



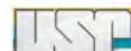
A SINFONIA INACABADA DO PLANTIO DIRETO NO BRASIL CENTRAL : O SISTEMA PREDOMINANTE CHAMADO DE "SEMI-DIRETO"

LIMITES E DANOS, ECOSSOLUÇÕES E PERSPECTIVAS :
A NATUREZA AO SERVIÇO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



*L. Séguy
S. Bouzinac
e seus parceiros brasileiros
2008*

*Revisado por José Geraldo Di Stefano
Embrapa – Arroz, feijão*



ÍNDICE

	página
RESUMO	5
I) O SISTEMA DE « SEMI-DIRETO », UM SISTEMA NÃO SUSTENTAVEL	7
1.1 CRONICA DE UMA DEGRADAÇÃO ANUNCIADA	8
1.2 ALGUNS ANOS MAIS TARDE : A crise econômica do início dos anos 2000 revela e confirma as insuficiências e deficiências do sistema «semi-direto»	8
II) SOLUÇÕES E PERSPECTIVAS	29
2.1 O INÍCIO: AS PRIMEIRAS LIÇÕES EMERGIRAM DAS PESQUISAS REALIZADAS NA FAZENDA PROGRESSO entre 1985 e 1995	31
2.2 DOS CERRADOS PARA A FLORESTA ÚMIDA DO SUL DA BACIA AMAZONICA	36
2.3 APLICAÇÕES DESSES PRINCIPIOS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DOS SOLOS	53
2.3.1 OS SISTEMAS ALGODOEIROS NOS LATOSSOLOS ARGILO-ARENOSOS DO SUDOESTE DO MATO GROSSO – DECIOLÂNDIA – 2001/2004	54
2.3.2 OS SISTEMAS ALGODOEIROS NOS LATOSSOLOS SABLO-ARGILOSOS DA ECOLOGIA DOS CERRADOS DE MÉDIA ALTITUDE - FAZ. MOURÃO	62
2.3.3 PRIMEIROS PASSOS PARA UMA GESTÃO MAIS ECOLÓGICA DAS CULTURAS NOS SCV: Se pode reduzir rápida e significativamente a carga química das culturas (<i>nitratos, pesticidas</i>)	87
2.3.3.1 IMPACTOS DOS MANEJOS DA CULTURA NA PRODUTIVIDADE DOS SCV	88
2.3.3.2 IMPACTOS NA GESTÃO OPERACIONAL DOS SISTEMAS E O NIVEL DE INSUMOS : menos pesticidas, menos passagens de máquinas, menos adubação	93
2.3.3.3 IMPACTOS NA QUALIDADE BIOLÓGICA DOS GRÃOS E DOS SOLOS	93
III) TENTATIVA DE SÍNTESE E PERSPECTIVA DE EVOLUÇÃO DOS SCV	143
3.1 ETAPAS CRONOLÓGICAS DA CONSTRUÇÃO–ELABORAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SCV : FERRAMENTAS, APLICAÇÕES E SÍNTESE DOS RESULTADOS	144
3.2 SÍNTESE DOS PRINCIPAIS RESULTADOS	165
3.3 PERSPECTIVAS	181
3.3.1 OS DESAFIOS PARA UMA PESQUISA CIENTÍFICA equilibrada que se engaja	181
3.3.2 RECOMENDAÇÕES E DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS SCV	190
IV) CONCLUSÃO	206
V) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	212

© Copyright: L. Séguy e S. Bouzinac. Todos os direitos reservados

Autor:

L. Séguy e S. Bouzinac e seus parceiros brasileiros

Título:

A SINFONIA INACABADA DO PLANTIO DIRETO NO BRASIL CENTRAL:

1ª Edição

Revisão:

José Geraldo Di Stefano

Capa:

Defanti Editora

Ficha Catalografica

S456s

Séguy, L.; Bouzinac, S.

A Sinfonia Inacabada do Plantio Direto no Brasil Central:
O Sistema Predominante Chamado de "Semi-Direto": Limites
e Danos, Ecosoluções e Perspectivas: A Natureza ao Serviço da
Agricultura Sustentável./ Séguy, L.; Bouzinac, S. - Cuiabá:
Editora Defanti, 2008.

1.Plantio Direto. 2.Cobertura Vegetal Permanente do Solo
3.Produtividade. 4.Soja. 5.Arroz de Sequeiro. 6.Biodiversidade.
7.Safrinhas. 8.Rotação de Culturas. 9.Sistema de Cultivo
Sustentável. 10.Bomba Biológica. I.Di Stefano, José Geraldo
(revisor). II.Título.

CDU 631



Cuiabá-MT

RESUMO

Os Cerrados dos Trópicos Úmidos (TU) do Brasil abrangem 200 milhões de hectares, dos quais 50 milhões são propícios à agricultura intensiva. Sua abertura no final dos anos 1970 no estado do Mato Grosso, a partir de técnicas de preparo intensivo do solo, importadas dos países do Norte e das grandes monoculturas industriais, favoreceu rapidamente a degradação do principal capital do produtor: o solo.

Preocupados com esta situação de equívocos e insustentabilidade provocada pelo rápido avanço da agricultura na região Centro Norte do Mato Grosso, o CIRAD e seus parceiros¹ da pesquisa e do desenvolvimento iniciaram em 1985, na região de Lucas do Rio Verde, berço da elaboração das técnicas de Plantio Direto nos Trópicos Úmidos (TU), a pesquisa de vários Sistemas de cultivo em plantio direto sobre Cobertura Vegetal permanente do solo (SCV). Estes sistemas foram dominados e em seguida aplicados na região de Lucas, e de forma gradativa foram difundidos na região de Sinop e Sorriso, procurando ofertar alternativas de baixo impacto ambiental para uma agricultura desbravadora que se iniciava.

Em 1995, graças a forte pressão do plano de reestruturação econômica do presidente Fernando Henrique Cardoso, os produtores se viram obrigados a baixar os seus custos de produção adotando na sua maioria o sistema de Plantio Direto na palha de milho.

Mas o sistema original de Plantio Direto criado pelo CIRAD e seus colaboradores brasileiros¹ foi rapidamente modificado pelos agricultores que o transformaram em um sistema chamado de "semi-direto", no qual o plantio da biomassa de cobertura (*milheto e sorgo*) se faz a lanço, sendo imediatamente incorporado por um preparo mínimo do solo (*gradagem leve*); as principais justificativas para a adoção deste sistema modificado são: ganho de tempo operacional e descompactação dos solos. O "semi-direto" foi consolidado, encontrando a "legitimidade oficial" com a introdução da cultura algodoeira de alta tecnologia (*ecologias dos Cerrados e das Florestas no final dos anos 1990*), graças à legislação vigente no país que obriga a destruição sistemática por via mecânica (*gradagens*) das brotações de algodão em pós-colheita para conter a propagação de pragas prejudiciais à cultura como pulgões, "bicudo" = *Anthonomus grandis*.

Todavia, este sistema de "semi-direto" (*ou TCS = Técnicas de Cultivo Simplificadas*) tem mostrado logo seus limites agrônômicos, econômicos e ambientais nas condições pedoclimáticas dos Trópicos Úmidos (TU), e confirmou que não é sustentável, pois favorece a perda contínua de carbono provocando a estagnação, podendo até causar a regressão da produtividade do sistema trabalhado. Este se tornou muito sensível às variações climáticas interanuais, favoreceu uma explosão dos nematóides fitófagos e das doenças criptogâmicas. Este sistema TCS só pode se manter graças a um aporte massivo de insumos químicos (*com custos proibitivos*) cujas primeiras poluições ambientais já significativamente começam aparecer: perdas de solo pela água de escoamento, contaminação do lençol freático e conseqüentemente da rentabilidade do produtor. Com a ocorrência da degradação do capital solo, cada vez mais há necessidade de novos investimentos na busca de variedades com resistência múltipla para integrarem e subsidiarem os equívocos do sistema de produção (TCS).

O Cirad e seus parceiros pensando e prevendo estes problemas do sistema TCS criaram no decorrer destes 15 últimos anos, numerosos cenários diversificados de desenvolvimento sustentável em SCV para disponibilizar ao sistema de produção. Os autores analisam e recapitulam aqui as diversas etapas que ocorreram desde o gênese desta engenharia ecológica de construção dos SCV a serviço do desenvolvimento sustentável. Esses sistemas funcionam como um ecossistema florestal, o qual foi tomado como modelo de equilíbrio e sustentabilidade, e foram aperfeiçoados no decorrer do tempo e espaço seguindo os conceitos ecológico, agrônômico e da rentabilidade do produtor. Esta visão sistêmica consolida e garante uma agricultura sustentável baseada na composição de plantas que se subsidiam mantendo os solos estruturados e protegidos. Estes sistemas fornecem de 28 a mais de 30 t/ha de fitomassa seca anual. Proporcionam uma reconquista da

¹ Equipe CIRAD L. Séguy, S. Bouzinac e seus parceiros brasileiros da pesquisa e do desenvolvimento, em cooperação permanente com os agricultores (*cujo pioneiro foi o Sr. Munefume Matsubara*), o CNPAF, Centro Nacional de Pesquisa sobre Arroz e Feijão da EMBRAPA, a EMPAER-MT, Empresa de Pesquisas Agropecuária e Extensão Rural do Mato Grosso entre 1986 e 1989; depois em parceria com RHODIA (*filial no Brasil de Rhône Poulenc*) e a cooperativa COOPERLUCAS de Lucas do Rio Verde de 1990 para 1995, e mais recentemente com a Prefeitura de SINOP, e o grupo MAEDA, a COODETEC e a empresa privada de pesquisa AGRONORTE entre 1995 e 2002., e enfim a empresa CEREASNET, a USP, o FACUAL e a UEPG entre 2003 e 2008.

biodiversidade funcional sob uma lógica simples de imitar o máximo possível à natureza por intermédio das rotações de culturas (*soja, arroz, algodão e culturas de safrinha*), integrando agricultura e pecuária. Pois, passam a funcionar em circuito fechado como a floresta (*ciclagem profunda das bases e nitratos, injeção de carbono em profundidade fora do alcance antrópico*). Os grandes caminhos de uma gestão gradativamente mais orgânica das principais culturas nos SCV estão abertas com resultados muito promissores.

Estes solos, quando conservados sob coberturas mortas e/ou vivas, são biologicamente ativos mantendo a sua supressividade. Tornam-se mais eficientes no seqüestro de carbono; favorecem a retenção dos nutrientes (*CTC maior*); reduzem a incidência das doenças e dos nematóides fitófagos. Os sistemas SCV proporcionam às culturas em rotação um manejo em um ambiente cada vez mais equilibrado, diminuindo o uso de insumos e produtos químicos favorecendo uma maior rentabilidade e garantindo a qualidade biológica dos solos e das produções.

O modelo cognitivo de acompanhamento do como fazer uma agricultura sustentável sob os sistemas SCV se baseou nos instrumentos metodológicos atuantes abaixo:

- Definir, instalar e conduzir **matrizes perenizadas** baseadas na tipologia dos sistemas de cultivo, muito contrastados, de forma participativa dentro da propriedade, região e realidade do produtor, tornando sua propriedade uma unidade de referência para transferência de tecnologia.
- Conhecer sistematicamente **o perfil cultural**, que oferece uma visão contínua da dinâmica das relações Solos-Culturas, subsidiando a hierarquização orientadora da tomada de decisão agrônômica.
- Refletir sobre **a engenharia ecológica** que trata da gestão dos ambientes e da conceituação de modos de gestão sustentáveis, adaptativos, multifuncionais, inspirados dos mecanismos que regem os sistemas ecológicos (*auto organização, diversidade elevada, estruturas heterogêneas, eficácia do uso da energia*).

As prioridades deveriam agora ser dadas, de um lado, à promoção e a difusão operacional dos SCV diversificados no Brasil Central, e por outro lado, ao prosseguimento de seu aperfeiçoamento a partir da ecologia funcional que constitui sem dúvidas a fonte inspiradora mais prolífica. Esses sistemas SCV podem constituir, ao mesmo tempo, a chave da recuperação do vasto reservatório de 16,5 milhões de hectares de terras degradadas e abandonadas na Amazônia, o que permitiria diminuir eficientemente o processo de desflorestamento e a abertura das vias de reconciliação entre a ecologia e o agro negócio, decisiva para o desenvolvimento rápido do Brasil e sua imagem no exterior.

Os Trópicos Úmidos (TU) do Mato Grosso se tornaram campeões de produtividade do Brasil para a soja, o arroz de sequeiro e o algodão de alta tecnologia; a incorporação dos SCV diversificados deveria permitir alcançar um patamar de desenvolvimento respeitando melhor a sustentabilidade da agricultura e a proteção dos recursos naturais. Na adversidade (*isolamento econômico, condições pedoclimáticas muito difíceis*), nasceu e depois se fortificou um perfil de agricultores muito competentes, capazes de enfrentar os mercados globalizados sem subsídios.

Palavras-chaves: *Plantio direto Sobre Cobertura Vegetal permanente do solo (SCV), produtividade, soja, arroz de sequeiro, algodão, performances econômicas, biodiversidade, “safrinhas” (= culturas de sucessão), rotação de culturas, bomba biológica, sistema de cultivo sustentável, performances e funcionamento agrônômico, técnico e econômico, engenharia ecológica, ecologia funcional, multifuncionalidade das coberturas, seqüestro do carbono, CTC, taxa de saturação das bases, coeficientes K_1 e K_2 , qualidade biológica dos solos e das produções, fitorremediação.*

A seguir, **algumas frases de pensadores e cientistas célebres** que ilustram nosso engajamento e nossa paixão de agrônomos operando para, com e dentro da natureza:

“Se deve forçar a natureza tão longe quanto o nosso espírito. Nada é óbvio. Nada vem de graça. Tudo é construído” **Gaston Bachelard**

“Nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” **Antoine Lavoisier**

“Eu sinto a emoção mais forte em frente do mistério da vida, o sentimento funda o belo e o verdadeiro, ele suscita a arte e a ciência” **Albert Einstein**

“A vida nem dá nem empresta; ela não se emociona, nem tem piedade; tudo aquilo que ela faz, é retribuir e transferir o que lhe oferecemos” **Albert Einstein**



**D) O SISTEMA CHAMADO DE “SEMI-DIRETO”,
UM SISTEMA NÃO SUSTENTÁVEL**

Limites ecológicos, agronômicos e técnico-econômicos



1. CRÓNICA DE UMA DEGRADAÇÃO ANUNCIADA

Em outubro de 2000, falamos na revista “Direto no Cerrado” da APDC (*Ano 5, Nº 18 Alerta á agricultura do Brasil Central – O PD está em perigo*) da transformação ou linhas divisórias que sinalizavam mudanças colocando em risco a estrutura básica do sistema ideal de Plantio Direto. Este iniciava uma regressão rápida e perigosa, calcada em decisões econômicas e práticas agronômicas inadequadas podendo comprometer a sustentabilidade dos solos construída com grandes investimentos no final dos anos 90. Dentre estas atitudes equivocadas pode-se citar:

- A gestão inadequada das biomassas de cobertura em safrinhas: O milho, principal planta de cobertura utilizada para sucessão anual da soja, deixa de ser plantado após a colheita da safra e passa a ser semeado pós a cultura a lanço e incorporado por intermédio de grades gerando pouca biomassa devido este ser semeado em época tardia e as variedades apresentarem sensibilidade ao fotoperíodo. Portanto, não asseguram mais as funções agronômicas essenciais á sustentação do sistema de PD, nem acima da superfície do solo e nem abaixo no perfil cultural.

Conseqüências:

- o A volta do preparo do solo expõe o solo rapidamente ás agressões climáticas em razão da baixa proteção do solo, e favorece sua infestação por invasoras.
 - o Cobertura insuficiente do solo é também reestruturação deficiente do seu perfil cultural, as raízes não costuram o suficiente o solo. Diante desta situação, a plantadeira equipada com a botinha descompactadora se torna uma ferramenta de preparo localizado do solo, provocando uma enorme perturbação de superfície, que expõe o solo e recoloca as sementes de invasoras em cima da palha, as quais deveriam se manter cobertas, permanecendo a sombra.
- As decisões equivocadas favorecem o retorno e a consolidação do sistema dominante, o da monocultura de algodão (*favorecida também por causa dos altos investimentos para colheita e descaroçamento*). A recente implantação maciça da cotonicultura, construída sobre pilares tecnicista de alto custo com correções calco-magnesianas e adubações pesadas de solo como 240 N – 160 P₂O₅ – 180 a 240 K₂O/ha + micro-nutrientes, combinados com as estratégias de eliminação das soqueiras efetuadas com gradagens (*obrigatória pela legislação vigente*), novamente desestruturaram o solo consolidado no PD, expondo-o a erosão. Então, retornamos aos tempos do preparo do solo com grades fortemente desestruturantes (*desproteção rápida das matérias orgânicas por destruição dos agregados*) combinado com as doses maciças de corretivos (*teor de saturação V%, muitas vezes superior a 60%*) que expõe novamente a matéria orgânica acumulada sob PD numa dinâmica de mineralização acelerada, a uma queima do carbono no solo.

Portanto, com a substituição do manejo do sistema de PD pelo sistema atual dominante o “semi-direto”, a agricultura sustentável deixa de ser praticada tanto na monocultura de algodão quanto na de soja com biomassas insuficientes e pouco diversificadas. Retorna-se ao velho preparo do solo, tipo preparo mínimo a base de grades, que exauri as forças da terra destruindo a matéria orgânica.

2. ALGUNS ANOS MAIS TARDE : A crise econômica do início dos anos 2000 revela e confirma as insuficiências e deficiências do sistema «semi-direto»

• **Uma Realidade:** a rentabilidade do produtor corre risco, **os rendimentos da soja, algodão e milho entre 2000 e 2007 estagnaram e em alguns casos não se sustentam**(CONAB²), principalmente frente á adversidades climáticas e econômicas. O que está comprovado nas figuras 1 a 4:

- A produtividade do algodão de 3.510 kg/ha em 2000/01 oscila entre um mínimo de 3.200 kg/ha e um máximo de 3.700 kg/ha (*previsão 2006/07*), seja uma média nos 6 últimos anos de 3522 kg/ha ;

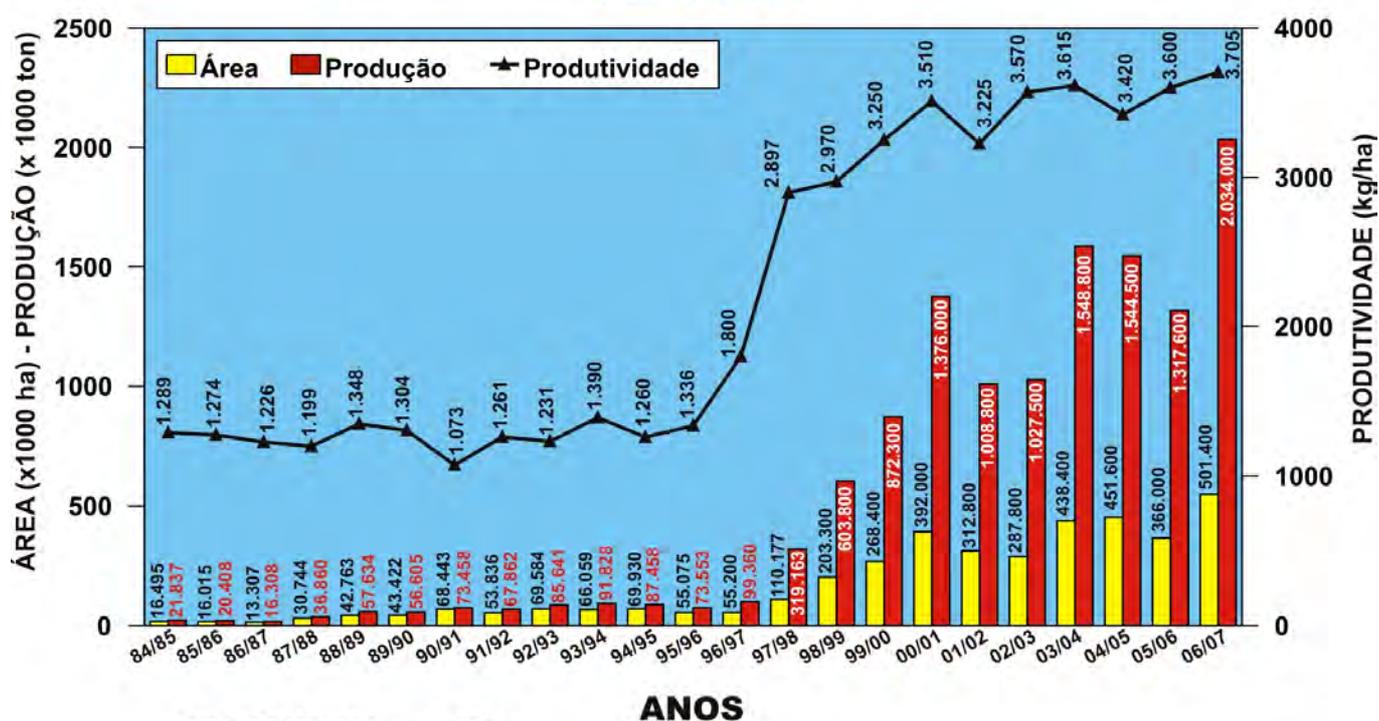
² **Fonte :** Estatísticas da produção agrícola procedentes da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento Brasileira) e elaboradas pela IMEA.

- A produtividade da soja no mesmo período, de 3.020 kg/ha e 3.090 kg/ha respectivamente em 1999/2000 e 2000/01, decaiu em seguida para oferecer uma média de 2.904 kg/ha com um mínimo de 2.695 kg/ha em 2005/06 ;
- Os rendimentos de milho de 3.475 kg/ha em 2000/2001 variam nos 6 últimos anos de um mínimo de 3.150 kg/ha em 2004/05 até um máximo de 3.900 kg/ha em 2005/06, com uma média de 3.438 kg/ha.

• Todavia, o Mato Grosso nunca recebeu um apoio científico e técnico tão abundante, competente, "concorrencial" e diversificado como no decorrer desses 6 últimos anos. A oferta contínua anual de um grande número de variedades de soja, das quais algumas variedades transgênicas, de algodão, de híbridos de milho, e o uso regular, constante e controlado de fortes níveis de adubações minerais, de correções, de micro-nutrientes, e de uma vasta gama de fungicidas, cujo consumo não pára de crescer. Este sistema todo é apoiado por um grande volume de assistência técnica e de qualidade (*Embrapa, Fundação Mato Grosso, Facual, além de todas as grandes firmas multinacionais de agroquímica, etc....*).

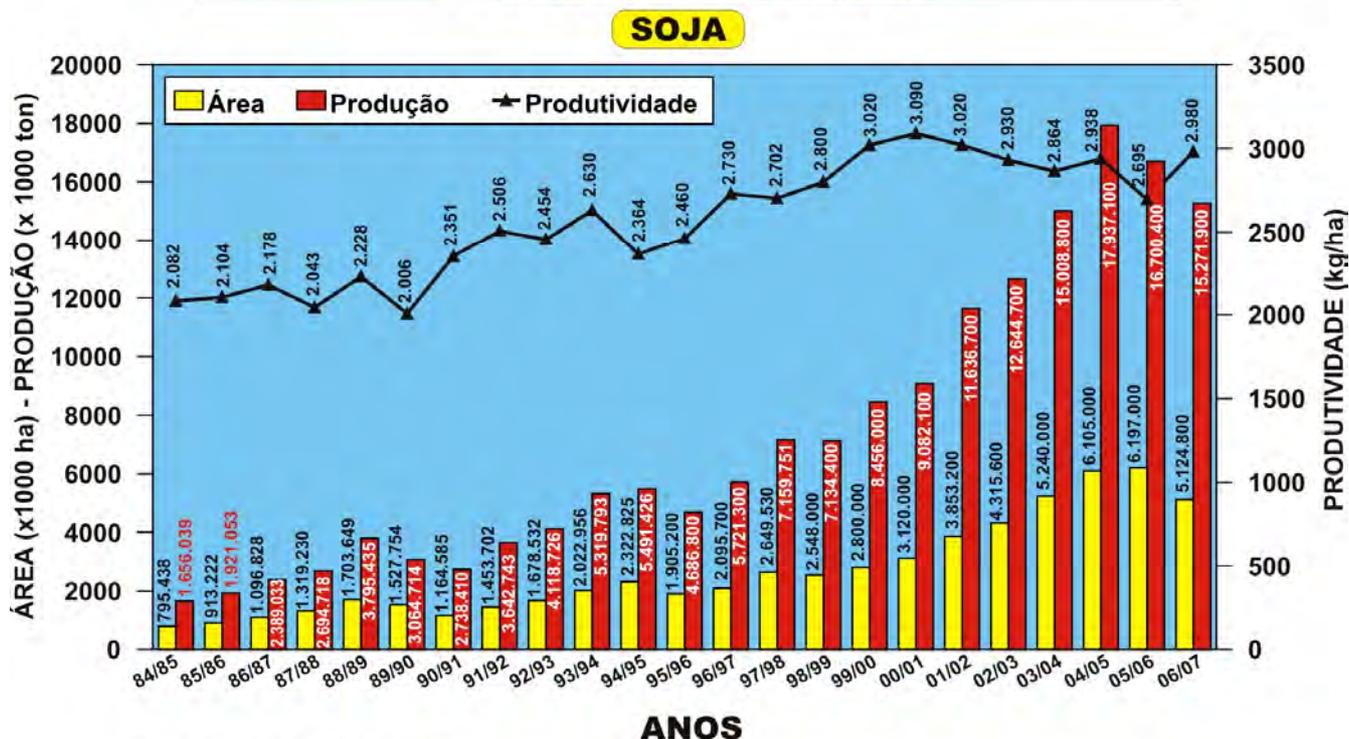
**FIG. 1 ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 1984/2007
ESTADO DO MATO GROSSO**

ALGODÃO



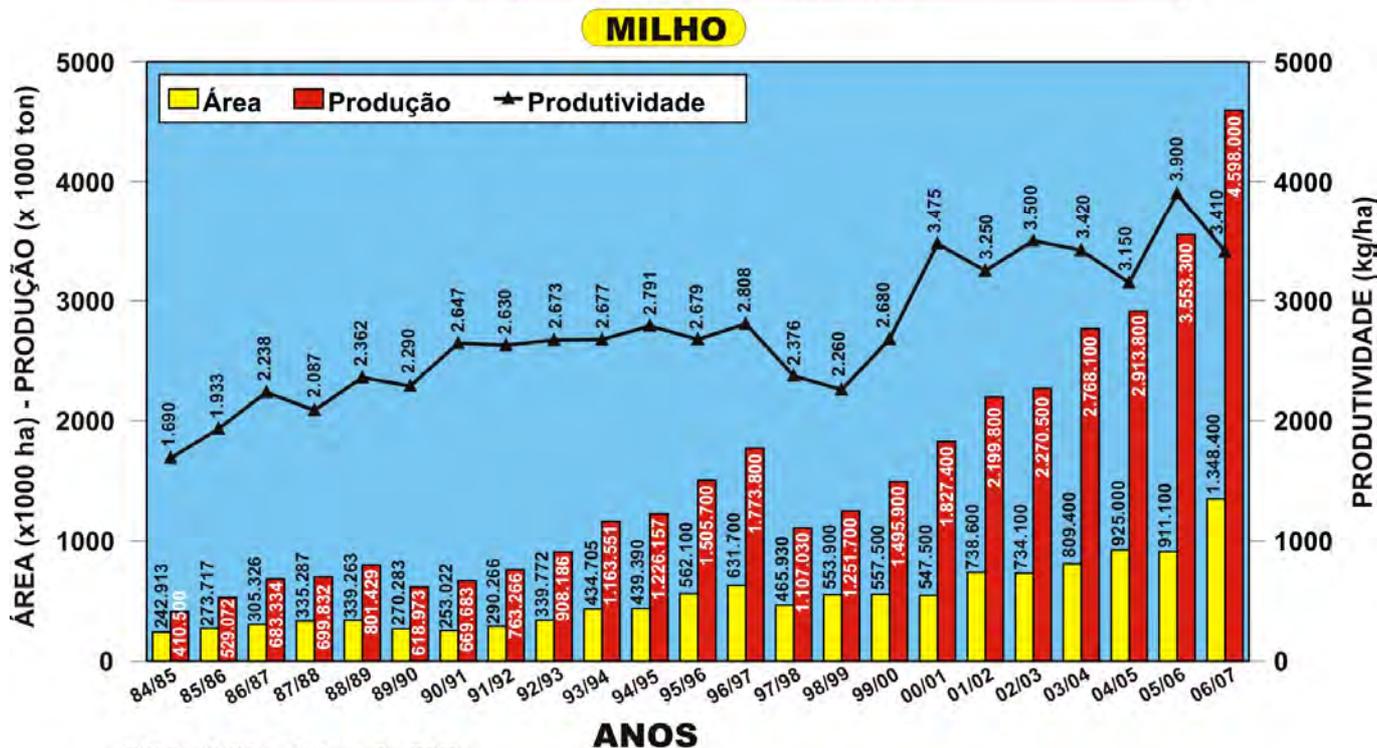
FONTE: CONAB - Elaboração: IMEA

FIG. 2 ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 1984/2007 ESTADO DO MATO GROSSO



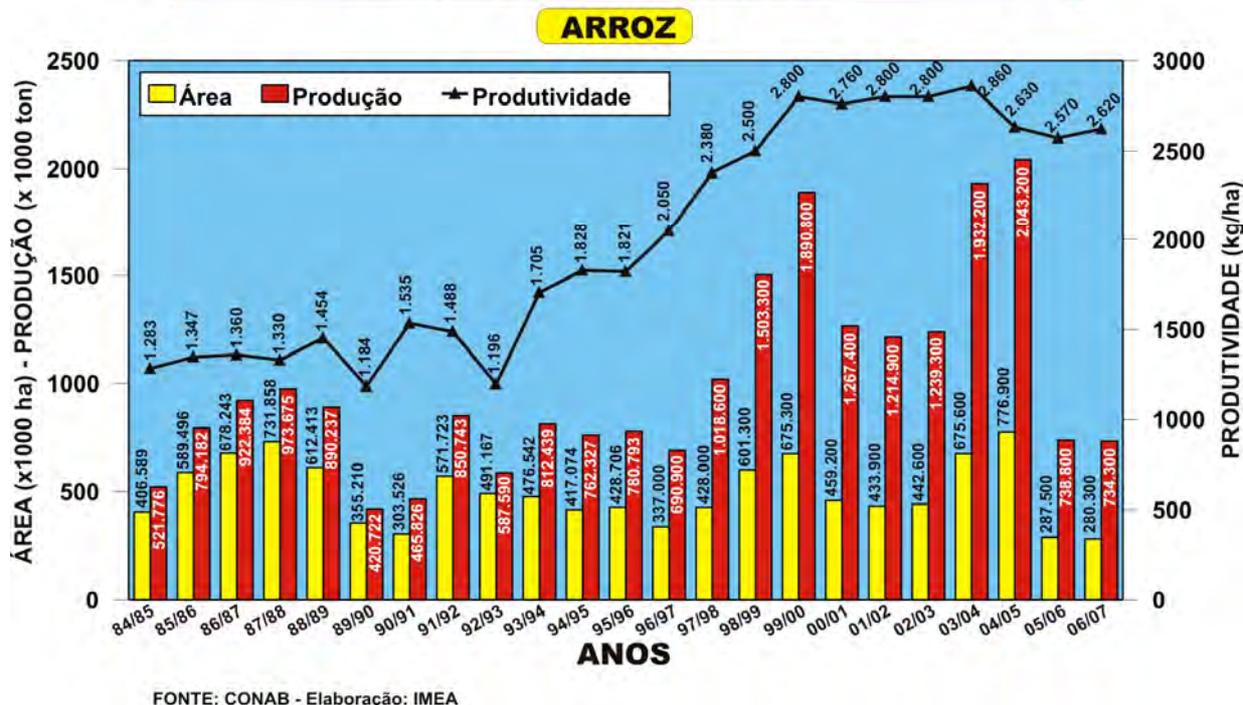
FONTE: CONAB - Elaboração: IMEA

FIG. 3 ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 1984/2007 ESTADO DO MATO GROSSO



FONTE: CONAB - Elaboração: IMEA

**FIG. 4 ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 1984/2007
ESTADO DO MATO GROSSO**



• **Rentabilidade diminuindo: custos de produção sempre muito elevados (Tabela 1):**

Apesar de todos esses fatores técnicos positivos reunidos, os custos de produção aumentam não somente por causa da defasagem da taxa de câmbio do Real em relação ao Dólar, mas também pelo aumento do preço dos insumos químicos (*petróleo caro*) e pela necessidade de mais tratamentos fitossanitários. O sistema “semi-direto” não protege o solo, induzindo o enfraquecimento das plantas que passam a ter a necessidade de um número altíssimo de tratamentos químicos para conseguir uma proteção fitossanitária eficiente. A fragilidade do sistema aumenta; este é muito pouco diversificado e continuamente deficitário em carbono anual. No início dos anos 2000, os problemas fúngicos nas culturas da soja começaram (*ferrugem asiática*), e na cultura do algodão, surgiram as doenças de ramulose e ramularia de final de ciclo e as pragas como os pulgões transmissores da doença azul no início da cultura e o bicudo (*Anthonomus grandis entre 50 e 90 dias após plantio*). A Região ainda sofre com o aparecimento de pragas que se mostram cada vez mais resistentes aos tratamentos químicos, tais como o hemíptero *Bemisia tabaci*, e mais recentemente o lepidóptero *Spodoptera frugiperda*, indicando os desequilíbrios cada vez maiores nas relações auxiliares – predadores.

O desenvolvimento acelerado dos nematóides neste sistema “semi-direto” dominante no Mato Grosso durante os 6 últimos anos confirma as nossas previsões do ano 2000 e constitui também mais uma prova dos desequilíbrios biológicos nas “cadeias tróficas”, ligados com a gestão inadequada dos solos e das culturas.

• **Impactos negativos no meio ambiente causados pelo sistema “semi-direto” : poluição pelos pesticidas e perdas de carbono, sinais alarmantes.**

Paralelamente a esta estagnação, às vezes regressão da produtividade do sistema “semi-direto”, cada vez mais exigente em insumos químicos e material genético renovado, aparecem os primeiros sinais de poluição química das águas das chuvas de superfície, de escorrimento, dos poços e piezômetros, mesmos se eles ficam modestos como mostram as figuras 5, 6 e 7 (Carvalho, E.F.G. et al., 2006), que reúnem os primeiros resultados de avaliação da contaminação ao nível das unidades de paisagem da região de Campo Verde-MT, forte produtora de algodão, pelas moléculas de Metil Parathion, Monocrotofos, Teflubenzuron, Diuron, Endosulfan, Metolaclor, Aldicarb, Carbofuran e Clorpirifos.

• Além disso, as estimativas das perdas em carbono³ dos sistemas de cultivo, conduzidos com preparo intensivo do solo ou com preparo mínimo como o sistema “semi-direto”, reunidas na figura 8, evidenciam que, mesmo se este sistema reduz fortemente as perdas em carbono em relação ao preparo intensivo, ele mantém essas estimativas a um nível relativamente elevado na cultura algodoeira de alta técnica, da ordem de **-0,6 t.C/ha/ano** no horizonte 0 – 10 cm (*Séguy L. et al. , 2001, a ; 2003, a*), tanto em Deciolândia no centro do Mato Grosso quanto em Campo Verde no Sudeste do Mato Grosso sobre latossolos de texturas contrastadas.

• É importante salientar que, quando a mesma sucessão anual “Milheto + Algodão” do sistema “semi-direto” estiver sendo praticada em real Plantio Direto contínuo, seja quando o preparo do solo for definitivamente eliminado, ela permite realizar um ganho anual de carbono de **+ 0,9 t/ha/ano**. Em outros termos, a supressão definitiva das gradagens para destruir as rebrotagens de algodão e enterrar as sementes de milheto biomassa, adotando definitivamente o Plantio Direto que deve ser associado ao controle químico das rebrotagens de algodão, permite tornar o balanço de carbono do solo positivo⁴.

• Este impacto destruidor das gradagens, até leves, no estoque de carbono dos solos está também confirmado por resultados recentes similares obtidos por J. C. Moraes de Sá no estado do Paraná, que mediu perdas médias próximas de **-0,4 t.C/ha/ano** no horizonte 0 – 5 cm (*Sá J. C. M. et al. , 2004*), sejam levemente inferiores aos do Mato Grosso, mas em perfeita coerência, pois avaliadas em condições climáticas subtropicais de altitude, mais frescas e menos «mineralizadoras» para a matéria orgânica do que as dos Cerrados Úmidos do Centro-Oeste brasileiro.

Tabela 1 Evolução dos custos de produção da cultura algodoeira de alta técnica praticada em sistema “semi-direto”

I – Dados Mato Grosso 2004 – 2008

Local Safr	SORRISO		PRIMAVERA DO LESTE		Taxa de câmbio RS/US \$
	US \$/ha	RS/ha	US \$/ha	RS/ha	
2004/05	1589	4767	1612	4837	3,00
2005/06	1689	3970	1732	4069	2,35
2006/07	1718	3607	1792	3763	2,10
2007/08 (previsão)	2062	3918	1938	3683	1,90

Fonte : Algodão brasileiro, Embrapa Agropecuária Oeste, 2004/2008.

II – Dados da Fazenda Mourão 2003 – 2008 – Campo Verde - MT

Safr	Custos de produção (US \$/ha)	Custos dos fungicidas (US \$/ha)	Número das aplicações fungicidas	Custos dos inseticidas (US \$/ha)	Número das aplicações inseticidas
2003/04	1586	59	6	264	18
2004/05	1620	99	6	235	18
2005/06	1667	109	6	284	21
2006/07	1586	74	6	249	19

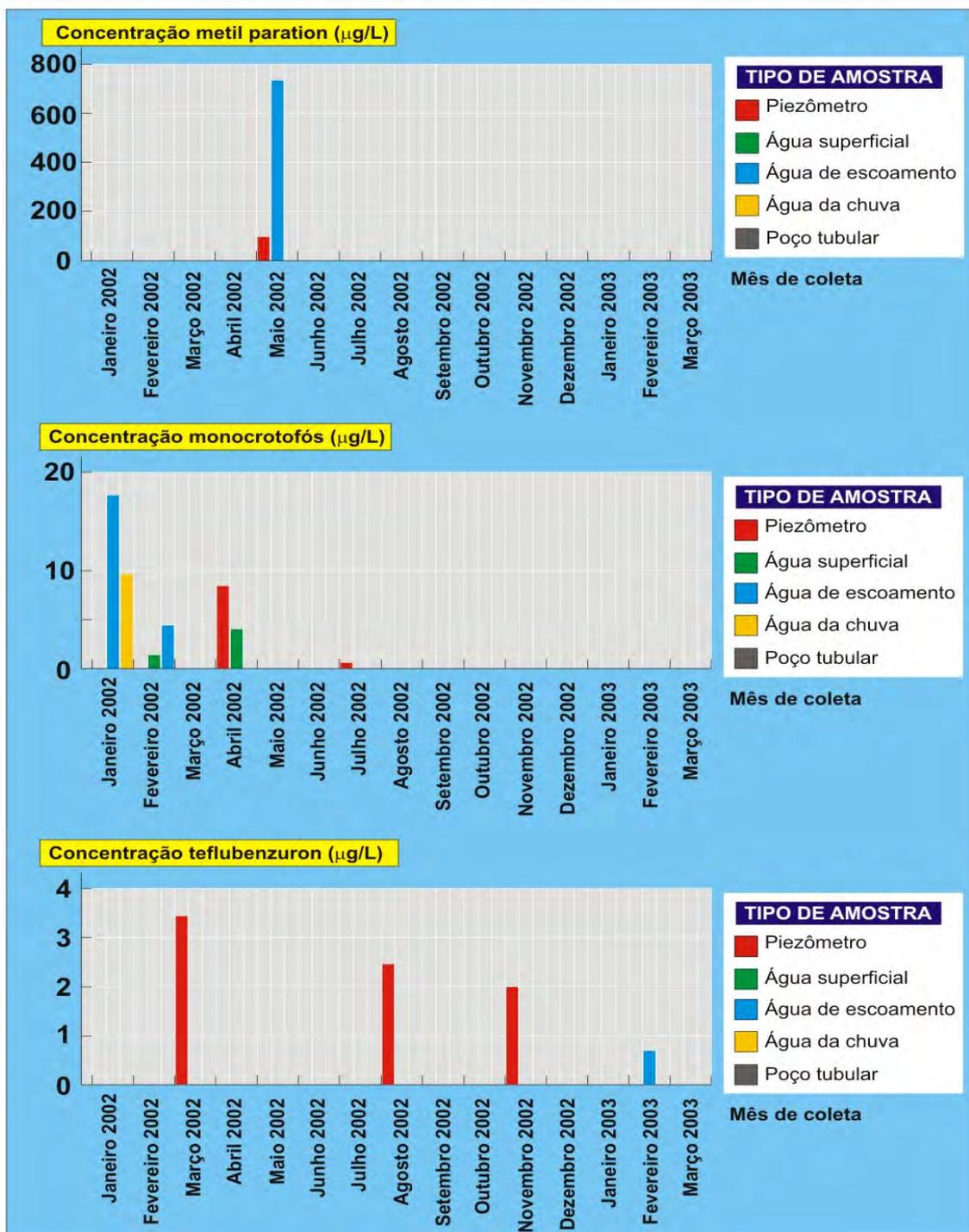
Fonte : G.L. Costa, L. Dalla Nora - Fazenda Mourão – Campo Verde – MT.

³ Trabalhos do CIRAD e de seus parceiros brasileiros entre 1987 e 2007 no estado do Mato Grosso.

⁴ A passagem do sistema «semi-direto» para o Plantio Direto contínuo (SCV), permitiria também economizar 20 kg/ha de milheto ou sorgo, o que representa, somente para o Mato Grosso, dezenas de milhares de toneladas de grãos que poderiam servir para a produção de carne.

FIG. 5

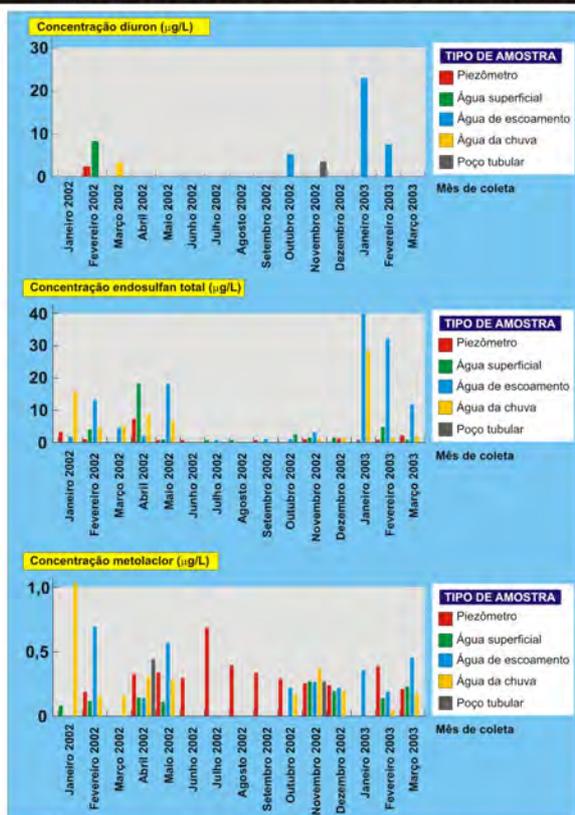
CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS DE METIL PARATION, MONOCROTOFÓS E TEFLUBENZURON EM AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS EM 6 ZONAS DA CULTURA ALGODOEIRA DA REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE E CAMPO VERDE, MATO GROSSO



FONTE: Algodão e Proteção Ambiental - Capítulo 15, p. 361-389
 Eliana F. G. de Carvalho Dorez e Rose Gomes Monnerat
 Extraído do Doc. Facual: Algodão - Pesquisas e Resultados para o Campo - Cuiabá 2006

FIG. 6

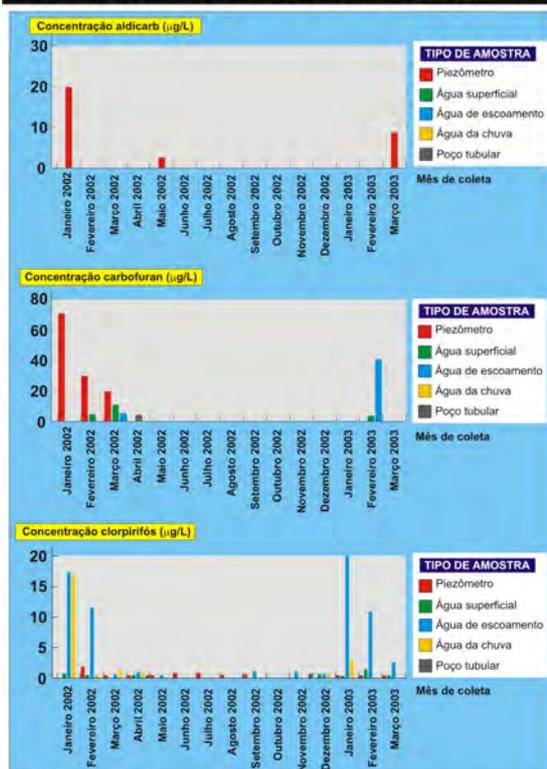
CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS DE DIURON, ENDOSULFAN TOTAL E METOLACLOR EM AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS EM 6 ZONAS DA CULTURA ALGODOEIRA DA REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE E CAMPO VERDE, MATO GROSSO



FONTE: Algodão e Proteção Ambiental - Capítulo 15, p. 361-389
 Eliana F. G. de Carvalho Dores e Rose Gomes Monnerat
 Extraído do Doc. Facual: Algodão - Pesquisas e Resultados para o Campo - Cuiabá 2006

FIG. 7

CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS DE ALDICARB, CARBOFURAN E CLORPIRIFÓS EM AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS EM 6 ZONAS DA CULTURA ALGODOEIRA DA REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE E CAMPO VERDE, MATO GROSSO



FONTE: Algodão e Proteção Ambiental - Capítulo 15, p. 361-389
 Eliana F. G. de Carvalho Dores e Rose Gomes Monnerat
 Extraído do Doc. Facual: Algodão - Pesquisas e Resultados para o Campo - Cuiabá 2006

FIG. 8

ESTIMAÇÕES DAS PERDAS DE CARBONO¹ EM SISTEMAS DE MONOCULTURA DE SOJA OU DE ALGODÃO MANEJADOS COM PREPARO INTENSIVO DO SOLO (*Gradagens*) OU COM PREPARO MÍNIMO (*Sistema "Semi-Direto" = TCS*) Em ZONA TROPICAL ÚMIDA DO MATO GROSSO - BRASIL

Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte e Sudeste Mato Grosso, MT - 1987/2007

Ecologia	Sistema de Cultivo	Camada (cms)	Estimação das perdas médias de Carbono em t/ha/ano
Cerrados úmidos de baixa altitude Latossolo sobre rocha ácida - Argilo-Arenoso - Declives 2 a 10%			
1) Lucas do Rio Verde - MT	• Monocultura Soja x Gradagens - 6 anos	0 - 10 10 - 20	-1,00 -0,66
	• Monocultura Algodão "Semi-Direto" - 3 anos Milheto + Algodão	0 - 10	-0,69
2) Deciolândia - MT	• Monocultura Algodão PD Contínuo - 3 anos Sorgo, Milheto + Algodão	0 - 10	+0,9
	Cerrados úmidos de média altitude Latossolo sobre rocha ácida - Areno-Argiloso - Declives 2 a 10%		
Campo Verde - MT	• Monocultura Algodão x Gradagens - 5 Anos		
	- Adubação Alta	0 - 20	- 1,33
	- Adubação Baixa	0 - 20	- 2,14
	• Monocultura Algodão "Semi-Direto" - 5 anos Milheto + Algodão		
	- Adubação Alta	0 - 20	- 0,62
	- Adubação Baixa	0 - 20	- 1,58
Florestas tropicais Sul de Goiás - Latossolo sobre Basalto - Argiloso - Declives 2 a 15%			
Porteirão - GO	• Monocultura Algodão x Gradagens - 5 Anos	0 - 10 10 - 20	- 0,25 - 0,45
	Florestas úmidas de baixa altitude - Sul da Amazonia Latossolo sobre rocha ácida - Argilo-Arenoso - Topografia plana,		
Sinop - MT	• Monocultura Soja x Gradagens - 10 Anos	0 - 10 10 - 20	- 1,0 a -1,2 - 0,55

1. Trabalhos de Pesquisa do CIRAD-CA e seus parceiros Brasileiros:

- 1987-1992 - Faz. Progresso + Cooperlucas + CNPAF-EMBRAPA, Lucas do Rio Verde, MT - 12°59'S; 55°57'W - (433m)
- 1996 - 2004 - GRUPO MAEDA, Deciolândia, MT - 13°40'39"S; 57°53'52"W; Porteirão, GO 17°48'15"S, 50°09'53W
- 2001-2006 - Faz. Mourão, UEPG - Campo Verde, MT - 15°29'S; 54°54'W (697m)

• Resultados Extraídos de dispositivos experimentais: Matrizes de sistemas de cultivo perenizados

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA - J. C. Moraes de Sá, UEPG - 2007

• As performances agro-econômicas do sistema "semi-direto" são limitadas e não podem se inscrever na agricultura sustentável.

Resultados recentes obtidos entre 2001 e 2006 em Campo Verde⁵ nos latossolos areno-argilosos (17 a 27% de argila) nos cerrados úmidos do Sudeste do Mato Grosso, relativos às performances comparadas dos sistemas de cultivo a base de algodão, estão evidenciando (*FACUAL/ Relatórios – 2003, 2004, 2005, 2006*) :

⁵ Matriz dos sistemas de cultivo perenizados da Fazenda Mourão em Campo Verde, que reúne os sistemas representando a agricultura de ontem (T₁ = Monocultura Algodão x Preparo do solo), a agricultura de hoje (T₂ = "semi-direto" x Milheto + Algodão), a agricultura de amanhã (S₁ ou S₃ = SCV nas fortíssimas produções de biomassa com forte biodiversidade em PD); são avaliadas as performances agro-econômicas comparadas dos sistemas, seus impactos na qualidade biológica dos solos e das produções.

- A produtividade superior do sistema “semi-direto” T₂ ao do sistema de monocultura de algodão praticado com preparo de solo (*gradagens*) T₁ :
 - o + 18% de algodão-carço em média sobre 4 anos com adubação elevada padrão e + 30% na presença da adubação reduzida (*1/2 adubação padrão*) [Fig. 9],
 - o A diferença de produtividade cresce com o tempo em favor do sistema “semi-direto” ; após 4 anos de funcionamento dos sistemas, o ganho de rendimento em relação á testemunha T₁ Monocultura Algodão x Preparo do solo é de 58% na presença da adubação elevada e de 108% com adubação reduzida (Fig. 10 e 11).
- Mas, a produtividade do sistema T₂ “semi-direto” fica sempre muito abaixo da dos sistemas SCV S₁, S₃ que são fortíssimos provedores de biomassa com forte biodiversidade : - 15 à -17% em média sobre 4 anos qualquer que seja o nível de adubação mineral ; após 4 anos de funcionamento dos sistemas, aumenta a diferença a favor dos SCV sobre fortes biomassas : + 27 a +45% de produtividade.
- **Ao nível da avaliação dos impactos dos sistemas de cultivo nas componentes qualidade biológica dos solos e das produções**, encontra-se a mesma classificação dos sistemas: os SCV nas fortes biomassas diversificadas S₁ e S₃ superam o sistema T₂ “semi-direto”, o qual é superior ao sistema testemunha T₁ Monocultura x Preparo do solo:
 - Os ganhos de produtividade do algodoeiro ligados ao Temik (*nematicide, acaricida, inseticida e fitoestimulador de crescimento*) já altamente significativos logo no primeiro ano de cultivo sobre T₁ e T₂, aumentam em seguida fortemente entre o 1º e o 4º ano de cultivo, enquanto eles permanecem muito baixos e quase constantes nos sistemas com fortes biomassas diversificadas SCV S₁ e S₃ (Fig. 12)
 - A análise dos resíduos de pesticidas no solo e na fibra e no grão de algodão, pelo método Luke (*mais de 150 moléculas pesquisadas*), mostram que os sistemas SCV S₁ e S₃ não estão poluídos enquanto o sistema T₁ contém mais resíduos, o sistema T₂ “semi-direto” ficando igualmente poluído, porém menos que T₁ (*Frequência de amostras poluídas menor e doses de resíduos inferiores*) [Fig. 13].
- **As performances econômicas refletem as performances agronômicas**
A classificação dos sistemas é sempre S₁, S₃ > T₂ > T₁, seja sempre muito significativamente a favor dos sistemas SCV com fortes biomassas diversificadas (Fig. 14).

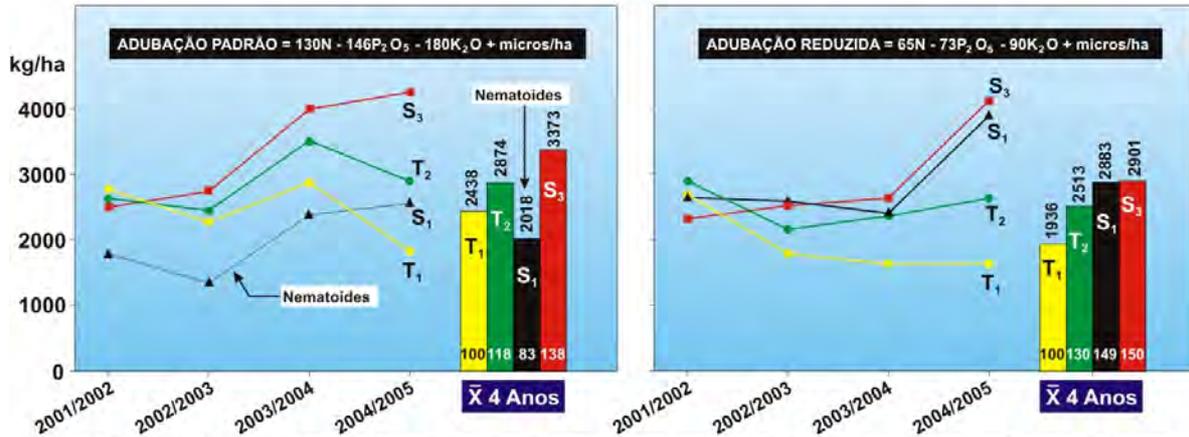
No final, o sistema “semi-direto”, constitui sem dúvida um progresso notável em relação aos sistemas de cultivo com preparo do solo, nem que seja somente pelo seu controle das externalidades hídricas que limite fortemente a erosão dos solos. Todavia, a permanência de um preparo mínimo do solo aliado a “inputs” limitados de biomassa anual muito pouco diversificada, acarreta uma perda contínua de carbono do solo, e em conseqüências uma perda de capacidade deste último em produzir no decorrer do tempo (Fig. 15). Pouco performante também no controle natural dos nematóides fitófagos, das pragas e das doenças criptogâmicas das culturas por causa de uma biodiversidade funcional baixa demais, este sistema só pode manter suas performances agronômicas graças ao uso maciço e constante de adubos minerais, de pesticidas, de fungicidas, de novas variedades que devem integrar cada vez mais resistências de natureza variável a medida em que a qualidade biológica dos solos se deteriore. Além disso, ele não protege suficientemente os solos nem na superfície, nem costurando-os de modo bastante eficiente, abrindo espaço para uma erosão localmente ativa e para uma poluição já notável do ambiente. Tal sistema não é sustentável, pois não reúne todas as condições necessárias e suficientes da sustentabilidade, e em particular, ele não garante a reprodutibilidade ambiental ; suas fraquezas agronômicas e ecológicas aparecem principalmente quando a conjunção de fatores econômicos e climáticos for desfavorável para a produção ; ele pode então se mostrar muito sensível e levar logo para a falência.

FIG. 9

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE ANUAL¹ E PRODUTIVIDADE MÉDIA¹ DO ALGODÃO EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO, INCLUINDO TODAS AS VARIEDADES TESTADAS, SEM TEMIK (Aldicarb)

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2001/2005

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brac. ruz.)



1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas.

Média de 4 variedades (sem Temik): CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407
 2 - Solo de textura areno-argilosa (20-27% de argila; 70-75% de areia)

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 10

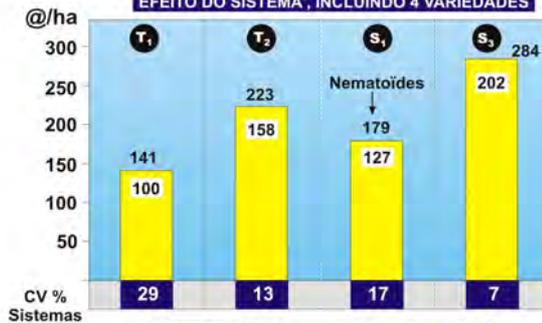
PRODUTIVIDADES MÉDIA E RELATIVA COMPARADAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

I ADUBAÇÃO PADRÃO¹ DA FAZENDA

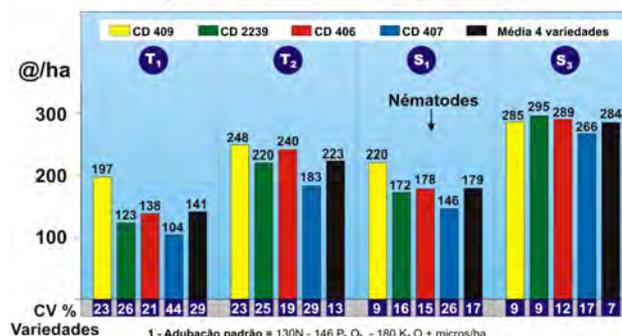
T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria Ruziziensis)

□ Produtividade relativa

EFEITO DO SISTEMA², INCLUINDO 4 VARIEDADES



EFEITO DAS VARIEDADES³ POR SISTEMA



1 - Adubação padrão = 130N - 146 P₂ O₅ - 180 K₂O + micros/ha
 2 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas - Efeito do sistema: Média de 4 variedades, sem Temik

3 - As 4 Variedades testadas = CD 409; CD 22397; CD 406; CD 407.

