécologie - à la rédaction d'un projet scientifique SCV. Document CIRAD, , 23 pages. - 34398 Montpellier cedex 5 – France - **2001b**.

SHEID LOPES A. Solos sob "Cerrado", características, propriedades e manejo. 162p. POTAFOS - Piracicaba, SP, - Brasil ,**1984** .

VAN RAIJ B., Fertilidade do solo e adubação - 343p. POTAFOS - Piracicaba, SP - Brasil **1991**.

VII - ANEXOS

**FUNCIONAMENTO DO PLANTIO DIRETO NOS TRÓPICOS ÚMIDOS
DOS CERRADOS E DAS FLORESTAS DO CENTRO OESTE
BRASILEIRO**

DOSSIÊS FOTOS :

- + A DESTRUÇÃO DO PATRIMÔNIO SOLO TROPICAL OU O
FRACASSO DA TRANSFERÊNCIA NORTE-SUL DE GESTÃO
DO SOLO**
- + CONTROLE TOTAL DA EROSÃO E RESTAURAÇÃO DA
FERTILIDADE DOS SOLOS POR VIA ORGANO-BIOLÓGICA
PELO PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL**
- + OS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO MAIS
ATUANTES NOS TRÓPICOS ÚMIDOS**
- + ALGUMAS IMAGENS DO PLANTIO DIRETO EM MADAGASCAR**