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 11

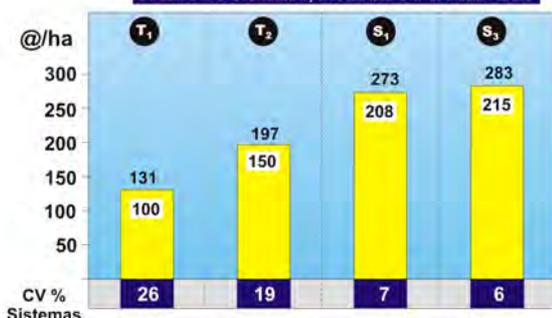
PRODUTIVIDADES MÉDIA E RELATIVA COMPARADAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

II ADUBAÇÃO REDUZIDA

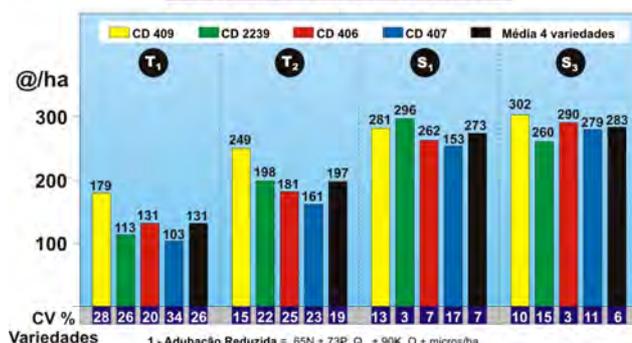
T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*)

□ Produtividade relativa

EFEITO DO SISTEMA², INCLUINDO 4 VARIEDADES



EFEITO DAS VARIEDADES³ POR SISTEMA



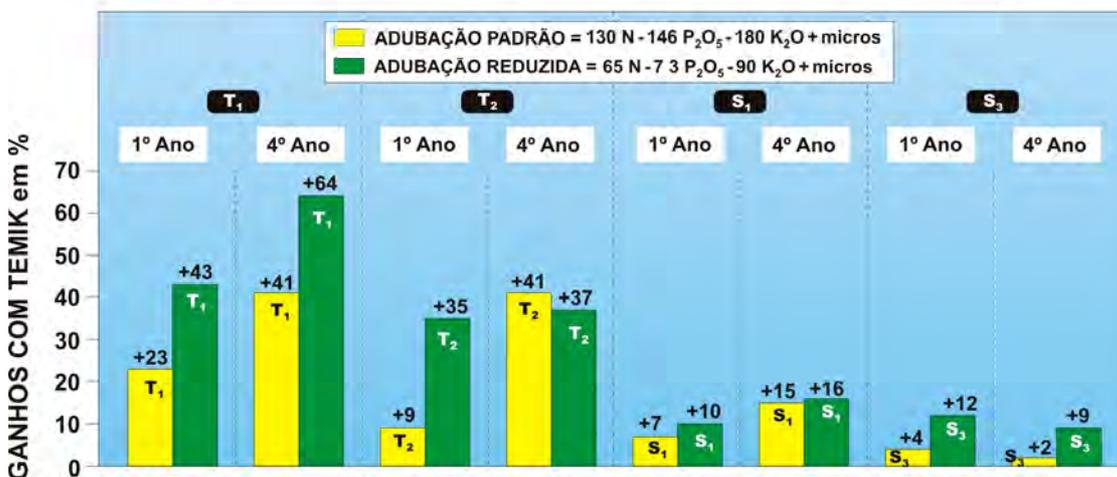
1 - Adubação Reduzida = 65N + 73P Q + 90K Q + micros/ha
 2 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas. - Efeito do sistema: Média de 4 variedades, sem Temik.
 3 - As 4 Variedades testadas = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407.
 FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC; A. Marques; M. Rodrigo/2005

FIG.12

GANHOS COMPARADOS DE PRODUTIVIDADE¹ (%) DEVIDOS A APLICAÇÃO DE TEMIK (Aldicarb) AO PLANTIO, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO, (INCLUINDO 4 VARIEDADES), ENTRE O 1º ANO E O 4º ANO

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005²

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*)



1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas Média de 4 variedades (sem Temik): CD 406; CD 407; CD 98-32; CD 99-2239
 2 - Solo de textura areno-argilosa (20-27% de argila; 70-75% de areia)

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC; A. Marques; M. Rodrigo/2005

FIG. 13 RESULTADOS DAS ANÁLISES¹ DOS RESÍDUOS DE PESTICIDAS NOS GRÃOS E NO SOLO, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO E DO MANEJO² DA CULTURA ALGODOEIRA

Ecologia dos latossolos dos cerrados do Sudeste do Mato Grosso - Campo Verde, MT/2006

Sistema de cultivo	Modo de Gestão ² Algodão	RESÍDUOS NOS GRÃOS E NOS SOLOS, (em mg/kg)					
		GRÃOS			SOLO		
		Multi-resíduos	Glifosato	Paraquat	Multi-resíduos	Glifosato	Paraquat
I - PLANTIO DIRETO (PDSCV) • Algodão/Soja + (Éleusine c. + Crotalaria sp.) (S ₁)	Q	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
• Algodão/Cobertura viva <i>Arachis p.</i>	Q + O	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
II - SEMI-DIRETO • Milheto + Algodão anual (Gradagem sobre Milheto) (T ₂)	Q	• 0,20 • 0,22 • 0,03 Cipermetrinas	<0,01	<0,02	• 0,02 Tetraconazol	<0,01	<0,02
III - GRADAGENS • Monocultura Algodão (T ₁)	Q	• 1,90 • 0,32 • 0,07 Cipermetrinas	<0,01	<0,02	• 0,03 Tetraconazol	<0,01	<0,02

1 - Análise de resíduos: realizados pelo laboratório CTAEX - Badajoz, Espanha

2 - Modos de Gestão do Algodão:

a) Químico (Q) - Tratamento químico das sementes - Nível padrão de adubação: 140N + 63P₂O₅ + 135K₂O + micros herbicidas + inseticidas; Gestão da Fazenda

b) Químico + Orgânico (Q + O) - Tratamento orgânico das sementes - Nível baixo de adubação: 70N + 31P₂O₅ + 68K₂O + micros, herbicida - aplicação de produtos orgânicos: (6l/ha) húmus + 4,5 kg de EP4 parcelados: 1º botão, 1ª flor e 100-110 DAP, controle de insetos com Neem completados por químicos quando for necessário (*bicudo, percevejo*)

FORNTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 14

PERFORMANCES ECONÔMICAS DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS (sobre 4 anos) A BASE DE ALGODÃO¹

Cerrados úmidos de média altitude (600 a 700 m) do Sudeste do Mato Grosso - Campo Verde-MT – 2001/2005

Sistemas de cultivo	Parâmetros Econômicos em US\$/ha	ADUBAÇÃO ²	2001/02		2002/03		2003/04		2004/05	
			Algodão	Soja + Safrinhas						
1. Monocultura Algodão x Gradagens • Sistema Convencional T1	Custos de produção	Padrão	1120	-	1150	-	1261	-	1624	-
		Reduzida	964	-	994	-	1105	-	1448	-
	Renda líquida ³	Padrão	-17	-	162	-	33	-	-790	-
		Reduzida	109	-	56	-	-366	-	-699	-
2. Sucessão anual contínua: Milheto/Algodão • Gradagem antes Milheto - Plantio Direto no Algodão Sistema "Semi-Direto" T2	Custos de produção	Padrão	1035	-	1084	-	1195	-	1548	-
		Reduzida	869	-	1025	-	1131	-	1484	-
	Renda líquida ³	Padrão	8	-	338	-	384	-	-237	-
		Reduzida	278	-	243	-	-73	-	-292	-
3. Rotação em Plantio Direto *Algodão/ Soja + (Éleusine cor. + Crotalaria spec.) S1	Custos de produção	Padrão	1165	369	1194	386	1246	395	1596	436
		Reduzida	1102	314	1132	322	1184	361	1533	387
	Renda líquida ³	Padrão	-450	188	-407	335	-171	401	-438	349
		Reduzida	-59	247	377	373	-109	446	238	227
4. Rotação em Plantio Direto *Algodão/ Soja + (Sorgo + Brachiaria ruz.) S3¹	Custos de produção	Padrão	1142	344	1176	376	1234	382	1576	424
		Reduzida	1085	286	1111	306	1175	325	1510	372
	Renda líquida ³	Padrão	-144	235	421	408	547	424	365	376
		Reduzida	-161	282	354	390	1	479	383	416

(1) NESTE SISTEMA S3, O MILHO VARIEDADE PODE SUBSTITUIR VANTAJOSAMENTE O SORGO, COM LUCRO MAIS ELEVADO E MAIS SEGURO.

(2) ADUBAÇÃO PADRÃO: INSUMO ANUAL MÉDIO = 82,4 N + 121,8 P₂O₅ + 127,8 K₂O/ha

- ADUBAÇÃO REDUZIDA: METADE ADUBAÇÃO PADRÃO = 41,2 N + 60,9 P₂O₅ + 63,9 K₂O/ha

(3) PREÇOS PAGOS AO PRODUTOR PARA A SOJA (em US \$/saca de 60 kg) => 2002 = 7,28; 2003 = 11,03; 2004 = 13,95; 2005 = 9,08.

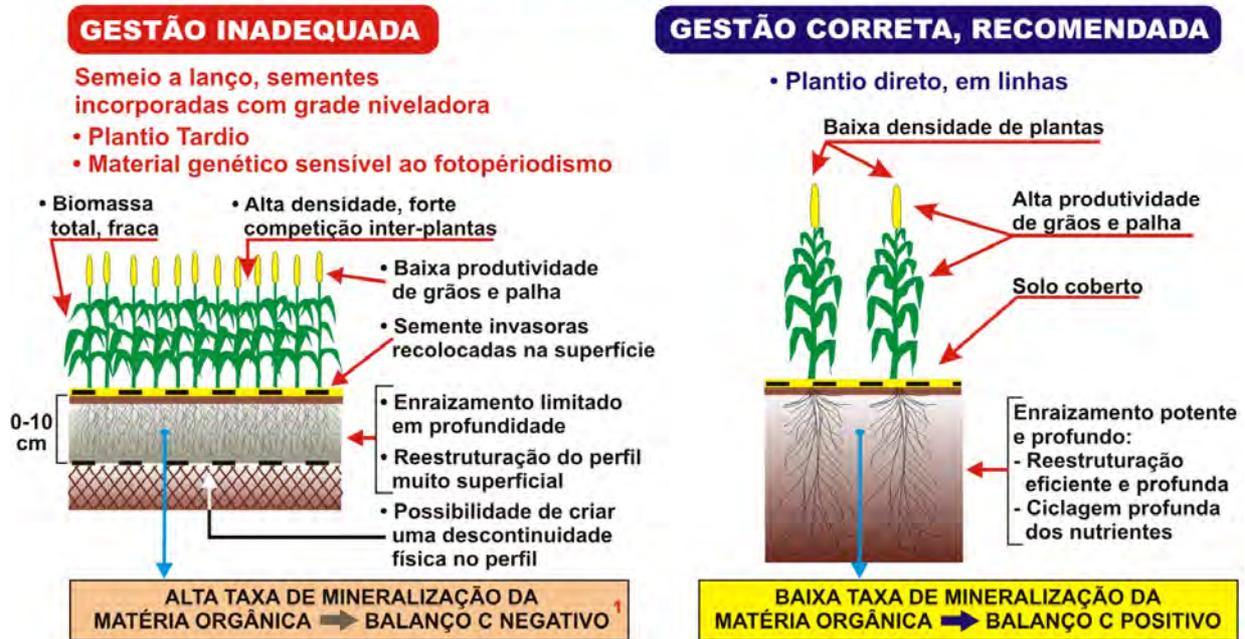
PARA O ALGODÃO PLUMA (em US \$/@ de 15 kg) => 2002 = 14,90; 2003 = 21,87; 2004 = 16,80; 2005 = 17,03.

PARA SAFRINHAS DE SORGO E ELEUSINE + CROTALÁRIA, PREÇOS PAGOS ESTIMADOS EM 3,00 US \$/SACA DE 60 kg.

FORNTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 15

GESTÃO DAS PRINCIPAIS BIOMASSAS “BOMBAS BIOLÓGICAS” → Caso do Milheto no final da estação chuvosa



¹ - João Carlos de M. Sá e al. Março/Abril, 2003 (Revista Plantio Direto - Nº 74)
 FONTE: L. Séguay, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC - Goiânia, 2000

Tabela 2 Limites (concentrações em µg/L) estabelecidos pelo EPA⁶ para diversos princípios activos poluidores do meio ambiente, e concentrações máximas medidas nas regiões de Campo Verde e de Primavera do Leste – Mato Grosso.

Princípio ativo	Classe toxicológica	Classe ambiental	Limites EPA (µg/L)	Concentrações Máximas Medidas (µg/L)
Aldicarb	I	II	7	19,7 (lençol freático)
Carbosulfan	II	-	40	69,0 (lençol freático)
Clorpirifos	II	I	20	68,6 (águas escurimento)
Diuron	II	-	10	23,3 (águas escurimento)
Endosulfan (alta frequência)	I	I	-	28,8 (água de chuva)
Metolaclor (alta frequência)	II	-	2000	18,7 (água de chuva)
Metyl paration ⁷	I	-	-	79,7 (lençol freático)
Monocrotofos ⁸	I	I	-	17,0 (águas escurimento)
Teflubenzuron	IV	II	-	3,6 (lençol freático)

Fonte : Eliana F. G. de Carvalho Dores e Rose Gomes Monnerat

Extraídos do Documento FACUAL : « Algodão – Pesquisas e Resultados para o Campo » FACUAL – Cuiabá 2006 - Algodão e proteção ambiental – Capítulo 15 p. 361 – 389

(*) Na bacia do Pantanal, nos 29 agrotóxicos procurados, 22 foram presentes pelo menos uma vez, dos quais 68% na águas superficiais, 87% na água da chuva e 62% nos sedimentos de fundo ; os mais frequentes são as triazinias, os acetanilidos, a Trifluralina e o Endosulfan ; este último é muito tóxico para os peixes e os animais aquáticos (concentração letal [CL 50] de 1,0 µg/L para os peixes).

⁶ EPA = Agencia do Meio Ambiente dos Estados Unidos.

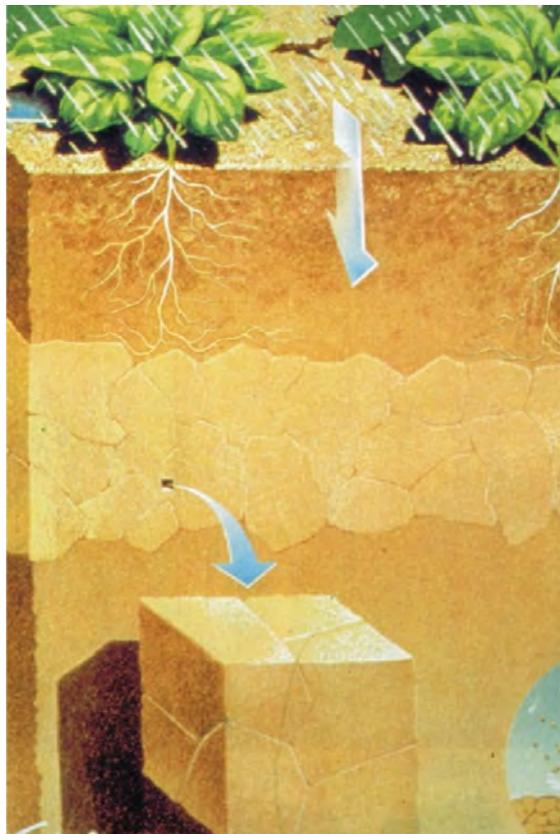
⁷ Classificado como altamente tóxico pela ANVISA, agência de vigilância sanitária do Brasil.

⁸ Classificado em classe ambiental I pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente).

DANOS DECORRENTES DO PREPARO DO SOLO



Os ambientes do estudo = Cerrados e Florestas



Latossolos compactados por Gradagens x Monocultura Cerrados –(1982-1995)



Perfis culturais compactados, asfixiantes, sob algodoeiro- Sul de Goiás - 1996



Forte erosão hídrica em solos compactados – Cerrados – Campo Verde /MT- 1995



**Erosão catastrófica numa unidade de paisagem (Soja)-Cerrados
Lucas do Rio Verde - 1986**



**Erosão catastrófica numa unidade de paisagem (Soja)-Cerrados
Lucas do Rio Verde - 1986**



**Erosão no solo preparado (a esquerda); conservação no Plantio Direto (a direita)
Piauí –1992**



**Erosão no preparo intensivo do solo (T1) - solo arenoso – Cerrados
Campo Verde/MT após 240 mm em 5 h**



**Erosão no preparo intensivo do solo (T1) - solo arenoso – Cerrados
Campo Verde/MT após 240 mm em 5 h**



Erosão eólica – Florestas tropicais – Sul de Goiás -1998



Erosão eólica – Florestas tropicais – Sul de Goiás -1998



Erosão no sistema «semi-direto» (T2 = TCS) – Cerrados – Campo Verde/MT - 2007



**Erosão no sistema «semi-direto» (T2 = TCS) – Cerrados
Campo Verde/MT - 2007**

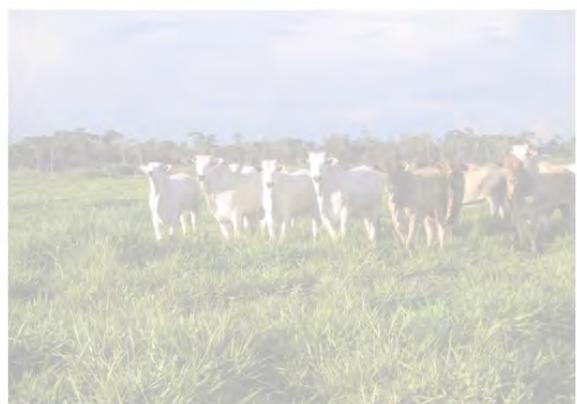


II) SOLUÇÕES E PERSPECTIVAS

**Os sistemas de Plantio Direto Sobre
Cobertura Vegetal permanente dos solos (SCV) :**

Uma volta para a biodiversidade funcional dos ecossistemas naturais

ou : Como reconciliar o agro negócio e a ecologia



Introdução

*Este capítulo é uma reflexão sobre os principais resultados oriundos das diversas etapas do que foi denominado a Pesquisa-Ação aplicada, realizada pelo CIRAD-CA e seus parceiros brasileiros de Pesquisa e do Desenvolvimento⁹. Estes trabalhos conduziram à elaboração de matrizes tecnológicas de sistemas SCV¹⁰ para a melhoria contínua dos cenários de desenvolvimento diversificado e sustentável do Centro Oeste do Brasil e particularmente no estado do Mato Grosso. Estes cenários foram desenvolvidos para responder às necessidades do presente sem comprometer o potencial das gerações futuras, garantindo-lhes a capacidade de suprir às suas necessidades. Estes foram construídos progressivamente e aperfeiçoados a partir de dois componentes essenciais da sustentabilidade do produtor brasileiro: o primeiro, **a viabilidade econômica** das fontes de renda diante dos riscos do mercado globalizado, agravados pelo clima, e um segundo componente que é a capacidade da **reprodutibilidade ambiental** dos ecossistemas, ou seja, garantindo com que as práticas dessa agricultura não degradem nem poluam o meio ambiente.*

Portanto, o aperfeiçoamento contínuo de sua eficácia crescente tanto para sua estabilidade produtiva, quanto sua viabilidade econômica está comprovado no uso cada vez menor de insumos químicos no decorrer do tempo, permitindo uma melhor qualidade biológica dos solos (capacidade de seqüestro do carbono, controle natural dos nematóides e das invasoras, fitorremediação) e das produções (livres de resíduos agrotóxicos).

*A criação tecnológica de sistemas SCV cada vez mais performantes entre 1987 e 2008 nos Trópicos Úmidos do Brasil Central foi realizada a partir do que denominamos de “**engenharia ecológica**” em prol do desenvolvimento sustentável, e se apoiou nos dois caminhos complementares de Pesquisa-Ação, convertidos em técnicas a serem apropriadas pelos agricultores (grandes agriculturas mecanizadas e pequenas agriculturas familiares) [Séguy L., 1994 ; 1996 ; 1998, a e d ; 2001, d ; 2004, c] :*

- 1) Conduzidos, desde o início, de acordo com os modos de funcionamento estável do ecossistema florestal sobre solos “vazios quimicamente”.*
- 2) Os sistemas de cultivo SCV incorporam em harmonia com a natureza uma biodiversidade multifuncional crescente com cada vez mais eficácia na atuação gratuita em prol da melhoria das performances agro econômicas dos SCV.*

⁹ Equipe L. Séguy, S. Bouzinac e seus parceiros brasileiros da Pesquisa e do desenvolvimento, em cooperação permanente com os agricultores (dos quais o pioneiro foi o Sr. Munefume Matsubara), o CNPAF, Centro de Pesquisa Federal sobre arroz e feijão da EMBRAPA, a EMPAER-MT, Centro de Pesquisa do estado do Mato Grosso entre 1986 e 1989 ; depois em parceria com a RHODIA (filial Brasil de Rhône Poulenc) e a cooperativa COOPERLUCAS de Lucas do Rio Verde de 1990 para 1995, e mais recentemente com a Prefeitura de SINOP, e o grupo MAEDA, a COODETEC, o FACUAL e a empresas privadas AGRONORTE, entre 1995 e 2002, CEREAISNET entre 2004 e 2006, e as Universidades USP-CENA e UEPG (Convênios de pesquisas respectivos de 2000/2004 e 2004/2009).

¹⁰ SCV = Sistemas em Plantio Direto com Cobertura Vegetal permanente (cobertura viva ou morta).

As coberturas vivas (Tifton e *Arachis pintoï*) uma vez implantadas nunca são destruídas. Antes da implantação da cultura (Soja ou Algodão no Tifton, Milho ou arroz no *Arachis pintoï*), aplica-se dessecante para « queimar » a cobertura e deixar a cultura desenvolver. Antes da cultura cobrir o solo, se usa herbicida em sub - dosagem para controlar a cobertura sem matá-la. Depois da colheita da cultura, a cobertura volta a dominar a área até a próxima safra.

As coberturas mortas procedentes das safrinhas (exemplo: Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* + Guandu) são dessecadas e mortas antes de implantar a próxima cultura de soja ou de algodão.

2.1 O INÍCIO: AS PRIMEIRAS LIÇÕES EMERGIRAM DAS PESQUISAS REALIZADAS NA FAZENDA PROGRESSO entre 1985 e 1995, originando as primeiras provas da sustentabilidade dos SCV.

▪ Esta Fazenda no município de Lucas do Rio Verde¹¹ foi o berço da criação (Séguy L. et al. 1996, 1998, a) dos sistemas de cultivo sobre cobertura vegetal permanente, produzindo já entre 1990 e 1995 (Fig. 16) :

- De 1990 para 1993 iniciam os rendimentos crescentes de soja, aumentando de 2.662 kg/ha para 3.024 kg/ha em Plantio Direto contínuo sobre potentes coberturas de milhetos e sorgos africanos,

- De 1993 a 1995, foi realizado um novo salto tecnológico com o desenvolvimento do sistema da integração da pecuária em rotação com a cultura de soja. As pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* (cv. Tanzânia) foram instaladas em Plantio Direto em sucessão da soja e com a utilização de insumos mínimos, e permitiram elevar a produtividade média de soja para 3.643 kg/ha em 1995, com um pique de produtividade registrado a 4.328 kg/ha em uma área de 384 ha com a cultivar Emgopa 306 e sem o uso de fungicidas. Esses rendimentos médios muito altos, obtidos em lavoura comercial e sob as primeiras experiências de Plantio Direto contínuo (1993) devem ser comparados com a produtividade média atual da soja no Mato Grosso procedente do sistema dominante de “semi-direto” em 2007, que é inferior a 3.000 kg/ha (e isso, 14 anos depois!!!).

▪ Resultados da avaliação dos primeiros impactos dos SCV nas propriedades físico-químicas dos solos (Fig. 17) evidenciam:

- Após o solo ter perdido mais de 60% do seu estoque de carbono em 10 anos de preparo intensivo a base de gradagens, somente 6 anos de prática dos SCV sobre potentes biomassas como Soja ou Arroz + Sorgos ou Milhetos africanos semeados na safrinha permitem recuperar 1% de Matéria Orgânica no horizonte de 0-10 cm e 0,4% no horizonte de 10-20 cm. A primeira avaliação da capacidade de seqüestro de carbono do sistema SCV estimou entre 1,1 e 1,2 t/ha/ano de carbono no horizonte de 0-10 cm e 0,45 a 0,5 t/ha/ano no horizonte de 10-20 cm, seja um total médio de 1,55 até 1,70 t/ha/ano na camada 0 – 20 cm ;

- 5 anos de pastagens instaladas em Plantio Direto, com as espécies *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* aumentaram os teores de matéria orgânica para um nível equivalente ao do ecossistema inicial dos Cerrados. O seqüestro do carbono estabelecido sobre estes 5 anos está estimado abaixo :

o Entre + 0,90 e + 1,00 t/ha/ano no horizonte de 0-10 cm e + 1,25 para + 1,35 t/ha/ano no horizonte de 10-20 cm sob a espécie *Panicum maximum*,

o Entre + 1,22 e 1,31 t/ha/ano no horizonte de 0-10 cm e + 1,95 para 2,12 t/ha/ano no horizonte de 10-20 cm sob a espécie *Brachiaria brizantha*, seja um total médio de 3,15 até 3,43 t/ha/ano na camada 0 – 20 cm (Corraza E. J. et al 1999 ; Cerri C.C. et al., 1992 ; Husson O., Séguy L. et al., 2006 ; Sá J.C.M. et al., 2004 ; Sá J.C.M., Séguy L. et al., 2008 ; Séguy L. et al., 2006,a ;)

- A CTC acompanha a evolução dos teores de Matéria Orgânica na faixa de 0-20 cm ;

¹¹ Graças ao visionário e difusor do Plantio Direto, o Sr. Munefume Matsubara.

- Isto comprova a existência de uma bomba de íons eficiente, materializada pelas potentes biomassas de pastagens alcançando as reservas de água profundas do solo (*como no ecossistema florestal*) que está descrita na **Fig. 18**:
 - É importante salientar que nenhuma correção de calcário foi aplicada desde o ano em que se iniciou o Plantio Direto (1990), e apesar disso, o teor de saturação de base dos horizontes de superfície cresce muito significativamente sob as pastagens, evidenciando assim que seus sistemas radiculares reciclaram as bases lixiviadas, procedentes das numerosas calagens realizadas durante os 10 anos precedentes sob preparo do solo contínuo.
 - As trincheiras pedológicas abertas a 3 m de profundidade, após 3 anos sob as 2 pastagens confirmaram visualmente um forte enraizamento, continuando no perfil cultural além desta profundidade. (*comprovando a injeção de carbono em profundidade*¹² e o funcionamento Solo - Cultura em circuito fechado sob SCV por mecanismos de reciclagem profunda eficientes) (**Fig. 19**).

▪ **A análise das produtividades médias anuais de biomassa medidas sobre 6 anos em função dos sistemas de cultivo contrastados e implantados nas matrizes sistematizadas dessa mesma Fazenda Progresso (*dispositivo experimental perenizado de mais de 400 ha*), (Séguy L., 1994 ; Séguy L. et al., 1996; 1998, a; 2001,d ; 2004, c), apresentada na **Figura 20**, nos permite concluir que:**

➤ Os resultados indicam que o sistema mais eficiente é o SCV contínuo composto por Soja + Sorgo africano. Este apresenta uma forte biomassa produzindo em média entre 11,5 e 13,7 t/ha, considerando as partes aéreas + radiculares ($B_A + B_R$) em função dos níveis de adubação mineral utilizados. Esta biomassa representa de 3 a 5 vezes mais do que nos sistemas com preparo intensivo do solo (*gradagens*) combinado tanto com a Monocultura anual de Soja quanto com a rotação Soja / Arroz, ambos sendo praticadas com uma só cultura por ano.

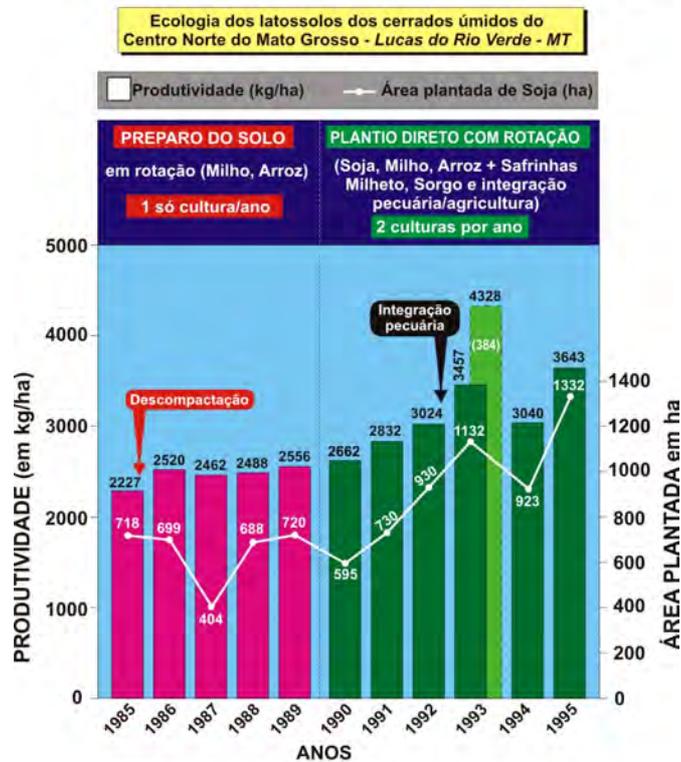
➤ Os estudos de regressão entre a produtividade acumulada de grãos e os diferentes compartimentos da biomassa : total (B_T), aérea (B_A) e radicular (B_R), mostram boas correlações lineares, exceto para a regressão grão/biomassa da parte aérea da Monocultura de Soja x Gradagens . Quando mais a quantia de biomassa produzida em todos os compartimentos for maior, mais precisa se torna à correlação entre produção de grãos e todos os compartimentos biomassa, como mostram os R^2 de 0,98 para 0,99 obtidos no melhor sistema Soja + Sorgo em SCV contínuo, traduzindo um efeito “tampão” proporcionado pela matéria orgânica . Resumindo: Quanto maior a biomassa produzida anualmente, maior e mais estável é a produtividade de grãos (**Fig. 21**).

▪ Essas performances agronômicas diferenciadas dos sistemas de cultivo repercutem da mesma maneira na sua viabilidade econômica e conduzem á uma classificação dos sistemas similar á estabelecida para a produção de biomassa: o sistema SCV contínuo Soja + Sorgo é o mais atrativo e o mais estável economicamente com uma margem líquida média de 140 US \$/ha . O que não acontece com a Monocultura da Soja com o preparo do solo feito com Gradagens, que leva quase sempre o produtor a prejuízos econômicos (**Fig. 22**).

¹² Resultados recentes obtidos no funcionamento comparado dos sistemas de cultivo muito contrastados de diversas ecologias de Madagascar mostram o enriquecimento em carbono dos horizontes profundos abaixo de 60 cm, com este tipo de SCV (*resultados ainda não publicados*).

FIG. 16

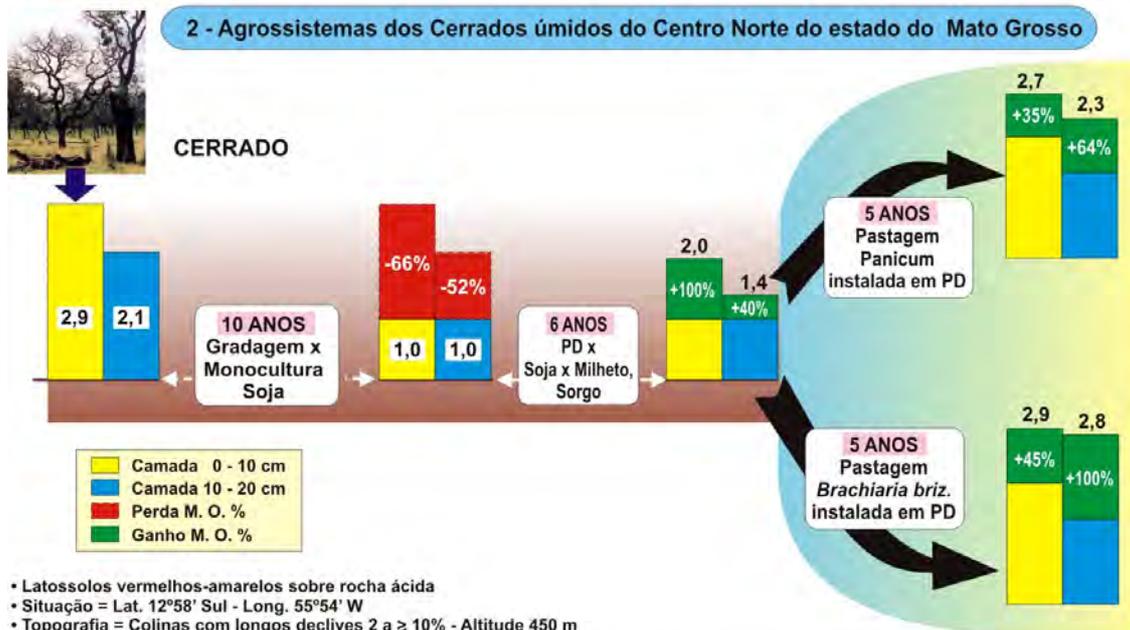
EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE SOJA NA FAZENDA PROGRESSO, POLO DE CRIAÇÃO DO PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL PERMANENTE (SCV), entre 1985 e 1995



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac; M. Matsubara e parceiros Brasileiros Fazenda Progresso, Lucas do Rio Verde/MT, 1995

FIG. 17

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (EM %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -

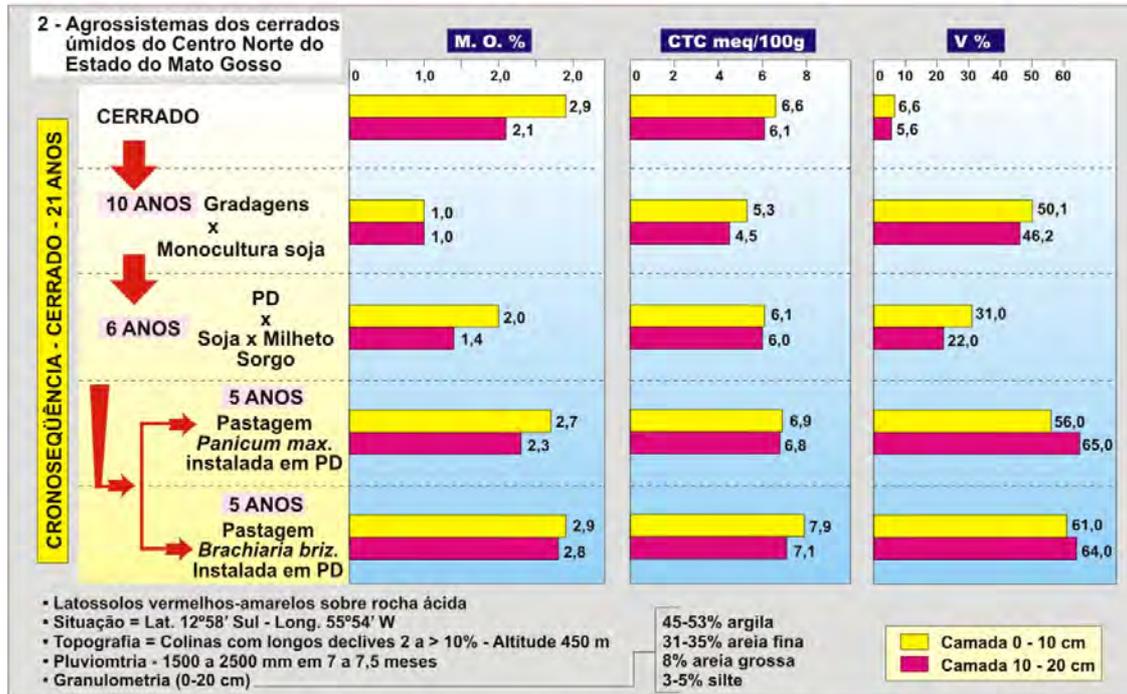


• Latossolos vermelhos-amarelos sobre rocha ácida
 • Situação = Lat. 12°58' Sul - Long. 55°54' W
 • Topografia = Colinas com longos declives 2 a > 10% - Altitude 450 m
 • Pluviometria - 1500 a 2500 mm em 7 a 7,5 meses

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso - Lucas do Rio e Verde/MT - 1978/1998

FIG. 18

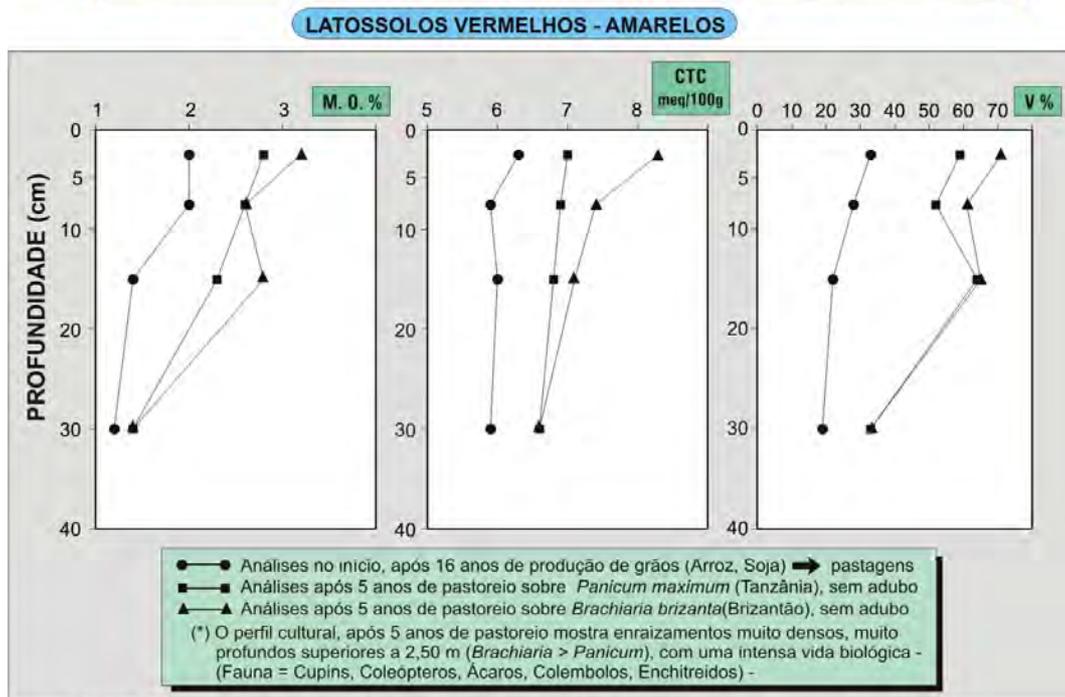
TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. em %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC em meq/100g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO DE BASES (V em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso - Lucas do Rio e Verde/MT - 1978/1998

FIG. 19

EVOLUÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA, DA CTC E DO TEOR DE SATURAÇÃO DE BASES (v%), DEPOIS DE 5 ANOS DE PASTOREIO SOBRE *Brachiaria brizanta* (Brizantão) E *Panicum maximum* (Tanzânia), COM UMA CARGA DE 1,7 U. A./ha, SEM ADUBO
 - Ecologia dos cerrados úmidos - Fazenda Progresso - Centro Norte Mato Grosso - Lucas do Rio Verde - MT - 1998 -

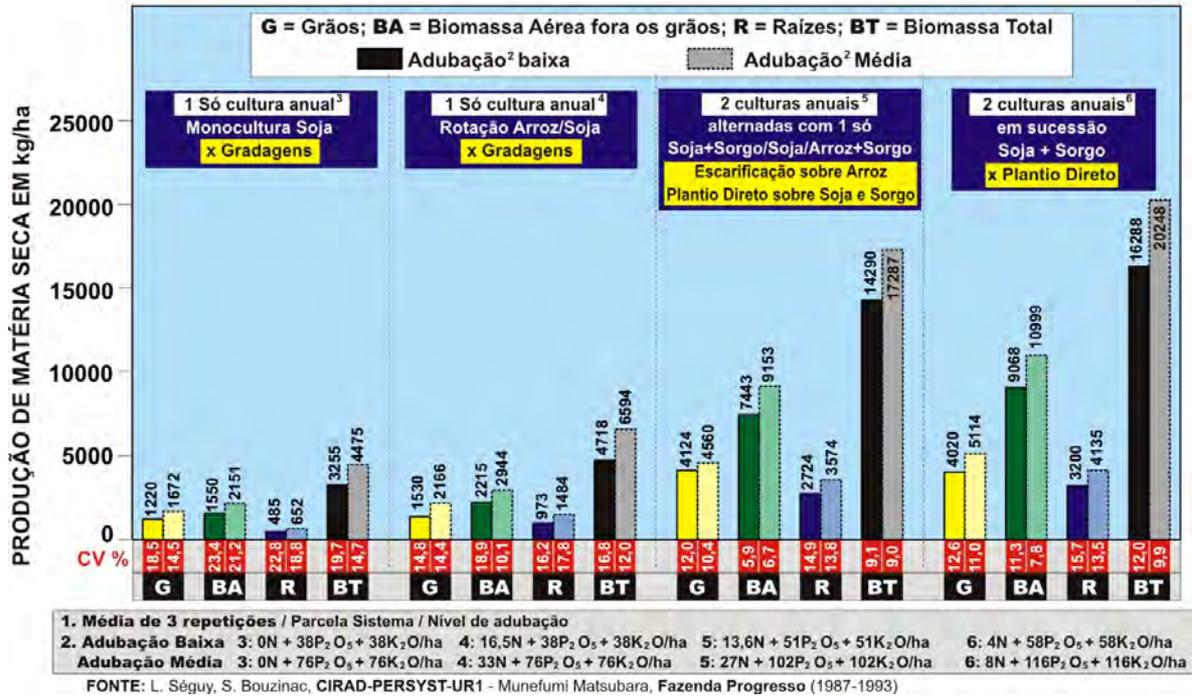


FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC; - Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso - MT - 1998

FIG. 20

PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE BIOMASSA MEDIDA¹ SOBRE 6 ANOS EM FUNÇÃO DA NATUREZA DE DIVERSOS SISTEMAS MUITO CONTRASTADOS, A BASE DE SOJA, SUBMETIDOS A 2 NÍVEIS DE ADUBAÇÃO MINERAL

Ecologia dos cerrados úmidos do Centro Norte Mato Grosso - Lucas do Rio Verde - MT - 1987/1993

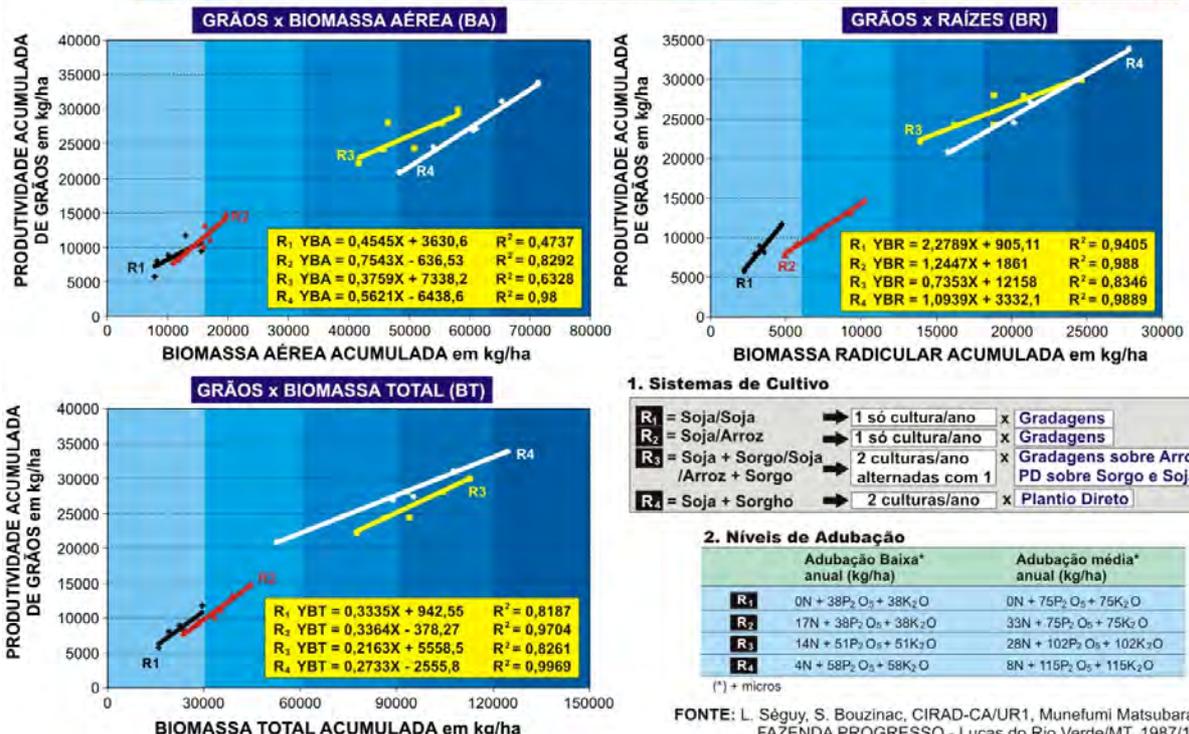


CV %: 18,5; 14,5; 23,4; 21,2; 22,8; 18,8; 19,7; 14,7; 12,0; 10,4; 12,6; 11,0; 11,3; 7,6; 15,7; 13,5; 12,0; 9,9

FIG. 21

REGRESSÕES: PRODUTIVIDADE ACUMULADA DE GRÃOS x BIOMASSA ACUMULADA TOTAL (BT), BIOMASSA AÉREA VEGETATIVA (BA), BIOMASSA RADICULAR (BR), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DE DIVERSOS SISTEMAS¹ DE CULTIVO CONTRASTADOS SUBMETIDOS A 2 NÍVEIS DE ADUBAÇÃO MINERAL² SOBRE 6 ANOS

Ecologia dos cerrados úmidos do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde, MT - 1987/1992



1. Média de 3 repetições / Parcela Sistema / Nível de adubação
 2. Adubação Baixa 3: 0N + 38P₂O₅ + 38K₂O/ha 4: 16,5N + 38P₂O₅ + 38K₂O/ha 5: 13,6N + 51P₂O₅ + 51K₂O/ha 6: 4N + 58P₂O₅ + 58K₂O/ha
 Adubação Média 3: 0N + 76P₂O₅ + 76K₂O/ha 4: 33N + 76P₂O₅ + 76K₂O/ha 5: 27N + 102P₂O₅ + 102K₂O/ha 6: 8N + 116P₂O₅ + 116K₂O/ha

FIG. 22 **PERFORMANÇES ECONÔMICAS¹ DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS (5 anos) A BASE DE SOJA E ARROZ + SAFRINHAS**

Ecologia dos cerrados úmidos do Centro Norte do Mato Grosso – Lucas do Rio Verde/MT, 1987 - 1991

Sistemas de cultivo	Parâmetros econômicos em US\$/ha	ANOS				
		1987	1988	1989	1990	1991
Monocultura Soja x Gradagens	Custos de produção	290	272	364	255	362
• Uma só cultura anual	Renda líquida ²	60	-87	-45	-98	-142
Rotação Arroz/ Soja x Gradagens	Custos de produção	235	261	315	252	435
• Uma só cultura anual	Renda líquida ²	11	113	27	44	-71
Rotação: Soja + Sorgo/ Soja / Arroz + Sorgo x PD sobre Soja e Sorgo Escarificação no arroz	Custos de produção	440	247	465	453	324
• 2 culturas/ ano, alternadas com uma só cultura anual	Renda líquida ²	50	160	128	119	170
Sucessão anual contínua Soja + Sorgo x Tudo em Plantio Direto	Custos de produção	400	336	471	408	396
• 2 culturas por ano	Renda líquida ²	151	208	112	125	98

1. Avaliadas em condições de lavoura comercial, no nível médio de adubação.

2. Preços pagos ao produtor para a saca de SOJA de 60 kg, em US \$/sc : 1987 = 6,49 ; 1988 = 9,78 ; 1989 = 12,00 ; 1990 = 10,00 ; 1991 = 9,15 .
Preços pagos ao produtor para a saca de ARROZ de 60 kg, em US \$/sc : 1987 = 6,88 ; 1988 = 7,60 ; 1989 = 7,61 ; 1990 = 9,51 ; 1991 = 10,33 .
Os preços pagos para o SORGO branco sem tanino e com alto teor de proteínas (>12%) são estimados em 3,00 US\$/ saca de 60 kg.

FONTE: L. Séguin, S. Bouzinac, CIRAD-PERSYST-UR1 - Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso (1987-1992)

2.2 DOS CERRADOS PARA FLORESTA ÚMIDA DO SUL DA BACIA AMAZÔNICA: Reprodutibilidade do funcionamento agrônômico dos sistemas de cultivo contrastados e criação de SCV mais eficientes – 2º etapa 1998 – 2002 – Sinop - MT

A ferramenta experimental foi a ”matriz dos sistemas de cultivo perenizados” implantada e conduzida na ecologia de floresta (cf. *Fotos no final do capítulo II*). Entre 1997 e 2002 este sistema incorpora os avanços técnicos oriundos dos trabalhos já realizados nos Cerrados (*Lucas do Rio Verde – 1985 - 1995*), criando novos sistemas SCV ainda mais atuantes graças ao que, observando a natureza, chamamos de viabilização da engenharia ecológica. Esta procura imitar a natureza, promovendo a incorporação de biomassas de cobertura mais potentes e mais diversificadas ao sistema de produção a fim de tirar proveito da multifuncionalidade gratuita. Os esforços de criação da inovação contemplam na prática o objetivo de crescimento da quantidade total de biomassa anual (*biomassas aéreas, radiculares e produção de grãos*) como também o da qualidade visando o aumento de sua biodiversidade funcional.

Considerando o melhor sistema SCV desenvolvido para a produção de soja nos Cerrados (*Lucas do Rio Verde*), baseado na sucessão anual Soja + Sorgo africano, nos montamos uma variante com biomassa maior : Soja + (Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*). Depois, desenvolvemos uma nova rotação: Soja ou Arroz com safrinha de (*Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis* consorciadas)¹³, e em seguida, vários novos sistemas SCV sobre coberturas vivas permanentes são manejados com o mínimo de herbicidas permitindo que a soja se estabeleça sobre numa

¹³ Essas duas espécies correspondem às funções procuradas para nossos objetivos, notadamente para aumentar a produção de carbono no compartimento radicular (*pivô descompactador + sistema radicular fasciculado fortemente reestruturador*) e fixar gratuitamente Nitrogênio para o arroz de sequeiro e as safrinhas (*cereais de sucessão : milhetos, sorgos e milhos*). A identificação dessas novas espécies se faz a partir da ferramenta perfil cultural que indica as funções necessárias para melhorar, acoplada com um enfoque de naturalista que procura na natureza as espécies úteis e seus modos de funcionamento capaz de servir gratuitamente as performances dos sistemas.

cobertura viva de *Cynodon dactylon* (Tifton 85) e cereais como Milho e Arroz sobre cobertura viva de *Arachis pintoï*.

● Essas novas sucessões anuais sobre coberturas mortas trazem, nas condições pedoclimáticas similares às dos Cerrados Úmidos, uns acréscimos de biomassa seca (*depositando carbono*) significativos e com todos seus benefícios ao sistema de produção: produtividade de grãos, biomassas aérea e radicular (*Fig. 20 e 23*) :

- A introdução da *Brachiaria ruziziensis* (*Trabalhos CIRAD 1996 : Séguy L. et al. 1996; 1998, a*) em consórcio com o sorgo, permite, além de oferecer um pasto de qualidade na estação seca como terceira cultura, tornar a sucessão anual mais lucrativa (*carga/ha de 1,8 UGB em 120 dias*), e também aumentar a biomassa seca em relação à sucessão Soja + Sorgo, do modo seguinte:
 - + 53% e + 48% de biomassa total com adubações média e baixa respectivamente,
 - + 61% e + 77% de biomassa aérea (*fora os grãos*) e + 91% e + 19% de biomassa radicular na presença dos mesmos níveis de adubação mineral,
 - A produtividade total dos grãos de soja aumenta de 6 a 7% nas mesmas condições
- A rotação das sucessões anuais Arroz + (*Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis*) / Soja + (*Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis*) oferece um aumento de biomassa seca total da mesma ordem do obtido com a sucessão Soja + (Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*). Todavia, se ela produz um pouco menos de biomassa da parte aérea (*Fig. 27*), muito mais grãos são obtidos quando alguns cereais são cultivados na rotação (arroz, milho) graças à capacidade de fixação do nitrogênio do consórcio (*Eleusine* + *Crotalaria*) que traz gratuitamente boas quantidades de nitrogênio muito proveitosas para a produtividade do arroz de sequeiro que cresce de 35% a 41% em relação à obtida após a sucessão Soja + Sorgo (*Fig. 25 e 26*).

● A produtividade de biomassa seca anual tirando os grãos (*biomassa aérea e radicular*) está muito elevada nesses dois sistemas SCV onde foram utilizadas essas fortes safrinhas precedentes :

- A produtividade da sucessão Soja + Sorgo dos Cerrados em Lucas do Rio Verde variava entre 16 e 13 t/ha em função de dois níveis de adubação, um médio e o outro baixo respectivamente, enquanto as sucessões Soja + (Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*) e Soja/Arroz + (*Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis*) produzem 23 t/ha na presença da adubação média e entre 15 e 20 t/ha com a adubação baixa, seja um acréscimo de matéria seca de aproximadamente 7 t/ha (*3,15 t/ha/ano de carbono a mais*), traduzindo um salto tecnológico quantitativo nítido, mas também qualitativo com as sucessões SCV Soja/Arroz + (Pé de galinha + *Crotalaria*) que oferecem uma fixação gratuita e eficaz do nitrogênio do ar (*Fig. 20 e 23*).

● Esses sistemas SCV acima são altíssimos provedores de biomassa diversificada, conduzindo rapidamente para produtividades muito elevadas das culturas principais como a Soja e o Arroz, mesmo partindo de solos já fortemente degradados, como já foi observado nos Cerrados (*Fig. 24*). **Os rendimentos de soja** são assim estreitamente correlacionados à quantidade de biomassa aérea de gramíneas, obtidas na floração das safrinhas¹⁴ (*sorgo, milheto, pé de*

¹⁴ Biomassa seca muito inferior à medida 6 meses mais tarde em outubro, pouco antes o plantio que incorpora toda a biomassa produzido pela *Brachiaria ruziziensis* e a *Crotalaria spectabilis* na estação seca e após as primeiras chuvas precoces.

galinha), desde o 3º ano de funcionamento dos sistemas (Fig. 28 e 29). **Comprovadamente, os sistemas SCV permitem reduzir muito o nível de adubação mineral**: desde o 3º ano de prática contínua do sistema SCV, com uma adubação de 40 P₂O₅ – 40 K₂O/ha, ou seja, a metade do nível de adubação mais utilizado na região, a produtividade da soja pode se manter entre 3.200 kg/ha com ciclo precoce e 3.600 kg/ha com ciclo médio (Fig. 30 e 31).

A presença desse nível inferior de adubação mineral de 40 P₂O₅ + 40 K₂O/ha evidencia a capacidade do solo em produzir por via organo-biológica, acarretando os maiores ganhos de produtividades dos melhores SCV em relação ao sistema «Monocultura x Gradagens»: a produtividade cresce mais rapidamente todos os anos, qualquer que seja o ciclo da variedade utilizada: de 12 a 15% no 1º ano para 45 a 52% no 5º ano. O ganho médio anual de rendimento em favor dos SCV, nos 5 anos, é de mais de 700 kg/ha [Fig. 33]. Nesse nível inferior de adubação, desde o 3º ano, as produtividades de soja nos melhores SCV se elevam de 3.100 kg/ha para as variedades de ciclo curto até mais de 3.500 kg/ha para as de ciclo médio. Qualquer que seja o ciclo da soja, o rendimento médio sobre 5 anos de soja é maior nos melhores SCV, mesmo com adubação baixa (40 P₂O₅ + 40 K₂O/ha) do que no sistema de «Monocultura x Gradagens» com adubação dupla (80 P₂O₅ + 80 K₂O/ha), e próxima da obtida neste mesmo sistema com preparo de solo e adubação não limitante (160 P₂O₅ + 110 K₂O/ha) [Fig. 30, 31 e 32].

Com a adubação média (80 P₂O₅ + 80 K₂O/ha), a mais usada na região, os cultivares de soja de ciclo médio, com forte potencial, expressaram uma produtividade crescente com o tempo nos melhores SCV, que produzem, em 5 anos, de 16 para 40% a mais do que no preparo convencional em monocultura. **Os rendimentos da cultura de soja ultrapassam em 4.300 kg/ha a partir do 3º ano de cultivo em SCV.** As variedades de ciclo curto, de baixo potencial, oferecem um ganho anual médio de rendimento no SCV em relação ao convencional, de 516 kg/ha contra 934 kg/ha para os cultivares de ciclo médio [Fig. 31 e 33]. Esses resultados de pesquisa obtidos em lavouras comerciais foram alcançados sem uso de fungicidas até 2002.

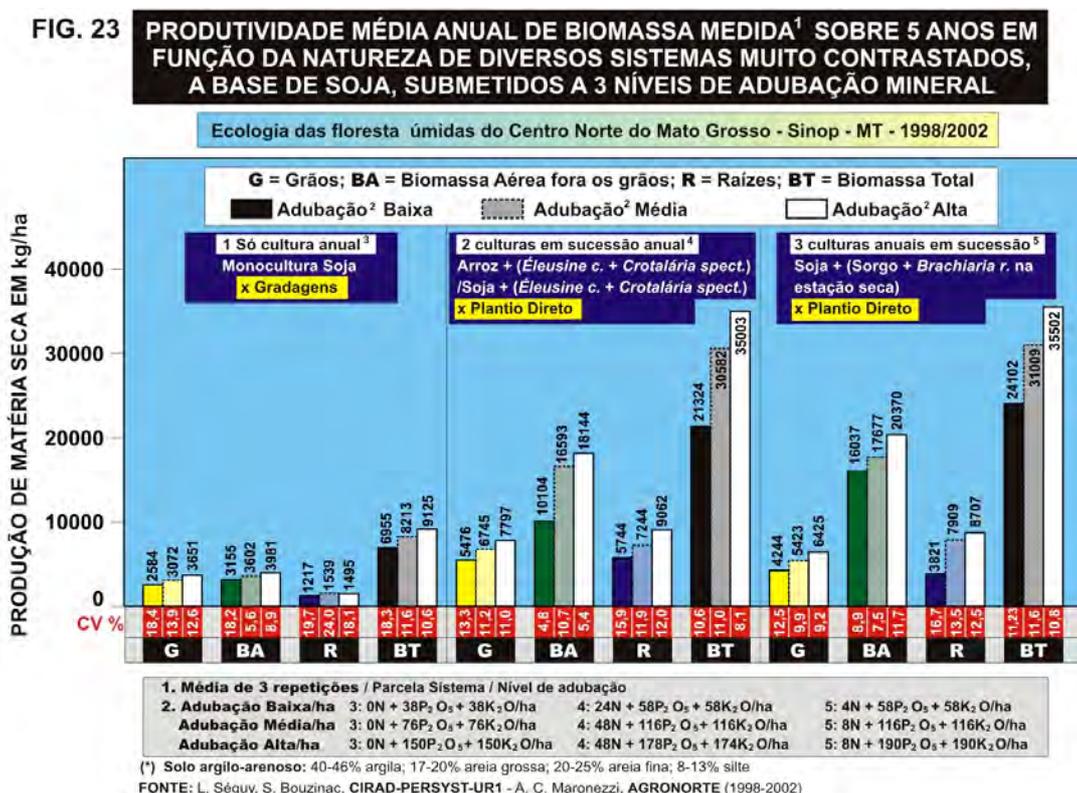


FIG. 24

REGRESSÕES: PRODUTIVIDADE ACUMULADA DE GRÃOS x BIOMASSA ACUMULADA TOTAL (BT), BIOMASSA AÉREA VEGETATIVA (BA), BIOMASSA RADICULAR (BR), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DE DIVERSOS SISTEMAS¹ DE CULTIVO CONTRASTADOS SUBMETIDOS A 2 NÍVEIS DE ADUBAÇÃO MINERAL², SOBRE 5 ANOS

Ecologia das florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop, MT - 1998/2002

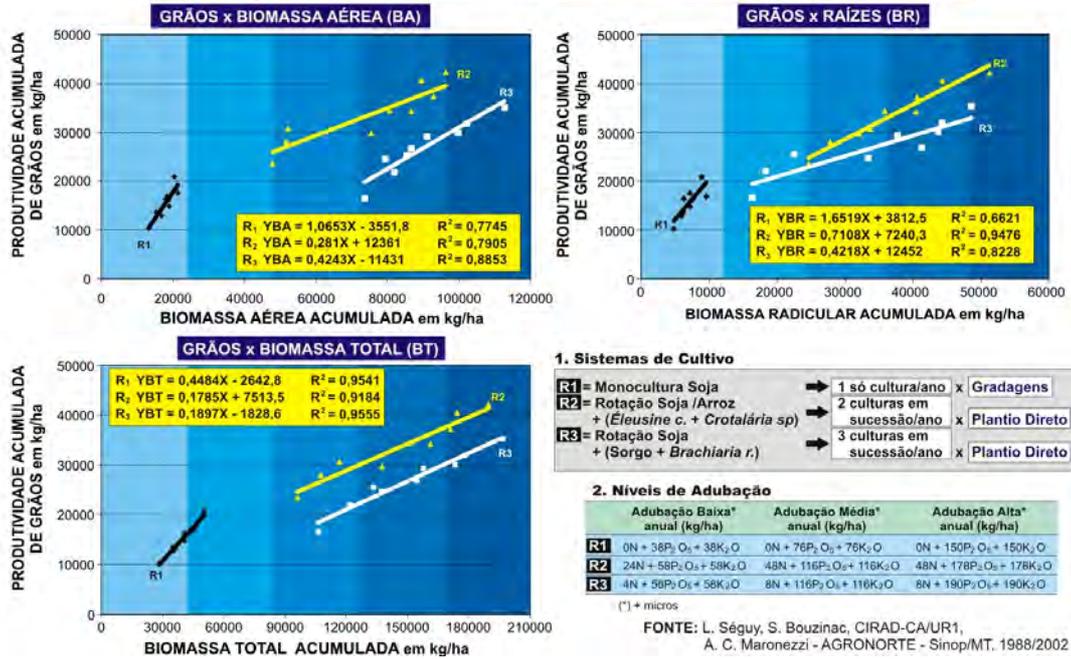


FIG. 25

PRODUTIVIDADE¹ DO ARROZ DE SEQUEIRO EM PLANTIO DIRETO EM FUNÇÃO DA NATUREZA DAS BIOMASSAS DE COBERTURAS E DE 3 NÍVEIS DIFERENCIADOS DE INTENSIFICAÇÃO (NB, NM, NE²)

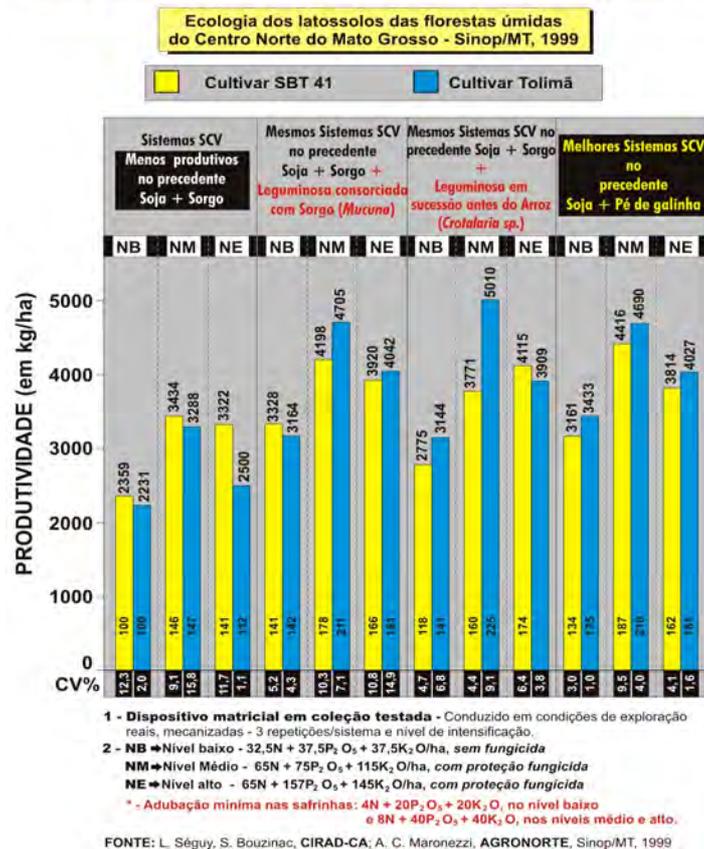


FIG. 26

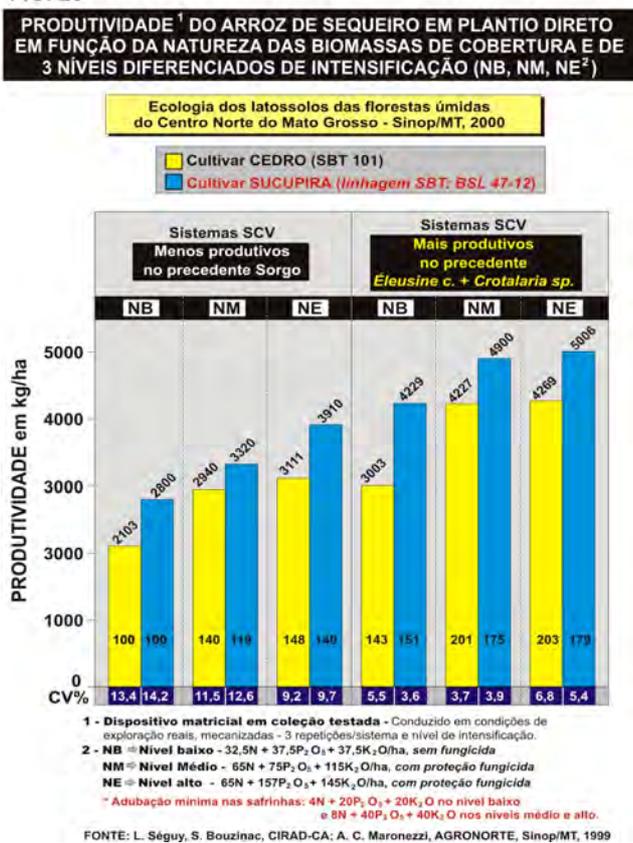


FIG. 27

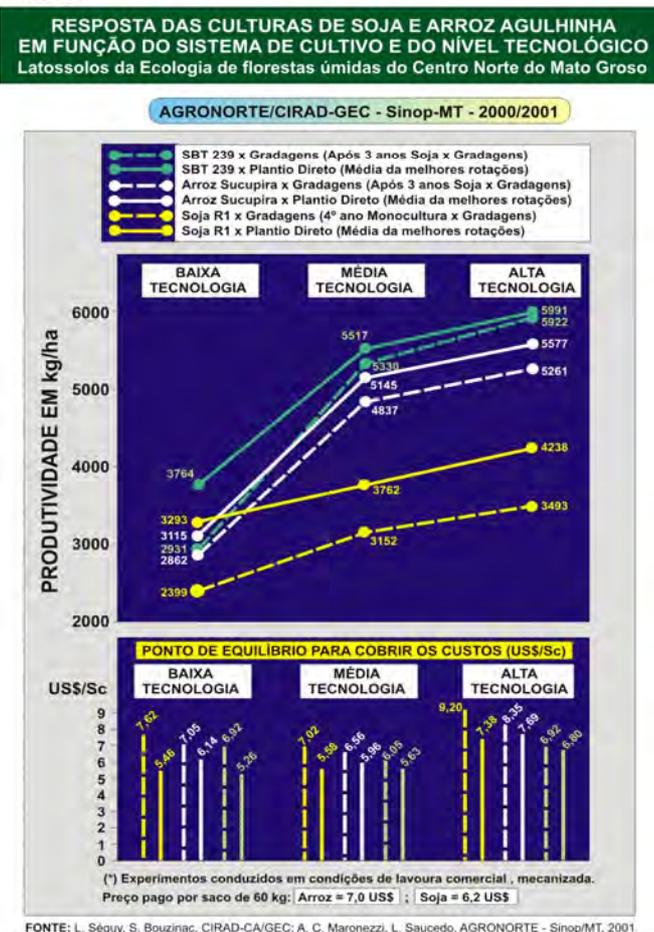
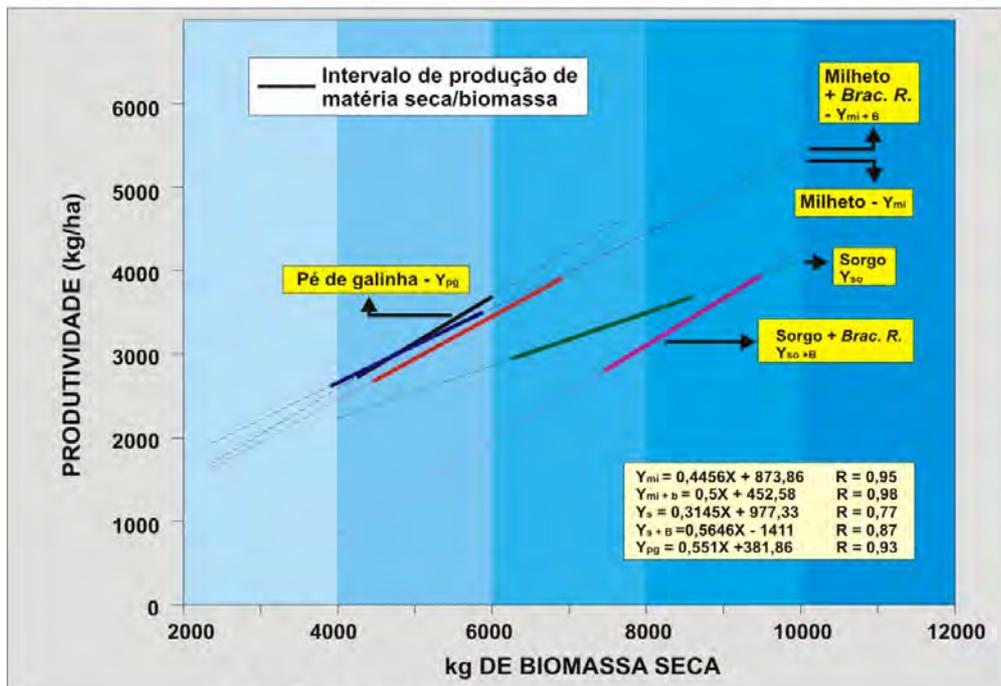


FIG. 28

REGRESSÕES¹ ENTRE A QUANTIDADE E NATUREZA DA BIOMASSA SECA E A PRODUTIVIDADE DA SOJA DE CICLO INTERMEDIÁRIO (CV. *Conquista*) SOBRE 3 ANOS DE PLANTIO DIRETO - (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000

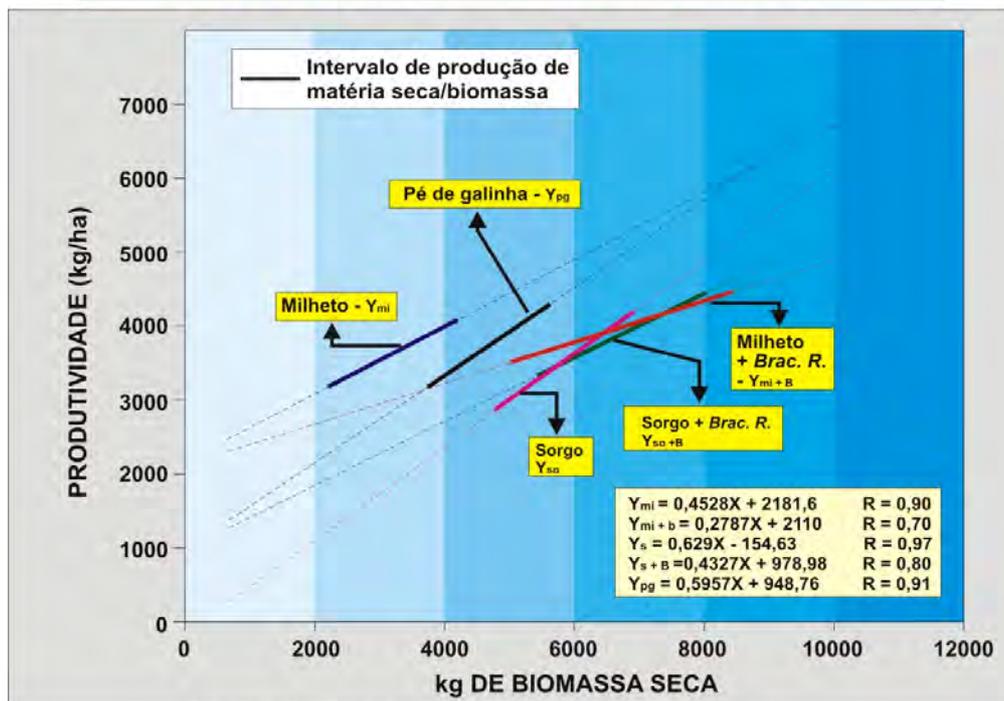


(1) 6 Repetições/nível de adubação/cada ano

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

FIG. 29

REGRESSÕES¹ ENTRE A QUANTIDADE E NATUREZA DA BIOMASSA SECA E A PRODUTIVIDADE DA SOJA DE CICLO MÉDIO (FT 114) SOBRE 3 ANOS DE PLANTIO DIRETO - (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000



(1) 6 Repetições/nível de adubação/cada ano

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

FIG. 30 EVOLUÇÃO, SOBRE 5 ANOS, DA PRODUTIVIDADE DE SOJA, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO - Latossolos da ecologia das florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

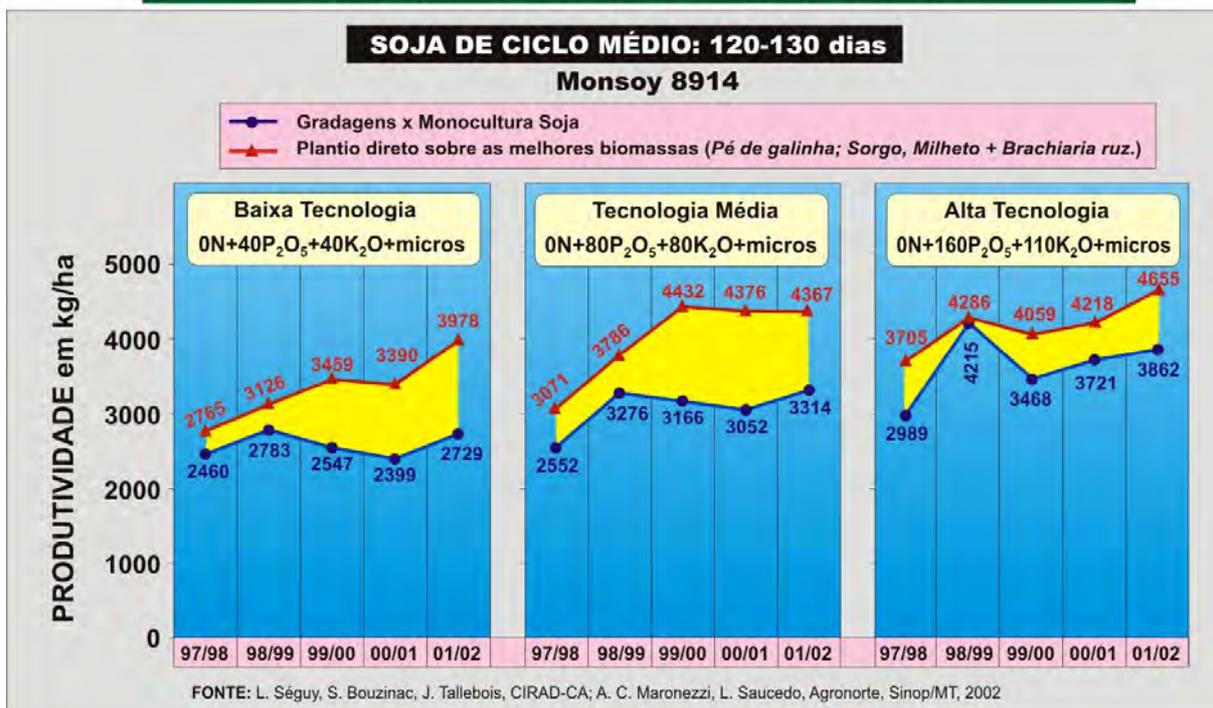


FIG. 31 EVOLUÇÃO, SOBRE 5 ANOS, DA PRODUTIVIDADE DE SOJA, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO - Latossolos da ecologia das florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

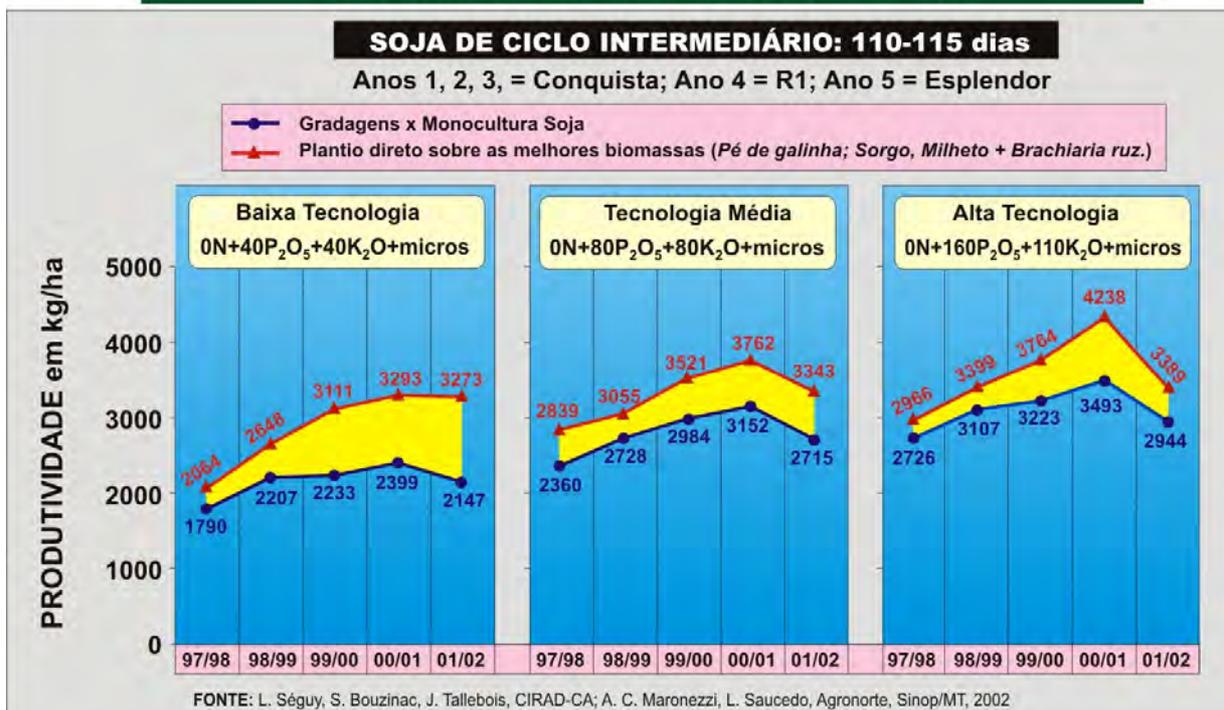
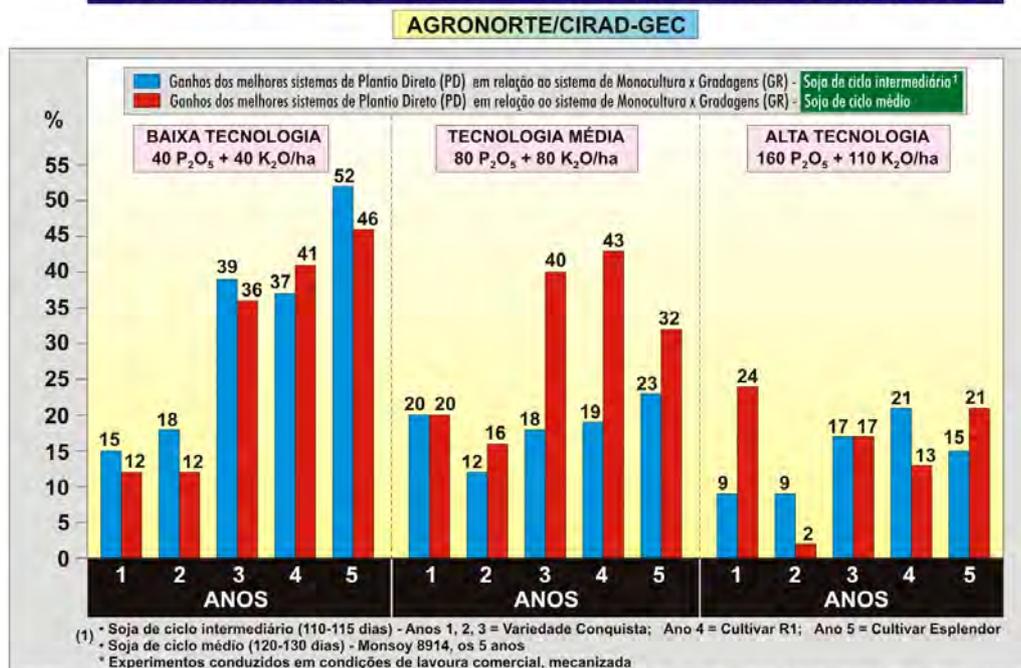


FIG. 32 EVOLUÇÃO DOS GANHOS DE PRODUTIVIDADE DA SOJA⁽¹⁾, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO E DO NÍVEL TECNOLÓGICO
Latossolos da ecologia das florestas úmidas do Sul da Amazônia - Sinop/MT - 2002



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA/GEC; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, F. G. Rodrigues, AGRONORTE - Sinop/MT, 2002

FIG. 33

SOBRE 5 ANOS: PRODUTIVIDADE MÉDIA, GANHOS ACUMULADOS E MÉDIOS EM FAVOR DO PLANTIO DIRETO SOBRE SOJA DE CICLOS INTERMEDIÁRIO E MÉDIO
Ecologia das florestas úmidas e latossolos do Centro Norte Mato Grosso

CIRAD-CA/AGRONORTE - Sinop/MT - 2000

SOJA DE CICLO INTERMEDIÁRIO 110-115 dias

Anos 1, 2, 3, = Conquista; Ano 4 = R1; Ano 5 = Esplendor

Plantio direto sobre as melhores biomassas
(Pé de galinha.; Sorgo, Milheto + Brachiaria ruz.)
Gradagens x Monocultura Soja

SOBRE 5 ANOS	Baixa Tecnologia	Tecnologia Média	Alta Tecnologia
Produtividade média(kg/ha)	2878	3304	3551
	2155	2788	3099
Ganhos acumulados em favor do plantio direto (kg/ha)	3613	2581	2263
Ganho médio anual em favor do plantio direto (kg/ha)	723	516	453
Sacos 60 kg	12	8,6	7,6

SOJA DE CICLO MÉDIO: 120-130 dias - MONSOY 8914

Plantio direto sobre as melhores biomassas
(Pé de galinha.; Sorgo, Milheto + Brachiaria ruz.)
Gradagens x Monocultura Soja

SOBRE 5 ANOS	Baixa Tecnologia	Tecnologia Média	Alta Tecnologia
Produtividade média(kg/ha)	3344	4006	4185
	2584	3072	3651
Ganhos acumulados em favor do plantio direto (kg/ha)	3800	4672	2668
Ganho médio anual em favor do plantio direto (kg/ha)	760	934	534
Sacos 60 kg	12,7	15,6	8,9

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, AGRONORTE - Sinop/MT - 2002

• Como para a cultura de soja, **a produtividade do Arroz de sequeiro (de qualidade)** responde de modo altamente significativo à quantidade mas também à natureza da cobertura vegetal : a rotação Soja/Arroz + (*Eleusine cor.* + *Crotalaria spectabilis*) em sucessão, permite alcançar os seguintes rendimentos médios :

- Em 1999, 3.900 kg/ha para somente 2.850 kg/ha na sucessão SCV Soja + Sorgo,
- Em 2000, de 4.270 kg/ha. para 3.000 kg/ha nas mesmas condições,

levando a aumentos de produtividade respectivamente de 35% e 41% (*Fig. 25 e 26*). O nível de rendimento cresce na mesma rotação SCV no decorrer do tempo : **em 2001, a produtividade média dos melhores cultivares está próxima de 6.000 kg/ha** (*Fig. 27*) nessas coberturas vegetais consorciando gramíneas fixadoras de nitrogênio (*bactérias livres*) tendo os sistemas radiculares reestruturadores mais potentes tal como a *Eleusine coracana*, com leguminosas apresentando raízes pivotantes profundas, igualmente fixadoras de nitrogênio (*Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*, *Stylosanthes guyanensis*), as quais asseguram uma forte macroporosidade, determinante, como o nitrogênio, para alcançar altas produtividades de arroz de sequeiro.

• **As safrinhas de sucessão¹⁵ : Milhetos, Sorgos e *Eleusine coracana***, de origem africana, produzem em sucessão da soja ou do arroz, em função do nível de adubação (*Fig. 34 e 35*) :

- Entre 1.000 e 2.000 kg/ha de grãos + 5 a 7 t/ha de biomassa aérea com adubação baixa;
- Entre 2.000 e 4.900 kg/ha de grãos + 7 a 14 t/ha de biomassa aérea com adubação média, a mais usada.

A espécie *Coix lacryma jobi* (Adlai), originária do Vietnam, possuindo altíssimos teores de proteínas e aminoácidos essenciais, produz na presença da adubação média entre 2,4 e 3,6 t/ha de grãos e 19 a 20 t/ha de biomassa seca da parte aérea, de primeiríssima qualidade para silagem. Entre outubro e junho do ano seguinte, planta-se a sucessão anual *Eleusine coracana* como cobertura e *Coix lacryma jobi* como “safrinha” em plantio direto do 20 de dezembro, produzindo 6 t/ha de grão mais 20 t/ha de matéria seca aérea mais 10 t/ha de biomassa radicular, totalizando mais de 36 t/ha em 9 meses (*equivalente a 16 t/ha de carbono*).

• **A respeito dos impactos causados pelos melhores sistemas de cultivo SCV nas propriedades físico-químicas e biológicas dos solos**, quando o processo de degradação muito rápido e contínuo das propriedades físicas e biológicas se confirma sob preparo intensivo do solo x Monocultura de Soja (*Fig. 36*), **os SCV mais potentes na ciclagem de biomassa anual em todos os compartimentos (aéreo e radicular) propiciam a regeneração, com a mesma rapidez, do teor de Matéria Orgânica e da CTC nos horizontes superficiais, imprimindo uma forte resiliência** que permite, em 3 a 5 anos, **recuperar também as características de distribuição dos tamanhos de agregados dos solos originais sob a floresta** (*Fig. 39*).

A análise detalhada da dinâmica da resiliência para as componentes da fertilidade : Matéria Orgânica e CTC, a partir das cronosequências distintas, de 2 para 4¹⁶, descrita nas *Fig. 37 a 44*, evidencia :

- **Após um período de 3 anos de funcionamento dos sistemas, a cronosequência 2** que registra as variações dos teores de Matéria Orgânica sob as coberturas vivas, mostra que a cobertura de Tifton 85 seqüestra mais carbono do que a de *Arachis pintoï* : 3 t/ha/ano contra 1,4 t/ha/ano respectivamente ; nos SCV com coberturas mortas da

¹⁵ Os sorgos brancos, sem taninos e com alto teor em proteínas, os milhetos e a *Eleusine coracana* são alimentos muito importantes para os homens na Índia, no Camarões e na África em geral.

¹⁶ As cronosequências 2 e 4 foram montadas em Sinop sobre 2 latossolos diferentes : a primeira num fácies cinzento hidromorfo, a outro num fácies amarelo-vermelho hidratado.

cronosequência 4, que integram a cada ano as biomassas mais potentes como *Eleusine coracana* e *Brachiaria ruziziensis*, o seqüestro do carbono varia entre 3 e 4 t/ha/ano no horizonte de 0 – 20 cm, ou seja, mais do que o dobro da biomassa de Sorgo ou de Milheto só. O sorgo é mais eficiente do que o milheto (*biomassa seca superior e C/N maior*): o solo, empobrecido em M.O. após anos de preparo intensivo do solo aliado à produção contínua de uma baixíssima biodiversidade, se torna ávido de carbono: o teor de seqüestro inicial está altíssimo na presença da forte produção anual de “inputs” carbonados diversificados (*Fig. 37, 38, 41 e 42*).

➤ **Após um período de 5 anos de funcionamento dos sistemas**, esta dinâmica das variações das taxa de M.O. reunida na cronosequência 3 indica que a fortíssima capacidade de seqüestro de C avaliada nos melhores SCV (*Fig. 40 e 43*), **diminui** nos potentes sistemas SCV com coberturas vivas e mortas, mas **permanecendo todavia altíssima** no horizonte de 0 – 20 cm :

- **1,72 t/ha/ano sob tifton,**
- **1,54 t/ha/ano sob *Arachis p.*,**
- **2,12 t/ha/ano numa rotação complexa** e composta com uma biomassa de *Eleusine cor.* durante 2 anos seguida de 2 anos de biomassa de *Stylosanthes guyanensis*. (*Bernoux M. et al., 2006 ; Husson O., Séguy L. et al., 2006 ; Perrin A.S., 2004 ; Sá J.C.M. et al., 2004 ; Sá J.C.M., Séguy L. et al., 2008 ; 2001,a ; 2004,a et b ; 2006,a*)

➤ Como observamos anteriormente em 3 ou 5 anos, a utilização de **potentes biomassas de gramíneas** (Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* ou *Eleusine coracana* ou *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85) em safrinha em sucessão da soja ou do arroz ou em cobertura viva no plantio de soja, permite **recarregar também significativamente em carbono o horizonte de 10 – 20 cm** e certamente os horizontes mais profundos até mais de 1,80 m. como mostra a ”parede radicular densa” sempre presente nas trincheiras pedológicas feitas todos os anos (*Fotos no final do capítulo II*).

➤ **A CTC**, como nos Cerrados Úmidos (*Lucas do Rio Verde*) segue estreitamente as variações da Matéria Orgânica, confirmando uma resiliência rápida que induz um poder crescente de retenção dos nutrientes que acompanha o aumento do teor da M.O. (*Fig. 43*).

➤ As coberturas vegetais que integram na rotação possantes leguminosas tais como o *Arachis pintoï* e o *Stylosanthes guyanensis*, se revelam **eficientíssimos recicladores de K e de micro-nutrientes (Mn, Zn, Cu)** (*Fig. 45*). O *Arachis pintoï*, além disso, tem a capacidade de disponibilizar um teor maior de fósforo assimilável do que as demais espécies, provavelmente via uma forte micorrização (*Doss D. D. et al., 1989*) sob SCV contínuo (*Fig. 44*).

➤ **O índice MWD** que caracteriza a agregação do perfil cultural (*classes dos tamanhos de agregados e sua repartição em %*) está situado entre 4 e 5 nos SCV mais produtivos com coberturas mortas e vivas, o que corresponde a um valor próximo do medido nos ambientes naturais florestas e Cerrados (*Fig. 39*), confirmando a recuperação em 5 anos das propriedades estruturais originais dos solos (*resiliência*).

➤ **No plano da viabilidade econômica**, este período foi muito instável, caótico como mostra a *Fig. 46*, onde os preços pagos aos produtores pela soja e arroz podem variar de um para dois. Nessas condições, os sistemas SCV sobre fortes biomassas diminuem os

riscos do produtor, oferecendo uma margem líquida média 7 a 8 vezes superior e muito mais estável do que a da Monocultura de Soja com Preparo intensivo do solo, com custos de produção superiores de somente 11 a 29% (Fig. 47). Levando em conta o isolamento econômico ainda importante desta região nos primórdios dos anos 2000 (*distâncias até os portos de exportação, ausência de indústrias de transformação*), se vislumbra o grande interesse econômico que pode representar a qualidade das produções (*Arroz, culturas de safrinha*) para se beneficiar de um maior valor agregado.

Resumindo, na ecologia das florestas úmidas do Sul da Bacia Amazônica, nos latossolos derivados de rocha ácida com textura argilo-arenosa, os sistemas de cultivo de mesma natureza imprimem os mesmos efeitos do que na ecologia dos Cerrados úmidos, tanto na produtividade de biomassa quanto na resiliência dos solos, que, nos melhores SCV, recuperam tão rapidamente a sua fertilidade que o preparo intensivo do solo a tinha degradada. Os progressos realizados nessa área da engenharia ecológica permitiram, de um lado ampliar os impactos dos SCV multiplicando quantitativamente a oferta «inputs carbonados reciclados anuais» e por outro lado diversificar continuamente essas biomassas pela incorporação de biodiversidade funcional crescente que trabalha de graça em prol da produção agrícola e da proteção do meio ambiente (Husson O., Séguy L. et al., 2006; Sá J.C.M., et al., 2004 ; Sá J.C.M., Séguy L., et al., 2008; 2001, a ; 2002, a ; 2004, a) e b) ; 2006, a).

FIG. 34

INTERVALOS DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS, DAS SAFRINHAS EM DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO - Ecologias de florestas e cerrados úmidos do Centro Norte Mato Grosso

AGRONORTE/MT - 2000

Safrinha ² x Data de plantio direto	Níveis de adubação aplicados na cultura principal ¹		
	250 kg/ha	500 kg/ha	500 kg/ha + termofosfato ym 1500 kg/ha/3 anos
■ APÓS SOJA CICLO CURTO ➔ Plantio direto entre 10-25/02			
• Milheto Nangagolo	1000 - 1300	1300 - 1800	1800 - 2500
• Sorgo 321	1200 - 1600	1600 - 2000	2000 - 3200
• Sorgo 321 + <i>Brachiaria</i>	1100 - 1500	1500 - 1800	1800 - 3000
• Sorgo pool preto	1000 - 1200	1200 - 1700	1700 - 2200
• Pé de galinha (PG 5352)	1200 - 1500	1500 - 1800	1800 - 3000
• Pé de galinha (PG 5352) + <i>Crotalaria spectabilis</i>	600 - 900 + 300 - 500	900 - 1300 + 500 - 850	1300 - 1800 + 850 - 1200
■ APÓS ARROZ CICLO CURTO ➔ Plantio direto entre 10-25/02 Adubação baixa²			
• Pé de galinha (PG 5352) + <i>Crotalaria spectabilis</i>	500 - 700 + 200 - 400	700 - 900 + 400 - 600	900 - 1200 + 600 - 800
■ APÓS SOJA CICLO MÉDIO ➔ Plantio direto entre 10-20/03 Sem adubação			
• Milheto Nangagolo	1100 - 1300	1300 - 1600	1600 - 2200
• Sorgo pool preto	1100 - 1400	1400 - 1800	1800 - 2300
• <i>Crotalaria spectabilis</i>	350 - 550	550 - 700	700 - 900
• Pé de galinha (PG 6240)	700 - 900	900 - 1200	1200 - 1800

1 - Adubo formulado - 6-16-16 + micros no Arroz; 0-16-16 + micros na Soja

2 - Adubo formulado { No nível 250 kg/ha aplicado a cultura principal ➔ 100 kg/ha 6-16-16
Nos níveis 500 kg/ha e 500 kg/ha + termofosfato ➔ 200 kg/ha 6-16-16

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

FIG. 35 PRODUTIVIDADE DAS BIOMASSAS "BOMBAS BIOLÓGICAS" DE SARINHA, EM PLANTIO DIRETO PRECOZE DE 15-20 DE FEVEREIRO E EM SUCESSÃO DA SOJA DE CICLO CURTO OU INTERMEDIÁRIO

AGRONORTE - SINOP/MT - 2000

BIOMASSA ¹	INTERVALO DE PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA (t/ha)					
	Adubação baixa ²		Adubação média ²		Adubação alta ²	
	Grãos	Palha	Grãos	Palha	Grãos	Palha
Milheto Nangagolo	1,1 - 1,9	5,0 - 5,6	1,9 - 2,7	6,4 - 10,4	1,8 - 2,6	8,0 - 9,1
Sorgo CIRAD 155	1,0 - 1,6	6,4 - 8,4	1,8 - 3,0	10,9 - 13,2	2,1 - 2,3	10,3 - 13,9
Sorgo CIRAD 321	1,3 - 1,5	6,7 - 7,0	2,3 - 2,8	11,8 - 12,6	2,7 - 2,9	12,8 - 14,0
Sorgo CIRAD 202	-	-	3,6 - 4,9	11,8 - 14,2	-	-
Sorgo CIRAD 203	-	-	3,6 - 3,9	9,7 - 10,4	-	-
Pé de galinha (CV. 6240)	1,3 - 1,8	9,1 - 11,2	1,8 - 2,2	12,7 - 14,3	1,9 - 2,6	12,6 - 14,6
Adlai ³	-	-	2,4 - 3,6	19,1 - 20,4	-	-

1. Adubação baixa ⇒ 100 kg 5 - 15 - 15/ha Adubação média e alta ⇒ 200 kg 5 - 15 - 15/ha
2. Níveis de adubação aplicados por ha, a cultura principal que precede a biomassa safrinha:
 - Adubação baixa ⇒ 40P₂O₅ + 40 K₂O na Soja; 56 N + 38 P₂O₅ + 62 K₂O no Arroz e Milho
 - Adubação média ⇒ 80P₂O₅ + 80 K₂O na Soja; 89 N + 75 P₂O₅ + 119 K₂O no Arroz e Milho
 - Adubação alta ⇒ 80P₂O₅ + 80 K₂O na Soja; 89 N + 75 P₂O₅ + 119 K₂O no Arroz e Milho + 1500 kg Termofosfato ym/3 anos
3. Plantio direto de dezembro, após biomassa de Pé de galinha ⇒ opção para pecuaristas.

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

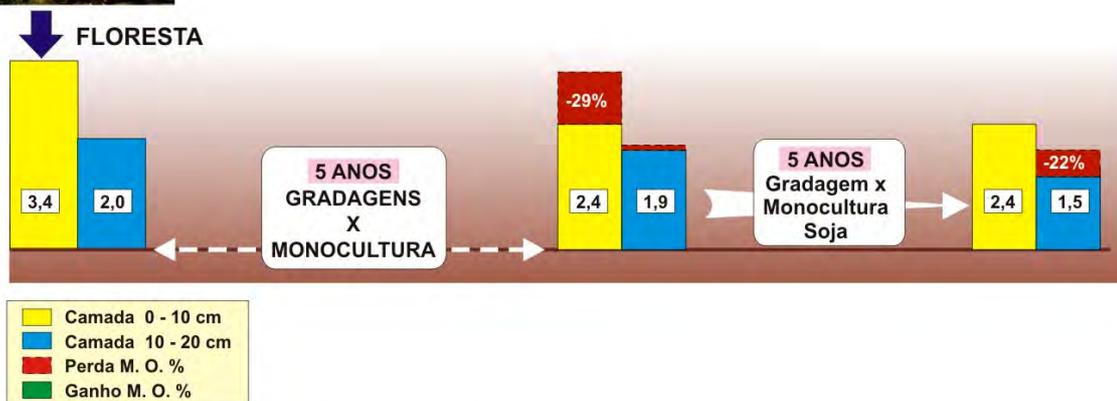
FIG. 36

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS - 2002



Agrossistemas de florestas tropicais úmidas do Sul da Amazônia

1 - Cronosequência: 10 anos Gradagens x Monocultura Soja



- Latossolos amarelos hidratados sobre rocha ácida
- Localização = Sinop/MT - Lat. 11°40' Sul - Long. 55°30' W
- Topografia = Plana - Altitude = 300 a 400 m
- Pluviometria - 2000 a 3000 mm em 7 a 7,5 meses

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, AGRONORTE - Sinop/MT - 2002

FIG. 37

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (EM %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -

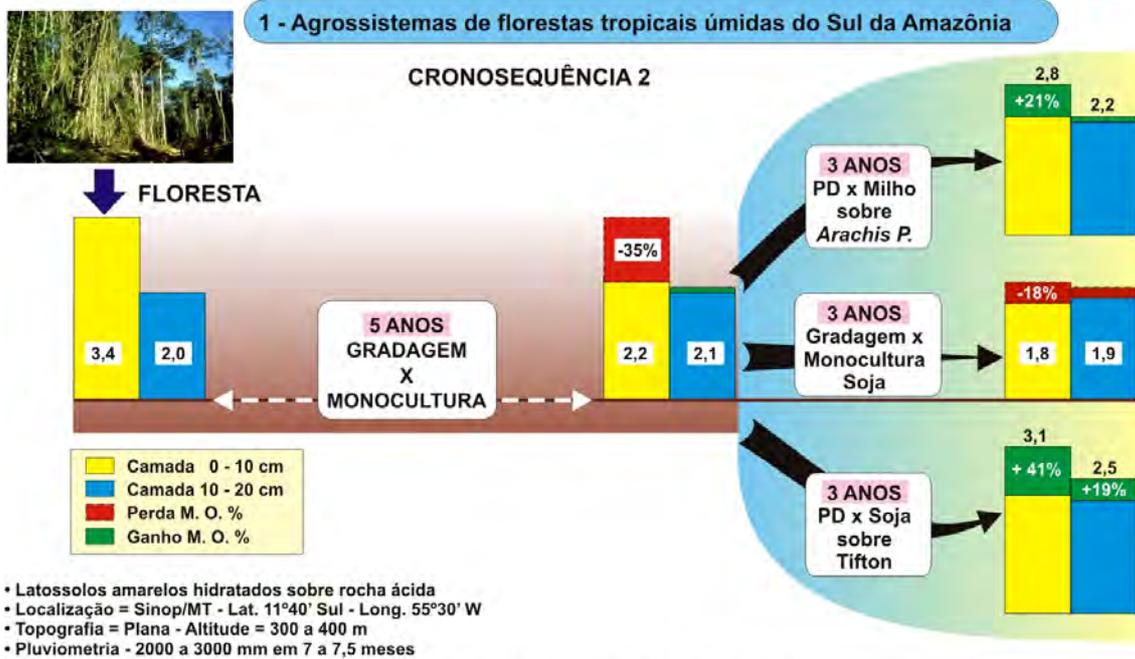


FIG. 38

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (EM %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -

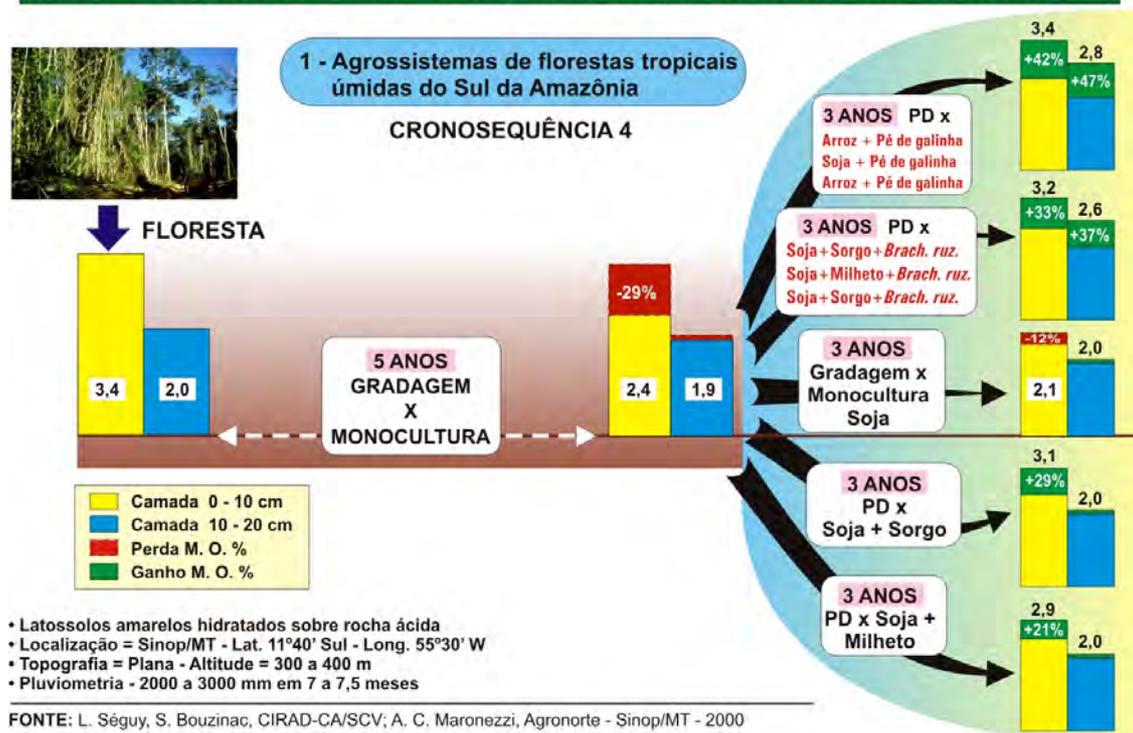


FIG. 39

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS (*) EM FUNÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO
 Ecologia das florestas úmidas e latossolos do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop/MT- 2002

Laboratório do CPAC/EMBRAPA - Brasília

SISTEMAS DE CULTIVO		Granulometria				M. O. ¹ (%)	Agregados > 2 mm (%)	Agregados > 2 mm (mm)	MWD ²
		Argila (%)	Silte (%)	Areia grossa (%)	Areia fina (%)				
5 ANOS (GR) Gradagens x Monocultura Soja	0-5 cm	57	4	12	27	2,52	69	3,44	3,69
	5-10 cm	57	4	11	28	2,36	56	2,80	3,11
	10-20 cm	60	6	11	23	1,49	-	Dados faltando	-
5 ANOS (PD) Arroz sobre Arachis p.	0-5 cm	48	8	21	23	3,95	79	3,94	4,00
	5-10 cm	48	7	12	33	2,41	64	3,19	3,35
	10-20 cm	61	3	11	25	1,80	64	3,22	3,40
5 ANOS (PD) Soja sobre Tifton ³	0-5 cm	53	3	23	21	3,08	90	4,52	4,57
	5-10 cm	53	2	13	32	2,41	79	3,95	4,04
	10-20 cm	56	3	13	28	2,31	84	4,21	4,30
5 ANOS (PD) • Arroz + Pé de galinha • Soja + Pé de galinha • Milho + Stylosanthes g. • Stylosanthes g. • Arroz	0-5 cm	50	7	19	24	3,95	87	4,35	4,38
	5-10 cm	53	4	15	28	3,08	79	3,94	4,05
	10-20 cm	55	6	22	17	1,90	70	3,49	3,68

1 - M. O. = Matéria orgânica

2 - MWD = Índice de estabilidade dos agregados - Os meios naturais tais como florestas e cerrados apresentam um índice de 4 a 8

3 - Tifton = *Cynodon d.* - Híbrido (Nº 85)

(*) - 1 amostra média é composta de 20 sub-amostras

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, AGRONORTE - Sinop/MT, 2002

FIG. 40

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS - 2002

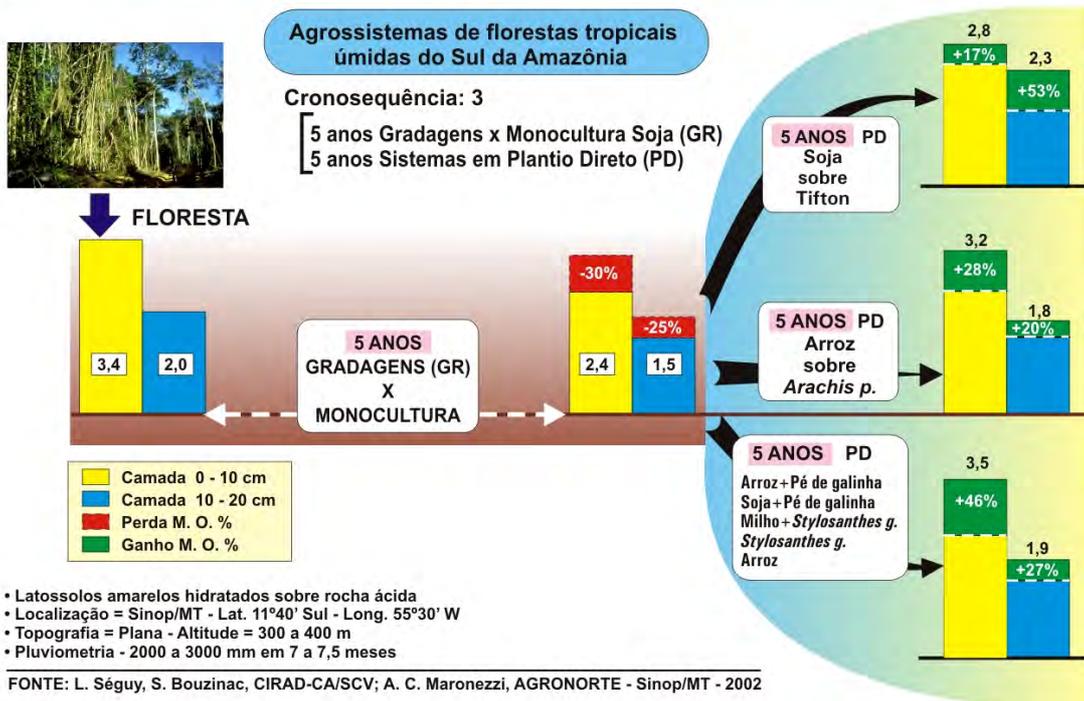
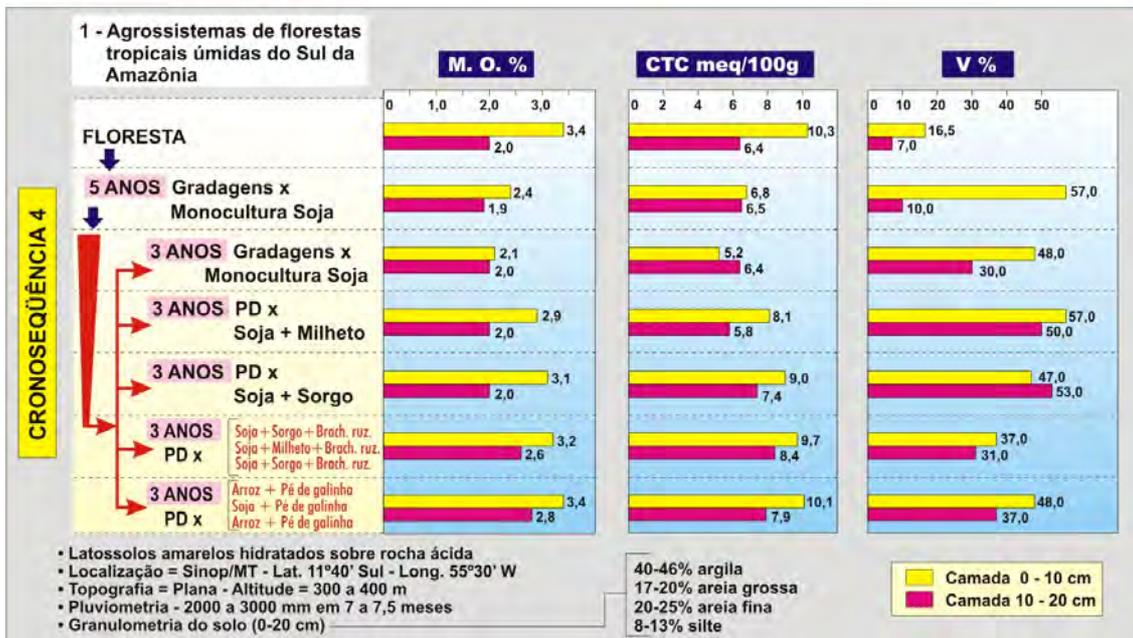


FIG. 41

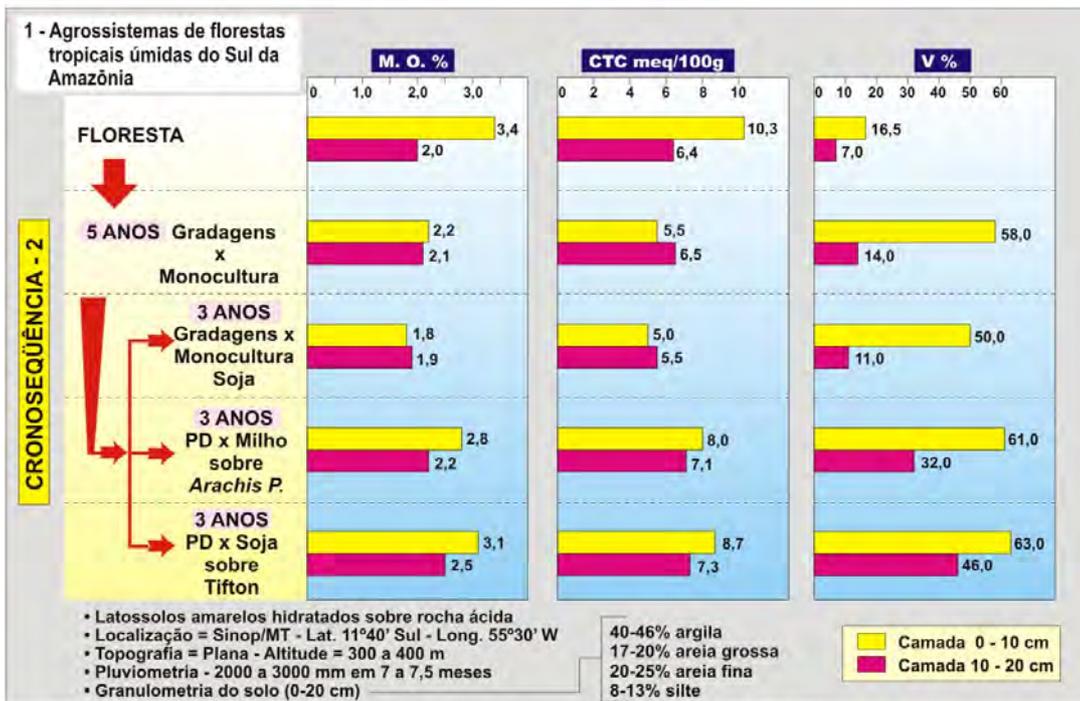
TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. em %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC em meq/100g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO DE BASES (V em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -



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

FIG. 42

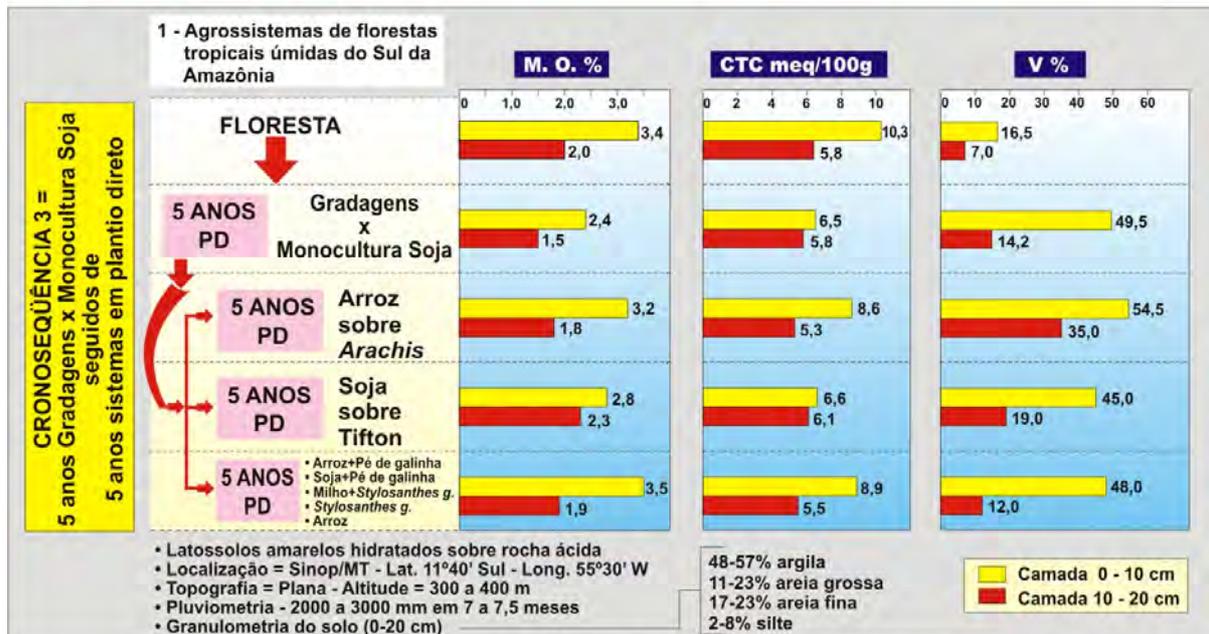
TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. em %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC em meq/100g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO DE BASES (V em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -



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

FIG. 43

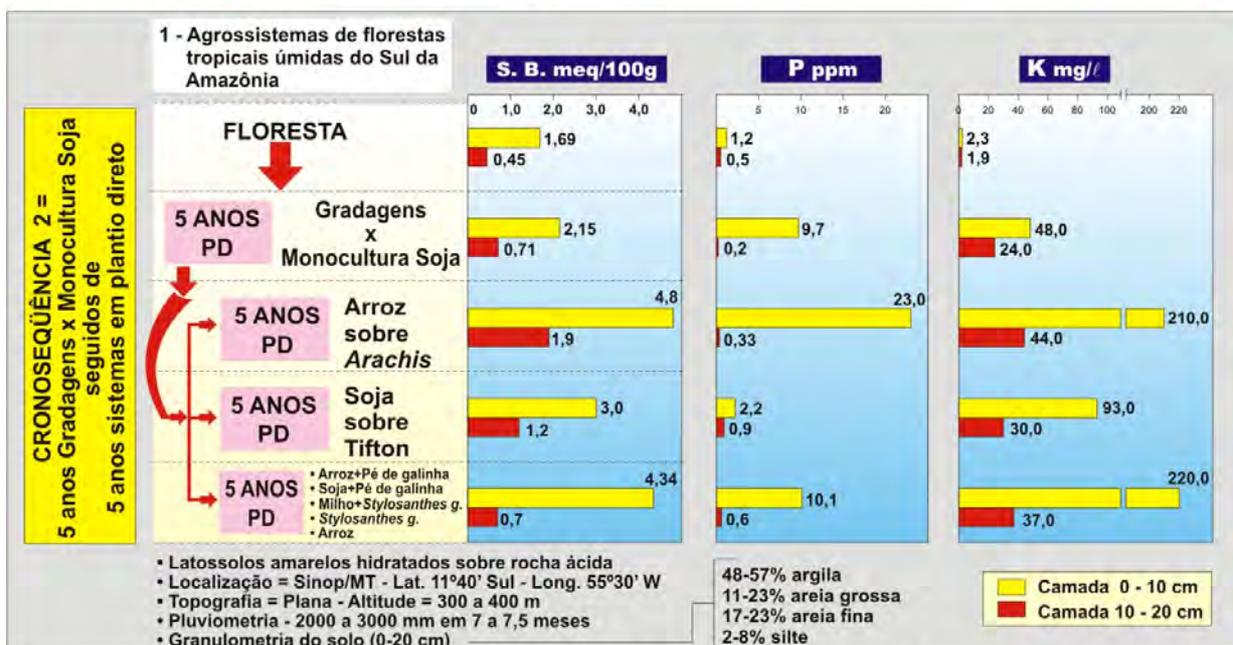
TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. em %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC em meq/100g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO DE BASES (V em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2002

FIG. 44

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DA SOMA DE BASES TROCÁVEIS (em meq/100g), DOS TEORES DE P mehlich (ppm), E DE K TROCÁVEL (mg/l), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2002

FIG. 45

TEORES DOS SOLOS^(*) EM MANGANÊS (Mn), COBRE (Cu) E ZINCO (Zn), EM FUNÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO
Ecologia das florestas úmidas e latossolos do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop/MT- 2002

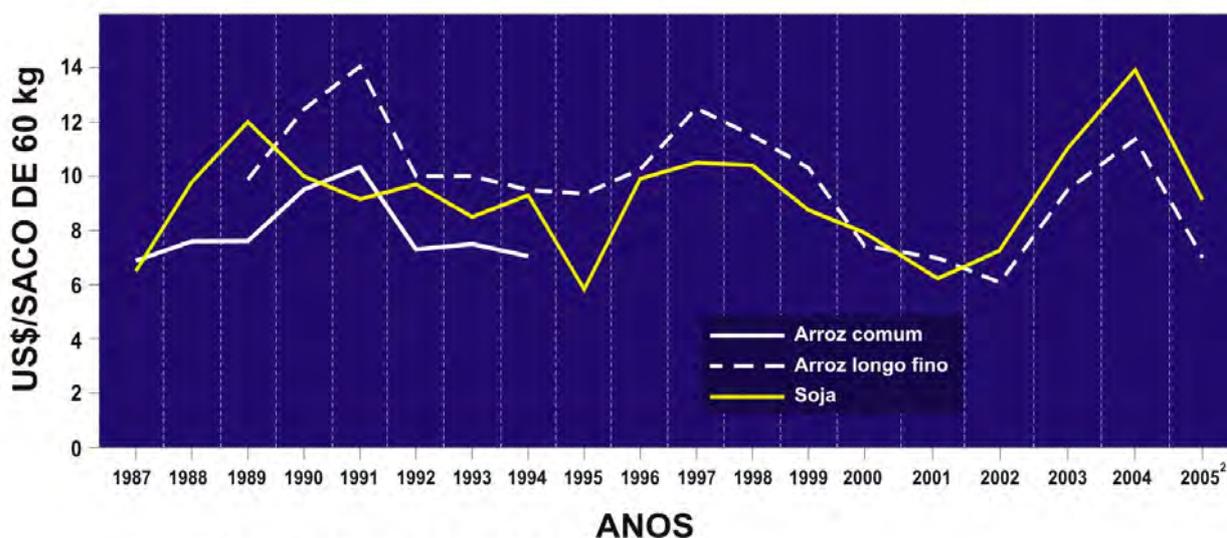
Laboratório do CPAC/EMBRAPA - Brasília

SISTEMAS DE CULTIVO		Manganês mg/l	Cobre mg/l	Zinco mg/l
5 ANOS (GR) Gradagens x Monocultura Soja	0-5 cm	9,70	0,80	6,00
	5-10 cm	7,80	0,40	3,70
	10-20 cm	2,90	0,10	3,00
5 ANOS (PD) Arroz sobre Arachis p.	0-5 cm	22,60	1,60	20,80
	5-10 cm	10,00	0,70	5,70
	10-20 cm	2,60	0,20	0,40
5 ANOS (PD) Soja sobre Tifton ¹	0-5 cm	8,60	0,50	4,20
	5-10 cm	4,60	0,60	1,10
	10-20 cm	2,10	0,30	0,30
5 ANOS (PD) • Arroz + Pé de galinha • Soja + Pé de galinha • Milho + Stylosanthes g. • Stylosanthes g. • Arroz	0-5 cm	16,00	0,90	9,40
	5-10 cm	13,20	0,50	4,20
	10-20 cm	1,40	0,20	0,40

1 - Tifton = *Cynodon d.* - Híbrido (Nº 85)
 (*) - 1 amostra média é composta de 20 sub-amostras

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, AGRONORTE - Sinop/MT, 2002

FIG. 46 **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 - 1987/2005**



1 - Período Fevereiro - Março, a cada ano
 2 - Média anual

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV - A. C. Maronezzi, Agronorte; Cooperlucas; Coosol; Comicel; Prefeitura de Sinop - Sinop/MT - 1987/2003

FIG. 47

PERFORMANCES ECONÔMICAS¹ DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS (5 anos) A BASE DE SOJA E ARROZ + SAFRINHAS

Ecologia das florestas úmidas do sul da Bacia Amazônica – Sinop/MT, 1997 - 2002

SISTEMAS DE CULTIVO	PARÂMETROS ECONÔMICOS EM US\$/ha ²	ANOS					
		1998	1999	2000	2001	2002	
1/ Monocultura de Soja x Gradagens • Uma só cultura anual	Custos de produção	330	405	385	371	323	
	Renda líquida (RL)	52	86	24	-56	63	
2/ Sucessão anual contínua Soja + (Sorgo+ <i>Brachiaria r.</i>) x PD (Plantio Direto) • 3 culturas por ano	Custos de produção	428	460	414	357	326	
	Renda líquida (RL)	RL Soja	48	108	155	95	184
		RL Sorgo	64	120	114	144	126
		RL TOTAL	112	228	269	239	310
3/Sucessões anuais : Soja +(Eleusine c.+ <i>Crotalaria s.</i>) /Arroz +(Eleusine + <i>Crotalaria</i>) x Tudo em Plantio Direto • 2 culturas por ano	Custos de produção	441	481	534	394	496	
	Renda líquida (RL)	RL Arroz e Soja	157	126	87	112	95
		RL Eleusine	54	96	118	90	122
		RL TOTAL	211	222	205	202	217

1. Avaliadas em condições de lavoura comercial no nível médio de adubação mineral.

Nos sistemas 2/ e 3/, as biomassas de sucessões: *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* ficam verdes durante a estação seca e produzem biomassa importante durante esta estação (ligação das biomassas com água de reserva profunda, como a floresta)

2. Preços pagos ao produtor para a saca de SOJA de 60 kg, em US\$/sc: 1998 = 10,40; 1999 = 8,75; 2000 = 7,92; 2001 = 6,16; 2002 = 7,28.