• **FUNCIONAMENTO DO PLANTIO DIRETO
NOS TRÓPICOS ÚMIDOS
DOS CERRADOS E FLORESTAS
DO CENTRO OESTE BRASILEIRO**

LATOSSOLOS - OXIDADOS E HIDRATADOS

**CONHECIMENTOS ATUALIZADOS
A PARTIR DE TRABALHOS DE PESQUISA
DA EQUIPE CIRAD CA - GEC DE GOIÂNIA (GO)**

L. Séguy, S. Bouzinac

- Março 2001 -

**FIG. 80 CENTRO-OESTE DO BRASIL
E
FRONTEIRAS AGRÍCOLAS
DO SUL DA AMAZÔNIA**

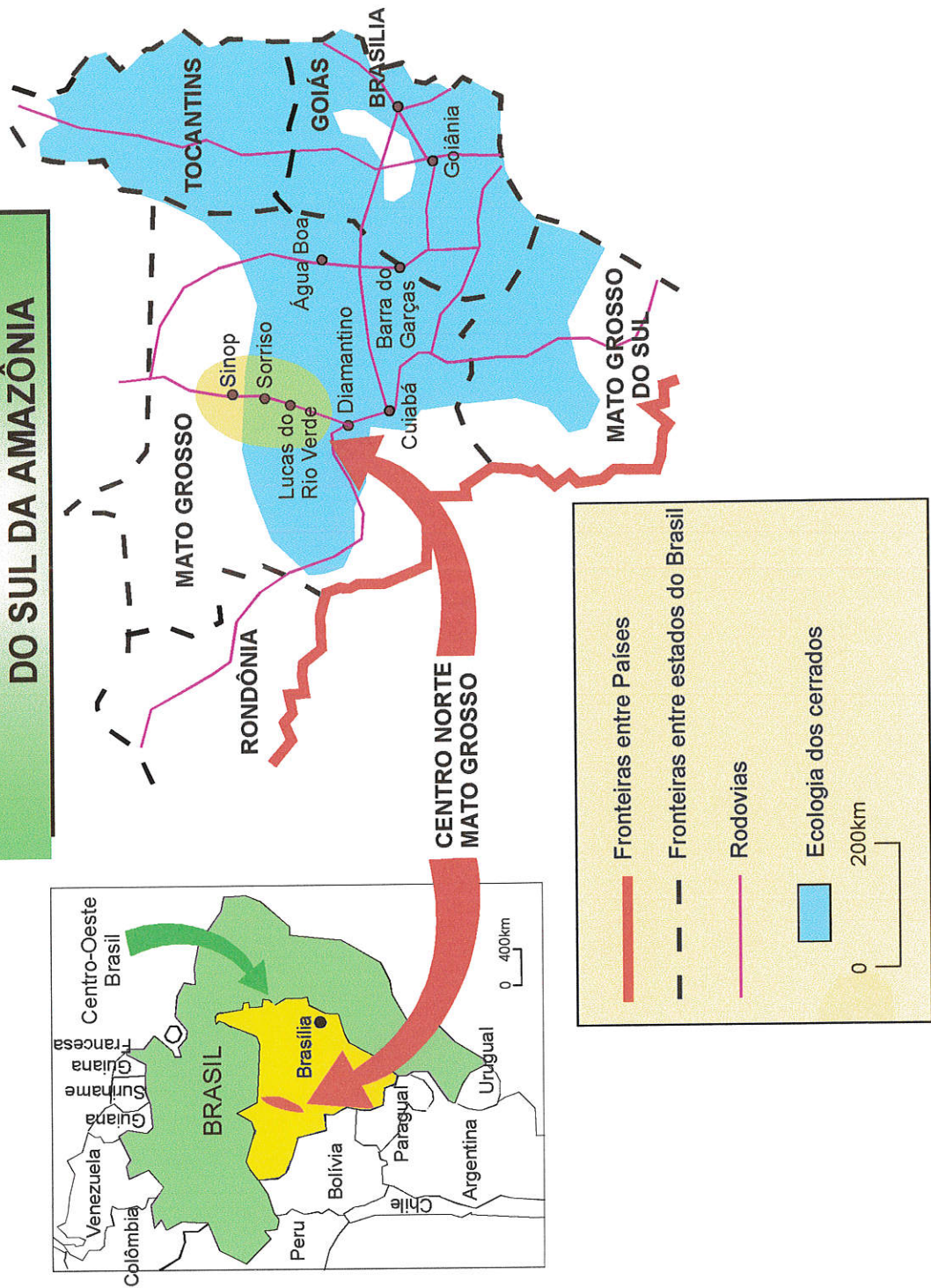


FIG. 81 PLANTIO DIRETO

PALAVRAS CHAVES

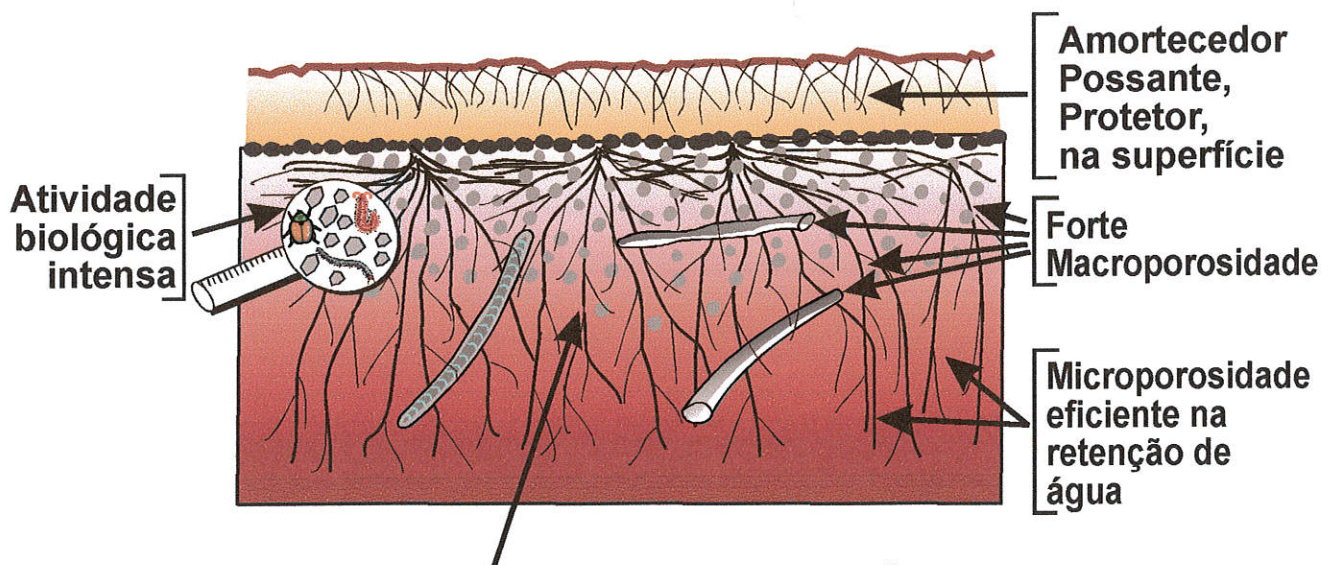
- A NÍVEL DO PLANETA → Redução da emissão dos gases de efeito estufa (aquecimento do planeta) em particular CO₂ (Sequestração de C)
- A NÍVEL DOS ECOSISTEMAS → Produção sustentável, e ao menor custo, dos ecossistemas cultivados
 - Funcionamento do sistema “Solos-Culturas”, em circuito fechado, reproduzindo o funcionamento do ecossistema florestal, sem perdas de nutrientes -
 - Proteção do recurso solo e de sua qualidade biológica (erosão, excessos climáticos, xenobióticos), das unidades de paisagem (Aumento da biodiversidade, regulação dos fluxos “infiltração-escorrimento”, proteção das estradas e infraestruturas) e da qualidade da água dos Rios, Lagos e Lençóis (poluição por xenobióticos, adubos minerais cujo fosfatos e sobretudo nitratos)
 - Maior, Eficiência agrônômica do recurso solo -
 - Melhor eficiência da água
 - Reciclagem de nutrientes cujo nitratos, bases.
 - Capacidade de desintoxicação por via biológica,
 - Reestruturação biológica (Atividade biológica = Sistemas radiculares + Fauna + Microflora)
 - Melhor controle das invasoras por vias naturais (sombreamento, alelopatia)
 - Sequestração de C (aumento da M. O. do solo com seus efeitos benéficos)
 - Melhor Eficiência técnica e econômica dos sistemas de cultivo -
 - Maior eficiência dos adubos minerais (menos adubo)
 - Maior capacidade do maquinário, mão de obra, maior flexibilidade de uso (menos máquinas, menos mão de obra, facilidade operacional)
 - Custos de produção menores, compatíveis com uma produção agrícola cada vez maior, cada vez mais estável