Preços pagos ao produtor para a saca de ARROZ de 60, kg em US\$/sc: 1998 = 11,50; 1999 = 10,30; 2000 = 7,43; 2001 = 6,95; 2002 = 6,08

Os preços pagos para o SORGO branco sem tanino e com alto teor de proteínas (>12%) são estimados em 3,00 US\$/ saca de 60 kg, como para a *Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis*.

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-PERSYST-UR1 - Agronorte (1998-2002); Coodetec e UR 10.

2.3 APLICAÇÕES DESSES PRINCÍPIOS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DOS SOLOS

Os SCV construídos sobre fortes biomassas diversificadas PARA A CULTURA ALGODOEIRA de alta tecnologia nos Trópicos Úmidos, particularmente carregada em fertilizantes e pesticidas :

A engenharia ecológica permite, também neste caso, simultaneamente, obter rendimentos de algodão elevados, estáveis com produto final limpo, e reduzir a carga química e seus impactos negativos para o ambiente em geral – 1998 – 2007.

Dois exemplos são escolhidos para validar – demonstrar esta afirmação :

- A cultura algodoeira de alta tecnologia nos latossolos argilo-arenosos derivados de rocha ácida¹⁷ da ecologia dos Cerrados úmidos do Sudoeste do Mato Grosso em Deciolândia na Fazenda Guapirama, gerenciada pelo grupo Maeda parceiro do CIRAD (2001 - 2004) (Séguy L. et al., 1998, a) ; 1999 ; 2001, d) e e) ; 2002, a) e b) ; 2004, a) e d) ; 2006, b)),
- Esta mesma cultura de alta tecnologia nos solos areno-argilosos fortemente degradados dos Cerrados úmidos de média altitude (600-700 m) no Sudeste Mato Grosso em Campo Verde na Fazenda Mourão, manejada de modo exemplar (2001 - 2006) (FACUAL, 2003 ; 2004 ; 2005 ; 2006 ; Maronezzi et al., 2001 ; Séguy L. et al., 2002,b) ; 2004, a).

A demonstração se apóia, ao mesmo tempo, nas «Matrizes experimentais Sistemas de cultivo perenizados» que reúnem e comparam as atuações da agricultura de ontem (*preparo do solo x Monocultura Algodão*), da agricultura de hoje (*sistema chamado de “semi-direto” = TCS*) e da agricultura de amanhã (*SCV contínuos sobre fortes biomassas diversificadas*) e as performances agrônômicas e técnico-econômicas obtidas pelos produtores nas suas fazendas de referência.

¹⁷ Latossolos da Chapada dos Parecis, similares aos de Lucas do Rio Verde e de Sinop, e submetidos aos mesmos sistemas de cultivo. Região de Campo Novo dos Parecis – Textura : argila entre 47 e 64%, areias entre 32 e 45%, siltes entre 6 e 8%.

2.3.1 OS SISTEMAS ALGODOEIROS NOS LATOSSOLOS ARGILO-ARENOSOS DO SUDOESTE DO MATO GROSSO – Deciolândia – (2001 – 2004)

▪ **Na unidade experimental (> 100 ha)** se comparam as performances de SCV com biomassas muito diferenciadas. A classificação dos sistemas de cultivo para a produtividade de algodão está conforme aquela obtida nos sistemas a base de soja nos Cerrados de Lucas do Rio Verde e nas florestas de Sinop :

- **A produtividade de algodão caroço é sempre significativamente superior em Plantio Direto contínuo na rotação Algodão/Soja + fortes biomassas safrinhas (algodão um ano em dois) do que na sucessão anual Sorgo ou Milheto + Algodão (algodão a cada ano)**¹⁸ (Fig. 48) ;

- **A incidência da ramulose é sempre nitidamente menor nos SCV Algodão em rotação com Soja + Safrinhas do que no SCV Sorgo + Algodão a cada ano**, assim como a ocorrência do complexo «bacteriose – ramulária» de final de ciclo, até para as variedades mais sensíveis (CD 402, CD 404) (Fig. 50); a produtividade de todos os cultivares está próxima, nivelada no nível maior ;

- **A forte interação «Cultivares x Manejos do Solo em SCV»**, evidencia a necessidade de escolher as variedades em função do sistema de cultivo utilizado : sob forte pressão biológica negativa, induzida pela monocultura de Algodão em SCV na cobertura de Milheto ou de Sorgo, as variedades rústicas tais como IAC 23 e IAC 24 devem ser preferidas ; no SCV Algodão em rotação um ano em dois com Soja + potentes biomassas em sucessão, os cultivares mais produtivos e de melhor qualidade de fibra devem ser escolhidos, a incidência das doenças sendo controlada pelo sistema de cultivo SCV ;

- **Confirmação da relação estreita entre produtividade do algodão-caroço e quantidade de biomassa reciclada anualmente:**

- No SCV mais produtivo (Algodão/ Soja + Safrinhas), o rendimento médio das melhores variedades, apesar da baixa biomassa produzida no decorrer dos 2 anos 2001/02 e 2002/03, é de 3.840 kg/ha contra 2.814 kg/ha no SCV Algodão a cada ano (Milheto ou Sorgo + Algodão), seja 36% de produtividade a mais ;

- Quando a biomassa reciclada anual for muito elevada, como em 2003/04 no SCV Algodão em rotação um ano em dois nas biomassas *Eleusine coracana*, Milheto e Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* (12 a 17 t/ha de matéria seca), a produtividade média dos cultivares é de 4.659 kg/ha, seja um ganho de 21% em relação á média dos 2 anos anteriores no mesmo sistema SCV (Fig.51) (Séguy L. et al., 2002,b ; 2004, a).

▪ AS PERFORMANCES AGRO-ECONÔMICAS E TÉCNICAS OBTIDAS NA ESCALA DO GRUPO AGROINDUSTRIAL MAEDA

Após 9 anos de colaboração frutífera entre as 2 instituições, um balanço dos resultados foi realizado em relação aos objetivos iniciais do projeto. Ele mostra, em resumo, que a incorporação progressiva dos Sistemas de cultivo em Plantio Direto Sobre Cobertura Vegetal (SCV), criados pela pesquisa, permitiu simultaneamente:

- aumentar de 46% a área cultivada para outras grandes ecorregiões do Brasil Central (*Estados do Mato Grosso e da Bahia*),

¹⁸ Se comparam 2 sistemas em SCV em Plantio Direto :

- « Monocultura » de Milheto + Algodão repetido todos os anos (*algodão a cada ano*)

- Soja + Safrinhas/ Algodão (*onde o algodão é presente um ano em dois*)

- transformar a natureza das produções que foram fortemente diversificadas e que passaram de algodão dominante em 1994/95 para grãos amplamente dominantes (*soja + sorgo, milheto e Pé de galinha*) em 2002/03,
- acarretar ganhos respectivos de produtividade das culturas principais de soja e algodão de 25,5% e 45%, e produzir 3 culturas em 2 anos em vez de 2.

No plano econômico, os custos de produção baixaram levemente graças aos progressos e ao domínio do Plantio Direto e, apesar de uma conjuntura muito difícil, as margens líquidas e a taxa de retorno foram multiplicadas por mais de 3 ; o parque mecanizado foi reduzido pela metade, o número dos prestadores de serviços caiu de 71% e o consumo de combustível diminuiu de 70% (*Séguy L. et al., 2004, d*).

Uma análise detalhada das performances agrícolas do grupo MAEDA sobre mais de 40.000 ha, evidencia, sucessivamente:

➤ **EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS E DAS ÁREAS CULTIVADAS:** *acréscimos reais de produção num ambiente mais protegido, onde erosão e externalidades estão perfeitamente controladas (Fig. 52, 53, 54).*

- A produtividade de soja passou de 2.598 kg/ha em 1994/95 para mais de 3.260 kg/ha em média nos 3 últimos anos 2001-2003, com um máximo alcançado em 2001/02 com 3.414 kg/ha [Fig. 52].
- O ganho médio de rendimento entre 1994/95 e os 3 últimos anos é de 25,5% sobre uma área plantada em forte crescimento que chegou a mais de 38.000 ha em 2002/03 [Fig. 52].
- A produtividade do algodão progrediu paulatinamente, de 2.355 kg/ha de algodão caroço em 1994/95 para 3.405 kg/ha em 2002/03, seja um aumento de rendimento de 44,6% [Fig. 52].
- A partir de 1998/99, a adoção do plantio direto foi generalizada em toda a área plantada em soja que passou de 9.595 ha para 38.131 ha em 2002/03 ; este cultivo de soja produz de fato 2 culturas por ano em sucessão anual e plantio direto sobre cobertura vegetal (SCV) : a soja é seguida de sorgo, como cultura biomassa de safrinha (*o leito de palha e de sustentação do plantio direto SCV*) praticada com custos de produção muito baixos que variam de 60 para 120 US \$/ha ; o cultivo da soja que já conquistou mais de 38.000 ha em 2002/03 produz anualmente acima de 3.100 kg/ha de soja (*em condições de excesso pluviométrico prejudicial para a produção em 2002/03*) seguido de 1.600 a 2.500 kg/ha de sorgo¹⁹

➤ **EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO :**

Em média, queda sensível dos custos em 9 anos.

- Esta queda no algodão está de quase 10% entre os 3 primeiros anos (*monocultura de soja e monocultura de algodão x preparo do solo*) e os 3 últimos que incorporaram os sistemas de cultivo em plantio direto perfeitamente dominado [Fig. 53].
- Na soja, a diminuição notável é de mesma importância do que no algodão entre os 3 primeiros e os 2 últimos anos quando houve o maior aumento de área. Isso evidencia tanto os méritos do plantio direto sobre cobertura vegetal quanto o nível de domínio técnico do grupo MAEDA.

¹⁹ A maior parte da área atual está cultivada com sorgos híbridos, pouco produtivos em razão do baixo nível de insumos utilizado. O CIRAD dispõe de variedades rústicas, de alto valor agregado (*grãos sem taninos, com alto teor em proteínas, de alimentação humana*), que podem produzir em torno de 3.000 kg/ha com o mesmo nível baixo de insumos e beneficiar de um preço pago mais remunerador, logo que estas são valorizadas ao justo preço junto à agroindústria.

- A partir de 1999/2000, a época na qual o plantio direto cresceu, graças ao aumento do cultivo de soja + safrinhas, os custos das 2 culturas principais, soja e algodão, caem mais significativamente.

➤ **OS PREÇOS PAGOS AO PRODUTOR** : *uma conjuntura difícil com uma depressão sem precedente no algodão e uma queda média sensível na soja*

- De 1994/95 a 2001/02, o preço pago para o algodão caroço baixou regularmente de 8,28 para 4,73 US \$/@, seja uma perda de 43% em 8 anos [Fig. 53]. Em 2002/03, foi o ano de uma recuperação muito significativa dos preços pagos : de 4,73 US \$/@ em 2001/02 para 6,62 US \$/@, seja 41% de alta ; todavia, este preço pago está ainda 20% abaixo do de 1994/95.

- Os preços pagos pela soja, que tem uma cadeia produtiva muito bem estruturada, oscilaram num « leque » de 16,7% durante este período, entre um mínimo de 8,4 US \$/saco de 60 kg em 2001/2002 e um máximo de 9,8 US \$/saco em 1997/98 [Fig. 53].

➤ **AS MARGENS LÍQUIDAS E A TAXA DE RETORNO**²⁰ : *lucro baixo para a soja, mas em constante crescimento, forte retorno possível no algodão, porém mais instável e mais arriscado.*

- No algodão, apesar dos baixos preços pagos, as margens líquidas foram sempre positivas : elas variam entre um mínimo de 64,0 US \$/ha em 2001/02 com o menor preço pago historicamente e um máximo de 452,7 US\$/ha em 2002/03, na retomada importante dos preços pagos [Fig. 54]. A lucratividade da cultura pode ser mantida através do aumento regular de produtividade obtido graças aos sistemas de cultivo em plantio direto e rotações baseadas nos resultados do projeto de pesquisa MAEDA/CIRAD.

- Na soja, as margens líquidas e a taxa de retorno, exceto nas safrinhas de sorgo, foram multiplicadas respectivamente por 3,4 e 3,6 entre os 3 primeiros e os 3 últimos anos do período 1994-2003. Com um domínio técnico sempre mais atuante e uma fertilidade dos solos em melhoria constante em plantio direto, a margem líquida média nos três últimos anos (*apesar de um acidente climático notável em 2002/03 que prejudicou fortemente a produtividade*), é de 146,5 US \$/ha e a taxa média de retorno de 45,6%.

➤ **EVOLUÇÃO DO PARQUE MECANIZADO , DAS PRESTAÇÕES DE SERVIÇOS, DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL** : *A adoção do plantio direto permite simplificar o parque e reduzir consideravelmente os encargos operacionais.*

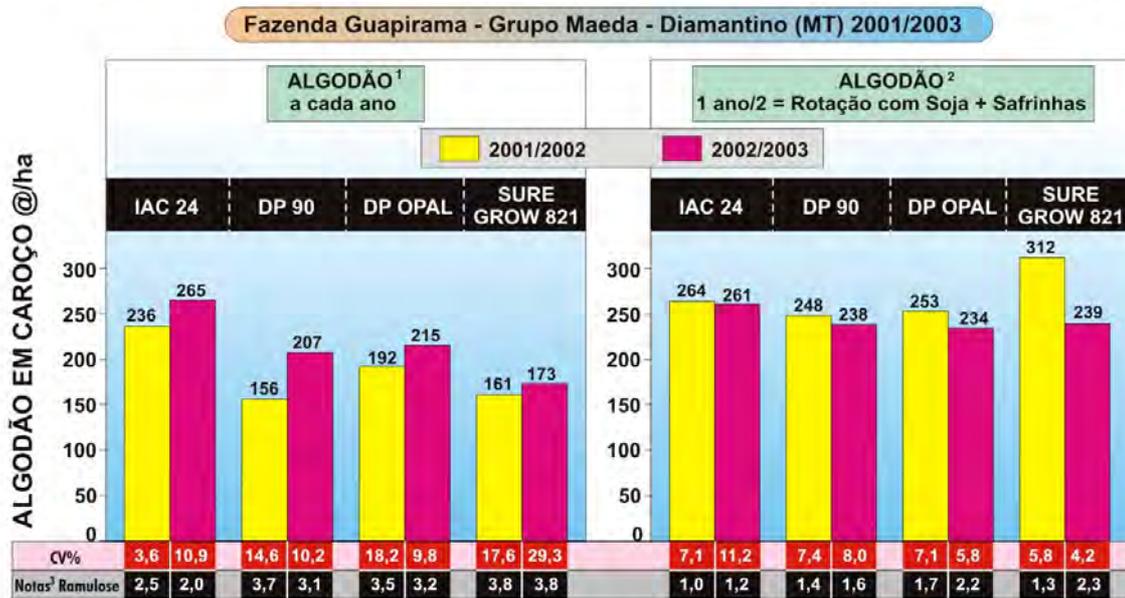
- O número de prestadores de serviço foi reduzido de 533 em 1994/95 para 158 em 2002/03, seja uma queda de 71% [Fig. 54].

- Durante o mesmo período, apesar de um aumento de 46% da área plantada, o número total de tratores e colheitadeiras caiu em 53% [Fig. 54].

- O consumo de óleo diesel passou de 267 l/ha para 78 l/ha em média nos 3 últimos anos. Esta economia de 2/3 do combustível para uma área plantada em forte crescimento é decorrente do manejo em plantio direto cada vez mais atuante e do nível de domínio técnico do cultivo pelo parceiro em constante melhoria [Fig. 54].

²⁰ Taxa de retorno = margens líquidas/ custos de produção x 100

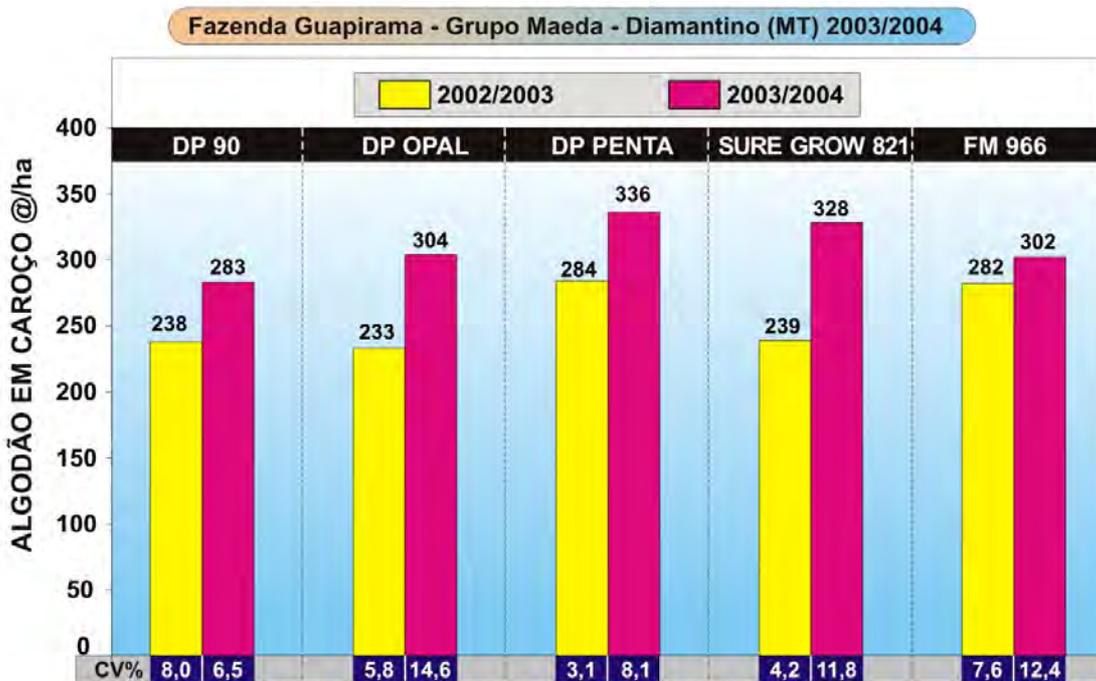
FIG. 48 EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE 4 CULTIVARES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO (PD)



1 - Média da produtividade do Algodão em Plantio Direto sobre biomassas fracas de Sorgo e Milheto (< 3 t/ha)
 2 - Média da produtividade do Algodão em Plantio Direto sobre biomassas de Sorgo, Milheto, Brachiaria ruzi., Pé de galinha (entre 3,0 e 5,0 t/ha)
 3 - Escala de 0 à 5: 0 = Sem incidência; 5 = Incidência máxima

FONTE: Projeto GRUPO MAEDA/CIRAD CA-GEC - CIRAD CA: L. Séguy, S. Bouzinac; GRUPO MAEDA: E. E. A. Maeda, A. Luiz

FIG. 49 EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE 5 VARIEDADES DE ALGODÃO EM SISTEMAS¹ DE PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA PERMANENTE DO SOLO



1 - Rotação: Algodão um ano em 2, alternados com a sucessão Soja + Safrinhas
 • Em 2002/2003 → Média da produtividade sobre as Safrinhas: Milheto, Sorgo, *Brachiaria ruziziensis*, Pé de galinha
 • Em 2003/2004 → Média da produtividade sobre as Safrinhas: Pé de galinha, Milheto + *Brach. ruzi.*, Sorgo + *Brach. ruzi.*
 • Adução Mineral: 126N + 120 P₂O₅ + 180 K₂O + micros/ha

FONTE: Projeto GRUPO MAEDA/CIRAD CA-GEC - CIRAD CA: L. Séguy, S. Bouzinac; MAEDA: E. E. A. Maeda, A. Luiz

FIG. 50

PERFORMANÇAS DE VARIEDADES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO Latossolos da ecologia dos cerrados úmidos do Oeste do Mato Grosso

GRUPO MAEDA/CIRAD-CA - Fazenda Guapirama - Deciolândia/MT

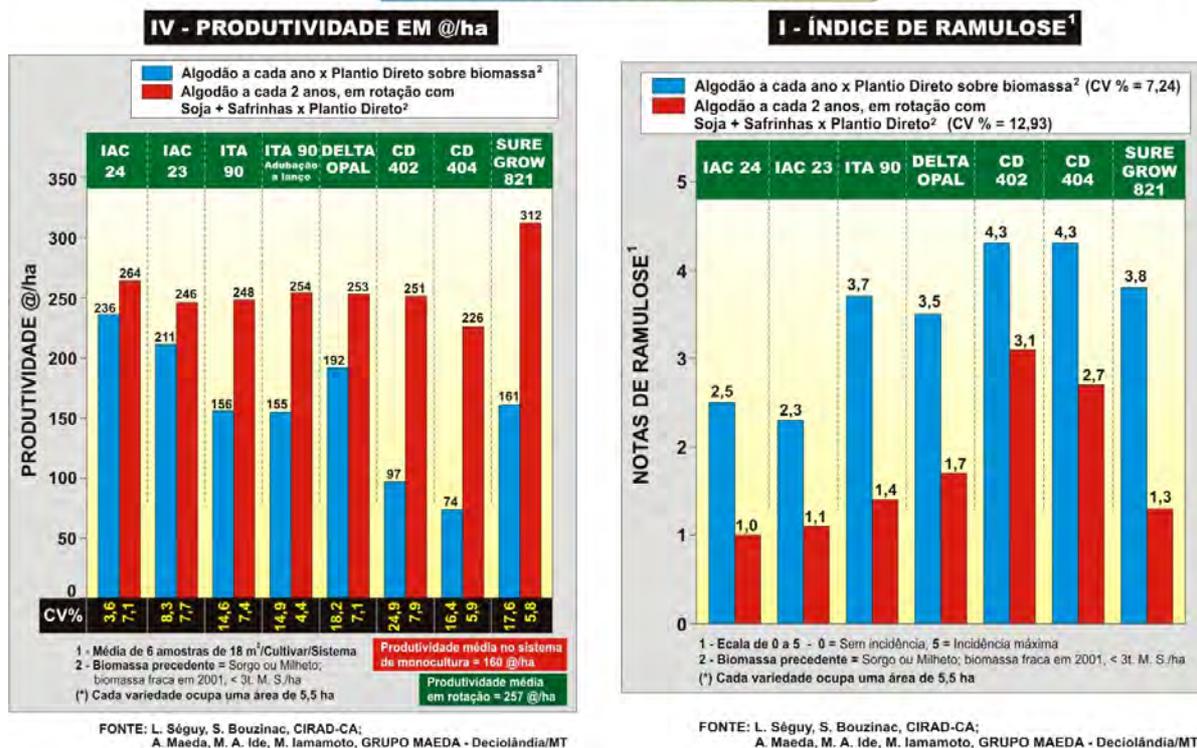


FIG. 51 **PRODUTIVIDADE¹ DE 6 VARIEDADES DE ALGODÃO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO COM COBERTURA VEGETAL PERMANENTE DE SOLO², EM FUNÇÃO DE 3 TIPOS DE BIOMASSAS PRECEDENTES**

Fazenda Guapirama - Grupo Maeda - Diamantino (MT) 2003/2004

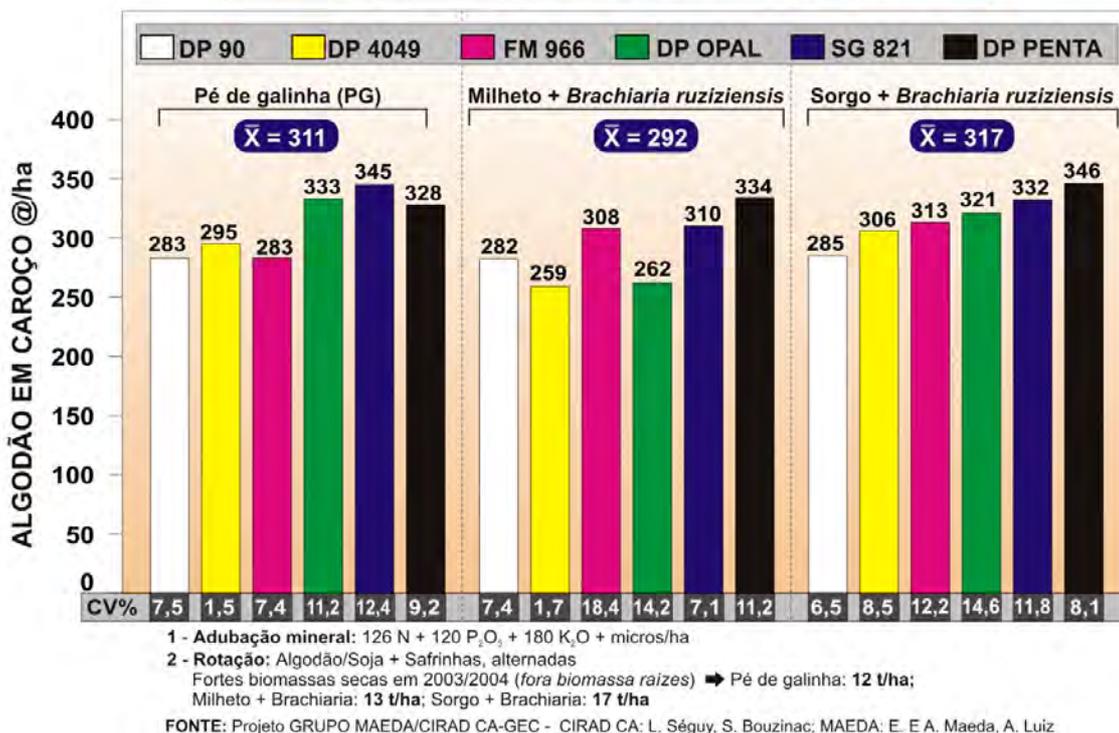
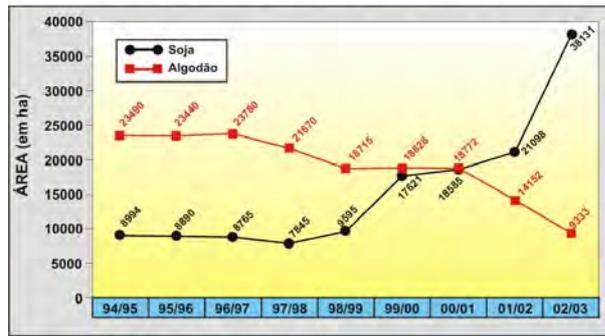


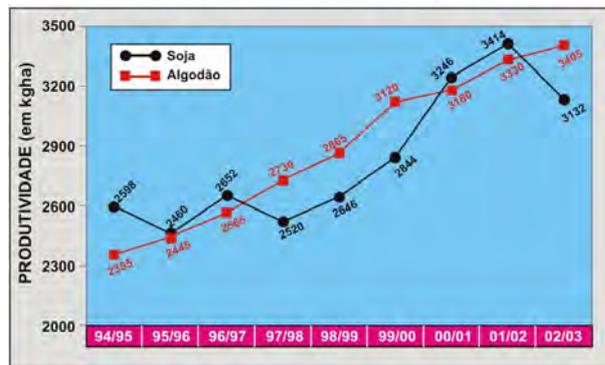
FIG. 52

EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA EM SOJA E ALGODÃO



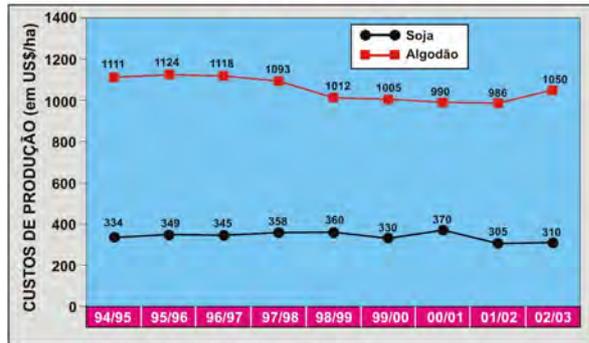
FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE SOJA E ALGODÃO



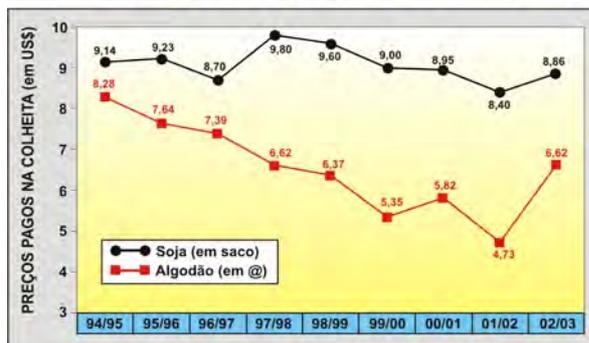
FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

FIG. 53 **EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DA SOJA E DO ALGODÃO**



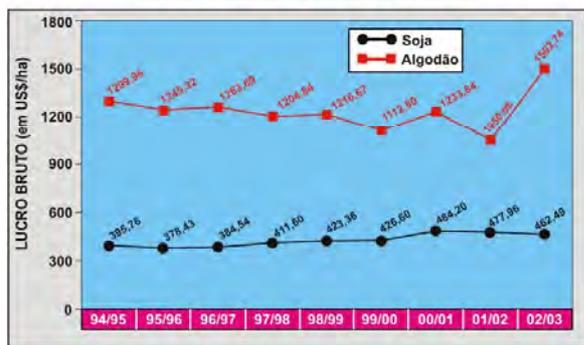
FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

EVOLUÇÃO DOS PREÇOS PAGOS NA COLHEITA PARA A SOJA E O ALGODÃO EM CAROÇO



FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

FIG. 54 EVOLUÇÃO DO LUCRO BRUTO DA SOJA E DO ALGODOEIRO



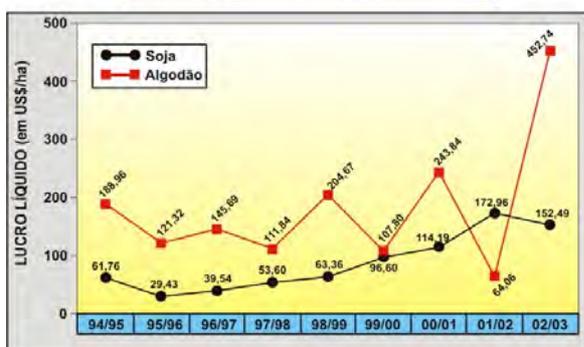
FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE RETORNO DA SOJA E DO ALGODOEIRO



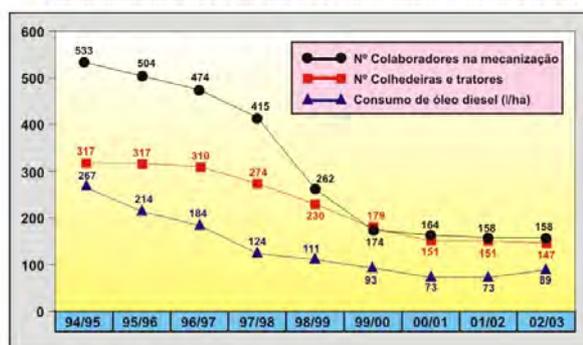
FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

EVOLUÇÃO DO LUCRO LÍQUIDO DA SOJA E DO ALGODOEIRO



FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE COLABORADORES NA MECANIZAÇÃO, DE COLHEEIRAS E TRATORES E DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL



FONTE: GRUPO MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

➤ **IMPACTOS DOS SISTEMAS EM PLANTIO DIRETO (SCV) NOS SOLOS :**

Como nas ecologias dos Cerrados em Lucas do Rio Verde e das florestas em Sinop, a quantidade e qualidade de biomassa, portanto a natureza dos SCV, comanda as funções agrônômicas essenciais: a dinâmica de suas relações com as culturas e sua capacidade em transformar as propriedades físico-químicas e biológicas do perfil cultural.

A erosão e as externalidades são agora bem controladas, e a prática dos melhores sistemas SCV, os maiores provedores de biomassa, principalmente no final da estação chuvosa e na estação seca, permitem seqüestrar²¹ eficientemente o carbono, entre 0,7 t/ha/ano (*sistema SCV Algodão a cada ano: Sorgo + Algodão*) e mais de 3,0 t/ha/ano (*sistemas SCV Algodão um ano em dois, rotação Soja + Safrinhas/ Algodão*) após somente 3 anos de funcionamento dos sistemas (*Fig. 55*).

²¹ **Análises iniciais realizadas em 35 parcelas** de uma superfície total de 7.443 ha – Entre 3 e 6 amostras médias/parcela compostas cada uma de 20 sub-amostras ;
Estoques médios de carbono antes da experimentação na matriz dos sistemas nos horizontes 0 – 10 cm e 10 – 20 cm = 20 t/ha e 14 t/ha respectivamente.

Tabela 3 - Variações, após 3 anos, dos estoques de carbono do horizonte 0 – 20 cm (em t/ha) em função do sistema de cultivo.

Sistemas	SCV	SCV	SCV	SCV	TCS
Ano 1	Sorgo + Algodão	Soja + Safr.	Algodão	Soja + Safr.	"semi-direto" Milh. + Algodão Milh. + Algodão Milh. + Algodão A cada ano (Gradagens)
Ano 2	Sorgo + Algodão	Algodão	Soja + Saf.	Soja + Saf.	
Ano 3	Sorgo + Algodão	Soja + Saf.	Algodão	Algodão	
A cada ano					
2 fortes biomass. em 3 anos					
1 forte biomassa em 3 anos					
2 fortes biomassas em 3 anos					
Horizonte (em cm)	Estoque de carbono em t/ha				
0 - 10	23	23	21	22	18
10 - 20	15	20	16	20	14

O sistema denominado de "semi-direto" (TCS) construído na sucessão anual contínua (*Milheto ou Sorgo + Algodão*) com gradagens para enterrar as sementes da cobertura de Milheto ou Sorgo e para destruir as brotações de algodão imediatamente após a colheita, **perde carbono** todos os anos, ao nível de **- 0,6 para - 0,7 t/ha/ano**. A fertilidade, nesse sistema, só pode ser mantida graças a quantias crescentes de adubos minerais e de corretivos. Ao contrário, o simples fato de praticar esta mesma sucessão anual em **Plantio Direto contínuo** permite aumentar **significativamente o estoque de carbono do solo** : de **+ 0,7 até + 0,9 t/ha/ano**.

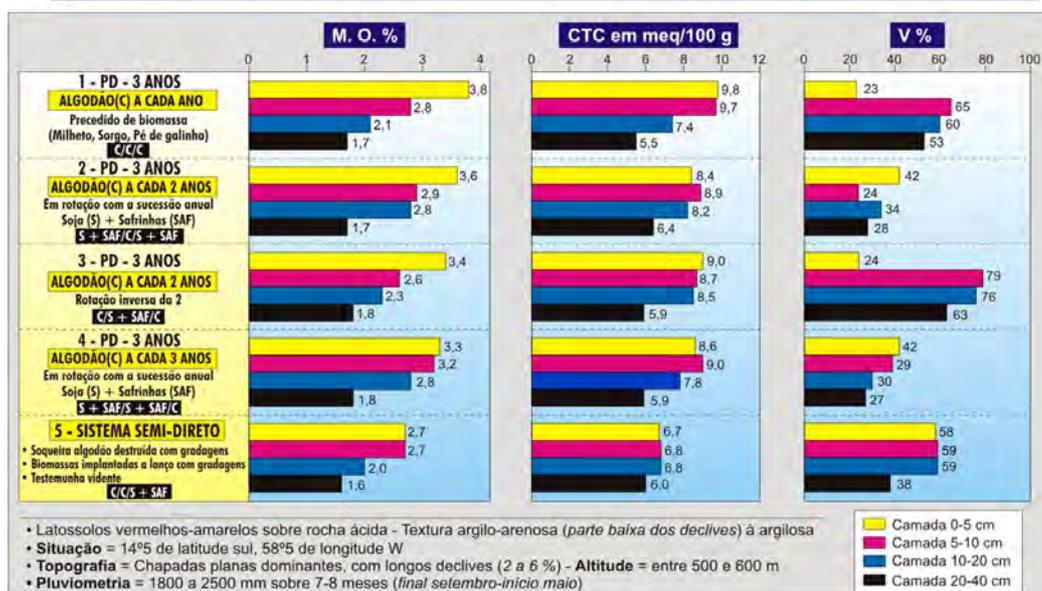
A CTC acompanha, como nos exemplos de Lucas do Rio Verde e de Sinop, **as mesmas variações do que a Matéria Orgânica (Fig. 55)**.

A **taxa de saturação** é sempre maior em média nos horizontes de superfície (0 – 40 cm) quando predomina a cultura de algodão, fortemente adubada, em solo bem corrigido (Fig. 55).

FIG. 55

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC em meq/100g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO DE BASES (V em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DO SISTEMA DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO (PD), APÓS 3 ANOS -

Agrossistemas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste do estado do Mato Grosso - Fazenda Guapirama - Deciolândia/MT-2003



FONTE: Convênio GRUPO MAEDA/CIRAD-CA
GRUPO MAEDA: E. e A. Maeda, A. L. de Souza; CIRAD-CA: L. Séguy, S. Bouzinac - 2003

2.3.2 OS SISTEMAS ALGODOEIROS NOS LATOSSOLOS ARENO-ARGILOSOS DA ECOLOGIA DOS CERRADOS DE ALTITUDE MÉDIA (600 -700 m) DO SUDESTE DO MATO GROSSO – Faz. Mourão – Campo Verde²² – MT / 2001 – 2006

• **A matriz perenizada dos sistemas de cultivo**, implantada desde 2001 numa toposequência da fazenda Mourão compara os sistemas da agricultura **de ontem** ($T_1 = \text{Monocultura Algodão} \times \text{Gradagens}$), da agricultura **de hoje** ($T_2 = \text{Sistema "semi-direto" sobre Milheto} \times \text{Algodão a cada ano}$) e da agricultura **de amanhã** ($S_1 \text{ e } S_3 = \text{inovações Plantio Direto} \times \text{Rotação Soja} + \text{Pé de galinha ou} [\text{Sorgo} + \text{Brachiaria ruziziensis}], \text{ ou} [\text{Sorgo ou Milho} + \text{Brachiaria ruziziensis} + \text{Guandu}]$). ; ela incorpora então as coberturas vegetais multifuncionais já avaliados em Sinop (*Florestas*) e Deciolândia (*Cerrados*) nos SCV grandes provedores de biomassa seca anual : são as sucessões anuais da soja = *Eleusine*, *Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis*, *Sorgo* + *Brachiaria ruziziensis* e enriquece esta última sucessão com a adição de *Cajanus cajan* ; o resultados é = *Sorgo* ou *Milho* + (*Brachiaria ruziziensis* + *Cajanus cajan*) ganhando em multifuncionalidade (*efeito descompactador do pivô de Cajanus cajan* + *fixação de nitrogênio*).

Esta vitrine de sistemas de cultivo é conduzida, como nos exemplos precedentes, em condições de exploração reais de agricultura mecanizada ; ela comporta 2 manejos de adubação mineral: o padrão alto da fazenda e um nível mínimo visando reduzir os custos, e também evidenciar o impacto positivo da regeneração organo-biológica dos solos pelos SCV (*resiliência, qualidade biológica, ou seja, compreender a adubação adequada em composição com plantas protetoras do ambiente*).

O melhoramento de algodão é desenvolvido nos diversos sistemas de cultivo mais contrastadas, com o objetivo essencial de otimizar as relações «Genótipos x Manejos dos solos e das culturas ».

A vitrine de sistema constitui um “laboratório de observação, de avaliação científica e de modelagem” para o estudo do funcionamento agrônômico comparado dos sistemas de cultivo e de seus impactos na produtividade das culturas e nas transformações dos solos : as externalidades e os xenobióticos, a resiliência (*componentes da qualidade biológica dos solos*), a manutenção da qualidade das águas e das produções.

• **Os rendimentos e seus componentes são avaliados anualmente** no algodão e nas culturas em rotação, como também a evolução da flora invasora, das doenças criptogâmicas, e das pragas.

• **A cada 3 anos, se realiza um controle de fertilidade:** componentes físicos e químicos, incluindo a Matéria orgânica, **o fracionamento granulométrico do carbono**²³ que permite acompanhar a capacidade diferenciada dos sistemas em seqüestrar carbono.

Os resultados obtidos mais significativos, no decorrer dos 4 últimos anos de avaliação, podem ser resumidos na seguinte forma:

➤ **AS PERFORMANCES AGRONÔMICAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO SE DIFERENCIAM FORTE E RAPIDAMENTE NO DECORRER DO TEMPO** (*FACUAL, 2003 ; 2004 ; 2005 ; 2006 ; Maronezzi et al., 2001 ; Séguy L. et al., 2004,a ; Sá J.C.M. et al., 2008*)

As **figuras 56 a 59** ilustram e evidenciam a evolução dos rendimentos de todas as variedades de algodão nos 4 anos em função dos sistemas de cultivo:

- **O sistema «de ontem», T_1 , com Preparo do solo x Monocultura, oferece as produtividades médias menores** com grandes variações interanuais :

²² Trabalhos de pesquisas multidisciplinares = CIRAD-CA + COODETEC com financiamento do FACUAL/IMA (Fundo de Apoio á cultura algodoeira/ Instituto Matogrossense do Algodão).

²³ Análises realizadas na UEPG.

- **De 15 a 23% a menos** do que o sistema «de hoje», **semi-direto T₂**, e **de 28 a 33% a menos** em relação ao sistema **SCV S₃**, em Plantio Direto sobre Cobertura Vegetal permanente, que é sempre o mais produtivo ;
 - **Esses rendimentos** passam a sofrer uma forte **instabilidade** anual ligada a forte sensibilidade às variações climáticas e nota-se uma tendência geral para a queda mais acentuada no nível de adubação mineral baixo. Esta produtividade interanual caótica é em perfeita conformidade com a perda importante e contínua da matéria orgânica do solo nesse sistema (*Fortes erosões contínuas e degradação crescente do estado estrutural*).
- **Os sistemas «de hoje»**, representados pelo sistema «**semi-direto**», **T₂**, no qual a monocultura de algodão está implantada em cada ano no Plantio Direto sobre a biomassa de milho instalada com gradagem leve (TCS²⁴), apresentam uma produtividade interanual maior e mais estável do que o sistema «de ontem» T₁, **mas sempre muito inferior às dos sistemas SCV S₁, S₃, S₄**.
- **Os sistemas «de amanhã»**, **SCV algodoeiros S₁ e S₃** em rotação com as sucessões Soja + Safrinhas (*culturas de sucessão como sorgo ou milho consorciados com Brachiaria ruziziensis, ou com Brachiaria ruziziensis + Guandu: Cajanus cajan*) grandes fornecedores de biomassa anual (**Fig. 60**) (*superiores a 20 t/ha*), que alimentam continuamente, protegem e mantém o solo sempre coberto (*imitando a liteira da floresta*), **são os únicos a proporcionar aumentos de produtividade**, qualquer que seja o nível de adubação mineral usado. Os rendimentos de algodão-carço foram quase equivalentes entre todos os manejos do solo no início da experimentação, e **depois as diferenças de produtividades aumentam a cada ano em favor dos sistemas SCV :**
- **Logo no 3º ano de cultivo** = os sistemas SCV produzem de 39% a 62% a mais de que o sistema «de ontem» T₁, na presença da adubação padrão e reduzida respectivamente ; produzem 11% a mais de que o sistema «de hoje» T₂, “semi-direto”, na presença de qualquer nível de adubação ;
 - **No 4º ano**, as diferenças de rendimentos aumentam ainda em favor dos SCV S₁ e S₃: a produtividade é duplicada em relação ao sistema «de ontem» T₁, qualquer que seja o nível de adubação ; **+ 27% de rendimento em relação ao sistema «de hoje» T₂ com adubação padrão e + 45% com adubação reduzida**. A partir do 4º ano, esses sistemas SCV permitem produções iguais sobre os 2 níveis de adubação, a reduzida e a padrão dobrada, demonstrando assim o aumento da capacidade do solo em produzir por via organo-biológica com pouco adubos minerais e criando a possibilidade de reduzir de metade a adubação mineral para manter rendimentos elevados próximos de 4.500 kg/ha (*cultivar CD 409*) mesmo num solo frágil com dominância arenosa . O funcionamento do sistema Solo-Cultura se faz cada vez mais a partir do ciclo biológico anual da fitomassa, que constitui o “coração” da fertilidade, como no ecossistema florestal (**Fig. 59**).

➤ **A CULTIVAR DE SOJA de ciclo curto CD 217 nos sistemas SCV de «amanhã» S₁, S₂, S₃, S₄** (*Soja + Safrinhas em rotação com algodão*) obteve em 2004/05 produtividades em média superiores á 4,0 t/ha (*máximo de 4,44 t/ha sobre S₁*) na adubação padrão, contrapondo com uma produção superando 3.500 kg/ha sob a adubação baixa (**Fig. 61**). **Os rendimentos foram estáveis durante 4 anos**. A produtividade desses 4 sistemas SCV na rotação de 2 anos é em média de 3,6 t/ha de Soja + 2,0 a 3,0 t/ha de Algodão carço com a adubação reduzida e confirma assim mais uma vez a forte capacidade de produção do solo por via organo-biológica mesmo na presença de adubação mineral mínima e o potencial de controle natural eficaz dos nematóides fitófagos. (**Fig. 61**).

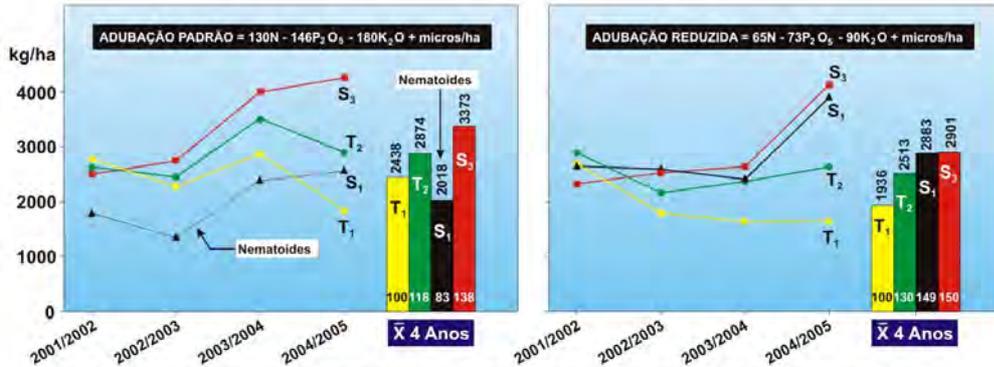
²⁴ TCS: Técnicas Culturais Simplificadas (*ou preparo mínimo a base de gradagens*).

FIG. 56

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE ANUAL¹ E PRODUTIVIDADE MÉDIA¹ DO ALGODÃO EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO, INCLUINDO TODAS AS VARIEDADES TESTADAS, SEM TEMIK (Aldicarb)

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2001/2005

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brac. ruz.)



1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas.

Média de 4 variedades (sem Temik): CD 409, CD 2239, CD 406; CD 407

2 - Solo de textura areno-argilosa (20-27% de argila; 70-75% de areia)

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 57

PRODUTIVIDADES MÉDIA E RELATIVA COMPARADAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

I ADUBAÇÃO PADRÃO¹ DA FAZENDA

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*)
 □ Produtividade relativa



1 - Adubação padrão = 130N - 146 P₂ O₃ - 180 K₂O + micros/ha

2 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão

- Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas

- Efeito do sistema: Média de 4 variedades, sem Temik

3 - As 4 Variedades testadas = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407.

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

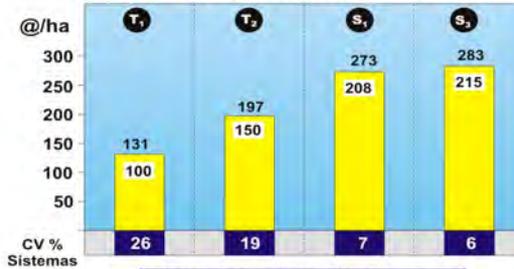
FIG. 58

PRODUTIVIDADES MÉDIA E RELATIVA COMPARADAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO - Fazenda Mourão - Campo Verde, MT - 2004/2005

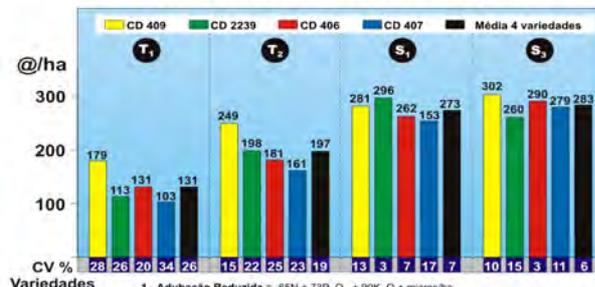
II ADUBAÇÃO REDUZIDA¹

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₂ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*)
 □ Produtividade relativa

EFEITO DO SISTEMA², INCLUINDO 4 VARIEDADES



EFEITO DAS VARIEDADES³ POR SISTEMA



1 - Adubação Reduzida = 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O + micros/ha
 2 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 flocos/munhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas - Efeito do sistema: Média de 4 variedades, sem Temik.
 3 - As 4 Variedades testadas = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407.
 FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIAD: J. L. Belot, J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

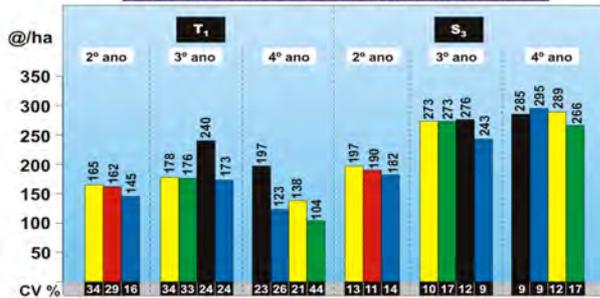
FIG. 59

EVOLUÇÃO DAS PERFORMANÇAS VARIETAIS¹ DO ALGODOEIRO, EM 2 SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS, ENTRE O 2º E O 4º ANO DE CULTIVO, SEM TEMIK (Aldicarb)

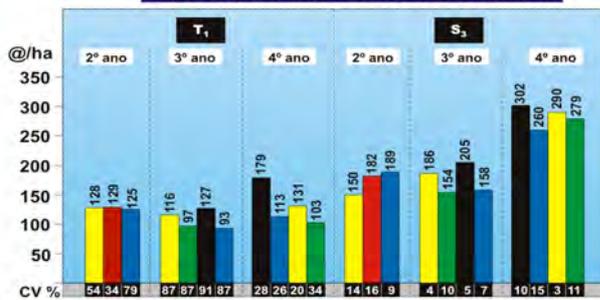
Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens) □ CD 406 □ C 409
 S₂ - PD Algodão na rotação: □ CD 407 □ C 402
 Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*) □ CD 2239

3 - ADUBAÇÃO PADRÃO = 130 N + 146 P₂O₅ + 180 K₂O + micros/ha



2 - ADUBAÇÃO REDUZIDA = 65 N + 73 P₂O₅ + 90 K₂O + micros/ha



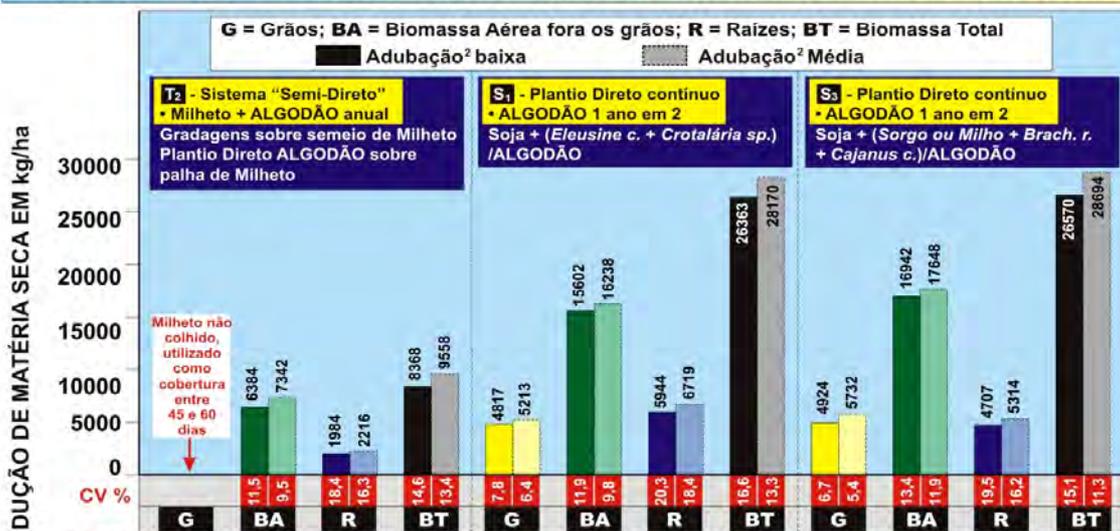
1 - 2002/2003 = CD 406; CD 402; CD 2239
 2003/2004 = CD 406; CD 407; CD 409; CD 2239
 2004/2005 = CD 409; CD 2239; CD 406; CD 407

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIAD: J. L. Belot, J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 60

PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE BIOMASSA EM ROTAÇÃO COM A CULTURA ALGODOEIRA, MEDIDA¹ SOBRE 4 ANOS, EM FUNÇÃO DA NATUREZA DE DIVERSOS SISTEMAS MUITO CONTRASTADOS, A BASE DE ALGODÃO, SUBMETIDOS A 2 NÍVEIS DE ADUBAÇÃO MINERAL

Ecologia dos cerrados de média altitude (600-700 m) do Sudeste de Mato Grosso - Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2001/2005



1. Média de 3 repetições / Parcela Sistema / Nível de adubação

Adubação	Sistema	2001/2004	2004/2006
Baixa/ha	Sobre Algodão	T ₂ , S ₁ , S ₃ = 65N + 73P ₂ O ₅ + 90K ₂ O/ha + micros	70N + 31P ₂ O ₅ + 68K ₂ O/ha + micros
	Sobre Soja	S ₁ , S ₃ = 6N + 54P ₂ O ₅ + 72K ₂ O/ha + micros	3N + 27P ₂ O ₅ + 36K ₂ O/ha + micros
Média/ha	Sobre Cotton	T ₂ , S ₁ , S ₃ = 130N + 146P ₂ O ₅ + 180K ₂ O/ha + micros	140N + 63P ₂ O ₅ + 135K ₂ O/ha + micros
	Sobre Soja	S ₁ , S ₃ = 6N + 54P ₂ O ₅ + 72K ₂ O/ha + micros	6N + 27P ₂ O ₅ + 36K ₂ O/ha + micros

(*) Solo areno-argiloso (18-25% argila - 70 à 75% areia) - M. O.(%) = 1,8 a 2,7 - Declive 3 a 6%
 Biomassa seca da parte aérea do Algodão = entre 6 e 9 t/ha em função da variedade e do modo de gestão
 FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 61

EVOLUÇÃO DOS RENDIMENTOS ANUAIS DA SOJA DE CICLO CURTO¹ E PRODUTIVIDADE MÉDIA DURANTE 4 ANOS (em kg/ha), EM 4 SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO SOBRE FORTES BIOMASSAS E NA PRESENÇA DE 2 NÍVEIS BAIXOS DE ADUBAÇÃO MINERAL²

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2001/2005

ANOS	S ₁ PD x Soja + Pé de galinha/Algodão		S ₂ PD x Pé de galinha + Arroz/Soja + Algodão Safrinha		S ₃ PD x Soja + (Sorgo + Brach.) /Algodão		S ₄ PD x Soja + (Sorgo + Brach.) /Algodão Safrinha	
	Adubação Padrão	Adubação Reduzida	Adubação Padrão	Adubação Reduzida	Adubação Padrão	Adubação Reduzida	Adubação Padrão	Adubação Reduzida
2001/2002	3856	4042	3442	3925	3831	3906	3706	3726
2002/2003	3599	3541	3700	3762	3754	3376	3853	4094
2003/2004	3192	3306	3720	3636	3138	3360	3276	3696
2004/2005	4440	3452	3839	3211	4232	3549	4352	3552
MÉDIA	3772	3585	3675	3634	3739	3548	3797	3767
ET	522,7	319,5	167,2	305,5	452	253,7	443,8	230,8
CV%	13,8	8,9	4,5	8,4	12,1	7,1	11,7	6,1

1 - Variedades - Em 2001/2002: Conquista; em 2002/2003: Média de CD 211 + Conquista; em 2003/2004 e 2004/2005: CD 217
 2 - Adubação Padrão = 6N + 54P₂O₅ + 72K₂O + micros/ha
 Adubação Reduzida = 3N + 27P₂O₅ + 36K₂O + micros/ha
 FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot, J. Martin, L. Séguy, S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

➤ O IMPACTO DIFERENCIADO DOS SISTEMAS DE CULTIVO É MUITO MARCANTE E RÁPIDO NA EVOLUÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO

• Os mesmos sistemas SCV (S_1 , S_3 , S_4) produzem os mesmos efeitos que na ecologia de floresta em Sinop na produção de matéria seca, sem os grãos, a partir das sucessões anuais Soja + safrinhas *Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis* e Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* em rotação um ano em dois com o algodão : a média de produção de biomassa sobre 4 anos está próxima de 23 t/ha com a adubação padrão e de 21 t/ha com a adubação reduzida, contra 8 a 9 t/ha de matéria seca de milheto instalado por gradagens, que precedem todos os anos a cultura de algodão no sistema T_2 de “semi-direto” (TCS).

▪ **Após 3 anos de funcionamento dos sistemas**, a diferenciação dos estoques de carbono em função do sistema praticado se nota significativamente nos horizontes de 0 – 20 cm e de 20 – 40 cm e nas frações granulométricas do carbono dos horizontes de 0 – 10 cm e de 10 – 20 cm (Fig. 62 e 63) :

• **Após 5 anos de funcionamento dos sistemas**, as diferenças entre os estoques de carbono nos horizontes de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm são também altamente significativas e variam na proporção de um para dois em função da natureza do sistema praticado (Fig. 64 e 65). Neste solo frágil, areno-argiloso, a classificação dos sistemas por ordem decrescente dos estoques de carbono, se estabelece da forma seguinte:

- **SCV nas coberturas vivas²⁵ > SCV nas coberturas mortas S_1 , S_3 , S_4 > T_2 "semi-direto" > T_1 «Monocultura x Gradagens».**

- Após 5 anos de funcionamento, os SCV nas coberturas vivas (*Arachis pintoï* > *Cynodon dactylon*) apresentam estoques 0 – 20 cm, 20 – 40 cm e 0 – 40 cm de 2 a 3 vezes maiores do que sob o sistema testemunha T_1 “Monocultura x Preparo do solo” (Fig. 64 e 65) ;
- Os SCV nas coberturas mortas mais produtivos em algodão e soja (S_1 , S_3 , S_4) tem estoques quase 2 vezes superiores aos de T_1 e de 27 para 50% maior que T_2 (TCS) de "semi-direto" no horizonte de 0 a 40 cm em função do nível de adubação ;
- Quanto mais alto é o nível de adubação, maior é o estoque de carbono em todos os sistemas; isso está em perfeita concordância com o nível de “inputs” carbonados procedentes da biomassa reciclada anualmente, que é sempre mais importante quando for aplicada a adubação padrão, correspondendo ao dobro da adubação reduzida : portanto, quanto maior é a quantia anual de “inputs” carbonados que entra no sistema, mais alto será o estoque de carbono ;
- O impacto relativo dos SCV a respeito do carbono em relação aos sistemas T_1 (Monocultura x Preparo do solo) e T_2 ("semi-direto") com preparo do solo está mais importante quando a adubação for mais baixa, evidenciando claramente o efeito regenerador dos SCV (resiliência) na presença de um baixíssimo nível de adubação mineral: como na floresta, a fertilidade reside mais no ciclo da biomassa anual produzida do que no solo (Lucas Y. et al., 1993 ; Sá J.C. M. et al., 2008 ; Stark N. M., 1978).

²⁵ As coberturas vivas (*Tifton 85* e *Arachis pintoï*) uma vez implantadas nunca são destruídas. Antes da implantação da cultura (Soja ou Algodão no *Tifton*, Milho ou arroz no *Arachis pintoï*), aplica-se dessecante para « queimar » a cobertura e deixar a cultura se desenvolver. Antes de a cultura cobrir o solo, se usa herbicida em sub-dosagem para controlar a cobertura sem matá-la. Depois da colheita da cultura, a cobertura volta a dominar a área até a próxima safra.

As coberturas mortas procedentes das safrinhas (*aqui* Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* + *Guandu*) são dessecadas e mortas antes de implantar a próxima cultura de soja ou de algodão.

- Segue abaixo o resultado da análise físico-química do solo de 0 a 15 cm, onde foi implantada a matriz dos sistemas de cultivo, em amostragens realizadas antes da experimentação:

	Densidade Aparente (kg/dm ³)	P (g/dm ³)	M 0 (%)	K(cmol/dm ³)	Ca	Mg	CTC	SB	V (%)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
Média das parcelas 1 a 14	1,3	1,52	1,50	0,12	1,32	0,49	4,84	1,93	40,2	22,8	4,6	72,7
CV (%)	8,2	57,0	4,1	45,5	27,6	29,1	4,5	28,5	30,6	11,9	14,5	3,7
Média das parcelas 15 a 28	1,27	1,25	1,59	0,10	0,92	0,37	4,85	1,38	28,5	25,3	5,3	69,4
CV (%)	6,4	61,6	7,5	11,8	8,2	11,7	6,6	7,8	6,4	8,8	21,9	3,2

(*) Fonte : Laboratório de análises agronômicas Brunetta e Cia Ltda – Primavera do Leste MT (aprovado PAQLF 2002 Embrapa Solo) - 2001

Os estoques de carbono no início foram avaliados²⁶ sobre as parcelas que receberam os sistemas mais contrastados : T₁, T₂, S₃, S₄ e SCV nas coberturas vivas compostas de Tifton 85, *Arachis pintoï*, e variaram nas parcelas 1 a 14 correspondendo ao nível de adubação padrão entre 22,2 e 24,4 t/ha na camada de 0 – 20 cm e entre 22,1 e 25,8 t/ha sobre as parcelas 15 a 28 relativas á adubação reduzida.

As perdas ou ganhos de carbono, em função da natureza do sistema, podem ser estimados, em média, após 5 anos de funcionamento dos sistemas :

- Perdas de – 0,95 e de – 2,0 t/ha/ano, com adubações padrão e reduzida respectivamente no sistema T₁ c/ Preparo contínuo intensivo do solo x Monocultura de Algodão,
- Perdas nas mesmas condições de adubação variando entre – 0,6 e – 1,55 t/ha/ano no sistema T₂, de "semi-direto" (TCS), Milheto + Algodão a cada ano ;
- Ganhos, nos SCV S₃ e S₄ fortes provedores anuais de biomassa, oscilando entre + 1,2 e + 1,8 t/ha/ano c/ adubação reduzida e entre + 1,8 e + 2,7 t/ha/ano c/ adubação padrão ;
- Ganhos maiores acontecendo nos SCV sobre coberturas vivas, que vão sob *Cynodon dactylon* de + 2,4 para + 2,7 t/ha/ano e de + 3,0 para + 3,4 t/ha/ano sob *Arachis pintoï* ; estes sistemas SCV algodoeiros se revelam os mais atuantes, em solos areno-argilosos dos Trópicos Úmidos.

➤O IMPACTO DIFERENCIADO DOS SISTEMAS, MUITO MARCANTE E MUITO RÁPIDO SOBRE A EVOLUÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO, É TAMBÉM ALTAMENTE SIGNIFICATIVO SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS MESMOS HORIZONTES ANALISADOS:

- Os sistemas que geram os estoques de carbono mais altos no decorrer do tempo, são os que oferecem também os maiores atributos químicos mais favoráveis para a produtividade das culturas no perfil cultural 0 - 40 cm : a CTC, a saturação de bases, a soma Ca + Mg , K e P (Fig. 66). Esses componentes químicos da fertilidade são estreitamente correlatos ao estoque de carbono nos horizontes analisadas 0-20 cm e 0-40 cm, com coeficientes de determinação R² oscilando entre 0,7 e 0,8 em função dos elementos (Fig. 67).

²⁶ Essas avaliações somente indicam uma faixa de respostas, pois os horizontes amostrados no início e no final do estudo não são idênticos : 0 – 15 e 0 – 20 cm respectivamente.

➤ OS RENDIMENTOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO SÃO ESTREITAMENTE CORRELACIONADOS COM OS ESTOQUES DE CARBONO²⁷

Nos estabelecemos rigorosamente, nas diferentes ecologias dos Trópicos Úmidos (*Cerrados e Florestas*), as leis de funcionamento agrônomo dos sistemas de cultivo nos latossolos de textura argilo-arenosa (*Lucas do Rio Verde, Deciolândia e Sinop no MT*) traduzidas pelas estreitas correlações entre produtividade de grãos e produtividade de biomassa das coberturas vegetais (*biomassas aérea e radicular*), e entre esta última e os teores em Matéria Orgânica dos solos.

No latossolo com textura areno-argilosa, as mesmas leis de funcionamento se aplicam perfeitamente como mostram as **figuras 68 a 70**, que reúnem as correlações lineares (R^2 entre 0,70 e 0,89) entre a produtividade de algodão caroço e os estoques de carbono dos horizontes de 0 – 20 cm, de 20 – 40 cm e de 0 – 40 cm, para cada nível de adubação.

A resposta “Produtividade x Estoque de Carbono” é relativamente maior com a adubação reduzida, confirmando o forte efeito restaurador dos SCV, maiores provedores de “inputs” carbonados anuais mesmo na presença de uma adubação mineral muito baixa.

FIG. 62

ESTOQUE¹ DE CARBONO C (em t/ha) E FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (2000 μ m à <53 μ m) NA CAMADA 0-20cm (0-10 e -20cm), EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO APÓS 3 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS MUITO CONTRASTADOS

Ecologia dos cerrados úmidos de altitude (600-700m) do Sudeste do Mato Grosso Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005

Camada x Frações Granulometria	SISTÈMES DE CULTURE					
	S ₃		T ₂		T ₁	
	Plantio Direto PD-SCV		Semi-Direto		Monocultura x Grade	
0-10cm	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%
210-2000 μ m	6,25	16,50	3,95	7,00	2,86	8,32
53-210 μ m	6,09	19,60	5,33	13,57	3,90	8,50
< 53 μ m	6,22	3,60	4,09	10,20	2,83	16,65
TOTAL C (0-10 cm)	18,56	5,60	13,37	4,78	9,59	6,95
10-20cm	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%	C (t/ha)	CV%
210-2000 μ m	2,69	15,00	2,79	12,03	1,69	12,01
53-210 μ m	5,24	7,88	4,04	6,10	4,06	9,25
< 53 μ m	3,91	20,51	3,45	6,84	2,77	7,24
TOTAL C (10-20 cm)	11,84	6,86	10,29	7,41	8,52	7,86
TOTAL C (0-20 cm)	30,40		23,66		18,11	
C Relativo %	(100)		(78)		(60)	

1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas.

(*) - Média de 3 repetições - retiradas nos sistemas conduzidos com adubação reduzida: 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O

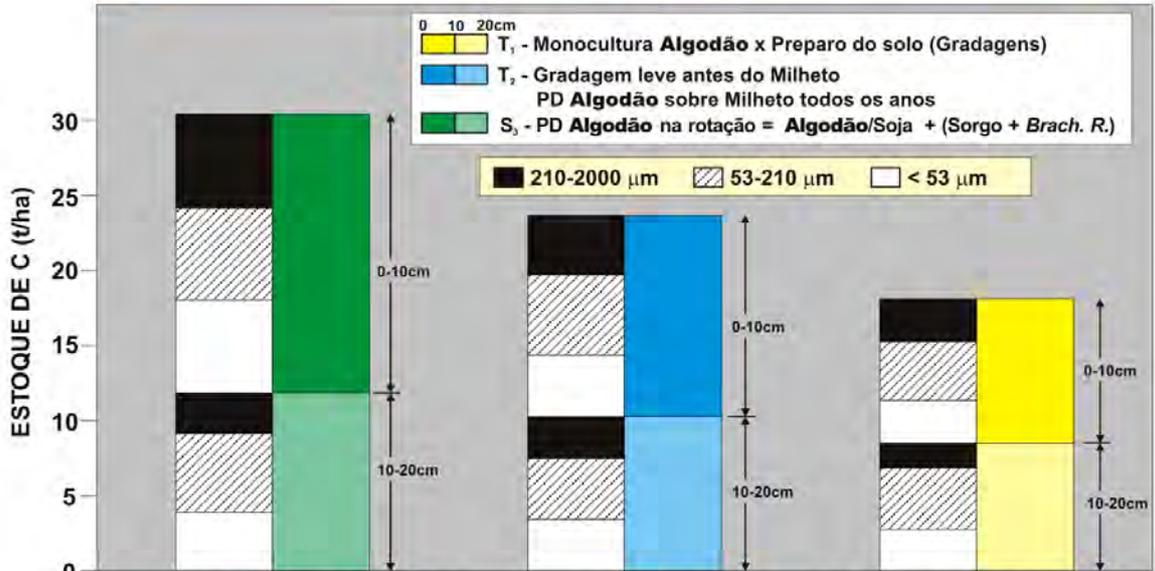
FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

²⁷ Análises realizadas à l'UEPG (Prof. João Carlos Moraes de Sá) – Convênio UEPG/CIRAD/FACUAL

FIG. 63

ESTOQUE¹ DE CARBONO C (em tonelada/ha) NA CAMADA 0-20 CM (0-10 e 10-20cm), EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO, APÓS 3 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS MUITO CONTRASTADOS

Ecologia dos cerrados úmidos de altitude (600-700m) do Sudeste do Mato Grosso
Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005



1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas.

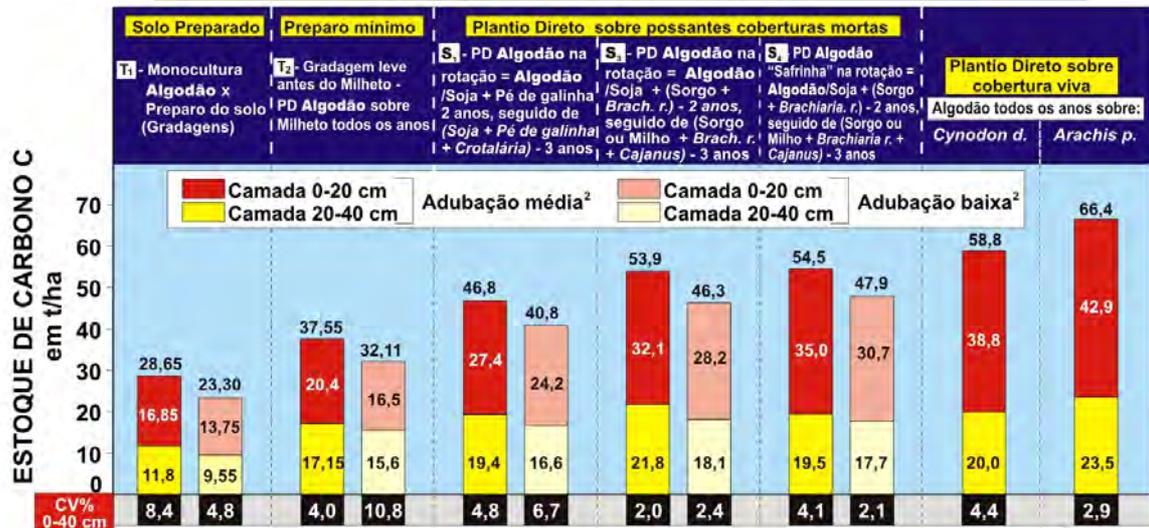
(*) - Média de 3 repetições - retiradas nos sistemas conduzidos com adubação reduzida: 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 64

EVOLUÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO (em t/ha), APÓS 5 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS A BASE DE ALGODÃO, SOBRE UM LATOSSOLO¹ SABLO-ARGILOSO

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste do Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006



(*) os tratamentos sistemas T₁ e T₂ são repetidos 2 vezes; eles representam as testemunhas de referência que são colocadas de cada lado dos demais tratamentos sistemas sobre cada nível de adubação - o estoque de carbono foi avaliado a partir de 3 repetições/parcela elementar "sistema x nível de adubação"

1. Textura média = 19 a 27% argila; 70 a 76% de areias, 4 a 5% de silte

2. Input médio anual em adubação mineral (kg/ha) Adubação Baixa : 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + micros
 Adubação Média: 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + micros

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2007

FIG. 65 ESTOQUES RELATIVOS¹ DE CARBONO (%), APÓS 5 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS A BASE DE ALGODÃO, EM UM LATOSSOLO SABLO-ARGILOSO

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

Camada em cm	Testemunha T ₁										Testemunha T ₂						Testemunha S ₁		Testemunha S ₃			
	T ₁ x 100		S ₁ x 100		S ₂ x 100		S ₃ x 100		AR x 100		TIF x 100		S ₁ x 100		S ₂ x 100		S ₃ x 100		TIF x 100		AR x 100	
	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²	AM ²	AB ²
0 - 20	121	120	163	176	191	205	208	220	255	230	134	147	157	171	172	183	235	260	117	116	138	152
20 - 40	145	163	164	174	185	190	165	185	199	169	113	106	127	116	114	113	128	151	112	109	110	130
0 - 40	132	138	163	175	188	199	190	206	232	206	125	127	144	149	145	149	183	207	115	113	127	143

- 1. Sistemas de cultivo**
- T₁** - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens); **T₂** - Gradagem leve antes do Milheto PD Algodão sobre Milheto todos os anos; **S₁** - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha - 2 anos, seguido de (Soja + Pé de galinha + Crotalaria) - 3 anos **S₂** - PD Algodão na rotação = Algodão /Soja + (Sorgo + Brachiaria r.) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 anos **S₃** - PD Algodão "Safrinha" na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria r.) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 anos
AR - Algodão todos os anos sobre cobertura viva de *Arachis pintoi*
TIF - Algodão todos os anos sobre cobertura viva de *Cynodon d.*

- 2. Input médio anual em adubação mineral (kg/ha)**
- Adubação Baixa (AB) : 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + micros
 Adubação Média (AM) : 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + micros

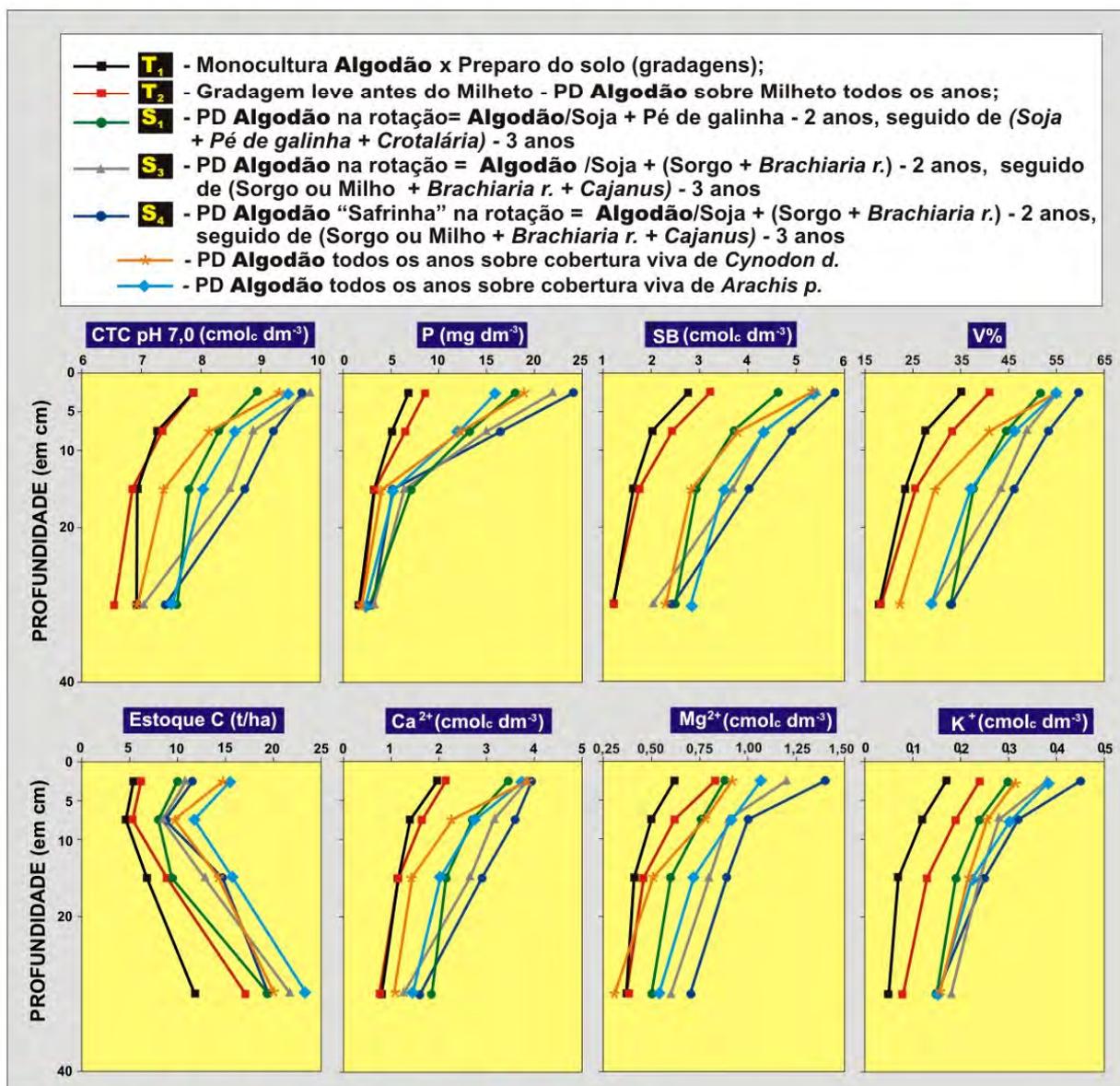
FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 66a

PROPRIEDADES QUÍMICAS NO HORIZONTE 0-40 cm DE UM LATOSSOLO ARENO-ARGILOSO, APÓS 5 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

a) - Adubação padrão média anual = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + micros



(*) **Textura:** 18-25% argila - 70 a 75% areia - Declive 3 a 6%

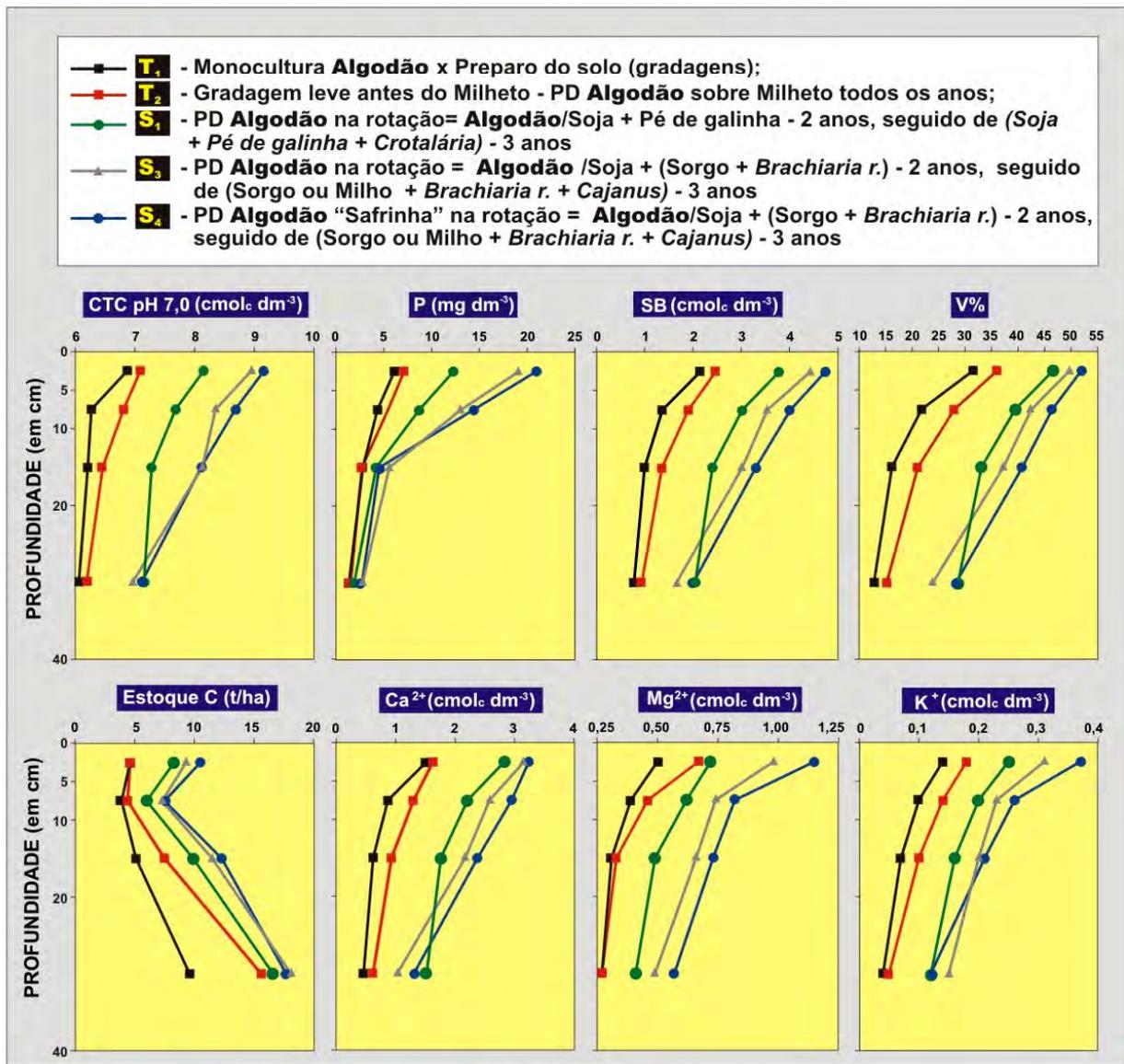
FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 66b

PROPRIEDADES QUÍMICAS NO HORIZONTE 0-40 cm DE UM LATOSSOLO ARENO-ARGILOSO, APÓS 5 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

b) - Adubação Reduzida média anual = 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + micros



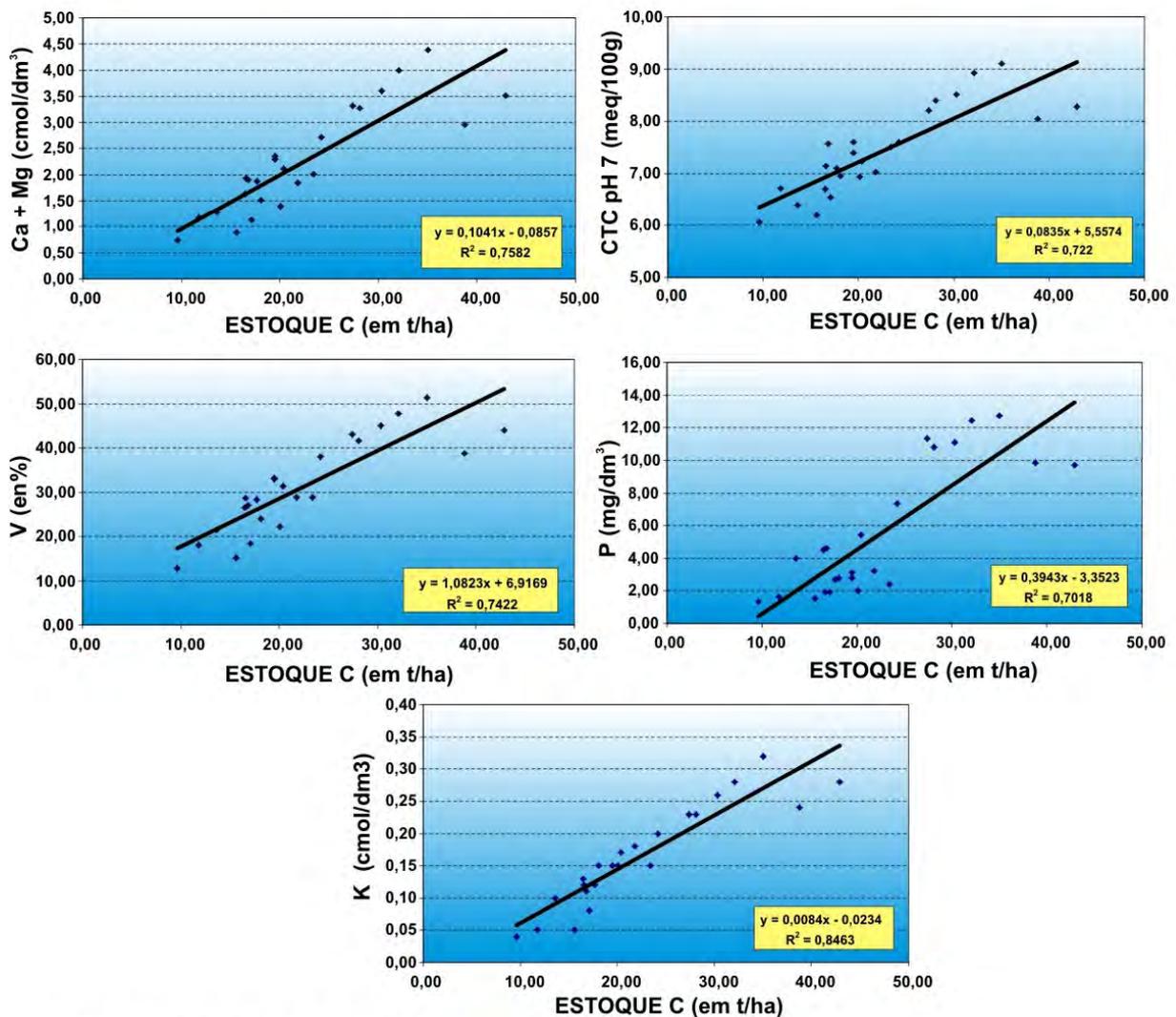
(*) **Textura: 18-25% argila - 70 a 75% areia - Declive 3 a 6%**

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 67

REGRESSÕES : ESTOQUE DE CARBONE x CTC, V, Ca + Mg, P, K, nos horizontes 0 - 20 cm e 20 - 40 cm em um latossolo¹ areno-argiloso após 5 anos de funcionamento nos sistemas² de cultivo muito contrastados

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste do Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006



1. Textura: 18-25% argila - 70 a 75% areias - Declive 3 a 6%

2. Sistemas de cultivo
- T₁** - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens);
 - T₂** - Gradagem leve antes do Milheto PD Algodão sobre Milheto todos os anos;
 - S₁** - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha - 2 anos, seguido de (Soja + Pé de galinha + Crotalaria) - 3 anos
 - S₃** - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria r.) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + Brachiaria r. + Guandu) - 3 anos

* Adubação padrão média anual = 82N + 122 P₂ O₅ + 128 K₂ O kg/ha + micros

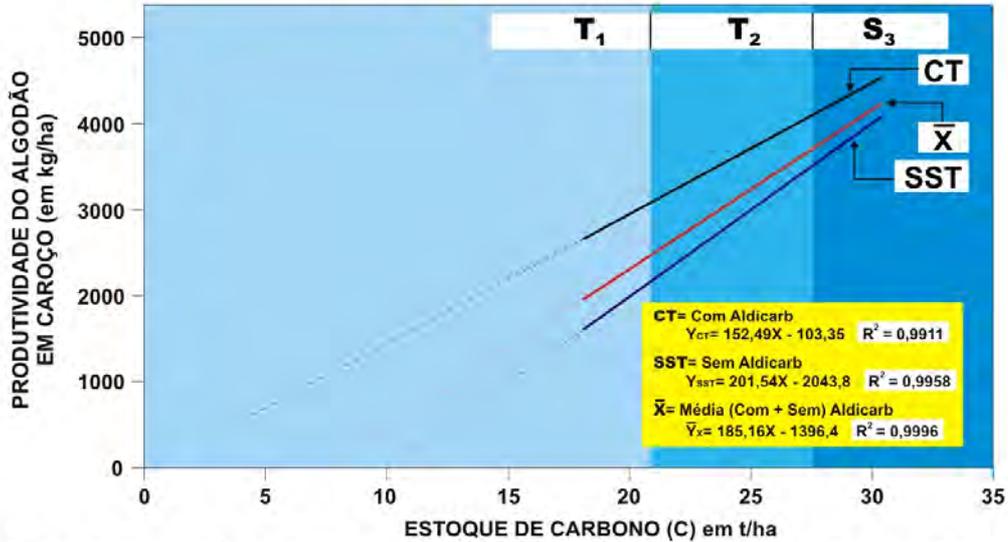
Adubação Reduzida média anual = 41N + 61 P₂ O₅ + 64 K₂ O kg/ha + micros

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 68

REGRESSÕES: PRODUTIVIDADE MÉDIA DO ALGODÃO (em kg/ha de grão) x ESTOQUE DE CARBONO (em t/ha) NA CAMADA 0-20cm

Ecologia dos cerrados úmidos de altitude (600-700m) do Sudeste Mato Grosso
Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2005



1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T_1 e T_2), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas.

- T_1 - Monocultura Algodão x Preparo do solo (Gradagens)
- T_2 - Gradagem leve antes do Milheto, PD Algodão sobre Milheto todos os anos
- S_3 - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brach. R.)

(*) - Média de 3 repetições - retiradas nos sistemas conduzidos com adubação reduzida: $65N + 73P_2O_5 + 90K_2O$

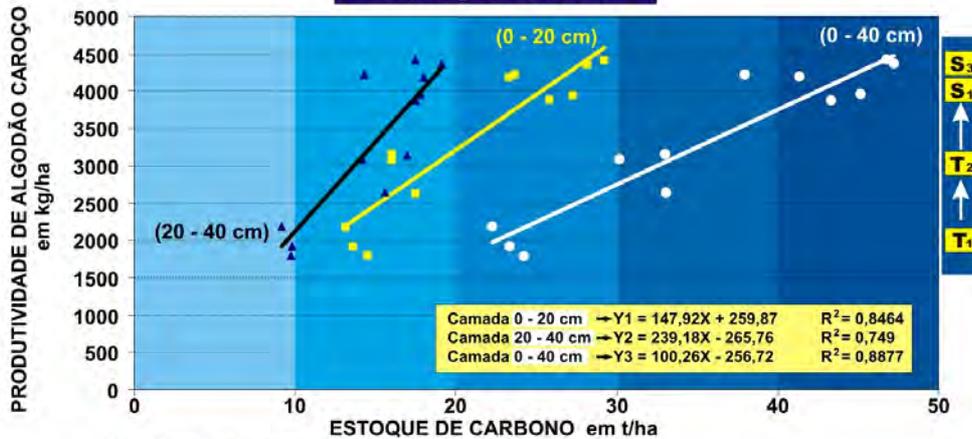
FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 69

REGRESSÕES: PRODUTIVIDADE DE ALGODÃO EM CAROÇO x ESTOQUES DE CARBONO DAS CAMADAS 0-20 cm, 20-40 cm e 0-40 cm DE UM LATOSSOLO ARENO-ARGILOSO, APÓS 5 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS² DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste do Mato Grosso - Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

2. ADUBAÇÃO REDUZIDA³



1. Textura: 18-25% argila - 70 a 75% areias - Declive 3 a 6%

- T_1 - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens);
- T_2 - Gradagem leve antes do Milheto - PD Algodão sobre Milheto todos os anos;
- S_1 - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + Pé de galinha - 2 anos, seguido de (Soja + Pé de galinha + Crotalaria) - 3 anos
- S_2 - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria r.) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 anos

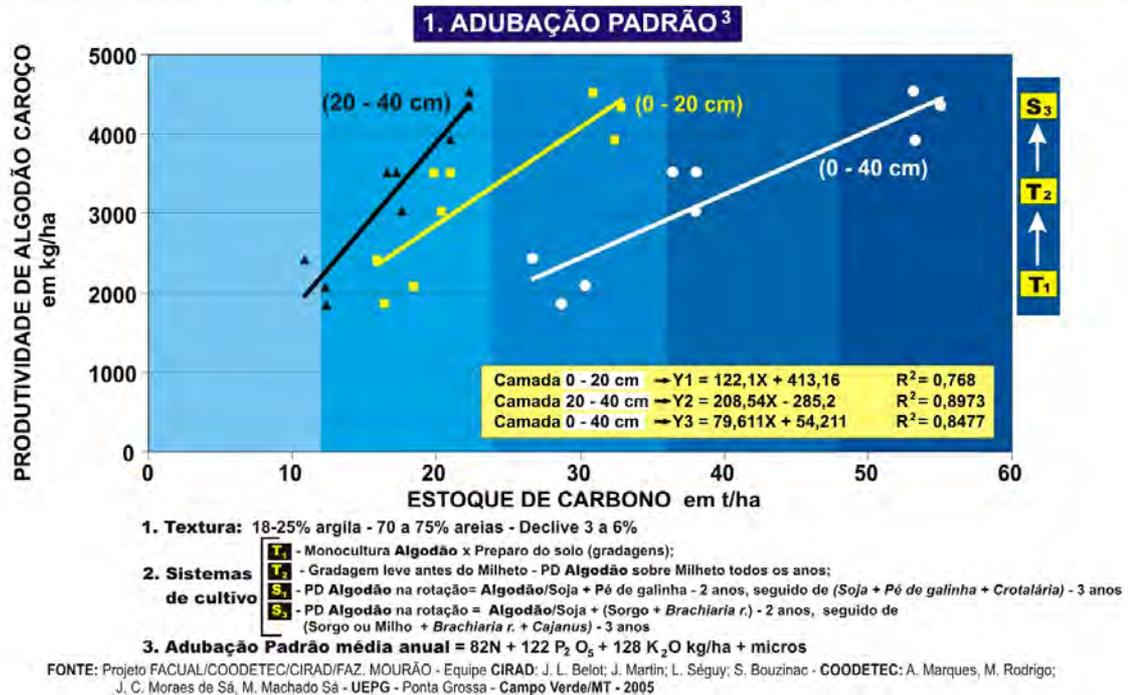
3. Adubação Reduzida média anual = $41N + 61 P_2O_5 + 64 K_2O$ kg/ha + micros

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

FIG. 70

REGRESSÕES: PRODUTIVIDADE DE ALGODÃO EM CAROÇO x ESTOQUES DE CARBONO DAS CAMADAS 0-20 cm, 20-40 cm e 0-40 cm DE UM LATOSSOLO ARENO-ARGILOSO,¹ APÓS 5 ANOS DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS² DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste do Mato Grosso - Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006



➤ **RESPOSTA DIFERENCIADA DAS VARIEDADES Á NATUREZA DO SISTEMA DE CULTIVO (FACUAL, 2003 ; FACUAL, 2004 ; FACUAL, 2005 ; FACUAL, 2006)**

A partir do 4º ano de funcionamento, a produtividade de algodão na adubação reduzida pela metade alcança a da adubação completa padrão, traduzindo a importância dos impactos dos sistemas de cultivo nas transformações do solo favoráveis à produção. As diferenças de produtividade entre os sistemas, já significativas desde o 2º ano de funcionamento, crescem fortemente (Fig. 56) :

- Quando o meio de cultura é muito limitante, em processo de degradação ativa contínua (T₁ = Preparo do solo x Monocultura), as qualidades varietais reunidas no termo de "rusticidade" se manifestam e permitem selecionar o tipo de material genético (CD 409) que pode minimizar os impactos negativos no perfil cultural para a produção (nematóides, desestruturação, perda da matéria orgânica, forte sensibilidade aos riscos climáticos, pressão crescente das invasoras, das pragas e das doenças, etc.) ;
- Pelo contrário, quando o sistema de cultivo restaura rapidamente a fertilidade por via organo-biológica (seqüestro forte de C, reestruturação do espaço poral favorável ao enraizamento e as propriedades hidrodinâmicas, controle natural das invasoras, menor sensibilidade às doenças e às pragas, etc....), todo o material genético que apresenta um bom potencial de produção pode se expressar sem limitações: os cultivares mostram rendimentos muito altos e muito próximos uns aos outros, traduzindo um nivelamento por cima das performances varietais, tanto na adubação padrão quanto na adubação reduzida de metade ;

- Os sistemas SCV S₁ e S₃ revelam seu forte poder de impacto regenerador da fertilidade: a restauração rápida das propriedades biológicas e físicas permite atingir a partir do 4º ano um nível elevado de produtividade para todos os cultivares, e quase equivalente entre adubação padrão e adubação reduzida pela metade, (*Resiliência acelerada*) (Fig. 59).
- As figuras 71, 72 e 73, que reúnem, para o ano agrícola 2004/05, os estudos de regressão entre o rendimento de cada variedade em cada sistema e o rendimento médio do conjunto dos cultivares dentro de cada sistema, confirmam :
 - O comportamento homeostático da variedade CD 409, que apresenta a melhor estabilidade de produção na forte diversidade das condições de crescimento oferecida pelo conjunto dos sistemas de cultivo diferenciados;
 - Esta estabilidade de produção da variedade CD 409 diante de uma forte diversidade ambiental representada pelos sistemas de cultivo, aparece em todos os casos estudados : com ou sem Aldicarb, na presença da adubação padrão ou da adubação reduzida, ou reunindo os 2 níveis de adubação ;
 - Ao contrário, a maior parte dos outros cultivares e em particular a CD 407, manifestam uma forte sensibilidade aos sistemas praticados, ou seja, uma baixíssima produtividade no solo preparado sob degradação ativa e contínua, e ao contrário altíssimos rendimentos nos SCV S3 (*regeneradores*) ;
 - As retas de regressões reunidas sobre os diversos gráficos evidenciam que, nos SCV, todas as variedades se juntam com rendimentos muito próximos e nivelados por cima.
- Esta resposta varietal diferenciada para a natureza dos sistemas de cultivo está confirmada no ano agrícola 2005/06, salientando assim a importância do instrumento «matriz perenizada dos sistemas de cultivo» tanto para o melhoramento quanto para a difusão do material genético indicando os sistemas de cultivo que permitem otimizar as relações "Genótipos x Modos de gestão dos solos e das culturas", sejam as melhores condições (*sistemas*) para expressar o potencial varietal (Fig. 74).

➤ A QUALIDADE BIOLÓGICA DOS SOLOS

• A matriz dos sistemas foi contaminada logo no início, por fortes externalidades procedentes de erosão da fazenda vizinha a montante; a contaminação provém dos pesticidas e de fortíssimas infestações de nematóides (*solo degradado*), em particular no sistema SCV S1 com adubação padrão; as populações são representadas pelas espécies dominantes *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus* e por *Trichodorus* e *Helicotylenchus*.

O acompanhamento nematológico²⁸ efetuado no solo e nas raízes de algodão, reunido nas figuras 75 e 76, para cada sistema de cultivo e nível de adubação, evidencia :

- Os sistemas T₁ (*Preparo do solo x Monocultura*) e T₂ ("*semi-direto*" *Milheto + Algodão*) são, em média mais infestados do que os SCV S₁, S₃, S₄ (*exceto para S₁ adubação padrão, muito poluída por coluviões procedentes das fazendas vizinhas logo no primeiro ano*) pelas populações de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus brachyurus* ;

²⁸ Simultaneamente são avaliados : o estado do enraizamento (*presença de galhos, necroses*), sintomas visuais nas folhas («*carijó*»), componentes do rendimento e rendimentos, acoplados com o acompanhamento nematológico Solo/Raízes evolutivo sobre cada sistema no decorrer do tempo – Realizado pela UNESP – Jaboticabal - SP. Consultar os relatórios FACUAL/COODETEC/CIRAD, 2002 a 2006.

- A cobertura *Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis* é eficiente no decorrer do tempo para reduzir os efeitos nocivos dessas populações assim como o consórcio Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* ;
- A cultura de milho praticada 2 anos seguidos em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* + *Cajanus cajan* controla perfeitamente as populações de *Meloidogyne*, mas aumenta as populações de *Pratylenchus*, sugerindo o uso alternado de Sorgo e Milho em consorcio com *Brachiaria ruziziensis* + *Cajanus cajan*.

• **Globalmente, a pressão dos entraves biológicos** ligados á natureza dos sistemas de cultivo é muito diferenciada e bem evidenciada na **evolução dos sistemas algodoeiros SCV S₃ entre o 1º e o 4º ano, onde o efeito do Aldicarb (nematicida, acaricida, inseticida e fito estimulador, p.c. = Temik) nos ganhos de produtividade é mínimo**, todas as variedades reunidas (*Fig. 77*) ; **ao contrário, os ganhos de produtividade ligados ao Aldicarb progrediram muito no sistema «de ontem» T₁** em fase de degradação com “Preparo do solo x Monocultura de Algodão”: de 23% a 41% entre o 1º e o 4º ano de cultivo na presença da adubação forte, e de 43% a 64% nas mesmas condições com a adubação baixa. **No sistema T₂, «de hoje», o semi-direto (TCS)**, os ganhos decorrentes da aplicação do Aldicarb cresceram de 9 a 41% na adubação forte entre o 1º e o 4º ano de cultivo e permaneceram estáveis na adubação reduzida. **Nos sistemas SCV S₃, esses ganhos de rendimentos são mínimos e não significativos** com a adubação forte : de 4 % no 1º ano para 2 % no 4º ano, e ficam moderados e até regredindo na adubação reduzida onde passam de 12 % no ano 1 para 9 % no ano 4.

• **O Sistema SCV S₁ com adubação padrão alta é igualmente um excelente exemplo do poder de fitorremediação dos SCV** ; este sistema, invadido por possantes entradas de coluviões carregadas pela erosão a partir da fazenda vizinha, era quem produzia menos em razão das fortíssimas limitações biológicas herdadas (*poluição pesticida + nematóides*) durante os três primeiros anos (*Fig. 78*).

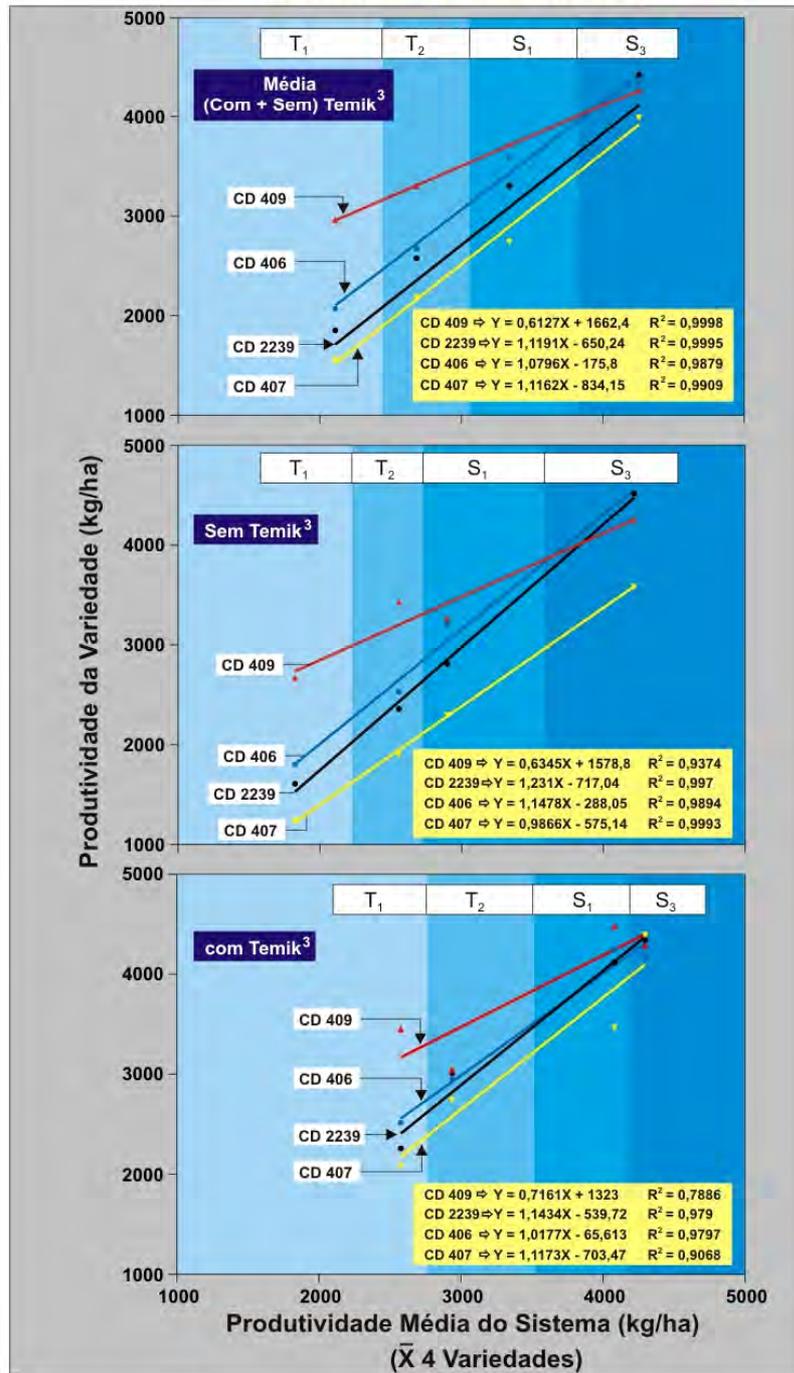
A rotação do Algodão com a sucessão Soja + *Eleusine coracana* nos 2 primeiros anos, e depois com a sucessão Soja + (*Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis*) nos 3 anos seguintes, permitiu «limpar» e desintoxicar rapidamente o sistema S₁, cuja curva de produtividade é regularmente crescente e se aproxima á do melhor sistema SCV S₃ no 5º ano (*Fig. 78*).