FIG. 82 O PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL

DEFINIÇÃO

O plantio direto sobre coberturas vegetais é um sistema conservacionista de gestão dos solos e das culturas, no qual a semente é colocada diretamente dentro do solo **que nunca é preparado** - Somente é aberto um pequeno buraco ou sulco de profundidade e largura suficientes, com implementos especialmente concebidos para este fim, para garantir uma boa cobertura e um bom contato da semente com o solo - **Nenhuma outra preparação do solo é efetuada** - A eliminação das ervas daninhas, antes e depois do plantio é feita com herbicidas os menos poluentes possível para **o solo que deve sempre ficar coberto** -

REPRESENTAÇÃO



ESQUELETO ORGÂNICO DE SUSTENTAÇÃO DO SOLO QUE CONFERE AO PERFIL CULTURAL =

- A MANUTENÇÃO DE UMA ESTRUTURA SEMPRE FAVORÁVEL
- ALTA RESISTÊNCIA A COMPACTAÇÃO E A DEFORMAÇÃO DA SUPERFÍCIE
- UM ENXUGAMENTO RÁPIDO

**SISTEMAS RADICULARES
+
CONSTRUÇÃO DA FAUNA**

FIG. 83 COBRIR O SOLO NOS TRÓPICOS ÚMIDOS



**PRINCIPAL PROBLEMA:
MANTER UMA COBERTURA PERMANENTE DO SOLO**

- AO CONTRÁRIO DAS REGIÕES SUBTROPICAIS E SUBTROPICAIS DE ALTITUDE (*Estados do sul, abaixo do trópico*), ONDE TEM UMA ESTAÇÃO FRIA QUE REDUZ A MINERALIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA
 - EM CONDIÇÕES TROPICAIS QUENTES E ÚMIDAS DE BAIXA ALTITUDE, TAXA ELEVADA E CONTÍNUA DE MINERALIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA,
 - A COBERTURA DO SOLO, ASSEGURADA “SOMENTE” COM RESTEVAS, É FUGAZ E INSUFICIENTE DURANTE O CICLO DA CULTURA -

FIG. 84 A PESQUISA CIRAD, NOS TRÓPICOS ÚMIDOS, ELABOROU ENTRE 1987 E 1998, 3 GRANDES TIPOS DE SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO, SOBRE COBERTURAS

• AS SUCESSÕES ANUAIS NAS COBERTURAS MORTAS

- 1 Cultura comercial, precedida por uma bomba biológica (*Milheto, Sorgo, Eleusine, Crotalária, Guandu*)
- 1 Cultura comercial, seguida por uma bomba biológica chamada de "SAFRINHA" (*Milho, Sorgo, Eleusine, Milheto, Crotalária, Guandu*)

- AS MESMAS SUCESSÕES, TODAVIA EM CONSÓRCIO COM *BRACHIARIA Ruziziensis* -**
A *Brachiária* contínua produzindo matéria seca, até na estação seca (a nível radicular principalmente) e constitui um "Seguro Total" contra os fogos acidentais da estação seca
(*Rebrotação rápida* → *Cobertura do solo*)

• AS SUCESSÕES ANUAIS "PRODUÇÃO DE GRÃOS, ALGODÃO + PASTAGEM":

- * Cultura de arroz de alta tecnologia, ou de Milho, ou de Algodão em cima da cobertura viva do gênero *Arachis*
- * Culturas de Soja, ou de Algodão, ou de Arroz de sequeiro de alta tecnologia na cobertura viva do gênero *Cynodon D. (Tifton 85)*

FIG. 85 → **A CONSTRUÇÃO** DOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO SE INSPIROU DE UM MODELO DE FUNCIONAMENTO NATURAL, ESTÁVEL:

→ **O ECOSISTEMA FLORESTAL**

→ **OBJETIVO DOS AGRONÔMOS**

- Adaptar o funcionamento do ecossistema florestal aos agrossistemas de produção de grãos e de pecuária, reproduzindo as funções essenciais do ecossistema florestal:

→ **Sua estabilidade**

→ **Funcionamento do sistema solo-planta em circuito fechado (ciclagem, entre matéria orgânica viva e morta → minimizar a importância do fator solo)**

→ **Criação e manutenção de uma forte atividade biológica (sistemas radiculares + fauna + microflora)**

"Fazer a natureza trabalhar em proveito das atividades de produção agrícola sustentável, a menor custo e simultaneamente preservar a capacidade de produção do recurso - solo, num ambiente protegido, limpo "