FIG. 71

REGRESSÕES “VARIEDADE ALGODÃO x SISTEMA¹ DE CULTIVO”

Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004/2005

I - ADUBAÇÃO PADRÃO²



1 - Sistemas de Cultivo

- T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
- T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
- S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
- S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria Ruziziensis)

2 - Adubação Padrão: 130N - 146P₂O₅ - 180K₂O + micros/ha
 3 - Temik: Princípio ativo (Aldicarb)

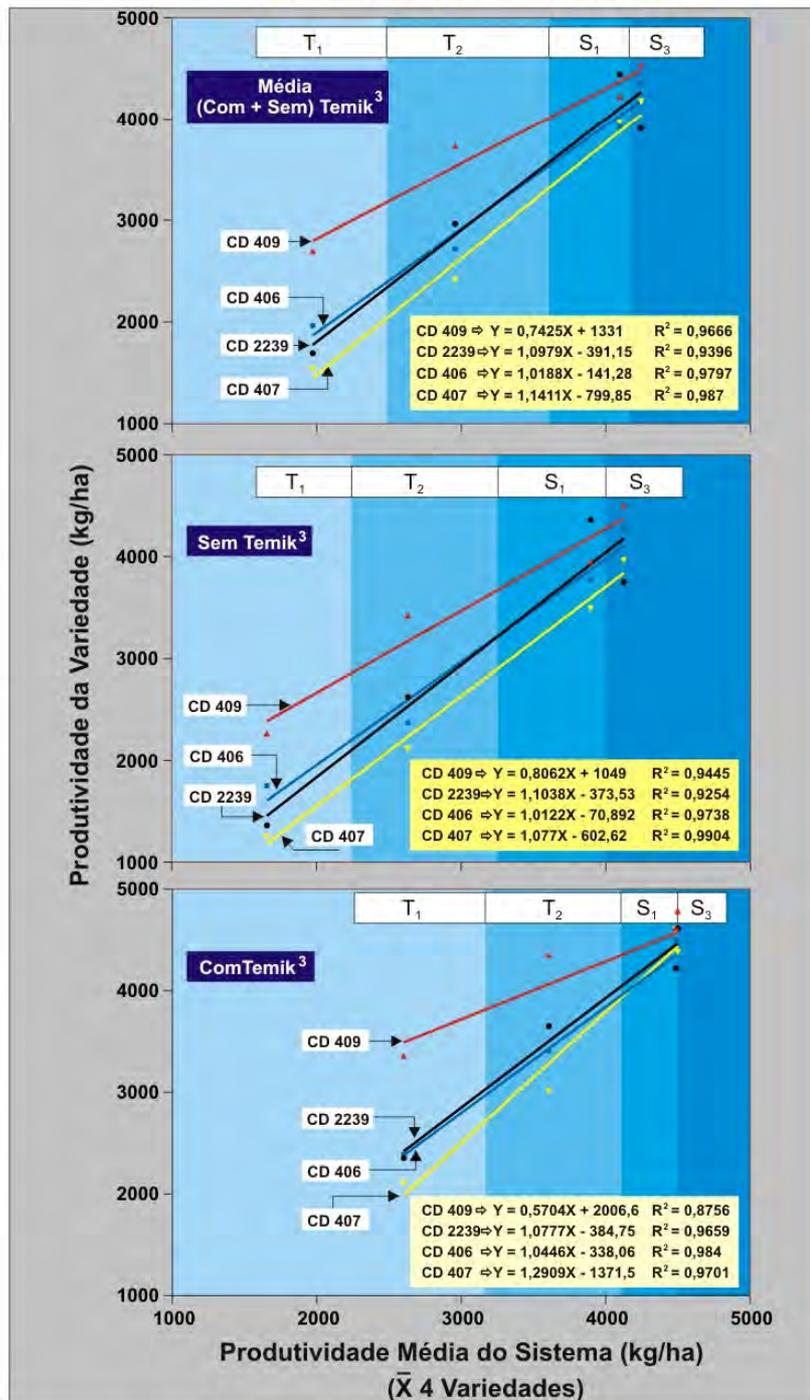
FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 72

REGRESSÕES “VARIEDADE ALGODÃO x SISTEMA¹ DE CULTIVO”

Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004/2005

II - ADUBAÇÃO REDUZIDA²



1 - Sistemas de Cultivo

- T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
- T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
- S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
- S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*)

2 - Adubação Reduzida: 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O + micros/ha
 3 - Temik: Princípio ativo (*Aldicarb*)

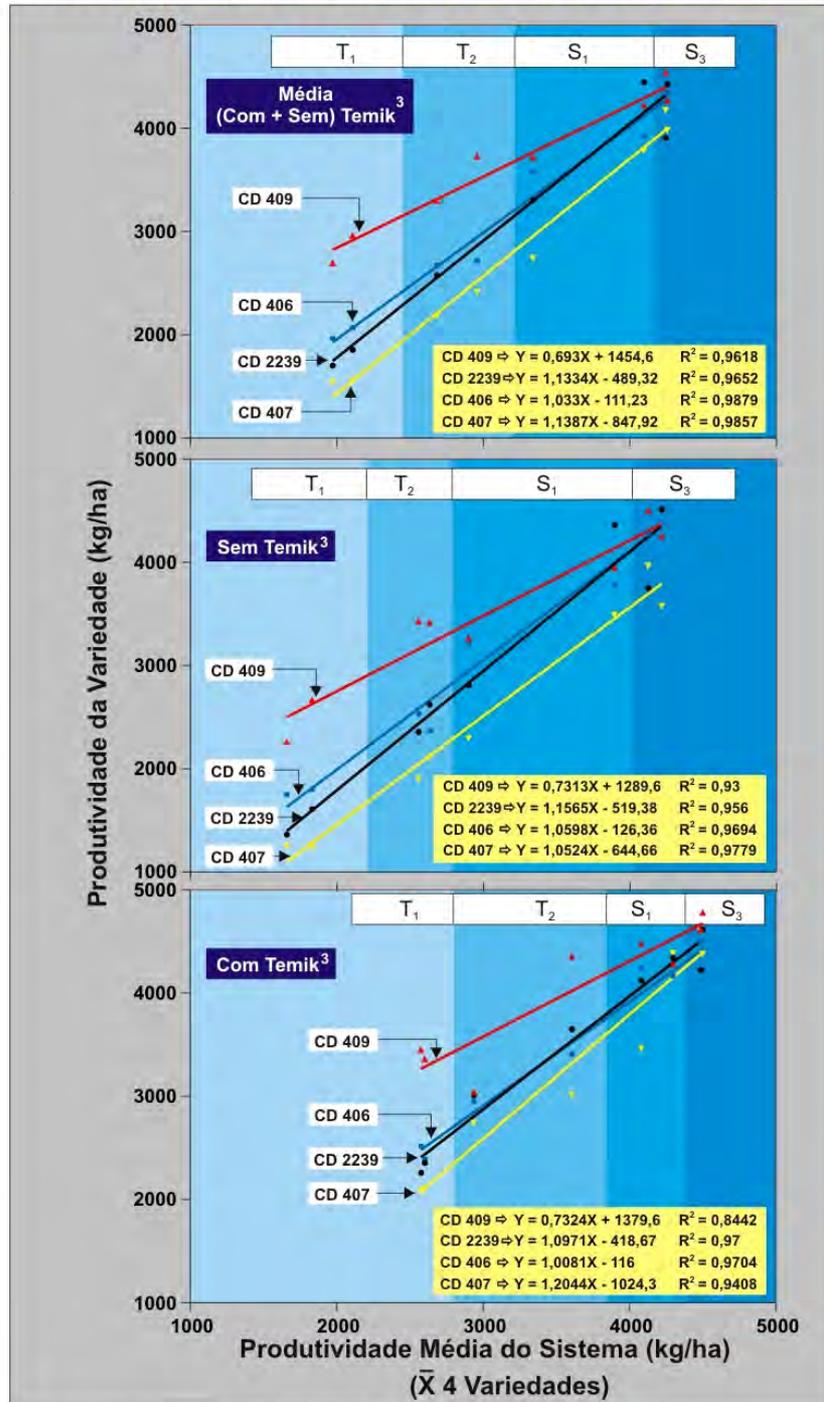
FONTES: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC; A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 73

REGRESSÕES “VARIEDADE ALGODÃO x SISTEMA¹ DE CULTIVO”

Fazenda Mourão - Campo Verde/MT - 2004/2005

III - ADUBAÇÃO PADRÃO² + ADUBAÇÃO REDUZIDA²



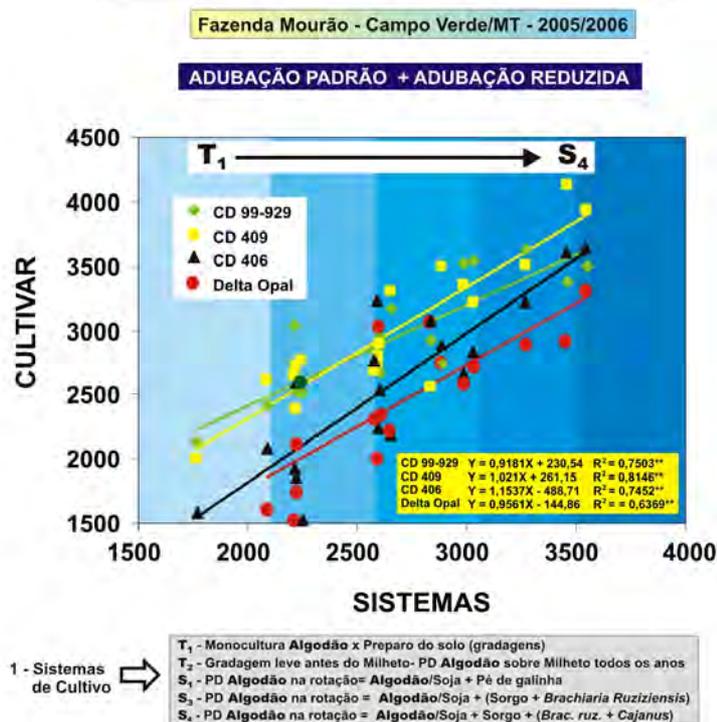
- 1 - Sistemas de Cultivo →
- T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 - T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 - S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 - S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria Ruziziensis*)

- 2 - Adubação Padrão: 130N - 146P₂O₅ - 180K₂O + micros/ha
 Adubação Reduzida: 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O + micros/ha

- 3 - Temik: Princípio ativo (*Aldicarb*)

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 74 REGRESSÕES “VARIEDADES DE ALGODÃO x SISTEMA¹ DE CULTIVO”



2 - Adubação Padrão: 140N - 63P₂ O₅ - 135K₂O + micros/ha
 Adubação Reduzida: 70N + 31P₂ O₅ + 68K₂O + micros/ha

FORNTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac
 COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. L. da Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 75 MONITORAMENTO NEMATOLÓGICO EM DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO CONTRASTADOS (2003/2007)

Ecologia dos cerrados de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso - Fazenda Mourão - Campo Verde-MT

ADUBAÇÃO PADRÃO¹

Sistemas ¹	Março-2003		Março-2004		Março-2005		Março-2006		Novembro-2007											
	G. Solo	G. Raízes	G. Solo	G. Raízes																
T ₁	268	0	6	0	4784	17800	16	200	28	1040	8	320	48	24	4	24	0	0	112	488
T ₂	370	0	6	0	10944	4015	32	116	80	0	16	0	20	28	0	4	0	0	0	92
S ₁	0	0	3	0	12160	4240	0	800	0	0	36	533	92	24	0	4	0	0	24	44
S ₂	770	0	4	0	-	0	-	0	256	505	28	88	8	12	0	8	0	0	24	72
T ₁	1338	0	6	0	7696	-	0	0	560	72	0	104	176	0	4	8	0	0	24	0
T ₂	120	0	18	0	1144	216	0	8	344	187	20	53	48	12	0	8	0	0	28	156
S ₂	52	2	6	2	0	0	-	0	0	0	48	133	0	4	8	12	0	0	12	500
S ₃	0	0	0	0	376	128	104	376	0	0	0	40	184	12	0	32	4	0	12	1776
S ₄	4	-	8	-	-	-	-	-	0	0	36	0	0	8	4	16	8	0	8	340
S ₄	0	0	8	0	40	0	40	68	0	0	56	640	64	16	32	400	0	0	12	288
T ₁	234	0	10	0	4304	747	32	53	104	11	24	114	840	12	280	72	0	0	188	56
T ₂	44	-	16	-	3392	111	36	92	160	160	8	13	184	0	20	4	8	0	0	108

(*) Análises realizadas no laboratório de nematologia da UNESP Jaboticabal - SP pelo Prof. Jaime Maia dos Santos - 5 amostras/parcela de 100 ml de solo e 5 g de raízes

1 - Adubação mineral média anual sobre Algodão: 2003/2004 = 130N - 146P₂ O₅ - 180K₂O + micros/ha
 2005/2006 = 140N - 63P₂ O₅ - 135K₂O + micros/ha

2 - Sistemas de Cultivo: T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens); T₂ - Gradagem leve antes do Milheto PD Algodão sobre Milheto todos os anos; S₁ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + Pé de galinha - 2 anos, seguido de (Soja + Pé de galinha + *Crotalaria*) - 3 anos; S₂ - PD Algodão na rotação = Algodão /Soja + (Sorgo + *Brachiaria r.*) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + *Brachiaria r.* + *Cajanus*) - 3 anos; S₃ - PD Algodão "Safrinha" na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria r.*) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + *Brachiaria r.* + *Cajanus*) - 3 anos

Legenda: Algodão (Amarelo), Soja + (Pé de galinha) (Verde), Soja + (Pé de galinha + *Crotalaria* sp.) (Laranja), Soja + (Sorgo + *Brachiaria*) (Roxo), Soja + (Sorgo + *Brachiaria* + *Cajanus*) (Vermelho), Soja + Milho + (*Brachiaria* + *Cajanus*) (Cinza), Milho (Branco)

FORNTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 76

MONITORAMENTO NEMATOLÓGICO EM DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO CONTRASTADOS (2003/2007)

Ecologia dos cerrados de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso - Fazenda Mourão - Campo Verde-MT

ADUBAÇÃO REDUZIDA¹

Sistemas ²	Março-2003		Março-2004		Março-2005		Março-2006		Novembro-2007											
	G. Meloidogyne Solo	G. Pratylenchus Raízes																		
T ₁	338	0	8	-	1808	1093	32	187	152	18801	32	80	40	0	0	0	0	0	0	572
T ₂	1044	4	28	-	4032	133	16	27	224	891	8	68	96	0	0	72	0	0	12	84
S ₁	-	-	4	-	112	0	16	224	0	0	0	213	204	8	0	0	0	0	20	76
S ₁	-	-	40	100	-	-	-	-	88	0	16	160	0	0	8	0	0	0	16	60
T ₁	1836	-	12	-	4464	5920	48	64	120	50	40	0	868	0	0	0	0	0	24	368
T ₂	498	4	18	12	17600	1477	80	197	184	107	0	133	204	0	16	0	0	0	4	624
S ₃	330	38	30	36	-	-	-	-	128	0	64	480	68	8	0	0	0	0	52	224
S ₃	20	-	12	-	2912	904	80	280	12	0	12	0	264	0	0	5	0	0	16	166
S ₄	590	-	2	-	-	-	-	-	8	20	40	280	0	0	20	0	0	0	52	0
S ₄	36	-	-	-	768	222	40	148	0	0	56	0	48	0	8	168	0	0	0	0
T ₁	1012	-	8	12	7200	10240	0	120	1136	23	8	144	504	0	4	0	0	0	44	556
T ₂	194	44	10	8	2336	200	80	144	-	-	-	-	116	0	16	0	0	0	28	208

(*) Análises realizadas no laboratório de nematologia da UNESP Jaboticabal - SP pelo Prof. Jaime Maia dos Santos - 5 amostras/parcela de 100 ml de solo e 5 g de raízes

1 - Adubação mineral média anual sobre Algodão:
 2003/2004 = 65N - 73P₂ O₅ - 90K₂O + micros/ha
 2005/2006 = 70N - 31P₂ O₅ - 68K₂O + micros/ha

2 - Sistemas de Cultivo
 T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens); T₂ - Gradagem leve antes do Milheto - PD Algodão sobre Milheto todos os anos; S₁ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + Pé de galinha - 2 anos, seguido de (Soja + Pé de galinha + Crotalaria) - 3 anos; S₂ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria r.) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 anos; S₃ - PD Algodão "Safrinha" na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria r.) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 anos

Legenda:
 Algodão
 Soja + (Pé de galinha)
 Soja + (Pé de galinha + Crotalaria sp.)
 Soja + (Sorgo + Brachiaria)
 Soja + (Sorgo + Brachiaria + Cajanus)
 Soja + Milho + (Brachiaria + Cajanus)
 Milho

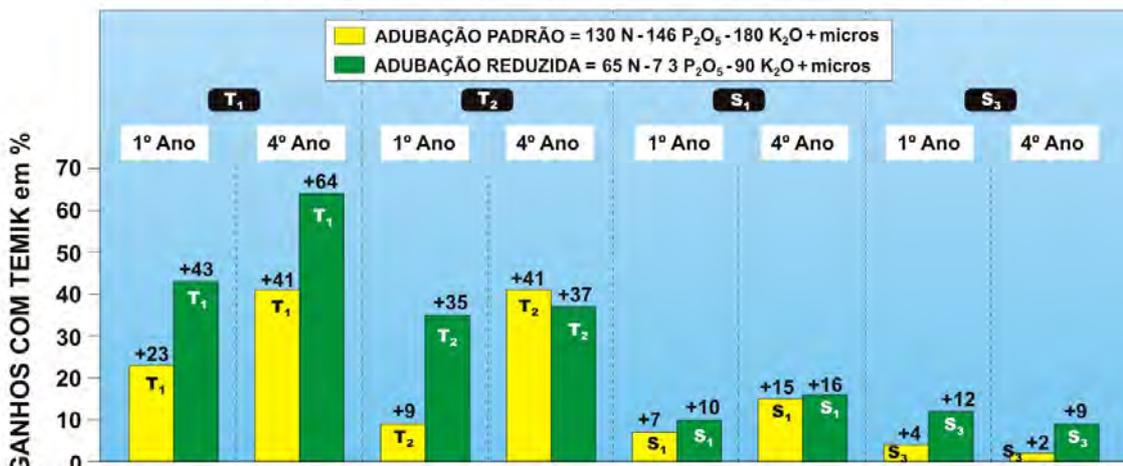
FORNTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 77

GANHOS COMPARADOS DE PRODUTIVIDADE¹ (%) DEVIDOS A APLICAÇÃO DE TEMIK (Aldicarb) AO PLANTIO, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO, (INCLUINDO 4 VARIEDADES), ENTRE O 1º ANO E O 4º ANO

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005²

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens)
 T₂ - Gradagem leve antes do Milheto- PD Algodão sobre Milheto todos os anos
 S₁ - PD Algodão na rotação= Algodão/Soja + Pé de galinha
 S₃ - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + Brachiaria Ruziensis)



1 - Dispositivo experimental: Matriz de sistemas de cultivos em coleção testada, com 2 testemunhas (T₁ e T₂), repetidas a cada lateral e intercaladas no meio do talhão - Dispositivo conduzido em condições reais de exploração mecanizadas
 Média de 4 variedades (sem Temik): CD 406; CD 407; CD 98-32; CD 99-2239

2 - Solo de textura areno-argilosa (20-27% de argila; 70-75% de areia)

FORNTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 78

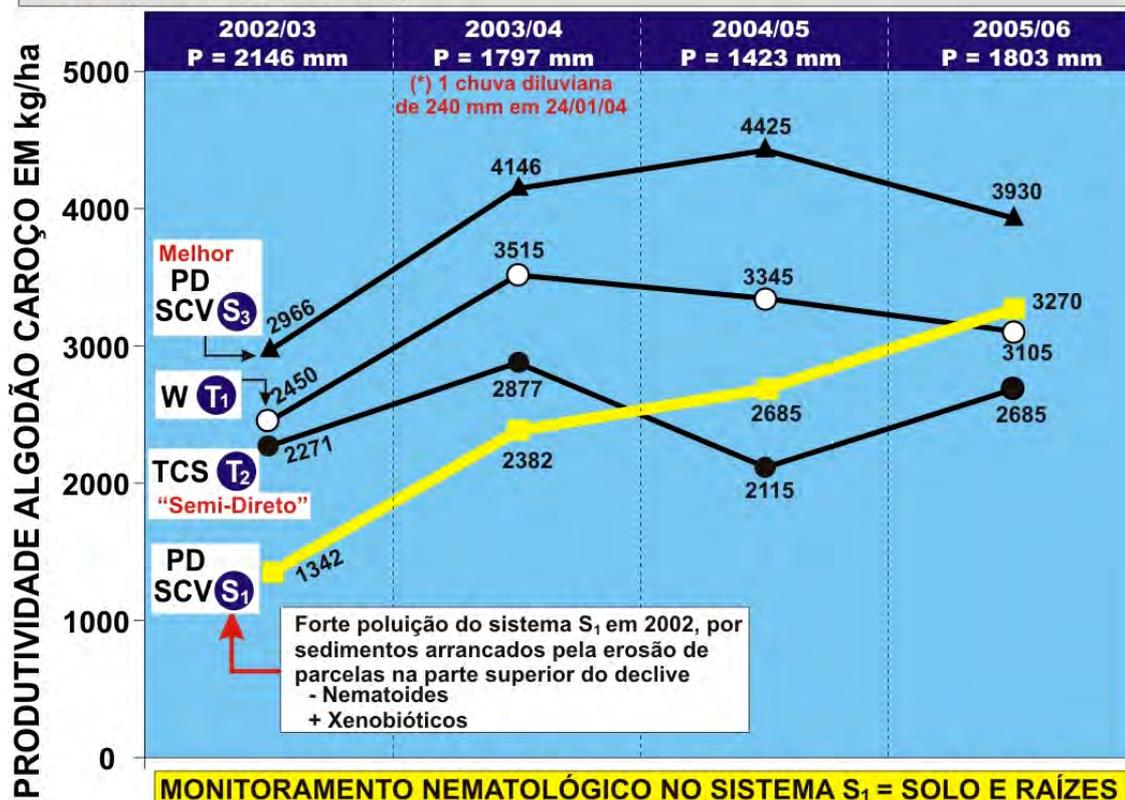
FITORREMEDIAÇÃO E CONTROLE DE NEMATOIDES FITÓFAGOS (Gêneros: *Meloidogyne* et *Pratylenchus*) EM UM SISTEMA PD-SCV S₁ EM PLANTIO DIRETO CONTÍNUO BASEADO NA ROTAÇÃO ALGODÃO/SOJA + FORTES BIOMASSAS EM SUCESSÃO A BIODIVERSIDADE CRESCENTE

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

SISTEMAS DE CULTIVO

T₁ - Monocultura Algodão x Preparo do solo (gradagens); **T₂** - Gradagem leve antes do Milheto PD Algodão sobre Milheto todos os anos; **S₁** - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + Pé de galinha - 2 anos, seguido de (Soja + Pé de galinha + *Crotalaria*) - 3 anos; **S₃** - PD Algodão na rotação = Algodão/Soja + (Sorgo + *Brachiaria r.*) - 2 anos, seguido de (Sorgo ou Milho + *Brachiaria r.* + *Cajanus*) - 3 anos

- Adubação Média Padrão anual em kg/ha = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + micros
- Média biomassa anual total (fora grãos), produzida na sucessão Soja + Biomassas dos sistemas S₁ e S₃ = 21 e 23t/ha)



MONITORAMENTO NEMATOLÓGICO NO SISTEMA S₁ = SOLO E RAÍZES

(*) Análises realizadas no laboratório de nematologia da UNESP Jaboticabal - SP, pelo Prof. Jaime Maia dos Santos, 5 amostras/parcela de 100 ml de solo e 5 g de raízes

Sistemas ²	Março-2003		Março-2004		Março-2005		Março-2006		Novembro-2007	
	<i>Meloidogyne</i> Solo	<i>Pratylenchus</i> Raízes								
S ₁	0	3	12160	4240	0	800	36	533	92	24
S ₃	770	4	-	0	256	505	28	88	8	12

Algodão
 Soja + (Pé de galinha)
 Soja + (Pé de galinha + *Crotalaria* sp.)
 Milho

FONTE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguay; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

• **NO PLANO DA VIABILIDADE ECONÔMICA**, numa conjuntura muito instável entre 2001 e 2006, as performances econômicas dos sistemas estão estreitamente ligadas às performances agrônômicas (*Fig. 79*) :

- O pior sistema é o da “Monocultura Algodão x Preparo do solo”, T₁, que acarreta umas rendas líquidas /ha fortemente negativas = - 225,00 US \$/ha em média ;
- O sistema de "semi-direto" T₂ (TCS) oferece margens líquidas/ha levemente positivas = + 123 US\$/ha com a adubação padrão e + 39 US \$/ha com a adubação reduzida ;
- Os SCV S₁ e S₃ na presença da adubação reduzida não poluída e S₃ induzem as maiores rendas em média nos 4 anos no afolhamento ½ Algodão – ½ Soja + Safrinhas :
 - S₁ = + 112 US \$/ha sobre Algodão e 323 US\$/ha sobre Soja + Safrinhas,
 - S₃ =
 - + 297 US \$/ha sobre Algodão e + 361 US \$/ha na Soja + Safrinhas na adubação padrão
 - + 139 US \$/ha sobre Algodão e + 392 US \$/ha na Soja + Safrinhas na adubação reduzida

apesar dos custos de produção em US \$/ha que aumentaram entre 2005 e 2002, em média de 38 para 49 % no algodão e de 23 a 30 % na soja, o acréscimo relativo dos custos está menor nos SCV do que nos sistemas T₁ e T₂ com preparo do solo.

• **MUDANÇA DE ESCALA DE APLICAÇÃO** : da « matriz dos sistemas » para a lavoura comercial na Fazenda Mourão – 2004/2006 (*Fig. 80 e 81*)

• Os rendimentos de soja e de algodão obtidos na Fazenda Mourão sobre mais de 4.500 ha, são elevados e em crescimento desde 2004/05, mostrando um excelente nível de domínio técnico : numa superfície de algodão variando entre 3.100 e 3.370 ha entre 2004/05 e 2006/07, a produtividade de algodão caroço é de, respectivamente, 4.096 e 4.650 kg/ha, seja 1.593 para 1.815 kg/ha de rendimento de fibra.

• As parcelas SCV Algodão em rotação com a sucessão anual Soja + (Milho IRAT 200 + *Brachiaria ruziziensis*) conduzidas em áreas que cobriram entre 80 e 120 ha no mesmo período oferecem rendimentos de 4.425 kg/ha de algodão caroço em 2005/06 e 5.091 kg/ha em 2006/07, seja respectivamente 5% e 10% a mais do que a média da fazenda. As produtividades do milho variedade (IRAT 200), consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, são sobre 480 ha em 2004/05 de 2.800 kg/ha e de 3.717 kg/ha sobre 560 ha em 2005/06 para os custos de produção vizinhos de 100 US\$/ha (*dessecação leve antes do plantio direto da mistura Milho + Brachiaria ruziziensis, 1,5 a 2,0 kg/ha de Atrazina nas dicotiledôneas em pós-emergência e 50 kg/ha de uréia em cobertura*). A produção de matéria seca dos compartimentos « biomassa aérea + radicular » ultrapassa 25 t/ha ; esses resultados são em boa concordância com os obtidos na unidade experimental "Matriz dos sistemas de cultivo".

• Este sistema SCV Algodão/Soja + [Milho (híbrido ou variedade) + *Brachiaria ruziziensis*] deve ser difundido²⁹ com urgência em toda a zona algodoeira do Mato Grosso como uma alternativa sustentável para o sistema de "semi-direto" atualmente mais utilizado.

²⁹ Atualmente em andamento : Projeto de difusão SCV FACUAL/CIRAD/Fazendas de referência de Campo Verde 2006/08

FIG. 79

PERFORMANCES ECONÔMICAS DE SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS (sobre 4 anos) A BASE DE ALGODÃO¹

Cerrados úmidos de média altitude (600 a 700 m) do Sudeste do Mato Grosso - Campo Verde-MT – 2001/2005

Sistemas de cultivo	Parâmetros Econômicos em US\$/ha	ADUBAÇÃO ²	2001/02		2002/03		2003/04		2004/05	
			Algodão	Soja + Safrinhas						
1. Monocultura Algodão + Gradagens + Sistema Convencional T1	Custos de produção	Padrão	1120	-	1150	-	1261	-	1624	-
		Reduzida	964	-	994	-	1105	-	1448	-
	Renda líquida ³	Padrão	-17	-	162	-	33	-	-790	-
		Reduzida	109	-	56	-	-366	-	-699	-
2. Sucessão anual contínua: Milheto/Algodão + Gradagem antes Milheto + Plantio Direto no Algodão Sistema "Semi-Direto" T2	Custos de produção	Padrão	1035	-	1084	-	1195	-	1548	-
		Reduzida	869	-	1025	-	1131	-	1484	-
	Renda líquida ³	Padrão	8	-	338	-	384	-	-237	-
		Reduzida	278	-	243	-	-73	-	-292	-
3. Rotação em Plantio Direto + Algodão/ Soja + (Eleusine cor. + Crotalaria spec.) S1	Custos de produção	Padrão	1165	369	1194	386	1246	395	1596	436
		Reduzida	1102	314	1132	322	1184	361	1533	387
	Renda líquida ³	Padrão	-450	188	-407	335	-171	401	-438	349
		Reduzida	-59	247	377	373	-109	446	238	227
4. Rotação em Plantio Direto + Algodão/ Soja + (Sorgo + Brachiaria ruz.) S3¹	Custos de produção	Padrão	1142	344	1176	376	1234	382	1576	424
		Reduzida	1085	286	1111	306	1175	325	1510	372
	Renda líquida ³	Padrão	-144	235	421	408	547	424	365	376
		Reduzida	-161	282	354	390	1	479	363	416

(1) NESTE SISTEMA S3, O MILHO VARIEDADE PODE SUBSTITUIR VANTAJOSAMENTE O SORGO, COM LUCRO MAIS ELEVADO E MAIS SEGURO.

(2) ADUBAÇÃO PADRÃO: INSUMO ANUAL MÉDIO = 82,4 N + 121,8 P₂O₅ + 127,8 K₂O/ha

- ADUBAÇÃO REDUZIDA: METADE ADUBAÇÃO PADRÃO = 41,2 N + 60,9 P₂O₅ + 63,9 K₂O/ha

(3) PREÇOS PAGOS AO PRODUTOR PARA A SOJA (em US \$/saca de 60 kg) => 2002 = 7,28; 2003 = 11,03; 2004 = 13,95; 2005 = 9,08.

PARA O ALGODÃO PLUMA (em US \$/@ de 15 kg) => 2002 = 14,90; 2003 = 21,87; 2004 = 16,80; 2005 = 17,03.

PARA SAFRINHAS DE SORGO E ELEUSINE + CROTALARIA, PREÇOS PAGOS ESTIMADOS EM 3,00 US \$/SACA DE 60 kg.

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Bélot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 80 Evolução da produtividade da cultura do ALGODÃO sobre 6 anos em solo Argiloso (42 a > 60%) do sudeste do Mato Grosso, em sistema de Plantio Direto . Fazenda Mourão - 2002-2007- Campo Verde, MT

Ano	ALGODÃO		
	ha	Algodão-carço	Fibra
		kg/ha	kg/ha
2001/02	2939	4144	1584
2002/03	2957	4355	1637
2003/04	3525	3757	1421
2004/05	3187	4096	1566
2005/06	3217	4259	1593
*PD-SCV	>80	4425	1725
2006/07	3369	4650	1815
*PD-SCV	>120	5091	1935

*-PD-SCV: Algodão sobre forte biomassa de Soja + (Milho + Brachiaria) > 25t/ha

FONTE : G. L. da Costa, P. Machado, L. Dalla Nora, Fazenda Mourão;

L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA - Campo Verde - Mato Grosso, Brasil -2007

**FIG. 81 Performances de produtividade da Soja e do Algodão
Fazenda Mourão – Campo Verde –MT – 2005/06**

	Área plantada (ha)		Produtividade (kg/ha)		Fibra (kg/ha)	
	2004/05	2005/06	2004/05	2005/06	2004/05	2005/06
ALGODÃO	3187	3217	4095	4260	1566	1593
SOJA	1237	1285	2971	2926	-	-
MILHO ¹ + Brachiária	480	559	2800	3717	-	-
ALGODÃO PD-SCV (forte biomassa)	-	80	-	4425	-	1725

1 - Custos de produção < 100 us dólares /ha

2.3.3 PRIMEIROS PASSOS PARA UMA GESTÃO MAIS ECOLÓGICA DAS CULTURAS NOS SCV: Pode-se reduzir rápida e significativamente a carga química das culturas (*nitratos, pesticidas*).

Na prática, todos os cenários SCV construídos nos exemplos precedentes nos Trópicos Úmidos, demonstraram a eficácia desses sistemas SCV no **controle total da erosão e na contenção do escoamento**. Esta propriedade essencial dos SCV proporciona assim, obviamente, a minimização dos fluxos de água superficiais, portanto o transporte para partes baixas da topografia dos nutrientes em solução, dos colóides e das moléculas xenobióticas em geral.

É evidente que esses progressos maiores trazidos pelos SCV na gestão sustentável dos solos na escala das unidades de paisagem só tem verdadeiros sentidos agrônomo e ambiental (*conceitos e práticas*) se a gestão das culturas não for «sobrecarregada quimicamente» com pesticidas, nitratos, metais pesados, etc.....

Os progressos registrados na gestão mais ecológica dos solos devem, todavia, ser complementados por uma gestão mais ecológica das culturas, compatível com rendimentos econômicos tão lucrativos e atrativos quanto os modos de “gestão química raciocinada” atuais.

O CIRAD iniciou esses trabalhos de pesquisas aplicadas neste tema fundamental há 4 anos³⁰, os quais visam em primeiro lugar à elaboração de itinerários técnicos SCV algodoeiros, tendo cada vez menos moléculas químicas altamente poluidoras (*nitratos, pesticidas*) numa dinâmica de manejo que vai da gestão exclusivamente química atual para uma gestão cada vez mais orgânica, mantendo ao mesmo tempo uns custos de produção e umas produtividades comparáveis aos dos itinerários químicos atuais. Um modelo conceitual foi elaborado para servir de suporte de ação para a pesquisa (*Fig. 82 a 86*), construído na hipótese seguinte :

- Nos SCV, ao contrário do solo cultivado ou em «semi-direto» sob TCS, o solo está sempre coberto, protegido das interferências diretas do clima e das moléculas pesticidas. Esta cobertura importante e permanente da superfície, que pode ser uma cobertura morta (*pluri-estratificada ou não segundo as condições de mineralização*) ou viva (*espécies mono específicas com estolões + rizomas*), constitui uma barreira de proteção extremamente eficaz para o solo. Além disso, o perfil cultural é a sede de uma atividade biológica permanente e muito intensa em clima quente e úmido (*TU*) e os

³⁰ Os produtos orgânicos são fornecidos pela empresa ELVISEM AG para a qual nos mandamos nossos maiores agradecimentos (Sr. Pierluigi Semenza e Matthew Gehring) para seu apoio constante e seu profissionalismo – Cf. Rapports d'activité CIRAD Brésil 2005 - 2006

xenobióticos que o solo intercepte na superfície passam obrigatoriamente por uma “Digestão-Mineralização” muito intensa com seu próprio suporte (*palhas ou cobertura viva*).

• Este **“biodigestor”** transforma os resíduos vegetais (*palhas, e também estolões e rizomas empilhados das coberturas vivas*), mas igualmente as moléculas pesticidas associadas, em moléculas cada vez mais simples; o tempo de digestão das coberturas vegetais varia em função do clima (P mm, t °C, H), da natureza das coberturas (*lignina, celulose, ceras poli-fenois, polissacarídeos, etc...*) e de sua estrutura física que condiciona seu contato com o solo e sua atividade biológica (*estruturas folhadas ou não, densas ou não, atrativas ou não para a fauna, etc...*). Porém, até nas situações mais favoráveis á velocidade de decomposição nos TU, o tempo de decomposição para coberturas vegetais muito importantes, superiores a 15 – 20 t/ha de matéria seca, dura vários meses, seja um tempo de permanência suficientemente longo no biodigestor afim que as moléculas xenobióticos possam ser profundamente transformadas, simplificadas.

Daí a hipótese fundamental: os SCV fortes provedores de “inputs” carbonados anuais diversificados são sistemas auto limpadores?

- Um modelo conceitual simples foi elaborado para servir de suporte a ação da Pesquisa (*Fig.82*)
- A análise principal contempla nesta primeira etapa de ajustamento e de avaliação ao mesmo tempo na produtividade e nos custos comparados dos diversos itinerários técnicos SCV x modos de gestão diferenciados das culturas [*químico (C), químico + orgânico (C + O), mais perto do orgânico (O)*] e no estado de « limpeza global dos solos e dos grãos » utilizando o método LUKE aplicado as amostras de solos e de grãos (*Tabela 4*).

2.3.3.1) IMPACTOS DOS MANEJOS DA CULTURA NA PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS SCV

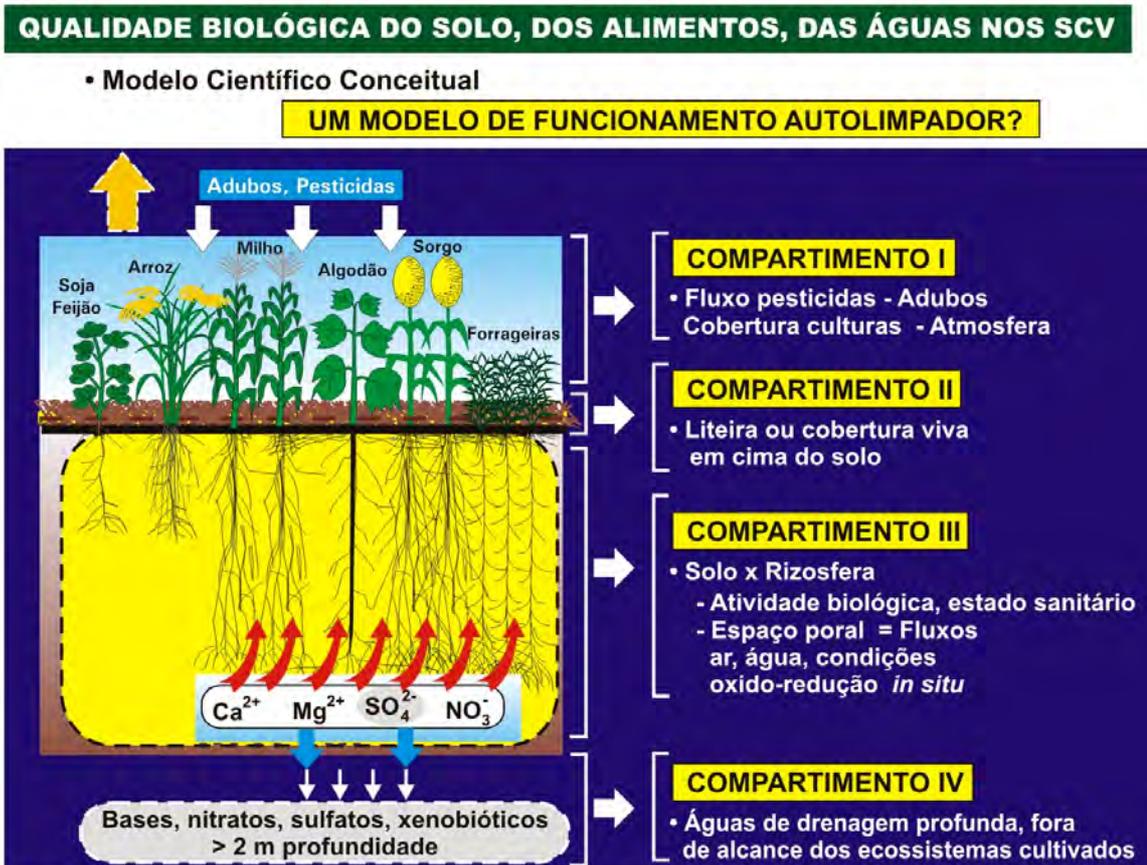
- No Brasil, em Lucas do Rio Verde no Centro Norte do Brasil, o ajuste rápido do modo de gestão (C + O) conduz para produtividades das culturas, pelo menos iguais ás do modo todo químico (C) : este resultado se aplica ás culturas de arroz, soja e algodão em SCV, (*Fundação Rio Verde*) [*Fig. 87*].

No Sudeste do Mato Grosso, na matriz dos sistemas de Campo Verde, o modo de gestão (C + O) é nitidamente mais produtivo do que o modo químico (C) na cultura algodoeira de “safrinha”: nos 2 anos, os ganhos de produtividades de (C + O) em relação à (C) vão de 21% para 60%, em função dos cultivares utilizados (*CD 409, FB 966*) ; as diferenças de rendimentos são maiores entre (C + O) e (C) em SCV nas fortíssimas biomassas de Sorgo + (*Brachiaria ruzi. + Cajanus cajan*), superiores a 20 t/ha de M.S. = + 54% e + 59% para as variedades CD 409 e FB 966 respectivamente ; os rendimentos respectivos das 2 variedades são de 3.667 kg/ha e 3.194 kg/ha de algodão caroço, na presença de um nível muito baixo de adubação mineral = 70 N + 31 P₂O₅ + 68 K₂ O + micro-nutrientes/ha (*Fig. 88*).

Na soja em 2006, na mesma localidade, o modo de gestão (C + O) produz 4.147 kg/ha contra 3.282 kg/ha com o modo tudo químico (C), seja um ganho de rendimento de + 26% a favor de (C + O) [*Cultivar Monsoy 6101*] (*Fig. 89*).

Na cultura de soja em Sinop, na ecologia dos latossolos vermelhos amarelos das florestas úmidas do Sul da bacia amazônica, o itinerário técnico químico “leve” + complemento orgânico obteve um rendimento de 4.278 kg/ha contra 3.583 kg/ha para o itinerário químico de referência, seja 19% a mais (Fig. 90).

FIG. 82



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac et al., UPR1, Gestão ecossistemas cultivados

FIG. 83



FIG. 87 PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS DE ARROZ DE SEQUEIRO, MILHO E SOJA EM PLANTIO DIRETO (PD) E TERRAS VELHAS, SOBRE VÁRIAS BIOMASSAS DE COBERTURA EM FUNÇÃO DO MANEJO DAS CULTURAS: TOTALMENTE QUÍMICO (Q) OU MISTO : QUÍMICO + ORGÂNICO (C + O)

Ecologia dos latossolos dos cerrados do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde - MT/2005

BIOMASSAS DE COBERTURA	CULTURA E MANEJO ¹							
	Arroz de sequeiro *(CIRAD 141)		MILHO HÍBRIDO (Tork)		SOJA (Cv. Conquista)			
	Manejo NPK	Manejo Q Mitsui ²	Manejo Q + O	Manejo Q	Manejo Q + O	Manejo Q	Manejo Q + O	
Milheto	2112	2430	2124	6072	6036	2910	2790	
Sorgo + <i>Brachiaria r.</i>	2238	2316	2442	5772	5844	2886 2790 ³	2862 2754 ³	
Milho + <i>Brachiaria r.</i>	2016	2766	2706	4212	4650	2916	2868	
<i>Éleusine c.</i> + <i>Cajanus c.</i>	2406	2886	2778	6228	6366	3018	2772	
<i>Éleusine c.</i>	2502	2784	2658	6492	6432	3150	3048	
Média \bar{X}	2254	2654	2642	5717	5808	2945	2848	
CV %	(8,9)	(9,4)	(10,4)	(15,4)	(12,3)	(4,2)	(3,6)	
Produtividade Relativa	100	118	113	100	103	100	97	

(*) Fortíssima limitação da produtividade devida a um controle deficiente das invasoras.

1 - Manejo (Q) (Totalmente químico) - Tratamento químico das sementes + adubos minerais + inseticidas + Pesticidas sobre todas as culturas, fungicidas na Soja e no arroz: itinerários de referência dos agricultores da região

Manejo (Q + O), (Químico + Orgânico) - Tratamento orgânico das sementes + ½ adubação básica PK de referência sobre todas as culturas, ½ da cobertura N de referência nas gramíneas Arroz e Milho, sem fungicida. A metade da adubação mineral NPK e os fungicidas estão substituídos por produtos orgânicos: Humus líquido (6l/ha), e "Elicitor" (4 a 4,5 kg/ha) aplicados aos mais importantes estágios fisiológicos da cultura; os inseticidas foram trocados por derivados do Neem (complementados, se necessário por inseticidas químicos) e *Bacillus thuringiensis* (Bt)

2 - Adubos Mitsui: Termofosfato Yoorin Master 2 Si, (contém Silica)

3 - Biomassa de Sorgo + *Brachiaria r.* + *Cajanus*, com baixa densidade

FONTE: Equipes Fundação Rio Verde e do CIRAD/GEC - UR1 - Lucas do Rio Verde - MT/2005

FIG. 88

PRODUTIVIDADE DE 4 VARIEDADES DE ALGODÃO SAFRINHA¹ (kg/ha e @/ha), EM PLANTIO DIRETO E EM SUCESSÃO DA SOJA DE CICLO CURTO, EM FUNÇÃO DE 2 MODOS DE GESTÃO² DA CULTURA - Fazenda Mourão - MT/2005

Modos de Gestão ² do Algodoeiro		VARIEDADES			
		CD 409	CD 2239	CD 406	CD 407
Gestão Química (Q)	Sem Temik	1889 (126)	2138 (143)	2027 (135)	1722 (115)
	CV %	5	12	5	4
	Com Temik	2333 (156)	2445 (163)	2222 (148)	2056 (137)
	CV %	-	6	-	4
MÉDIA \bar{X}		2037 (136)	2241 (149)	2092 (139)	1833 (122)
Gestão Química + Orgânica (Q + O)	Sem Temik	2778 (185)	3010 (201)	3009 (201)	2606 (174)
	CV %	14	15	23	21
	Com Temik	3356 (224)	3819 (255)	3472 (231)	3588 (239)
	CV %	23	20	20	20
MÉDIA \bar{X}		2972 (198)	3278 (219)	3162 (211)	2931 (195)
Ganho de produtividade Com Gestão Orgânica (%)		+ 46	+ 46	+ 51	+ 60

1- Plantio muito tardio: 10/02/2005 - Ano muito seco: 503 mm de chuva concentrados nos 80 primeiros dias do ciclo algodoeiro (70 dias finais sem chuva).

2 - Modos de Gestão do Algodão:

a) Químico (Q) - Tratamento químico das sementes - Nível baixo de adubação: 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O + micros inseticidas + Pesticidas : **Gestão da Fazenda**

b) Químico + Orgânico (C + O) - Tratamento orgânico das sementes - Nível baixo de adubação: 65N + 73P₂O₅ + 90K₂O + micros herbicida - aplicação de produtos orgânicos: (6l/ha) humus 4,5 kg de Ep4 parcelados: 1º botão, 1ª flor e 100-110 DAP, controle de insetos com Neem completados por químicos quando for necessário (bicudo, percevejo)

c) Mais Orgânico (O) - Idem b, mas sem nenhuma fertilização mineral.

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo/2005

FIG. 89

PRODUTIVIDADE, (em kg/ha), DA CULTURA DA SOJA (Cv. Monsoy 6101) EM FUNÇÃO DO MODE DE GESTÃO DA CULTIVO: QUÍMICA¹ (Q), QUÍMICA + ORGÂNICO² (Q+O)

	Gestão Química ¹ (Q)	Gestão Química + Orgânica ² (Q + O)
Amostras (20m ²)	3041	3992
	3277	4340
	3333	4097
	3243	4076
	3257	4138
	3541	4236
Média	3282 ⁽¹⁰⁰⁾	4147 ⁽¹²⁶⁾
DP	161,1	122,7
CV%	4,91	2,96
Teor de proteínas (%)	33,2	34,8

1. Gestão Química (Q) [Inseticidas + herbicidas + Fungicida: Orius (*Tebuconazole*) x 3 aplicações de 400 ml cada (± 20 U\$/ha) - (25, 45 e 60 DAP) - sem adubo
2. Gestão Química + Orgânica (Q + O) [Herbicidas + Fungicida Orius: 1 só aplicação + produtos orgânicos (*humus líquido* - 5 litros) + Fito-estimulador EP₄ + EP₅ (6kg + 2 kg); custo/ha ≈ R\$ 200,00 - sem adubo

FONTE: L. Dalla Nora, G. Costa, Fazenda Mourão; L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-UR1; Campo Verde/MT, 2006

FIG. 90

PRODUTIVIDADE DA SOJA NA CAPOEIRA, EM FUNÇÃO DO MANEJO DA CULTURA: TOTALMENTE QUÍMICO (Q) OU MISTO: QUÍMICO + ORGÂNICO (Q + O)

Ecologias dos latossolos das floresta úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop - MT/2005

	MANEJO ¹ DA CULTURA DA SOJA (CV. Monsoy 8914)	
	Manejo totalmente Químico (Q)	Manejo misto: Químico + Orgânico (Q + O)
Produtividade média em kg/ha	3583 (100)	4278 (119)
D. P.	556	72,9
CV %	15,5	1,7
Teor de proteínas (%)	38,7	40,3

1 - Manejo Q (Totalmente químico) - Tratamento químico das sementes + adubos minerais + inseticidas + Pesticidas sobre todas as culturas, fungicidas na Soja e no arroz: itinerários de referência dos agricultores da região

Manejo Q + O, (Químico + Orgânico) - Tratamento orgânico das sementes + ½ adubação básica PK de referência sobre todas as culturas, ½ da cobertura N de referência nas gramíneas Arroz e Milho, sem fungicida. A metade da adubação mineral NPK e os fungicidas estão substituídos por produtos orgânicos: Humus líquido (6l/ha), e "Elicitor" (4 a 4,5 kg/ha) aplicados aos mais importantes estágios fisiológicos da cultura; os inseticidas foram trocados por derivados do Neem (*complementados, se necessário por inseticidas químicos*) e *Bacillus thuringiensis* (Bt)

FONTE: Equipes Cereaisnet/Fronteira e CIRAD/GEC - UR1 - Sinop - MT/2005

2.3.3.2) IMPACTOS NA GESTÃO OPERACIONAL DOS SISTEMAS E O NÍVEL DE INSUMOS : menos pesticidas, menos passagens de máquinas, menos adubos.

A **figura 91**, que reúne os principais resultados obtidos nos vários agrossistemas, evidencia :

Uma **redução sempre importante da carga química nos manejos (C + O) e (O) em relação ao modo atual todo químico (C)**, em todas as situações:

- **No algodoeiro de alta tecnologia**, que é a cultura mais “carregada” em pesticidas, o número de tratamentos e de passagens de pulverizador passou de **18** sobre o modo químico (C) para **13** no manejo “químico leve + orgânico” (C + O); **no algodão «safrinha»**, algodão de sucessão com menos insumos, **o número de tratamentos pesticidas** e de passagens de máquinas foi reduzido para **6**. O exame das **populações de pragas** avaliadas nos diversos SCV (*biomassas de cobertura diferentes*), conduzidos em modo (C) e (C + O), mostra que a pressão das pragas mais nocivas tende, em média, a estar **menor no modo (C + O) do que no (C)**.

Na cultura da soja, o número de tratamentos fungicidas obrigatórios contra a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) passou de 3 tratamentos com Tebuconazole no modo de gestão (C) para 1 no modo (C + O) em Campo Verde (*Sudeste do Mato Grosso*) e para zero neste mesmo manejo em Lucas do Rio Verde (*Centro Norte do Mato Grosso*).

Os níveis de adubação, e particularmente as doses de **N e K** foram **reduzidos de 30 até 50%** nas culturas de algodão, arroz e milho.

No **plano econômico**³¹, nos itinerários SCV x (C + O), ainda em fase de melhoria, **a queda dos custos de produção** é regular e acompanha o nível de domínio técnico : ela pode ser estimada em média **entre 5 e 20%**, em função das culturas, na escala experimental.

2.3.3.3) IMPACTOS NA QUALIDADE BIOLÓGICA DOS GRÃOS E DOS SOLOS :

Os SCV estão sempre os sistemas mais limpos, nas culturas com forte carga química tal como o algodão.

Além das moléculas químicas usadas nos sistemas, mais de 150 moléculas foram procuradas nas amostras de grãos e solos procedentes dos diversos modos de gestão dos solos e das culturas comparados.

As análises de resíduos de pesticidas, estão reunidas na figura 92, e evidenciam :

- Na cultura de algodão de alta tecnologia, a mais «carregada» em pesticidas, a exemplo do impacto sobre a produtividade, os sistemas de cultivo imprimam impactos diferenciados na qualidade biológica dos solos e dos grãos, na matriz dos sistemas de Campo Verde :
 - **O sistema T1, Aração x Monocultura algodão** se revela mais afetado pela poluição pesticida :

³¹ As mesmas experimentações conduzidas na França em lavouras comerciais de trigo e cevada praticadas nos SCV levam a uma redução das doses de nitrogênio e dos pesticidas de 50% a partir do 3º ano. A produtividade dos itinerários (C + O) está entre 15 e 20% menor do que na gestão química (C), mas os custos de produção diminuem de 27% e as rendas líquidas de somente 12%.

- **Nos grãos e nas fibras** : doses de 0,07, de 0,32 e de 1,90 mg/kg de Cipermetrina ($LQ = 0,02$) nas 3 amostras analisadas ;
- **Nos solos** : doses de 0,03 mg/kg de Tetraconazol ($LQ = 0,01$), em 2 das 3 amostras analisadas ;
- **O Sistema em "semi-direto" (TCS)** está também poluído, porém num grau menor, pelas mesmas moléculas :
 - **Nos grãos e nas fibras** : doses de 0,03, de 0,20 e 0,22 mg/kg de Cipermetrina ($LQ = 0,02$) nas 3 amostras analisadas ;
 - **Nos solos** : dose de 0,02 mg/kg de Tetraconazol ($LQ = 0,01$)
- **Os sistemas SCV**, combinados com modos de gestão da cultura algodoeira (C) e (C + O), **estão totalmente isentos de resíduos de pesticida nos limites das capacidades de análise (LQ).**

Nos SCV, o solo está protegido do impacto direto das moléculas por uma espessa cobertura morta ou viva, e a forte atividade biológica, constantemente mantida nesses sistemas, parece propiciar uma decomposição rápida e profunda das moléculas pesticidas recolhidas pela cobertura, pois solos e grãos são isentos de resíduos, o que fortalece nossa hipótese sobre o caráter “auto-limpador” provável dos SCV.

-A qualidade das produções está também afetada pelo manejo da cultura em SCV:

▪ **A comparação dos teores em proteínas na soja**, tanto em Sinop (*ecologia das florestas do Sul amazônico*) quanto em Campo Verde (*ecologia dos Cerrados*), nos SCV, entre modo de gestão todo químico (C) e químico leve + orgânico (C + O), mostra que o **modo (C + O)** permite produzir umas **sojas mais ricas em proteínas, de 1 para 3%** [*Resultados que poderia permitir de negociar preço diferenciado para o produtor*].

▪ **A aplicação deste modo de gestão mista: químico + orgânico (C+O) no ano 2006/07 em lavoura comercial**, com um algodão de plantio tardio do 15/01/2007 numa parcela de 40 ha da Fazenda Mourão (*solos arenoso de fundo de encosta*) só produz 3.450 kg/ha, por causa de uma população heterogênea e de uma forte fitotoxicidade da Atrazina usada em pós-emergência tardia ; mas esta experiência em lavoura está muito positiva e mostra que se pode **reduzir** já de quase **30% a carga química pesticida e seu custo** por adjunção de produtos orgânicos (*Fig. 93*), apesar da conservação de doses ainda altas demais de inseticidas por medo do "bicudo" (*Anthonomus grandis*), porém que podem ser ainda nitidamente diminuídas e serão avaliadas em 2007/08. O nível de adubação e os tratamentos herbicidas do modo de gestão exclusivamente químico (C) foram mantidos no manejo (C + O) ; por caso disso, o modo de gestão químico + orgânico (C + O) é mais oneroso de em torno de 100 US\$/ha em relação á gestão exclusivamente química (C).

Contudo, como mostraram nossos resultados procedentes da matriz "sistemas de cultivo", a carga química pode ser reduzida de até 50%, as doses de adubos N e K de 30 a 50%, assim como as doses e os custos de herbicidas ; nessas condições, os impactos ambientais são fortemente reduzidos e a qualidade biológica do algodoeiro está superior, isenta de resíduos de pesticidas, propriedade que deveria **trazer um valor agregado** significativo para esta produção (C + O) e torná-la, ao final, mais atrativa economicamente do que a gestão química maciça, vigente atualmente : o meio ambiente, a qualidade da produção e os produtores deveriam todos tirar proveito disso.

FIG. 91

NÚMERO DE TRATAMENTOS QUÍMICOS, INSETICIDAS E PRINCÍPIOS ATIVOS UTILIZADOS SOBRE O ALGODÃO, EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DA CULTURA ALGODOEIRA PRATICADA EM PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL PERMANENTE (PDSCV)

Fazenda Mourão - MT/2006

		MODOS DE GESTÃO		
		ALGODÃO Cultura principal Químico (Q)	ALGODÃO Cultura principal Químico + Orgânico (Q + O)	ALGODÃO "Safrinha" ² Químico + Orgânico (Q + O)
Número de tratamentos Químicos		18	13	6
INSETICIDAS UTILIZADOS¹				
P. comercial	Princípio ativo			
Saurus	Acetamiprid	+	+	
Match	Lufenuron	+	+	
Rimon	Novaluron	+	+	+
Dissulfan	Endosulfan	+	+	+
Mentox	Metil parathion	+		
Polo	Diafentiuron	+		+
Thiodan	Endosulfan	+		
Decis	Deltamethrin	+	+	
Bulldock	Betacyflutrin	+		
Marschal	Carbosulfan	+	+	+
Fury	Zetacypermethrin	+	+	+
Cipertrin	Cypermethrin	+		
Curacron	Profenofos	+		
Abamectin	Abamectin	+	+	

1. Do plantio a colheita; + indica que o produto é utilizado

2. Algodão de sucessão com insumos mínimos

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. L. da Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 92 **RESULTADOS DAS ANÁLISES¹ DOS RESÍDUOS DE PESTICIDAS NOS GRÃOS E NO SOLO, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO E DO MANEJO² DA CULTURA ALGODOEIRA**

Ecologia dos latossolos dos cerrados do Sudeste do Mato Grosso - Campo Verde, MT/2006

Sistema de cultivo	Modo de Gestão ² Algodão	RESÍDUOS NOS GRÃOS E NOS SOLOS, (em mg/kg)					
		GRÃOS			SOLO		
		Multi-resíduos	Glifosato	Paraquat	Multi-resíduos	Glifosato	Paraquat
I - PLANTIO DIRETO (PDSCV) • Algodão/Soja + (<i>Éleusine c.</i> + <i>Crotalaria sp.</i>) (<i>S₁</i>)	Q	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
• Algodão/Cobertura viva <i>Arachis p.</i>	Q + O	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
II - SEMI-DIRETO • Milheto + Algodão anual (<i>Gradagem sobre Milheto</i>) (<i>T₂</i>)	Q	• 0,20 • 0,22 • 0,03 <i>Cipermetrinas</i>	<0,01	<0,02	• 0,02 <i>Tetraconazol</i>	<0,01	<0,02
III - GRADAGENS • Monocultura Algodão (<i>T₁</i>)	Q	• 1,90 • 0,32 • 0,07 <i>Cipermetrinas</i>	<0,01	<0,02	• 0,03 <i>Tetraconazol</i>	<0,01	<0,02

1 - Análise de resíduos: realizados pelo laboratório CTAEX - Badajoz, Espanha

2 - Modos de Gestão do Algodão:

a) Químico (Q) - Tratamento químico das sementes - Nível padrão de adubação: 140N + 63P₂O₅ + 135K₂O + micros herbicidas + inseticidas: Gestão da Fazenda

b) Químico + Orgânico (Q + O) - Tratamento orgânico das sementes - Nível baixo de adubação: 70N + 31P₂O₅ + 68K₂O + micros, herbicida - aplicação de produtos orgânicos: (6l/ha) húmus + 4,5 kg de EP4 parcelados: 1º botão, 1ª flor e 100-110 DAP, controle de insetos com Neem completados por químicos quando for necessário (*bicudo, percevejo*)

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac; COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; Fazenda Mourão: G. Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 93

PESTICIDAS UTILIZADOS, DOSES/ha E CUSTOS, EN FUNÇÃO DE 2 MODOS DE GESTÃO¹ DA CULTURA DE ALGODÃO = GESTÃO QUÍMICA (Q) E GESTÃO QUÍMICA + ORGÂNICA (Q + O)

Ecologia dos cerrados úmidos de média altitude (600-700m) do Sudeste de Mato Grosso Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006				
Pesticidas utilizados (Princípio ativo)	Doses em l ou kg/ha de produto comercial		Custos em US\$/ha	
	(C)	(C + O) ²	(C)	(C + O) ²
1. Herbicidas				
2-4D	1,0	1,0	3,6	3,6
Glifosato	3,0	3,0	9,69	9,69
Piritiobaque-na	0,133	0,133	18,75	18,75
Haloxifop	0,4	0,4	12,8	12,8
Sub total₁	4,533	4,533	44,84	44,84
2. Inseticidas				
Acetamiprido	0,4	0,2	32,0	16,0
Abamectin	1,05	0,75	24,0	18,0
Endosulfan	5,6	5,6	18,9	18,9
Cartape	1,0	0,15	7,0	1,5
Carbosulfan	1,2	0,4	14,4	4,8
Malathion	1,0	1,0	5,7	5,7
Diafentiuron	0,4	0,4	15,4	15,4
Metomil	0,8	0,4	4,88	2,44
Lufenuron	0,25	0,25	4,13	4,13
Paration	1,0	0,5	5,0	2,5
Estenvalerate	0,3	0,15	6,4	3,2
Zetacypermethrin	0,6	0,3	7,8	3,9
Cipermetrina	0,6	0,6	5,1	5,1
Sub Total₂	14,2 (100)	10,7 (73)	150,71 (100)	101,57 (70)
3. Fungicidas				
Tetraconazol	0,4	-	8,8	-
Azoxystrobin	0,9	0,6	38,7	25,8
Azoxystrobin + Ciproconazol	-	0,1	-	8,8
Sub Total₃	1,3 (100)	0,7 (54)	47,5 (100)	34,6 (54)
4. Regulador de Crescimento				
Cloreto de cloromequat	0,15	0,15	2,10	2,10
5. Óleo vegetal	0,4	-	0,30	+ produtos orgânicos = 167,0
6. Espalhante adesivo	0,05	-		
TOTAL	20,63	16,08	245,45	(Q + O) = (183,11) + (167,0) = 350,11

1. Avaliada sobre 1 bloco de cultura de 40 ha
2. Carga química do modo de gestão (Q + O) ainda muito forte em razão do medo do Bicudo (*Anthonomus g.*); ela pode ser ainda muito melhorada (-30%)

FONTE: Projeto FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguay; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

**Tabela 4 FICHA DOS PESTICIDAS ANALIZADOS pelo método de Luke modificado
Laboratório CTAEX Vilafranca de Gadiano, Apdo Correos 435 - Badajoz – Espanha.**

Produto	Limite de quantificação (LQ)	Produto	Limite de quantificação (LQ)	Produto	Limite de quantificação (LQ)
Acefato	0.02	Dimetoato	0.02	Orto-fenilfenol	0.01
Acrinatrina	0.01	Diniconazol	0.01	Oxadixil	0.05
Alacloro	0.05	Disulfoton	0.02	Oxifluorfen	0.01
Aldrín	0.01	Endosulfan-alfa	0.01	Paclobutrazol	0.01
Antraquinona	0.01	Endosulfan-beta	0.01	Paration	0.01
Atrazina	0.10	Endosulfan-sulfato	0.01	Paration-metil	0.01
Azinfos- etil	0.05	Endrin	0.01	Penconazol	0.01
Azinfos-metil	0.05	Esfenvalerato	0.02	Pendimetalin	0.05
Azoxistrobin	0.01	Etion	0.10	Pentaclorobenceno	0.05
Benalaxil	0.05	Etofenprox	0.01	Permetrina	0.03
Benfluralina	0.01	Etoxiquina	0.01	Pirazofos	0.05
Bifentrin	0.01	Etridiazol	0.05	Piridaben	0.01
Bioaletrina	0.01	Fenamifos	0.02	Piridafention	0.05
Bitertanol	0.05	Fenarimol	0.01	Pirifenox	0.01
Bromacilo	0.05	Fenazaquin	0.01	Pirimetanil	0.01
Bromopropilate	0.01	Fenbuconazol	0.01	Pirimicarb	0.01
Bupirimate	0.02	Fenhexamida	0.05	Pirimifos-etil	0.01
Buprofezin	0.01	Fenitrotrion	0.01	Pirimifos-metil	0.01
Butóxido de piperonilo	0.02	Fenotrina	0.01	Piriproxifen	0.01
Cadusafos	0.03	Fenpropatrina	0.02	Procimidona	0.01
Captan	0.10	Fention	0.01	Procloraz	0.05
Carbofenotión	0.02	Fenvalerate	0.02	Profenofos	0.05
carbofurano	0.01	Fipronil	0.01	Prometrina	0.05
Cihalotrina-lambda	0.01	Fludioxonil	0.01	Propargita	0.01
Ciflutrina	0.02	Fluquincozanol	0.01	Propazina	0.01
Cimoxanilo	0.05	Fluzilazol	0.01	Propiconazol	0.03
Cipermetrina	0.02	Fluvalinato-tau	0.01	Propizamida	0.01
Ciproconazol	0.01	Folpet	0.10	Protiofos	0.02
Ciprodinil	0.01	Fonofos	0.10	Quinalfos	0.05
Ciromazina	0.05	Forato	0.05	Quinometionate	0.02
Clofentezin	0.01	Formation	0.02	Quinoxifen	0.01
Clorbufan	0.05	Fosalone	0.10	Simazina	0.02
Clorfenvinfos	0.02	Fosmet	0.05	Tebuconazol	0.05
Clorpirifos-etil	0.01	HCH	0.02	Tebufenpirad	0.01
Clorpirifos-metil	0.01	HCH-gamma	0.01	Terbumetona	0.02
Clorprofam	0.05	Heptacloro	0.01	Terbutilazina	0.05
Clortal-dimetil	0.01	Heptenofos	0.02	Terbutrina	0.01
Clortalonil	0.01	Hexaclorobenceno	0.01	Tetraconazol	0.01
Clozolinato	0.05	Hexaconazol	0.02	Tetradifon	0.01
DDE	0.01	Hexitiazox	0.01	Tetrametrina	0.05
DDT	0.01	Imazalil	0.01	Tolclofos-metil	0.01
Deltametrin	0.02	Iprodiona	0.01	Tolilfluanida	0.03
Diazinón	0.01	Kresoxim-metil	0.01	Triadimefon	0.05
Diclobenil	0.05	Malathion	0.01	Triadimenol	0.05
Diclofluanid	0.05	Mecarbam	0.05	Triazofos	0.02
Dicloran	0.01	Metalaxil	0.01	Triclorfon	0.10
Diclorvos	0.01	Metamidofos	0.01	Trifloxistrobin	0.01
Dicofol	0.02	Metidation	0.02	Trifuralina	0.01
Dieldin	0.01	Metoxicloro	0.01	Vinclozolin	0.01
Difenoconazol	0.02	Miclobutanil	0.01		
		Monocrotofos	0.02		
		Nuarimol	0.01		
		Ometoato	0.05		

BIOMASSA MULTIFUNCIONAL, PROTETORA, REGENERADORA E NUTRITICA



Volta da natureza nos campos cultivados em Plantio Direto



Volta da natureza nos campos cultivados em Plantio Direto



**Milhetos, com produções de biomassa muito diferenciadas em função dos cultivares –
Aqui Boboni : 16t/ha de Matéria seca em 50 dias – Lucas do Rio Verde /MT - 1994**



**Sorgos com qualidade de grão superior (*sem taninos, teor elevado em proteínas*);
produções de biomassa muito diferenciadas em função das cultivares ; aqui , sorgo
Guinea : 16T/ha de matéria seca em 60 dias – Campo Verde/MT-2008**



Sorgos com qualidade de grão superior (*sem taninos, teor elevado em proteínas*); produções de biomassa muito diferenciadas em função das cultivares ; aqui , sorgo IRAT 321 : 9T/ha de matéria seca – Campo Verde/MT - 2008



***Éleusine coracana*: A espécie mais possante ao nível radicular (5 t. ha-1, sobre 0-50 cm)- Florestas- Sinop/MT- 2001**



Pastagem de *Panicum maximum* (cv. Tanzânia) em plena estação seca, instalada em Plantio Direto em sucessão de soja – Lucas do Rio Verde - 1994 .



Pastagem de *Brachiaria brizantha* em plena estação seca instalado em Plantio Direto em sucessão de soja – Lucas do Rio Verde /MT-1994



***Coix lacryma jobi (Adlai)* :24 t.ha-1 de matéria seca total em 5 meses – Florestas – Sinop/MT - 2002**



***Stylosanthes g. (CIAT 184)* em plena estação seca, implantado em Plantio Direto em consorcio com Milho – Florestas - Sinop/MT - 2001**



***Stylosanthes g. (CIAT 184)* em plena estação seca, implantado em Plantio Direto em consorcio com Milho – Florestas - Sinop/MT - 2001**



SCV : Sorgho IRAT 202 + *Brachiaria ruzi.*, implantados em sucessão da soja – Florestas - Sinop/MT - 2001



**SCV : Milheto Nangagolo + *Brachiaria ruzi.* , implantados em sucessão da soja
– Cerrados - Lucas do Rio Verde /MT - 1994**



**SCV : Sorgho IRAT 203 + *Stylosanthes g.* , implantados em sucessão da soja
– Florestas – Sinop/MT- 2002**



**SCV: Milho var. IRAT 200 + *Brachiaria ruziziensis* instalados em sucessão da Soja
– Cerrados – Campo Verde /MT - 2004**



SCV : Milho var. IRAT 200 + *Brachiaria ruzi.* + *Cajanus c.*, instalados em sucessão da soja - Cerrados- solo areno-argiloso (SCV S3) - Campo Verde /MT - 2006



***Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis* – Cerrados –fundação Rio Verde
Lucas do Rio Verde /MT- 2004**



**SCV: *Eleusine Coracana* + *Cajanus c.* , instalados em sucessão da soja
Cerrados- Lucas do Rio Verde/MT- Fundação Rio Verde - 2004**



**SCV: Girassol + *Cajanus cajan*, instalado em sucessão da soja
Cerrados – Lucas do Rio verde/MT- Fundação Rio Verde - 2005**



**SCV: Milho + *Cajanus cajan* + *Brachiaria ruziziensis* , instalados em sucessão da soja -
solo areno-argiloso (SCV: S3)– Cerrados- Campo Verde/MT - 2006**



SCV : Sorgho BF 80 + *Cajanus cajan*, + *Brachiaria ruziziensis* , implantados em sucessão da soja – solo areno-argiloso - (SCV: S4) - Cerrados - Campo Verde/MT - 2006



SCV: Milho em cultura pura a esquerda ; Milho + *Eleusine coracana* , 2/3 da foto a direita – Cerrados- Campo Verde- -2008



SCV: Sorgo + *Eleusine coracana* + Trigo mourisco , implantados em sucessão da soja – Cerrados – Campo Verde -2008



SCV: Sorgo + *Eleusine coracana*, + *Crotalaria spectabilis*, implantados em sucessão da soja Cerrados- Campo Verde - 2008



***Brachiaria ruziziensis* no final da estação seca implantada em Plantio direto em sucessão da soja – Florestas - Sinop/MT -2001**

**III) UMA COBERTURA PERMANENTE DOS SOLOS SOB CULTURA E COM
POSSANTES SISTEMAS RADICULARES CONECTADOS COM A AGUA
PROFUNDA
(Injeção de carbono em profundidade)**



15 t/ha de biomassa seca de sorgo + *Brachiaria ruziziensis* - Florestas – Sinop/MT- 2003



15t/ha de biomassa seca de sorgo + *Brachiaria ruziziensis* – florestas - Sinop/MT- 2003



16 t/ha de biomassa seca de *Stylosanthes guyanensis* - Florestas- Sinop/MT- 2001



**15 t/ha de biomassa seca de sorgo + *Brachiaria ruziziensis* - Solo areno-argiloso
Cerrados- Campo Verde /MT 2005**



**15 t/ha de biomassa seca de sorgo + *Brachiaria ruziziensis* - Solo areno-argiloso
Cerrados- Campo Verde /MT 2005**



**Plantio direto Algodão sobre 15t/ha de palha (SCV: S3) –solo areno-argiloso
Cerrados - Campo Verde/MT- 2005**



**Cobertura de Milho em cultura pura, 70 dias após dessecação – Cerrados
Campo Verde/MT- 2007**



**Cobertura de Milho + *Brachiaria ruziziensis*, 70 dias após dessecação – Cerrados
Campo Verde/MT- 2007**



**Cobertura de Milho + *Brachiaria ruziziensis*, 70 dias após dessecação – Cerrados
Campo Verde/MT- 2007**



**Cobertura de Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*, 90 dias após dessecação – Cerrados
Campo Verde/MT- 2007**



**Cobertura de Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*, 90 dias após dessecação – Cerrados
Campo Verde/MT- 2007**



**Em cima : Cobertura de milho já mineralizado 70 dias apos dessecação , em cima
½ inferior: Cobertura *Brachiaria ruziziensis* + Sorgo – Cerrados
Campo Verde/MT- 2008**



**Cobertura de Sorgo BF 80 aos 90 dias após dessecação – Cerrados
Campo Verde/MT - 2008**



Raízes de *Brachiaria humidicola*, 2 anos - Cerrados

foto: D. Husson



Raízes de *Eleusine coracana* aos 60 dias após plantio - Florestas



Raízes de *Eleusine coracana* aos 60 dias após plantio - Florestas



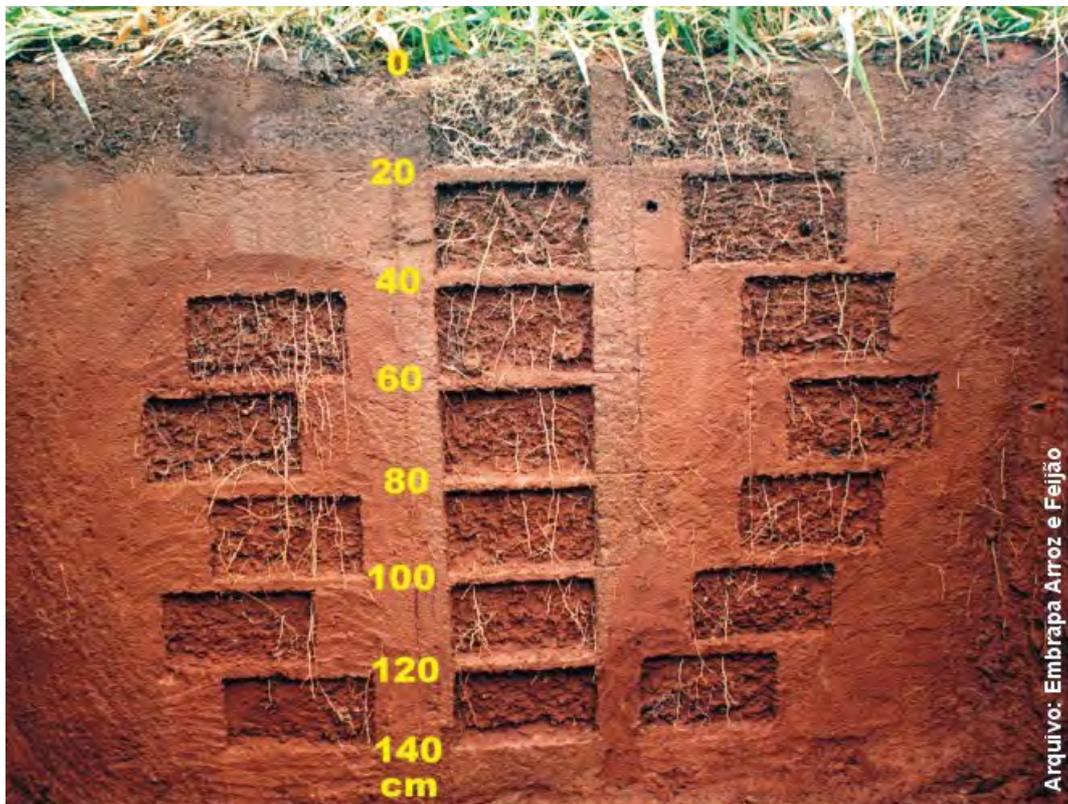
Perfil e raízes profundas sob *Stylosanthes guyanensis* – Florestas - Sinop/MT- 2002



**Bomba biológica de Milheto (*enraizamento profundo*)
Florestas tropicais do Sul de Goiás - 1999**



Perfil de solo debaixo de *Brachiaria Ruziziensis*: Injeção de carbono na superfície e em profundidade - Cerrados



Perfil de solo sob *Brachiaria Ruziziensis*
Injeção de carbono na superfície e em profundidade - Cerrados



**Potente sistema radicular sob *Brachiaria ruziziensis*
> 2m de profundidade após 60 dias - Cerrados**

1- ALGODÃO



Algodão sobre cobertura Milho + *Brachiaria ruziziensis*, 25 dias após Plantio Direto – Cerrados- 2008.



Algodão sobre cobertura Milho + *Brachiaria ruziziensis*, 25 dias após Plantio Direto – Cerrados- 2008.



Plantio Direto de algodão em cima de biomassa de Milheto - Cerrados



Plantio Direto de algodão em cima de biomassa de sorgo - Florestas



Plantio Direto de algodão em cima de biomassa de sorgo - Cerrados



**Plantio direto Algodão em cima de *Eleusine coracana*
Florestas tropicais sobre basalto (Sul de Goiás)**



Plantio Direto de Algodão sobre pasto degradado – Florestas



Plantio Direto perfeito de Algodão sobre pasto degradado



Plantio Direto perfeito de Algodão sobre pasto degradado



Algodoeiro de 50 dias sobre pasto degradado – Florestas tropicais



**Algodão “safrinha” sobre SCV (SCV: S4) sem herbicida - Cerrados
Campo Verde/MT – 2005**



**Algodão CD 409 sobre cobertura viva de *Arachis pintoï*
Cerrados - Solo areno-argiloso - Campo Verde/MT-2006**



**Algodão CD 409 sobre cobertura viva de Tifton - solo areno-argiloso
Cerrados – Campo Verde/MT- 2006**



**Algodão CD 409 à esquerda no sistema “Semi-Direto”(TCS = T2)
solo areno-argiloso – Cerrados- Campo Verde/MT- 2006**



**Algodão CD 409 no SCV S3 (Produtividade= 5t/ha)
solo areno-argiloso- Cerrados- Campo Verde/MT-2005**



**Algodão em Plantio Direto : Produtividade > 4 t/ha
Florestas tropicais – Sul de Goiás - 1998**



Algodão em Plantio Direto : Produtividade > 4 t/ha - Cerrados



**Algodão em Plantio Direto : Produtividade > 4 t/ha
Cerrados - Deciolândia/MT - 2003**



A cultura de algodão se implanta na região amazônica



A cultura de algodão se implanta na região amazônica



Colheita = Produtividade > 4 t/ha – Floresta amazônica- Sinop/MT- 2001



Colheita = Produtividade > 4 t/ha – Floresta amazônica- Sinop/MT- 2001



Colheita = Produtividade > 4 t/ha – Floresta amazônica- Sinop/MT- 2001

SOJA



**Soja em Plantio Direto na palha de sorgo
Florestas tropicais – Sul de Goiás - 2000**



**Soja em Plantio Direto na palha de *Brachiaria ruziziensis*
Florestas – Sinop/MT- 2003**



**Soja em Plantio Direto na palha de milho – Cerrados
Lucas do Rio Verde/MT- 1992**



Soja em Plantio Direto sobre 15 t/ha de *Brachiaria ruziziensis* - Cerrados – Deciolândia/MT- 2002



Novo fenótipo de soja adaptado ao Plantio Direto (R >5t/ha)



Soja em Plantio Direto sobre cobertura viva de *Arachis pintoï* – Florestas Sinop/MT- 2004



Soja em Plantio Direto sobre cobertura viva de *Arachis pintoï* – Florestas Sinop/MT- 2004

**ARROZ AROMÁTICOS EM SCV
(nichos econômicos)**



Arroz em Plantio Direto sobre cobertura viva de *Arachis Pintoï* - Florestas Sinop/MT- 2001



Arroz em Plantio Direto no *Stylosanthes guyanensis* – Florestas Sinop/MT- 2002



Arroz em Plantio Direto no *Stylosanthes guyanensis* – Florestas – Sinop/MT- 2002



Arroz de sequeiro com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em Plantio Direto - Florestas



**Arroz de sequeiro com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em Plantio Direto
Cerrados - Campo Verde/MT - 2004**



**Arroz de sequeiro aromático com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em
Plantio Direto - Cerrados -- Campo Verde/MT - 2005**



**Arroz de sequeiro com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em Plantio Direto
Cerrados - Campo Verde/MT 2005**



**Arroz de sequeiro com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em Plantio Direto – Cerrados
Campo Verde/MT 2005**



**Arroz de sequeiro aromático com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em Plantio Direto
Cerrados -- Campo Verde/MT -- 2005**



Arroz de sequeiro com alta produtividade (6 a 9 t/ha) em Plantio Direto – Cerrados



Beleza do grão



III) TENTATIVA DE SÍNTESE E PERSPECTIVAS DE EVOLUÇÃO DOS SCV



3.1 ETAPAS CRONOLÓGICAS DA CONSTRUÇÃO–ELABORAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SCV: FERRAMENTAS, APLICAÇÕES E SÍNTESE DOS RESULTADOS.

Entre 1986 e 2007, o CIRAD e seus parceiros brasileiros de pesquisa e do desenvolvimento, criam os fundamentos de uma agricultura sustentável, manejada na medida do possível em harmonia com a natureza. Eles evidenciam as leis de funcionamento agrônomo que comandam a criação e a elaboração progressiva dos cenários diversificados de agricultura sustentável nos ecossistemas particularmente adversos pelos excessos climáticos e seus latossolos fortemente intemperizados "vazios quimicamente". Ao mesmo tempo, eles avaliam as conseqüências técnicas e econômicas de sua aplicação em grande escala (*condições de apropriação*), seus impactos no meio ambiente e a qualidade das produções (*visando a pureza do produto colhido, isento de resíduos agrotóxicos*).

• A construção conceitual, científica e técnica de uma agricultura sustentável cada vez mais atuante nos planos agrônomo, técnico e econômico em condições adversas, foi possível se fazer graças à aplicação simultânea de alguns instrumentos metodológicos sistêmicos:

- **As matrizes perenizadas dos sistemas de cultivo** conduzidas em condições de exploração reais e implantadas no coração das realidades agrícolas (*para e com e os agricultores, em suas unidades de produção*) (*Fig. 94 a 99*),
- **O perfil cultural** que "detalha", continuamente, a dinâmica das relações Solos-Culturas, hierarquiza e orienta as decisões agrônomicas.
- **A aplicação da engenharia ecológica** que trata da gestão dos ambientes e da construção de modos de gestão sustentáveis, adaptativos, multifuncionais, inspirados nos mecanismos que regem os sistemas ecológicos (*auto-organização, diversidade elevada, estruturas heterogêneas, eficácia do uso da energia*).

• **A engenharia ecológica tirou** continuamente sua inspiração do funcionamento notavelmente estável do ecossistema florestal, do qual aproveitamos características para montar os sistemas de Plantio Direto SCV, usando as regras básicas seguintes:

- Deixar o solo sempre protegido por uma cobertura vegetal permanente (*ambiente tamponado, biologicamente muito ativo, coeficiente K_2 de mineralização da M.O. permanecendo baixo*) ;
- A possibilidade de assegurar e manter uma produtividade primária muito importante de fitomassa, principalmente em solos muito pobres quimicamente e muito ácidos ;
- A capacidade em reter a maior parte do estoque de nutrientes não no solo, mas na fitomassa proporciona a minimização das perdas de nutrientes, fechando o ciclo do sistema Solo-Planta ;
- Criar um horizonte de superfície de 0 – 5 cm, protegido, e com uma atividade biológica intensa que, como debaixo da floresta, assegura a maioria da retirada de nutrientes pelas raízes das culturas, favorecida pela presença de micorrizas e da biomassa microbiana (*Stark N. M., Jordan C.F., 1978*). Conseguir fazer com que esta ciclagem biológica, como no sistema florestal, recupera não somente os nutrientes tais como Ca, Mg e K cujo solo está quase desprovido, mas também os minerais Si e Al que tem **um papel determinante na evolução da composição mineral do solo** (*Lucas Y. et al., 1993*) [*Papel maior igualmente do Si na resistência das culturas às doenças*].

De fato, na prática, tratava-se de recriar a partir de um estado de degradação avançado, uma dinâmica de transformações fundamentais em cima e dentro do solo sob cultivo, que o traga progressivamente para seus modos de funcionamento originais sob floresta (*resiliência*), construindo ao mesmo tempo uma agricultura mais produtiva e rentável, diversificada, sustentável e limpa.

- **Com o uso da engenharia ecológica**, foi possível construir coberturas vegetais cada vez mais complexas, multifuncionais, que constituem a fonte de alimentação das culturas e do solo em Plantio Direto. As regras que comandam a elaboração e ao domínio das coberturas multifuncionais, as funções agronômicas identificadas e esperadas nos SCV estão reunidas nas Figuras 100 a 103.

Tabela 5 - A cronologia da evolução da natureza das coberturas com multifuncionalidade crescente pode ser resumida assim :

<p>1987/1995³² Sistemas SCV com 1 cultura/ano :</p>	<p>Plantio de Soja primeiro sobre as coberturas de invasoras dominantes dentro das quais <i>Cenchrus echinatus</i> + <i>Eleusine indica</i>, depois nos Milhetos ou Sorgos africanos que apresentam forte biomassa.</p>
<p>Sistemas SCV com 2 culturas/ano em sucessão :</p>	<p>Plantio de Soja e Arroz de ciclo curto em rotação tendo na safrinha : Milho, Milheto ou Sorgo africanos que apresentam forte biomassa.</p>
<p>1995/2002³³ Sistemas SCV com 2 a 3 culturas/ano em sucessão :</p>	<p>Plantio de Soja, Arroz e Algodão em rotação, com, em safrinha depois da soja ou do arroz ciclo curto :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Milho, ou Milheto ou Sorgo africanos ou <i>Eleusine coracana</i>. ⇒ Depois Milho ou Milheto ou Sorgo africanos + <i>Brachiaria ruzizi</i>, consorciada para maximizar a produção de soja e oferecer um 3º cultivo : o pasto para engorda do gado na estação seca, ou <i>Eleusine coracana</i> + <i>Crotalaria spectabilis</i>. ⇒ Milho, Milheto ou Sorgo + <i>Stylosanthes guyanensis</i> para maximizar a produção de Arroz (<i>fixação N gratuita com leguminosas incorporadas</i>) e engorda do gado na estação seca. <p>⇒ Plantas utilizadas para coberturas vivas permanentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soja ou Algodão no <i>Cynodon dactylon</i> (Tifton 85, Bermuda Grass) - Algodão, Arroz, Milho no <i>Arachis pintoï</i>.
<p>2001/2008³⁴ Sistemas SCV com 2 a 3 culturas/ano em sucessão :</p>	<p>Soja, Arroz e Algodão em rotação, com, em safrinha após Soja ou Arroz ciclo curto :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Algodão « safrinha » ⇒ Milho, Milheto ou Sorgo consorciados com <i>Brachiaria ruziziensis</i> + <i>Cajanus cajan</i> ou com <i>Brachiaria ruzi</i>. + <i>Crotalaria spectabilis</i>. ⇒ <i>Eleusine coracana</i> + <i>Crotalaria spectabilis</i> . Puis ⇒ Milho + <i>Eleusine coracana</i> + <i>Crotalaria spectabilis</i> e misturas de espécies mais complexas <p>(*) <i>Incorporação das leguminosas nas coberturas visando a fixação gratuita de nitrogênio</i></p> <p>⇒ Coberturas vivas permanentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soja ou Algodão no <i>Cynodon dactylon</i> (Tifton 85, Bermuda Grass), - Algodão, Arroz, Milho no <i>Arachis pintoï</i>.

³² Fazenda Progresso, puis Cooperlucas à Lucas do Rio Verde- MT

³³ Agronorte – Sinop - MT Groupe Maeda Deciolândia - MT

³⁴ Groupe Maeda – Deciolândia – MT et Fazenda Mourão Campo Verde - MT

FIG. 94

ENFOQUE OPERACIONAL DE CRIAÇÃO-DIFUSÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO E FORMAÇÃO

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, 1997

1. Uma ferramenta regional operacional

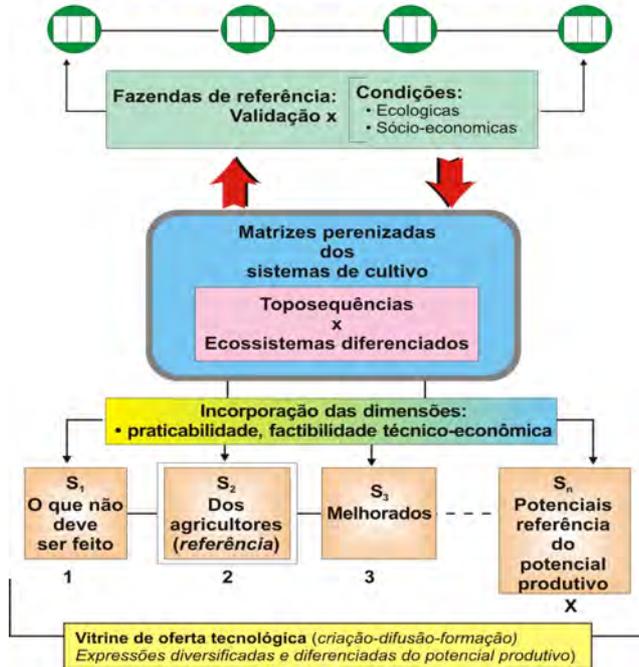
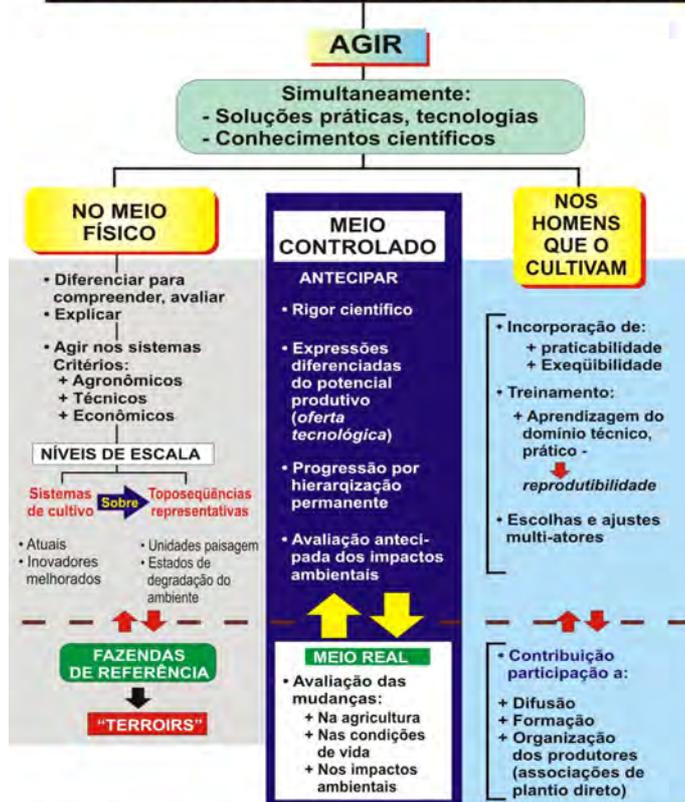


FIG. 95

PESQUISA - AÇÃO PARA, COM E NAS PROPRIEDADES DOS AGRICULTORES



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

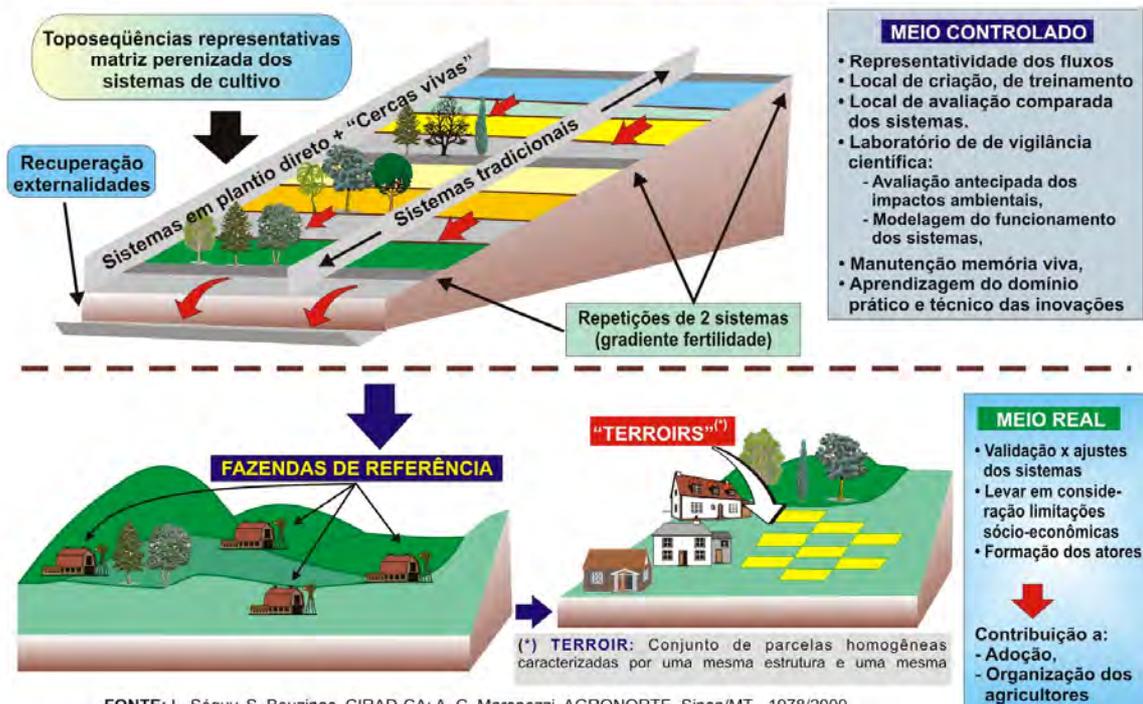
FIG. 96

ESCALAS DE INTERVENÇÃO E FUNÇÕES DA PESQUISA - AÇÃO, ADAPTATIVA DOS SCV

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA - 1978/2000



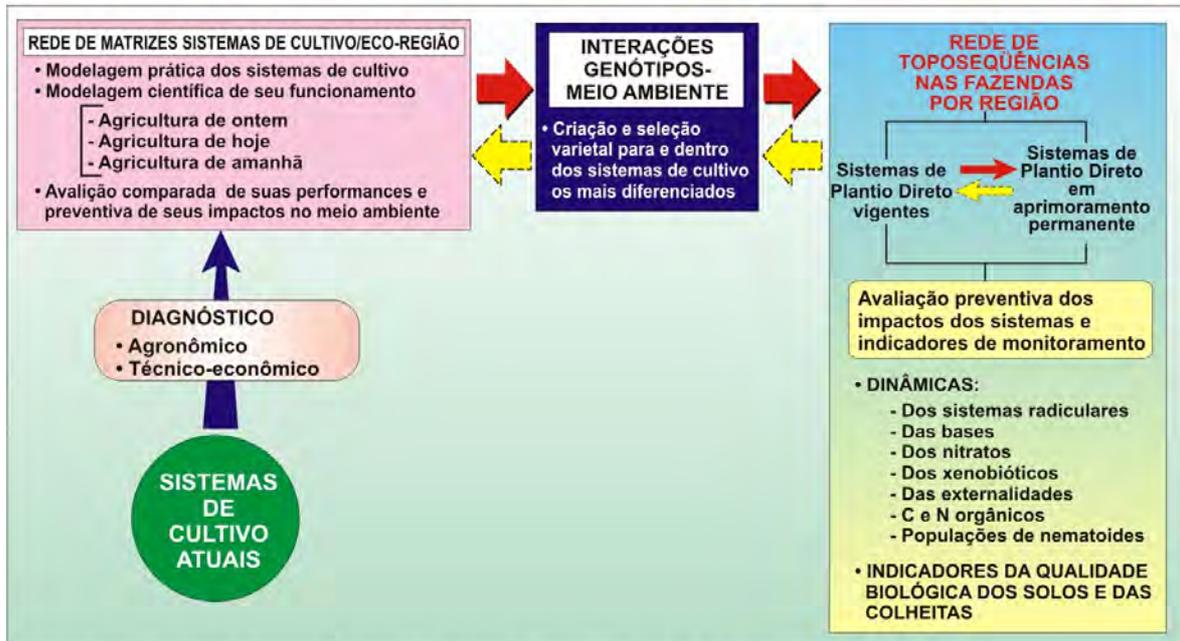
FIG. 97 ENFOQUE DA PESQUISA-AÇÃO, PARA, COM E NAS PROPRIEDADES DOS AGRICULTORES - NÍVEIS DE ESCALAS E FUNÇÕES -



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

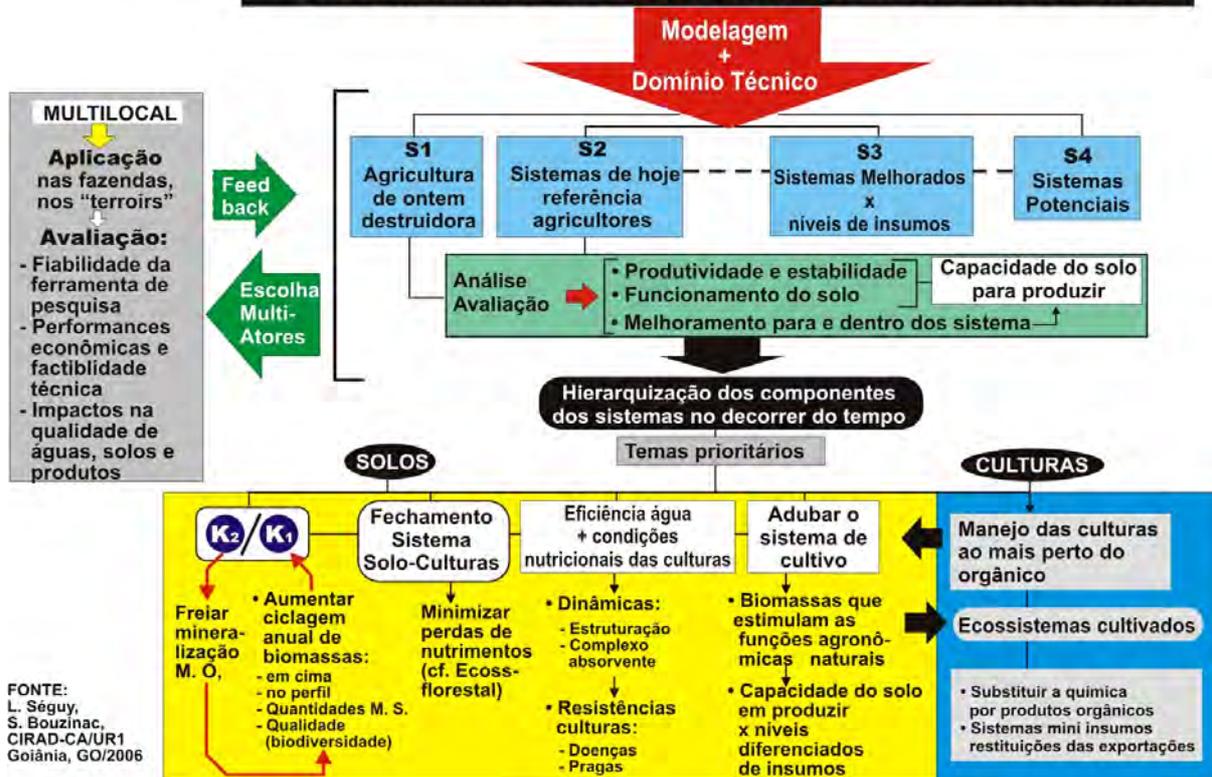
FIG. 98

METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO PARA E COM OS AGRICULTORES, NAS SUAS PROPRIEDADES



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, E. Scopel, J. M. Douzet, J. L. Belot, J. Martin, M. Corbeels, CIRAD-CA

FIG. 99 **MATRIZ DOS SISTEMAS DE CULTIVO MUITO CONTRASTADOS COM FORTE IMPACTO, PODER TRANSFORMADOR DO PERFIL CULTURAL**



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/UR1 Goiânia, GO/2006

FIG. 100

PROGRESSO DAS PERFORMANÇAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA PERMANENTE DO SOLO¹ (PDCP)
 Ecologia dos latossolos dos cerrados e florestas da Zona Tropical Úmida (ZTU)

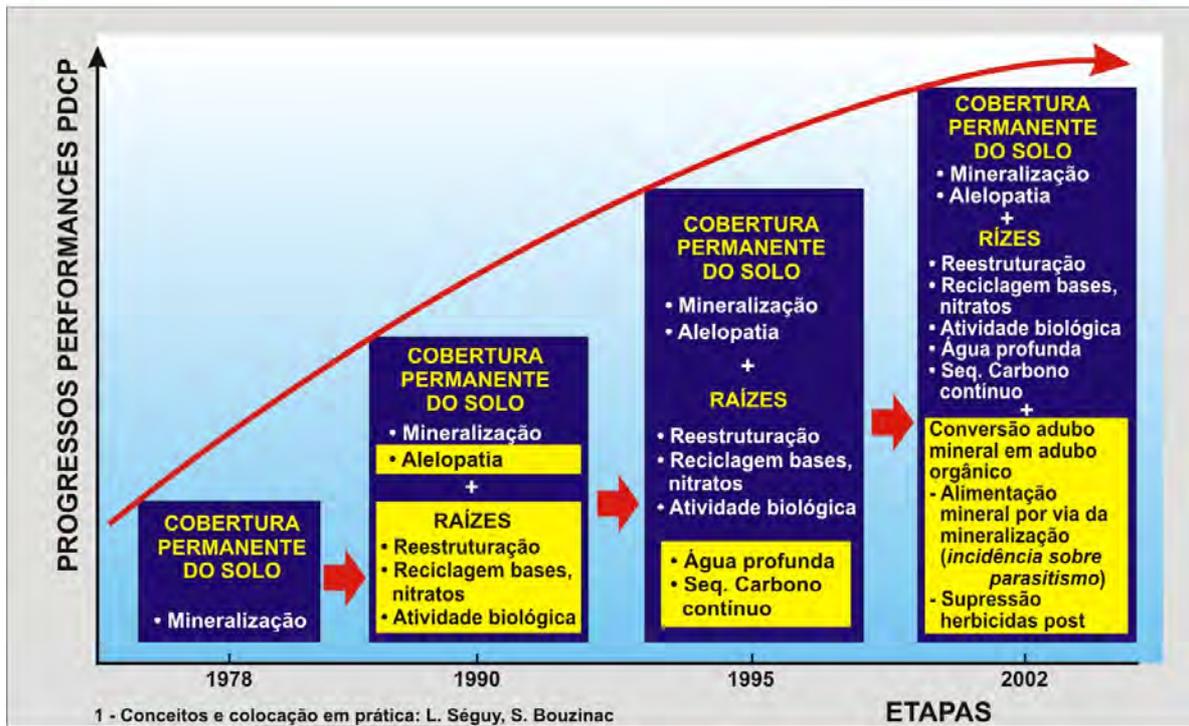


FIG.101

EVOLUÇÃO DAS PERFORMANÇAS AGRONÔMICAS DAS BIOMASSAS DA COBERTURA DO SOLO, "BOMBAS BIOLÓGICAS", NOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PD, DE PRODUÇÃO DE GRÃOS E INTEGRANDO AGRICULTURA E PECUÁRIA



FIG. 102

CONSTRUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL PERMANENTE (PD) - Etapas e progressos em 20 anos, na zona tropical úmida (ZTU)

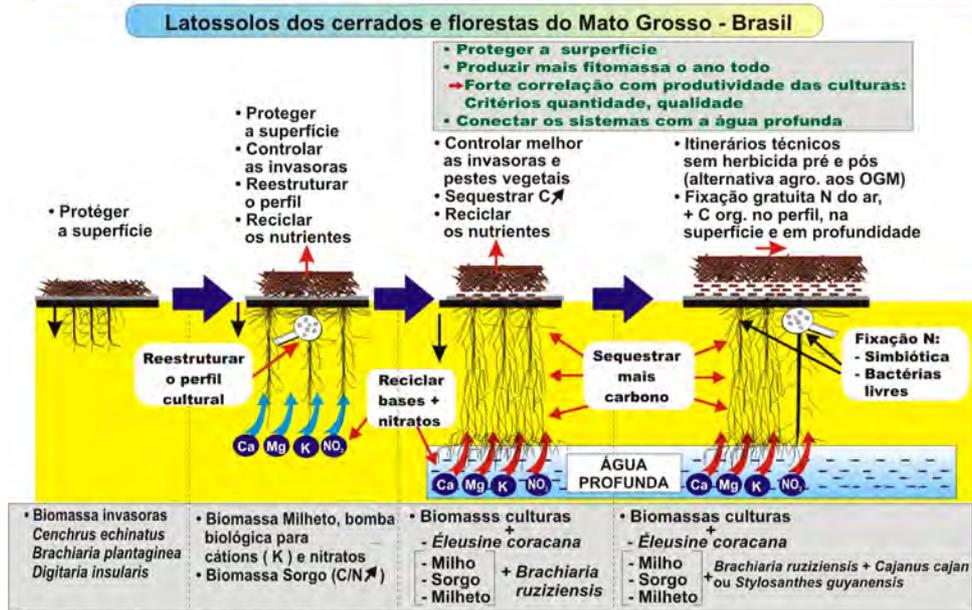
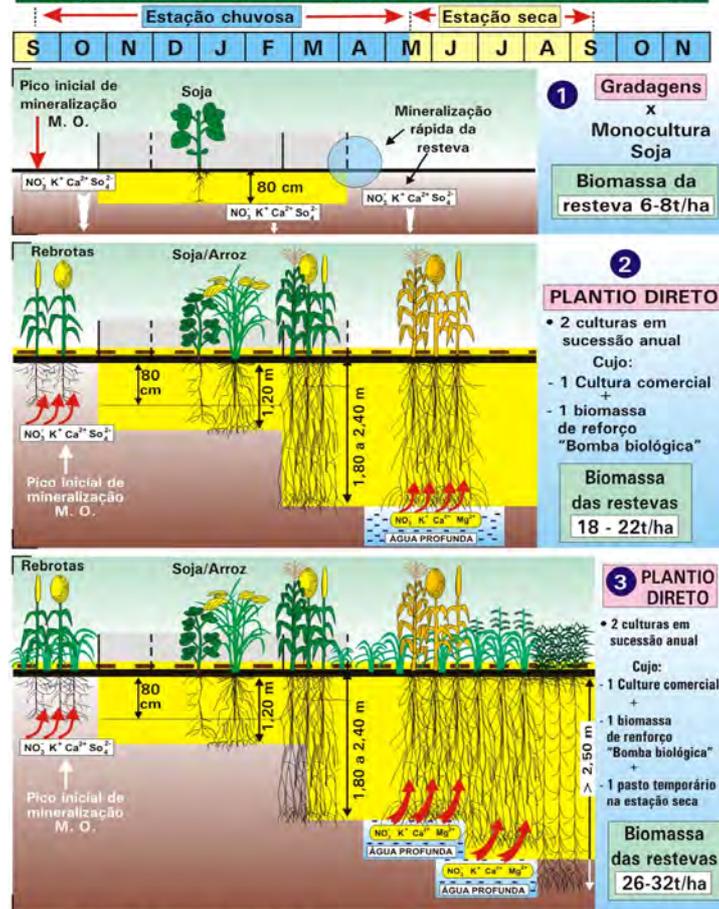


FIG. 103

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



• Diversos conceitos sucessivos foram formulados para assegurar a progressão das performances dos sistemas, e em seguida postos em prática nos sistemas SCV que são facilmente reproduzidos, sustentáveis e de fácil apropriação:

▪ **O conceito do funcionamento do ecossistema florestal** como fonte permanente de norteamto, e os sistemas de funcionamento do solo: “aberto” e “fechado” (*Fig. 104 a 106*);

▪ **O primeiro conceito, de "Bomba Biológica"** reúne as primeiras grandes funções biológicas que deviam exercer as biomassas de cobertura para substituir o preparo do solo, é apresentado na *Fig. 107*;

▪ **O segundo conceito, de «mantenedor de fertilidade»** que assegurou, com êxito, a transição "Preparo do solo – Plantio Direto SCV sobre cobertura vegetal", e parou a erosão, no final dos anos 1980 com as biomassas de milhetos e sorgos africanos (*Lucas do Rio Verde*), é apresentado na *Fig. 108*;

▪ **O terceiro conceito de "multifuncionalidade das coberturas vegetais"**, abrindo o caminho para a consorciação de varias espécies compondo essas coberturas para ampliar sua capacidade em melhorar gratuita e **naturalmente** algumas funções essenciais benéficas para a produção de grãos em solo sustentável (*Fig. 109*). Essas grandes funções complementares das coberturas vegetais foram gradativamente definidas, assim como o material vegetal (*Husson O. et al., 2006 ; Séguy L. e al., 2001,a ; 2004,a ; 2004,b*) adaptado para responder a estas foram identificados logo no final dos anos 90 (*Fig. 110 a 125*).

▪ **O quarto conceito : Os SCV : um modelo de funcionamento “autolimpador” ?**

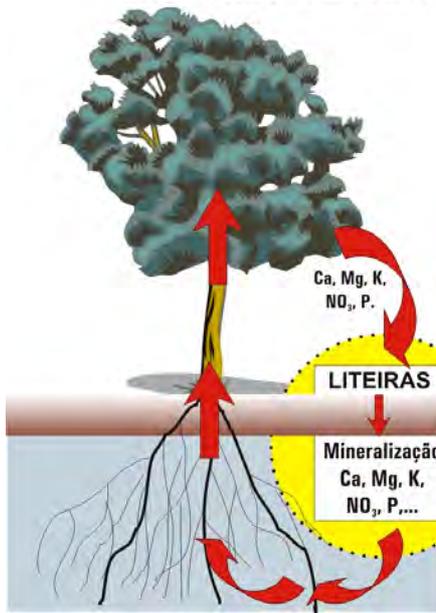
Neste, são definidos os 4 compartimentos preferenciais no sistema Atmosfera – Culturas – Solos para acompanhar e explicar o futuro dos pesticidas, nitratos, xenobióticos em geral (*poder de biorremediação, dinâmica do nitrogênio*) (*Fig. 126*).

▪ **O quinto conceito :** fertilizar de preferência o sistema de cultivo em vez das culturas individualmente nos SCV, ou como amplificar a produção dos “inputs” carbonados anuais fertilizando as biomassas de cobertura mais eficazes do que as culturas para transformar o adubo mineral em Matéria Orgânica (*Fig. 127 e 128*).

▪ **O sexto conceito : os SCV são uma resposta técnica alternativa aos OGM RR**, para uma gestão mais ecológica dos sistemas, com mínimo de herbicidas, até sem herbicida (*coberturas mais eficientes em SCV controladas mecanicamente por rolo faca antes do Plantio Direto*) (*Fig. 129*).

▪ **O sétimo conceito :** após o domínio da gestão organo-biológica dos solos (*cenários SCV diversificados de desenvolvimento*), o domínio das culturas : águas, solos e produções devem ser limpos, isentos de produtos agrotóxicos – **estratégias de produção que resultam sempre "no mais próximo do biológico"** (*Fig. 130*).

FIG. 104
A FLORESTA AMAZÔNICA



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRA-CA, 1996

Um modelo de funcionamento a ser reproduzido para a agricultura

- No sistema SOLO-PLANTA, uma grande fração dos fertilizantes é reciclado entre Matéria Orgânica viva e morta, sem muitas trocas com o solo mineral
- Grandes quantias de fertilizantes estão assim RETIDAS no sistema.
- Forte atividade biológica.

Ecosistema produtivo e estável até em solo pobre

UMA BOMBA RECICLADORA EM FUNCIONAMENTO CONTÍNUO

Fortes capacidades de interceptação de reciclagem e de restauração da fertilidade.

FIG. 105

FUNCIONAMENTO DO PERFIL CULTURAL, SOB PREPARO PROFUNDO DO SOLO, NOS LATOSSOLOS DOS TRÓPICOS ÚMIDOS.

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac - Mato Grosso - Brasil

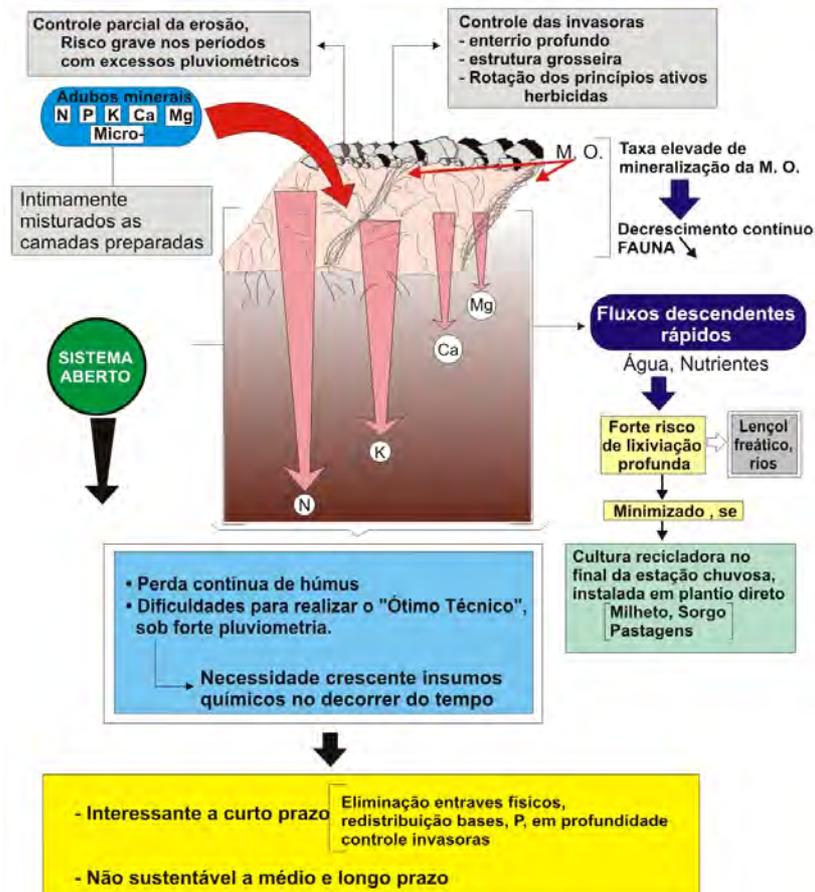


FIG. 106

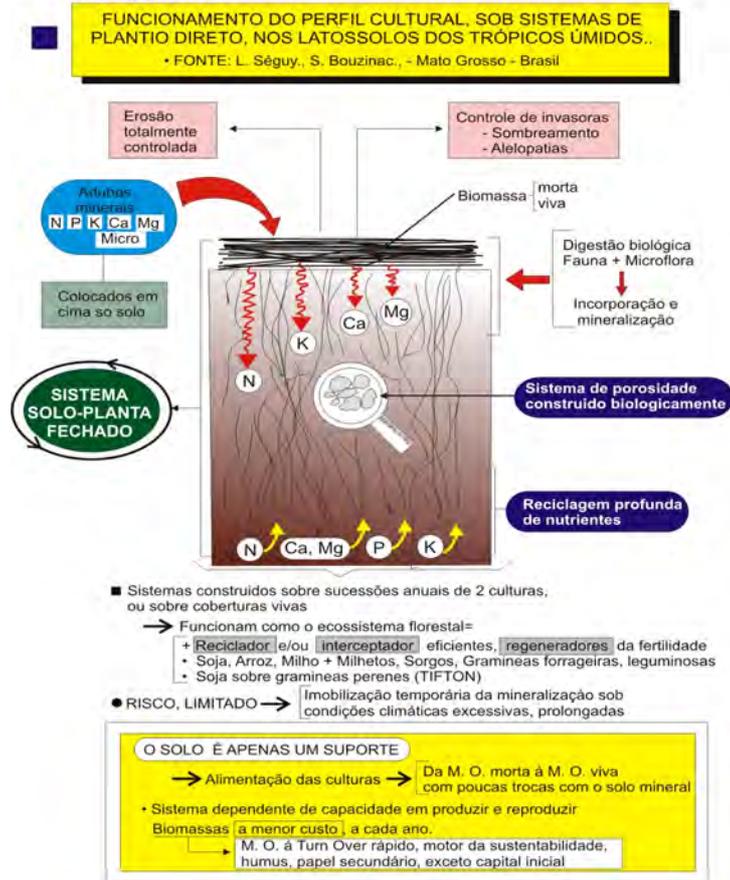


FIG. 107

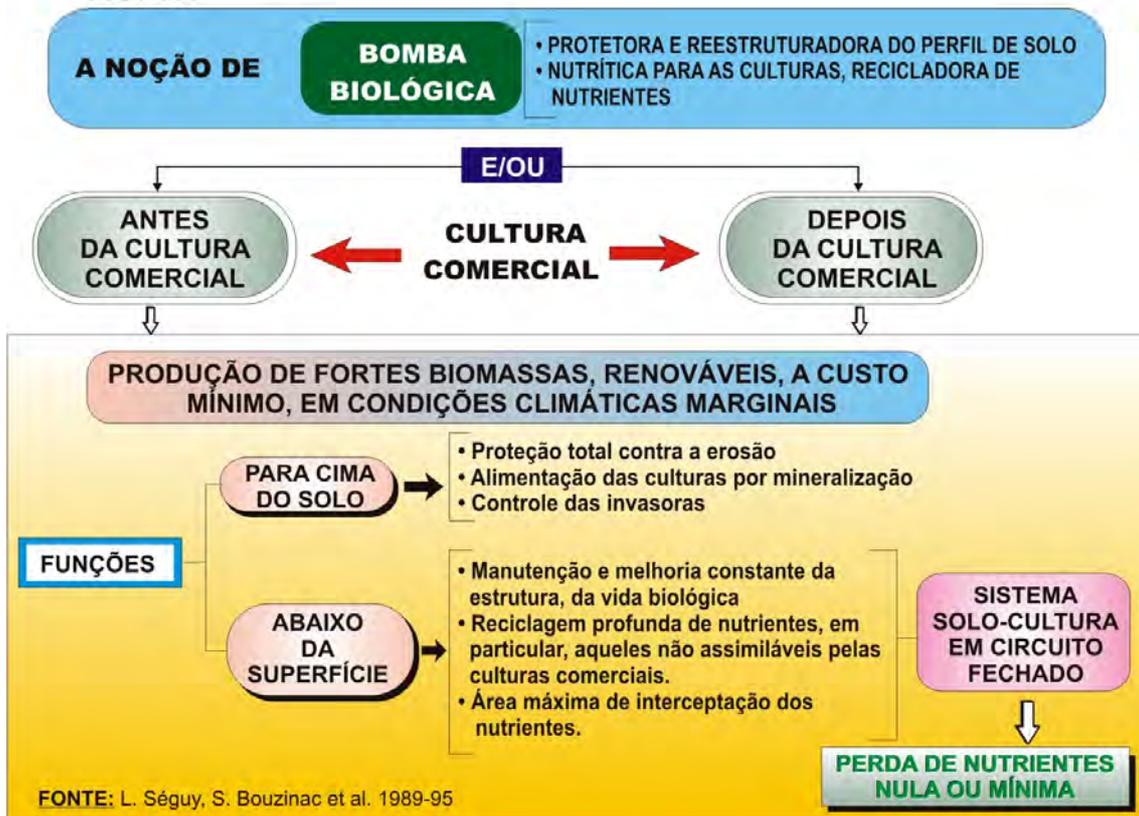
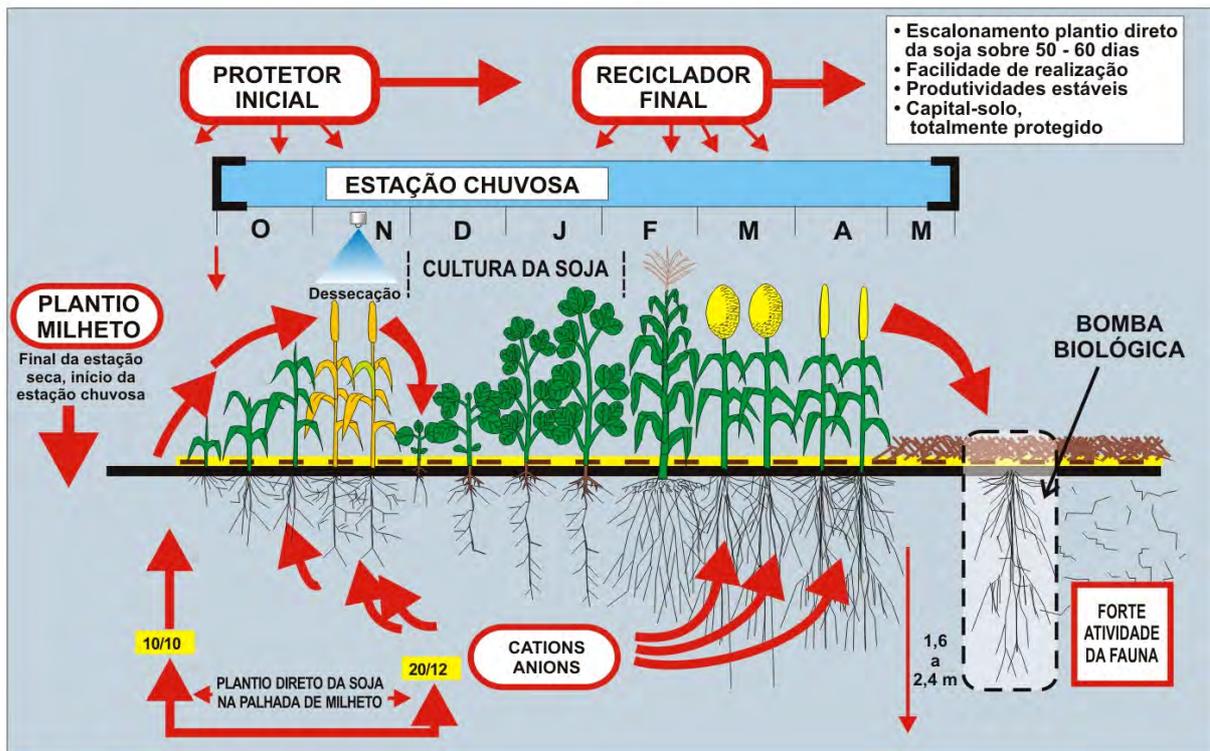


FIG. 108

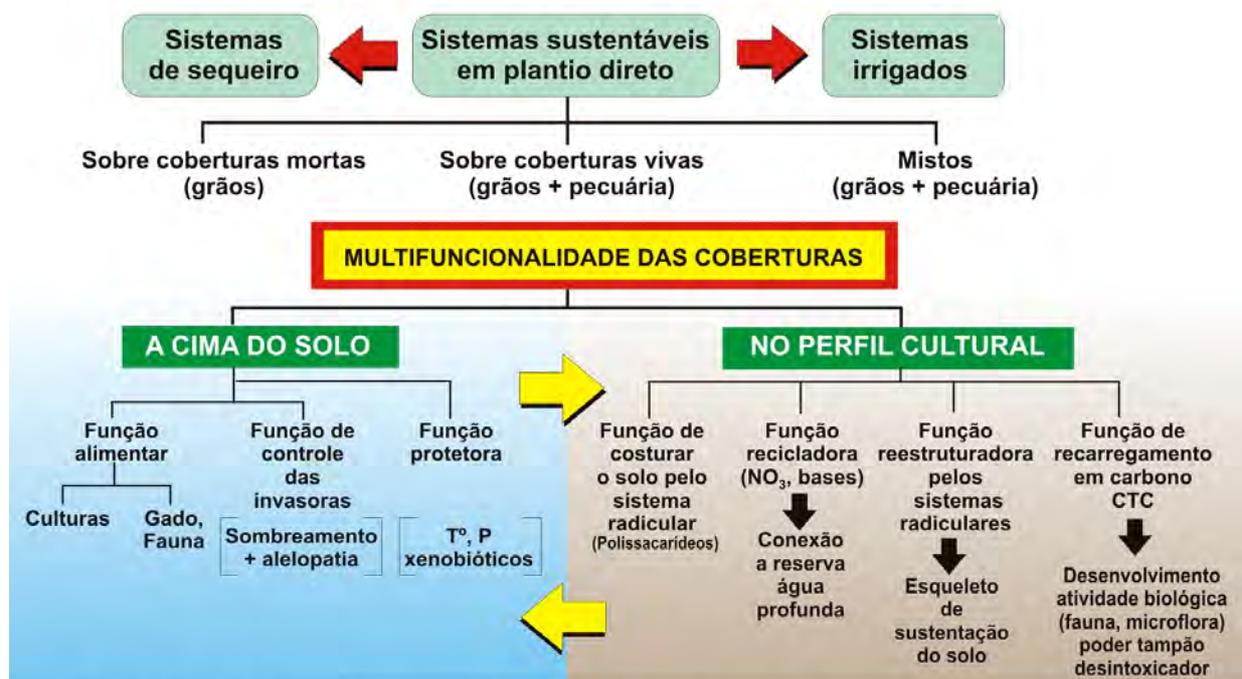
"SISTEMA MANTENEDOR DA FERTILIDADE" NA CULTURA DA SOJA
O INÍCIO DO PLANTIO DIRETO - 1987



L. Séguéy, S. Bouzinac - MT/1993

FIG. 109

O CONCEITO DE MULTIFUNCIONALIDADE DAS BIOMASSAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO



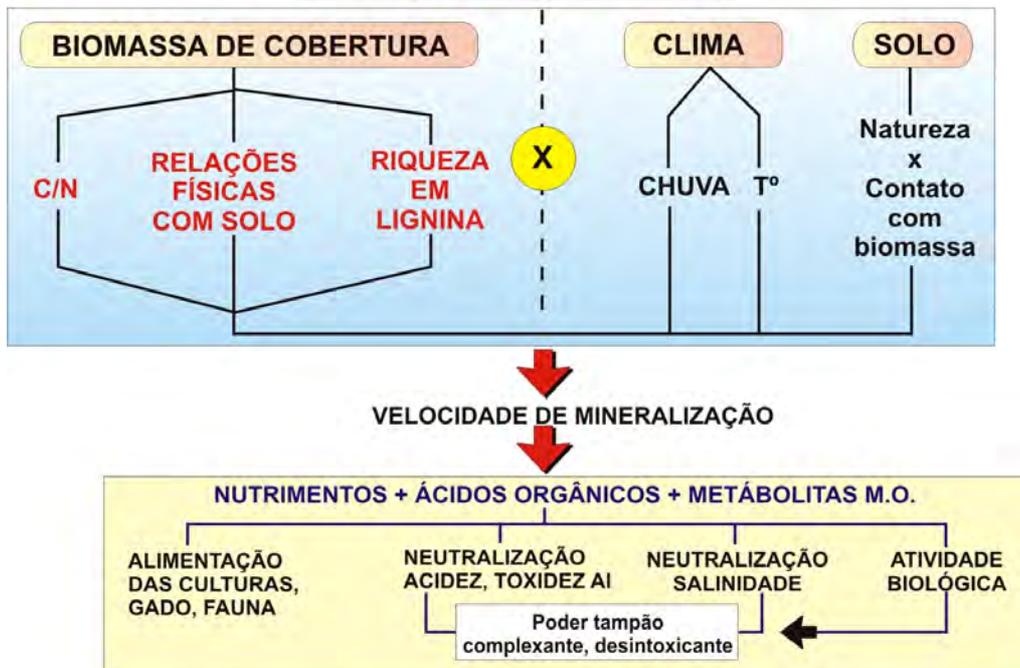
FONTE: L. Séguéy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

FIG. 110

A FUNÇÃO ALIMENTAR DEPENDE:

- ➔ Em primeiro lugar, da capacidade da planta de cobertura de produzir uma fortíssima biomassa instantânea, em condições climáticas aleatórias
 - [*Início e final da estação chuvosa a biomassa substitue o preparo do solo*]
- ➔ Em seguida, da velocidade de mineralização da cobertura nas condições pedoclimáticas locais-
A velocidade de mineralização é regulada por:
 - O teor de lignina
 - O teor em C
 - A relação C/N
 - A atividade biológica
- ➔ Da dinâmica dos ions, fortemente influenciada pela natureza das coberturas (*Ácidos orgânicos* → Poder neutralizador da acidez, detoxificador, migrações dos sais, em particular os de NO_3 , K, Ca, Mg)

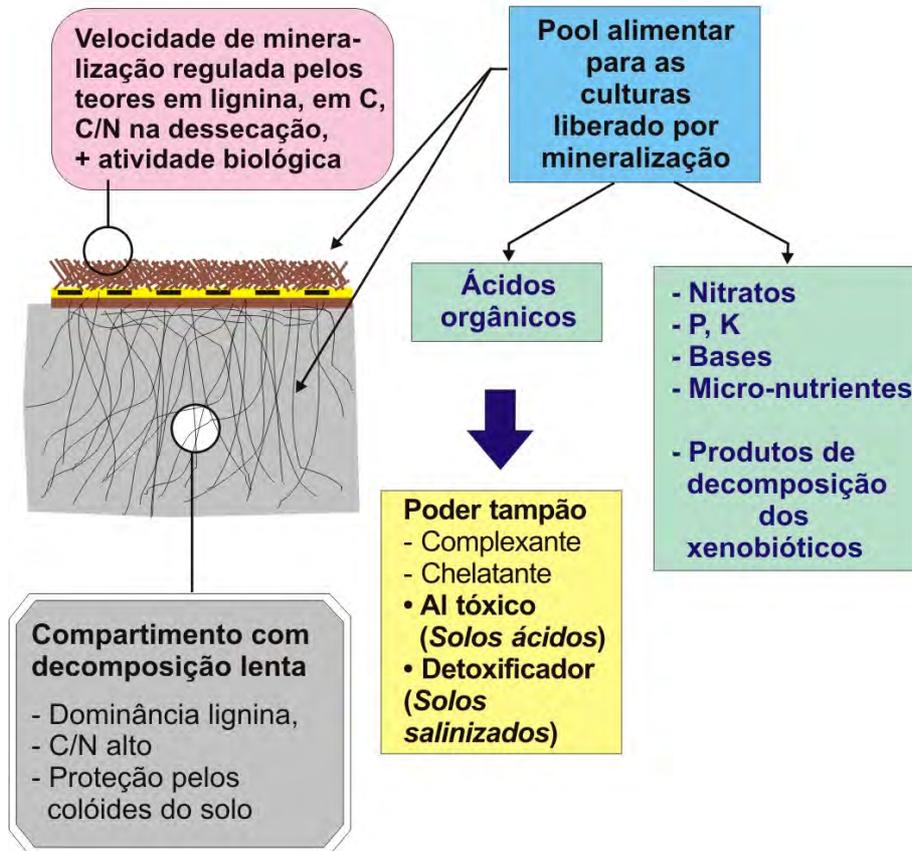
FIG. 111 **FUNÇÃO ALIMENTAR**



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

FIG. 112

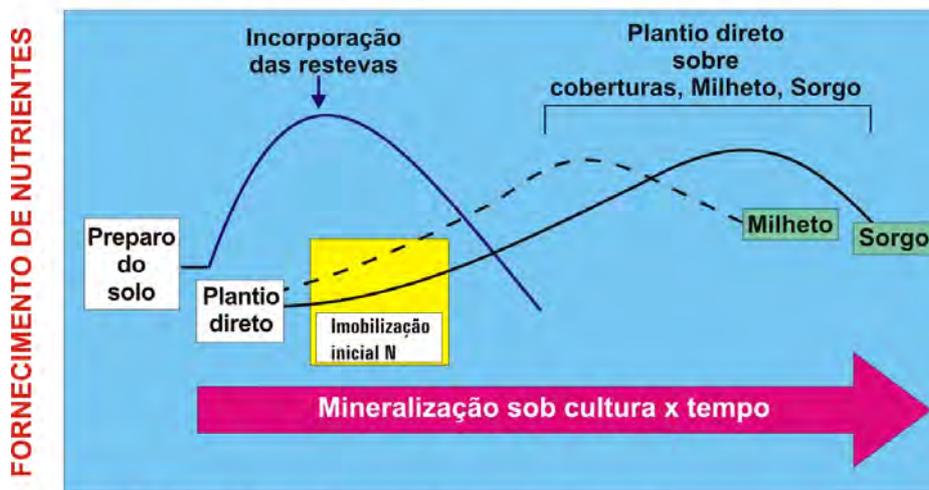
FUNÇÕES ALIMENTARES, COMPLEXANTES DAS BOMBAS BIOLÓGICAS - (Caso das gramíneas)



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC, Goiânia, GO - 1998

FIG. 113

FUNÇÃO ALIMENTAR (Tendências) DAS MATÉRIAS ORGÂNICAS COM TURN OVER RÁPIDO, EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DO SOLO



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA -GEC - Goiânia - GO, 1999

FIG. 114

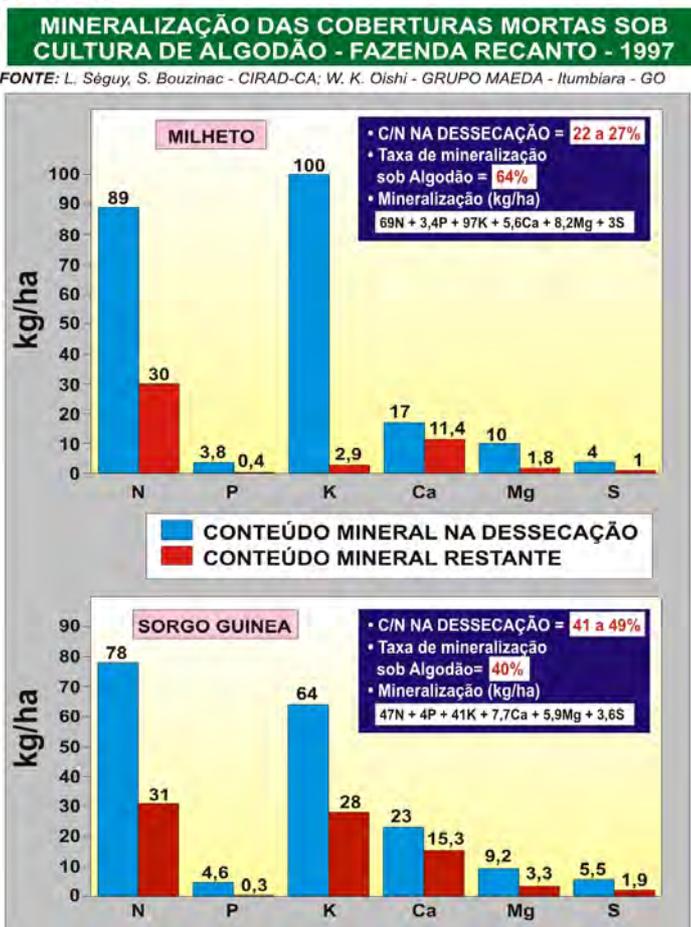


FIG. 115

FUNÇÕES = ALIMENTAR, NEUTRALIZAÇÃO DA ACIDEZ

	Velocidade de decomposição após dessecação	Imobilização N no início do ciclo ²	Neutralização da acidez	Valor forrageira
Milheto ⁽¹⁾	Rápida	Fraca (C/N = 22 a 27) (10-15N/ha localizados no plantio)	-	Bom (pastoreio, silagem)
Sorgos ⁽¹⁾	Lenta	Forte (C/N = 41 a 49) (30N/ha localizados no plantio)	-	Bom (pastoreio após 40 dias, silagem)
<i>Eleusine C.</i> ⁽¹⁾	Média	Média (C/N = 35) (15-20N/ha localizados no plantio)	-	excelente (pastoreio, feno)
Milho, Milheto, Sorgos + <i>Brachiaria R.</i> <i>Stylosanthes G.</i>	Média	Média (C/N = 37) (15-20N/ha localizados no plantio)	Forte	excelente (pastoreio)
<i>Cynodon D. Tifton 85</i>	Lenta	Média (20-25N/ha Localizados no plantio)	-	excelente (pastoreio, feno)
<i>Arachis P. Amarillo</i>	Rápida	Baixíssima -	Forte	excelente (pastoreio)

(1) Milhetos, Sorgos, *Eleusine C.*, de alimentação humana. Farinhas com alto valor nutritivo, sem taninos, ricas em proteínas (11 a 14%)
 • Milhetos CIRAD, Índicos } Sementes disponíveis { GRUPO MAEDA - Ituverava - SP
 • Sorgos Africanos, CIRAD } AGRONORTE - Sorriso, MT
 EMGOPA - Goiânia, GO

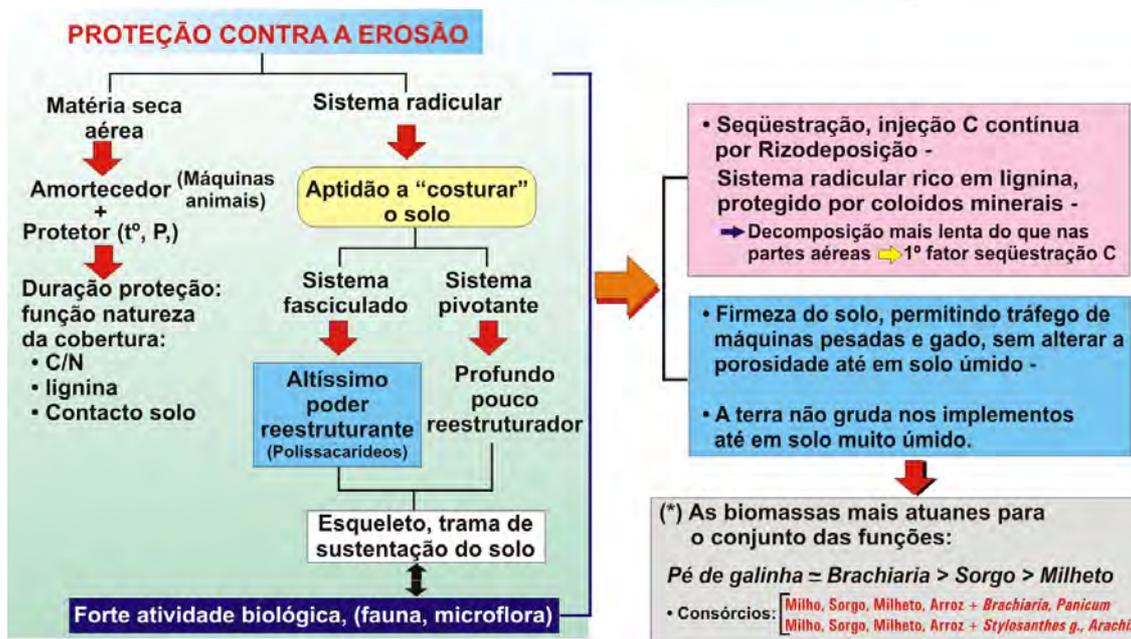
((2) Recomendação fertilização de N no plantio direto de Cereais e Algodão

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC; Agronorte, 1998

FIG. 116

FUNÇÕES:

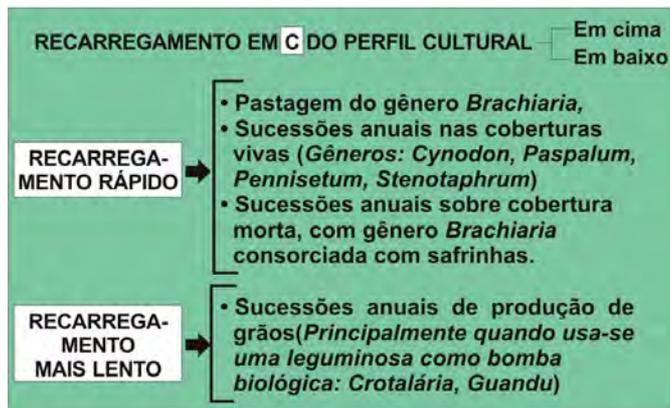
- PROTEÇÃO CONTRA A EROSÃO
- PODER REESTRUTURANTE
- RECARREGAMENTO DO CARBONO



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

FIG. 117

CARBONO, CEC, V%, PROPRIEDADES FÍSICAS E HIDRODINÂMICAS DO PERFIL CULTURAL EM PLANTIO DIRETO



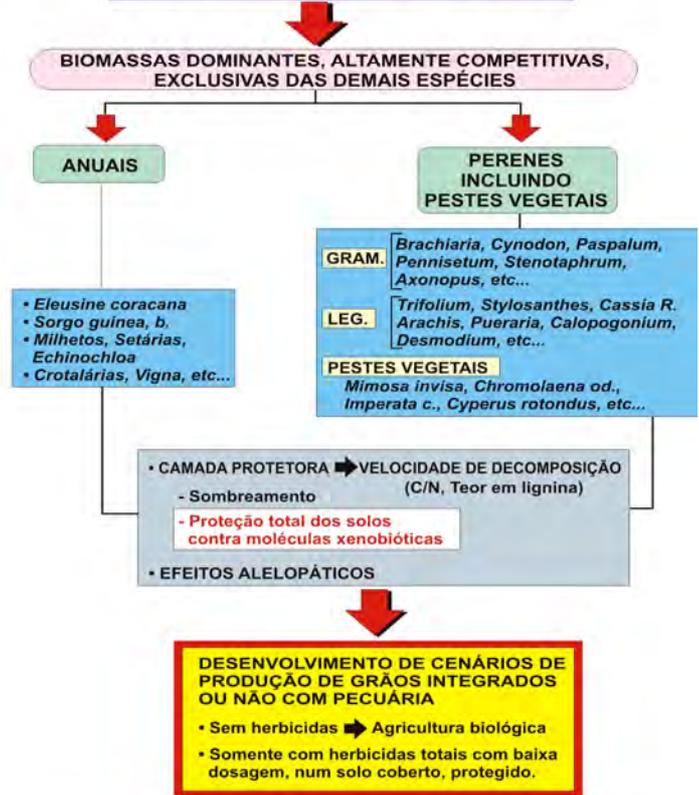
- CEC AUMENTA, ASSIM COMO A CAPACIDADE DE RETENÇÃO DOS CATIONS (Bases).
- ATIVIDADE BIOLÓGICA CRESCE (Ativação dos ciclos biológicos, decomposição xenobióticos)
- PROPRIEDADES HIDRODINÂMICAS DOS SOLOS MELHORAM
 - Firmeza do solo (Trânsito de máquinas → Capacidade)
 - Espaço poral → Enxugamento muito rápido, alta capacidade de retenção de água.

FIG. 118

FUNÇÃO = CONTROLE DAS INVASORAS

- **MECANISMOS ATUANDO**
 - Alelopatia
 - Sombreamento
 - Duração da cobertura e capacidade de rebrotação
- **OBJETIVOS**
 - Redução máxima do uso dos herbicidas, do custo - (*moléculas menos poluentes para o recurso-solo*)
 - Responder ao fogo acidental (*capacidades de rebrotação e de dominância das invasoras*)
 - Controle das pestes vegetais
 - + *Cyperus rotundus* (*solos tropicais ricos em M. O.*)
 - + *Striga* (*solos tropicais erodidos, pobres em M. O.*)
- **FACTIBILIDADE TÉCNICA** → **Nos sistemas de plantio direto (evolutivo)**
 - As sucessões anuais de produção de grãos = 1 cultura comercial + Safrinha,
 - As sucessões anuais de grãos = 1 cultura comercial + safrinha associada com *Brachiaria R.*,
 - As sucessões anuais sobre tapete vivo = 1 cultura comercial + pastagem (ou adubo verde) em sucessão -

FIG. 119 **FUNÇÃO: CONTROLE DAS INVASORAS**



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

FIG. 120

FUNÇÃO = CONTROLE DAS INVASORAS ANUAIS E PERENES

	Capacidade de controle dicotiledôneas	Capacidade de controle gramíneas	Capacidade de controle das pestes vegetais (<i>Cyperus rotundus</i>)	Poder de infestação da cultura pela cobertura após dessecação	Dessecação da cobertura antes do plantio	Necessidade de herbicida na cultura
Milheto ⁽¹⁾	Média	Média	Baixa	Médio (grãos)	Fácil Roundup + 2.4D	Média a alta
Sorgos ⁽¹⁾	Elevada	Muito elevada	Muito elevada	Forte (grãos + rebrotas)	Fácil Roundup	Baixa ⁽²⁾ a baixíssima
<i>Eleusine C.</i> ⁽¹⁾	Elevada	Elevada	-	Forte (grãos)	Fácil Roundup + 2.4D	Média
Milho, Milhetos, Sorgos + <i>Brachiaria R.</i> <i>Stylosanthes G.</i>	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada	Baixíssimo até nulo	Fácil Roundup	Baixa ⁽²⁾ a nula
<i>Cynodon D.</i> <i>Tifton 85</i>	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada	Fortíssimo	Fácil Paraquat sequencial	Baixa
<i>Arachis P.</i> <i>Amarillo</i>	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada	Fortíssimo	Fácil Diquat sequencial	Baixa

(1) Milhetos, Sorgos, *Eleusine C.*, de alimentação humana. Farinhas com alto valor nutritivo, sem taninos, ricas em proteínas (11 a 14%)
 • Milhetos CIRAD, Índicos } Sementes disponíveis GRUPO MAEDA - Ituverava - SP
 • Sorgos Africanos, CIRAD } AGRONORTE - Sorriso, MT
 EMGOPA - Goiânia, GO

(2) As culturas implantadas nas coberturas mortas de Sorgo, e nos Milheto e Sorgo consorciados com *Brachiaria R.*, se beneficiam de uma gestão fácil das invasoras, e pouco onerosa (Soja, Algodão)

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC; Agronorte, 1998

FIG. 121

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 ⁽¹⁾ sobre cobertura restante de Sorgo G.	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.

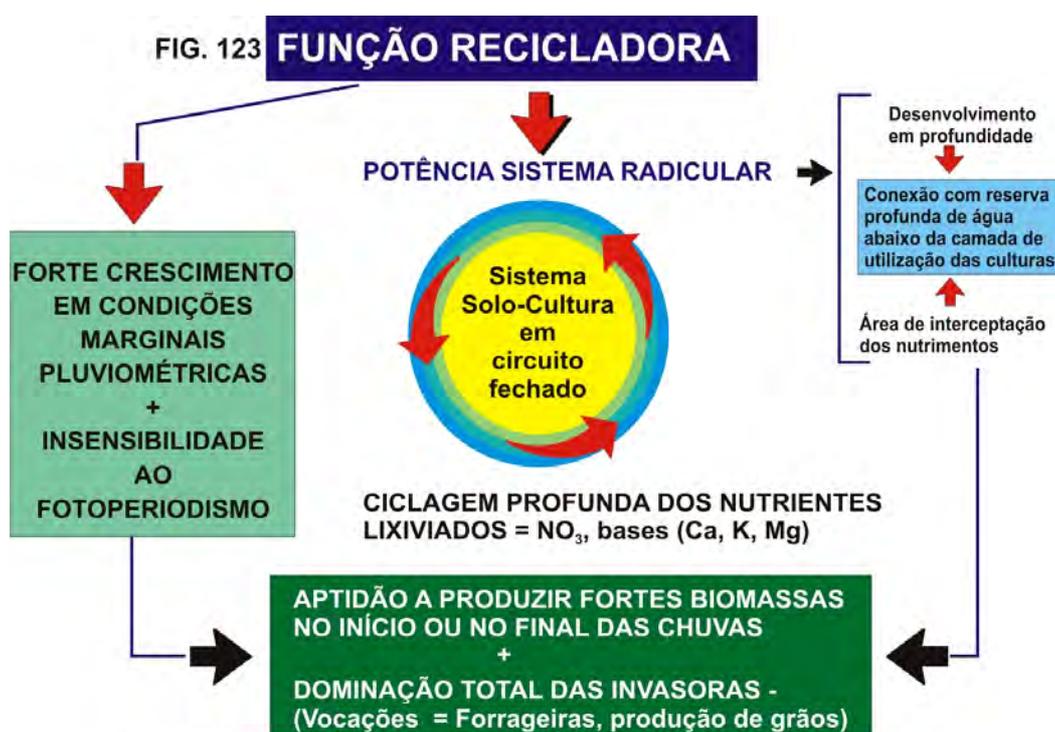
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac CIRAD CA - GEC; Grupo Maeda - SP, 1998

FIG. 122

FUNÇÃO RECICLADORA

➔ **FUNIONAMENTO:** Sistema solo-Planta em circuito fechado ➔ perdas mínimas de nutrientes:

- Necessidade de uma forte capacidade recicladora das plantas de cobertura: Reciclagem anual dos ions lixiviados em profundidade (*Potência do sistema radicular: em área de interceptação, em profundidade, capacidade a mobilizar os nutrientes considerados como não-assimiláveis pelas culturas comerciais*)
 - Capacidade de sequestração do carbono e recarregamento do perfil cultural —
 - Em cima
 - Em baixo
- Impactos na CTC (*natureza, evolução*), V%, propriedades físicas e hidrodinâmicas do solo, atividade biológica -



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

FIG. 124 FUNÇÃO RECICLADORA DAS RAÍZES

	Velocidade de enraizamento	Biomassa radicular (90 dias)	poder reestruturador	Recarregamento em carbono do perfil cultural
Milheto ⁽¹⁾	Rápida 2,0-3,0 cm/dia	Média (C/N = 41)	médio	Médio (90 dias)
Sorgos ⁽¹⁾	Rápida 2,0-3,0 cm/dia	Elevada (C/N = 60)	Alto	Forte (90-110 dias)
<i>Eleusine C.</i> ⁽¹⁾	muito rápida 3,0-5,0 cm/dia	Muito elevada (C/N = 51)	Altíssimo	Forte (90-100 dias)
Milho, Milhetos, Sorgos + <i>Brachiaria R.</i> <i>Stylosanthes G.</i>	Rápida	Muito elevada ⁽²⁾ (Atividade radicular contínua do <i>Brachiaria R.</i>) (C/N = 35-38)	Altíssimo	Forte (90-100 dias) a fortíssimo (150-210 dias)
<i>Cynodon D. Tifton 85</i>	Rápida	Muito elevada (Rizomas + Estolões)	Altíssimo	Forte (contínuo)
<i>Arachis P. Amarillo</i>	Rápida	Média (Estolões)	Médio	Médio (contínuo)

(1) Milhetos, Sorgos, *Eleusine C.*, de alimentação humana. Farinhas com alto valor nutritivo, sem taninos, ricas em proteínas (11 a 14%)
 • Milhetos CIRAD, Índicos
 • Sorgos Africanos, CIRAD
 • Sementes disponíveis { GRUPO MAEDA - Ituverava -SP
 AGRONORTE - Sorriso, MT
 EMGOPA - Goiânia, GO

(2) Mais rico em nitrogênio - (1,3 a 1,5% N)

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC; Agronorte,1998

FIG. 125

CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO, PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

	Condições de instalação	Modo de plantio (kg/ha)	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA ⁽²⁾			Possibilidade de rebrotação, após a estação seca, dentro da cultura no início das chuvas
			Início das chuvas Palhas (após 45-60 dias) (t/ha)	Final das chuvas		
			Palhas (t/ha)	Grãos (kg/ha)		
Milheto ⁽¹⁾	Muito fácil	• PD(7-10) • Lanço(20)	4 - 6	PP = 4 - 6 PT = 3 - 4	1300 - 2100 800 - 1500	Forte (pelo grãos)
Sorgos ⁽¹⁾	Muito fácil	• PD(7-10) • Lanço(20)	4 - 6	PP = 6 - 10 PT = 4,5 - 6	1500 - 4000 700 - 1500	Forte (rebrota + grãos)
<i>Eleusine C.</i> ⁽¹⁾	Muito fácil	• PD(2 - 3) • Lanço(5-7)	3 - 5 (estimado)	PP = 4,5-5,5 ⁽³⁾ PT = 3 - 4	1800 - 2200 1000 - 1300	Forte (pelos grãos)
Milho, Milhetos, Sorgos + <i>Brachiaria R.</i> <i>Stylosanthes G.</i>	Muito fácil	• PD(7 - 10) + <i>Brachiaria R.</i> (6 - 10)	Rebrota <i>Brachiaria</i> total > 10	PP = 7 a > 10t PT = 6 a 8t	1300 - 2000 400 - 1200	<i>Brachiaria</i> fica verde na estação seca. Rebrota rápida após fogo acidental, pastoreio
<i>Cynodon D. Tifton 85</i>	Difícil onerosa	Mudas	Estimativa final estação seca > 8t/ha			• Biomassas verdes na estação seca
<i>Arachis P. Amarillo</i>	Difícil onerosa	Sementes mudas	Estimativa final estação seca > 8t/ha			• Rebrota rápida, após fogo acidental, pastoreio

PD = Plantio direto, PP = Plantio Precoce, PT = Plantio Tardio

(1) Milhetos, Sorgos, *Eleusine C.*, de alimentação humana. Farinhas com alto valor nutritivo, sem taninos, ricas em proteínas (11 a 14%)
 • Milhetos CIRAD, Índicos
 • Sorgos Africanos, CIRAD
 • Sementes disponíveis { GRUPO MAEDA - Ituverava -SP
 AGRONORTE - Sorriso, MT
 EMGOPA - Goiânia, GO

(2) Em função do nível de adubação e dos cultivares

(3) As palhas de *Eleusine* são muito ricas em K (2,9%), Ca (1,2%), Mg (0,34%), S (0,16%)
 As de *Milheto*, são ricas em K (2,6%)

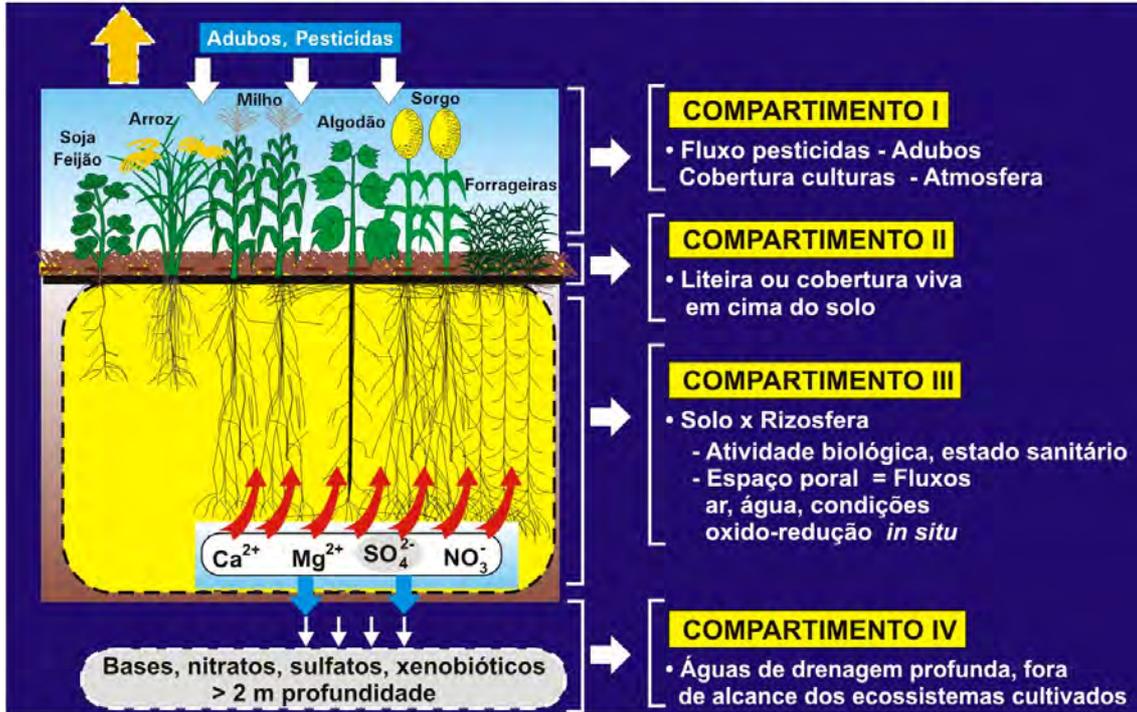
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC; Agronorte,1998

FIG. 126

QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO, DOS ALIMENTOS, DAS ÁGUAS NOS SCV

• Modelo Científico Conceitual

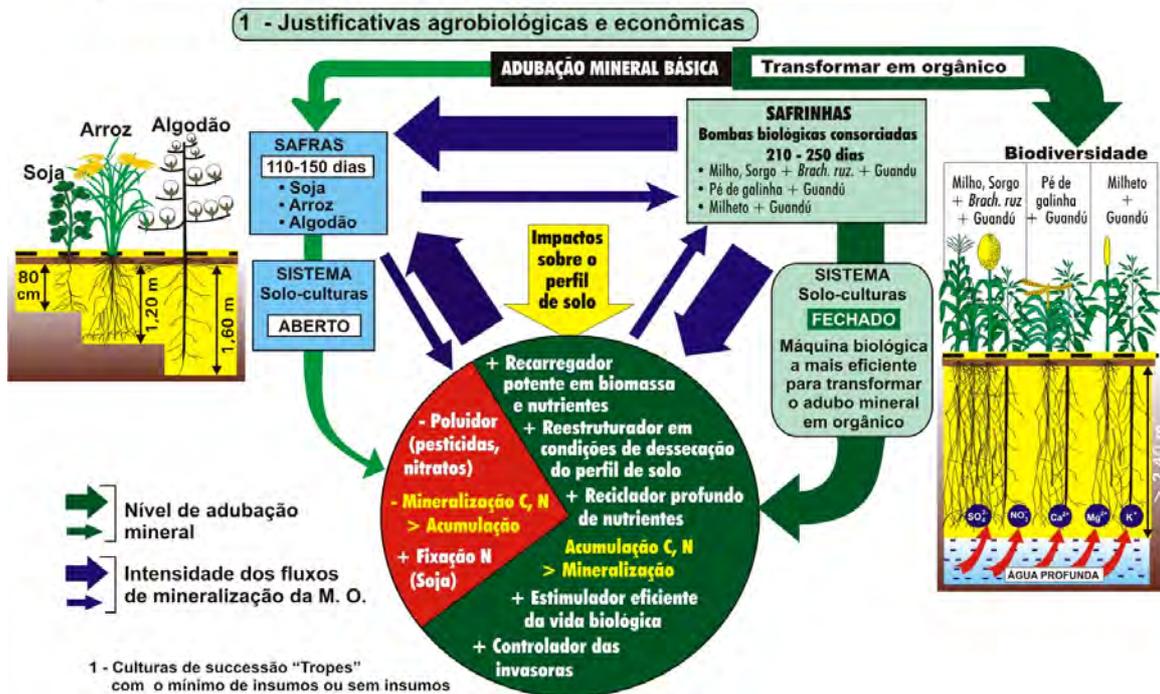
UM MODELO DE FUNCIONAMENTO AUTOLIMPADOR?



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac et al., UPR1, Gestão ecossistemas cultivados

FIG. 127

COMO ADUBAR OS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO Sobre cobertura vegetal permanente do solo

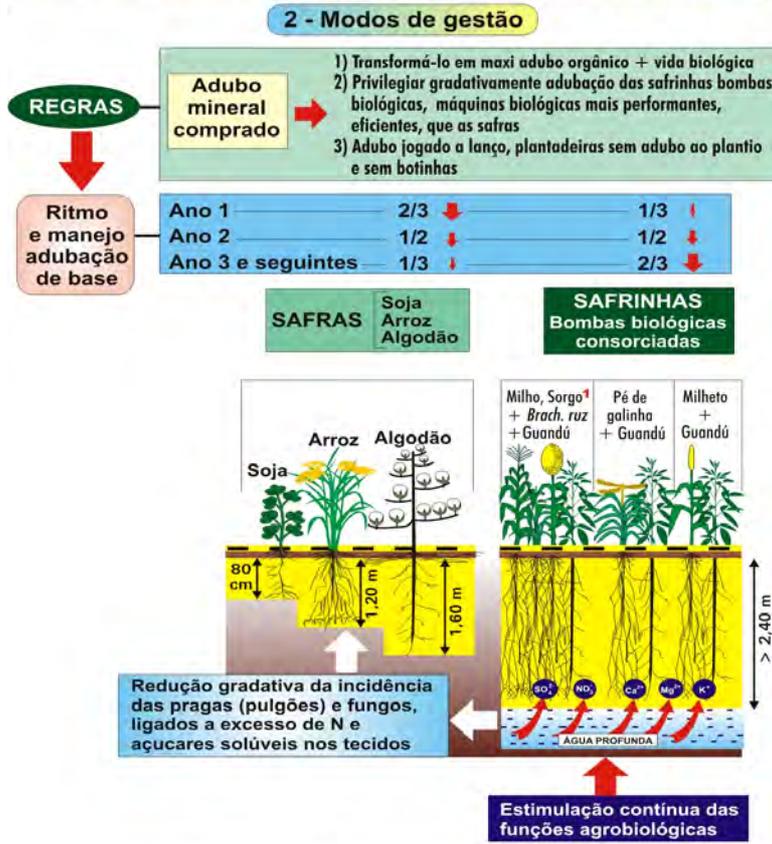


1 - Culturas de sucessão "Tropes" com o mínimo de insumos ou sem insumos

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC - COODETEC; FAZENDA MOURÃO, GRUPO MAEDA; Goiânia-GO - 2003

FIG. 128

COMO ADUBAR OS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL PERMANENTE DO SOLO

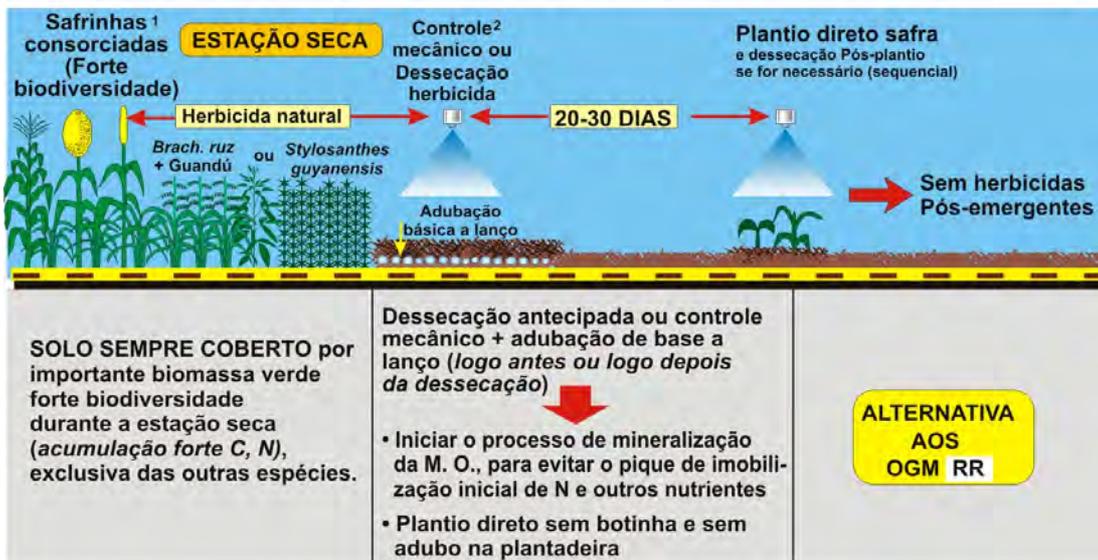


1 - Sorgo branco sem tanino com alto teor de proteínas (12-15%)

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; GROUPE MAEDA; FAZENDA MOURÃO; COODETEC - Goiânia-GO, 2003

FIG. 129

GESTÃO HERBICIDA NOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURA VEGETAL PERMANENTE DO SOLO (SCV)



1- Cultura de sucessão com baixo nível de insumos ou sem insumos 2 - Rolo picador ou para plow

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; COODETEC; FAZENDA MOURÃO; GRUPO MAEDA - Goiânia, GO, 2003

FIG. 130

Apos o domínio da gestão organo-biológico dos solos (*Cenários diversificados*) chega o domínio dos cultivos:

- Produção biológica num ambiente protegido,**
- Produzir alimentos isentos de qualquer resíduo agrotóxico sobre solos biologicamente saudios,**
- Águas de percolação dos solos sem nitratos nem xenobióticos**

3.2 SÍNTESE DOS PRINCIPAIS RESULTADOS

3.2.1 A dinâmica de degradação e de resiliência do patrimônio solo nos TU³⁵

• **A degradação dos latossolos sobre rocha ácida** pode ser muito rápida nos TU (*Trópicos Úmidos*) logo que um preparo intensivo do solo estiver sendo praticado de modo contínuo e associado a sistemas de cultivo com baixa capacidade de prover resíduos anuais como a monocultura de soja. Em 10 anos de vigência desses sistemas convencionais, as perdas atingem entre 40 e 60% do estoque de carbono. Ainda nos TCS (*sistema "semi-direto"*), as perdas de carbono variam de **-0,6 para -1,5 t/ha/ano** em função do nível de adubação. Essas perdas são ainda mais aceleradas quando for menor o nível de resíduo deixado pela cultura anterior, ou quando mais frágil (*arenoso, areno-argiloso*) a estrutura física deste solo, ou mais intenso o preparo do solo.

• **A recuperação e regeneração da Matéria Orgânica (M.O.)** e das propriedades físicas e biológicas (*agregação*) **pode ser tão rápida e importante quanto as perdas** decorrentes de um preparo intensivo contínuo do solo. Esta agilidade somente pode ser proporcionada com sistemas SCV altíssimos provedores de “inputs” carbonados anuais. Identificamos a necessidade de 10 a 15 t/ha/ano de entradas de resíduos de matéria seca no sistema a cada ano, considerando o nível de adubação mineral, para manter um equilíbrio estável do carbono (*Fig. 131 a 133*). Reproduzindo assim os solos sob floresta, onde a fertilidade reside mais no funcionamento do ciclo biológico anual da fitomassa dos SCV do que no solo. Pode-se então se libertar rapidamente da fertilidade inicial dos solos, como mostraram os resultados obtidos tanto nas ecologias dos Cerrados quanto das Florestas úmidas, nas diferentes texturas dos solos (*entre 15% e mais de 60% de colóides*).

• **A dinâmica de evolução da CTC acompanha estritamente á da Matéria Orgânica:** fortes entradas de carbono anuais, superiores a 20-25 t/ha/ano nos SCV mais atuantes, aumentam

³⁵ TU = Trópicos Úmidos.

rapidamente a CTC, alargando assim o tamanho das reservas do solo no complexo absorvente, sua capacidade de retenção dos nutrientes e sua função alimentar.

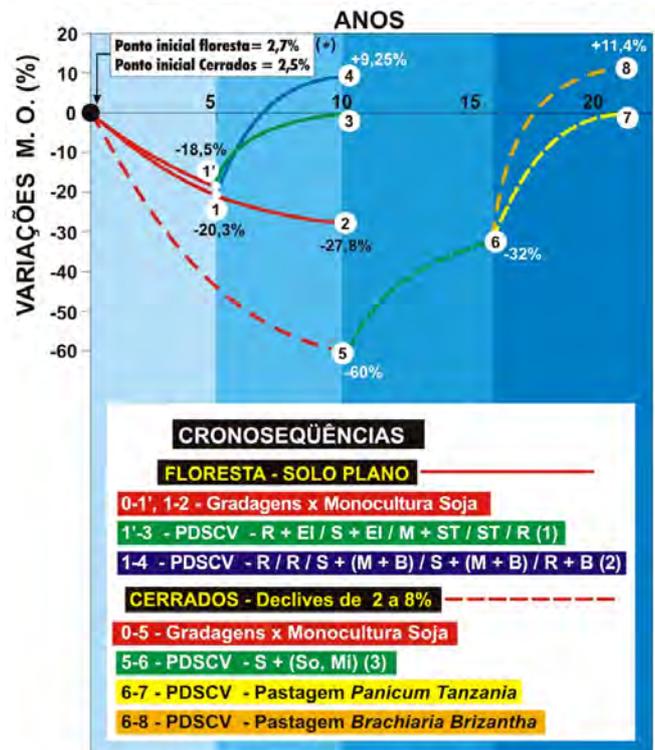
- As coberturas vegetais originadas de possantes leguminosas tais como *Stylosanthes g.* (CIAT 184) e *Arachis pintoï* (coberturas vivas nas culturas do Arroz, Milho e Algodão) num período de 18 a 24 meses nas rotações SCV, favorecem uma ciclagem significativamente mais eficaz do que as demais coberturas, em P e K assimiláveis e em micro nutrientes: Mn, Zn e Cu. Isto, provavelmente graças a uma micorrização muito ativa de seus sistemas radiculares sob SCV que poderia explicar também sua capacidade de biorremediação observada frente aos nematóides e os xenobióticos (Doss D. D. et al., 1989).

- Essas leis de funcionamento agrônômicas relativas ao impacto dos sistemas SCV na resiliência dos latossolos derivados de rochas ácidas se aplicam sem restrições aos latossolos vermelhos escuros, formados sobre rocha básica basáltica, muito ricos em colóides (> 60%), porém com uma amplitude menor decorrente da suscetibilidade reduzida destes solos á erosão, como evidenciam os resultados reunidos nas figuras 134 e 135, obtidos na ecologia das Florestas tropicais do Sul do Estado do Goiás³⁶.

FIG. 131

TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO NA CAMADA 0-20 cm, EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE CULTIVO

Ecologia dos latossolos das florestas e cerrados úmidos do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde, Sinop/MT, 1980-2002



(1) - Arroz + *Éleusine* / Soja + *Éleusine* / Milho + *Stylo. g.* / *Stylo. g.* / Arroz
 (2) - Arroz / Arroz / Soja + (Milho + *Brach. r.*) / Soja + (Milho + *Brach. r.*) / Arroz + *Brach. r.*
 (3) - Soja + (*Sorgo, Milheto*)
 PDSCV = Plantio direto sobre cobertura vegetal permanente do solo.
 (*) - M. O. do ecossistema nativo, antes da exploração agrícola
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD/UR1; A. C. Maronezzi, AGRONORTE;
 M. Matsubara, FAZ. PROGRESSO - Lucas do Rio Verde, Sinop/MT

³⁶ Dentro do convênio entre Grupo MAEDA/CIRAD entre 1994 e 2003.

FIG. 132

SIMULAÇÃO DO BALANÇO ANUAL DE CARBONO (C) SOBRE 2 ROTAÇÕES EM PLANTIO DIRETO (PDSCV) NA ECOLOGIA DOS LATOSSOLOS DAS FLORESTAS ÚMIDAS DO MATO GROSSO - SINOP/MT - 1998/2002

1 - Sucessão anual contínua: Soja + (Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*)



Adições (A)	mg ha ⁻¹		
	Nível baixo ⁴	Adubação mineral Nível médio ⁴	Nível elevado ⁴
Matéria Seca (MS) anual (t/ha)	14,5 - 19,2	20,2 - 25,6	22,2 - 28,9
Adição C (t/ha)	6,53 - 8,64	9,09 - 11,52	9,99 - 13,0
$K_1 \times A$ ($K_1 = 0,265$)	+ 1,73 - 2,29	+ 2,41 - 3,052	+ 2,64 - 3,445
Estoque C (t/ha)	27,5	27,5	27,5
$K_2 \times C^2$ ($K_2 = 2\%$)	- 0,55	- 0,55	- 0,55
dc/dt simulado	1,18 - 1,74	1,86 - 2,50	2,09 - 2,89
* dc/dt real medido sobre 3 anos mesma sucessão	-	2,73	-
dc/dt ⁰ = 0 Quantidade mínima de resíduos para manter um equilíbrio estável (t/ha)	11,89 - 15,33	16,06 - 20,04	17,55 - 22,47

1 - $K_1 = 0,265$ (Sá et al., 2001)

2 - $K_2 = 2\%$ (adaptado de Van Veen et Paul, 1981 et Bayer, 1996) - Solo sempre coberto

3 - Adição de C - dc/dt; transformação de C em M. S. $\Rightarrow C \times \frac{100}{45}$

Nível de adubação mineral	Nível baixo	$[33N+38P_2O_5+38K_2O/ha \text{ no Arroz}]$ $4N+20P_2O_5+20K_2O$ na safreinha Sem fungicidas
	Nível médio	$[65N+75P_2O_5+75K_2O/ha \text{ no Arroz}]$ $8N+40P_2O_5+40K_2O$ na safreinha Com proteção de fungicida no arroz
	Nível elevado	$[65-85N+157P_2O_5+150K_2O/ha \text{ no Arroz}]$ $DN+150P_2O_5+150K_2O/ha \text{ na Soja}$ Com proteção fungicida no arroz

Fonte: L. Séguay, S. Bouzinac, CIRAD-CA/UR1, A. C. Maronezzi, AGRONORTE, J. C. Moraes de Sá, UEPG - Goiânia-GO, Brasil, 2006

FIG. 133

SIMULAÇÃO DO BALANÇO ANUAL DE CARBONO (C) SOBRE 2 ROTAÇÕES EM PLANTIO DIRETO (PDSCV) NA ECOLOGIA DOS LATOSSOLOS DAS FLORESTAS ÚMIDAS DO MATO GROSSO - SINOP/MT - 1998/2002

2 - Rotação: Soja + (*Eleusine + Crotalaria*) / Arroz + (*Eleusine + Crotalaria*)



Adições (A)	mg ha ⁻¹		
	Nível baixo ⁴	Adubação mineral Nível médio ⁴	Nível elevado ⁴
Matéria seca (MS) anual (t/ha)	12,1 - 17,1	18,7 - 23,6	21,6 - 27,1
Adição C (t/ha)	5,44 - 7,69	8,41 - 10,62	9,72 - 12,20
$K_1 \times A$ ($K_1 = 0,265$)	1,44 - 2,04	2,23 - 2,81	2,57 - 3,23
Estoque C (t/ha)	27,5	27,5	27,5
$K_2 \times C^2$ ($K_2 = 2\%$)	- 0,55	- 0,55	- 0,55
dc/dt simulado	0,89 - 1,49	1,68 - 2,26	2,02 - 2,68
* dc/dt real medido sobre 3 anos Sobre 2 Arroz + 1 Soja	-	-	3,5
dc/dt ⁰ = 0 Quantidade mínima de resíduos para manter um equilíbrio estável (t/ha)	10,11 a 13,77	14,95 a 18,57	17,11 a 21,15

1 - $K_1 = 0,265$ (Sá et al., 2001)

2 - $K_2 = 2\%$ (adaptado de Van Veen et Paul, 1981 et Bayer, 1996) - Solo sempre coberto

3 - Adição de C - dc/dt; transformação de C em M. S. $\Rightarrow C \times \frac{100}{45}$

Nível de adubação mineral	Nível baixo	$[33N+38P_2O_5+38K_2O/ha \text{ no Arroz}]$ $4N+20P_2O_5+20K_2O$ na safreinha Sem fungicidas
	Nível médio	$[65N+75P_2O_5+75K_2O/ha \text{ no Arroz}]$ $8N+40P_2O_5+40K_2O$ na safreinha Com proteção de fungicida no arroz
	Nível elevado	$[65-85N+157P_2O_5+150K_2O/ha \text{ no Arroz}]$ $DN+150P_2O_5+150K_2O/ha \text{ na Soja}$ Com proteção fungicida no arroz

Fonte: L. Séguay, S. Bouzinac, CIRAD-CA/UR1, A. C. Maronezzi, AGRONORTE, J. C. Moraes de Sá, UEPG - Goiânia-GO, Brasil, 2006

FIG. 134

EVOLUÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLOS VERMELHO ESCURO SOBRE BASALTO, SUBMETIDOS A DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO A BASE DE ALGODOEIRO, DURANTE 4 ANOS - Fazenda Canadá - Porteirão, GO - 1995/99

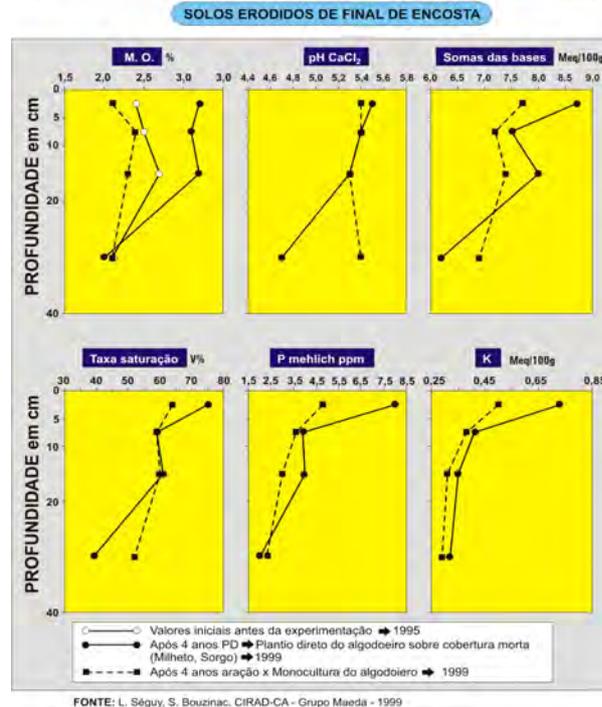
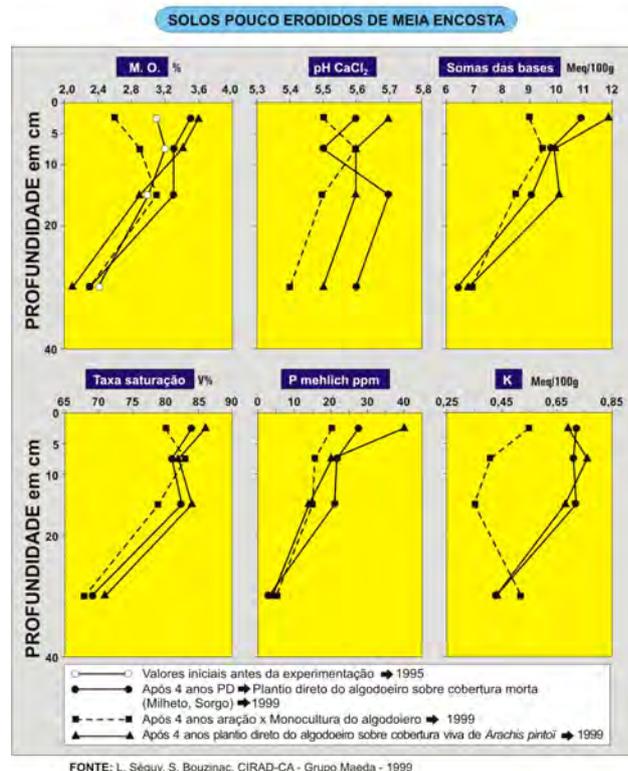


FIG. 135

EVOLUÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLOS VERMELHO ESCURO SOBRE BASALTO, SUBMETIDOS A DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO A BASE DE ALGODOEIRO, DURANTE 4 ANOS - Fazenda Canadá - Porteirão, GO - 1995/99



3.2.2 Com a produtividade de fitomassa anual consolidando a otimização do funcionamento das relações Solos-Culturas: propiciam os caminhos da produção limpa num ambiente protegido

- **A síntese da evolução das performances de produtividade dos sistemas em fitomassa** que integra as diferentes etapas de transformação dos sistemas de cultivo partindo dos solos degradados dos TU em 1987 até 2002, está reunida nas **figuras 136 a 146**, que mostram como a produtividade da fitomassa total anual foi progressivamente **multiplicada por 3** em menos de 20 anos sob o efeito combinado de níveis de adubação mineral diferenciados (*correção massiva ou imediata da fertilidade, e níveis de correção progressiva*) e da intensificação dos sistemas. Os modos de preparo do solo combinados no início com alguns sistemas com uma só cultura anual, e em seguida mudando o sistema para a exploração de 2 culturas em sucessão anual alternada com uma só cultura no ano seguinte, e depois com 2 e 3 culturas em sucessão anual, foram evoluindo a partir da introdução de culturas protetoras acompanhantes do sistema como *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com as culturas de "safrinhas": Milho, Sorgo ou Milheto praticados em sucessão das culturas principais Soja ou Arroz.

- **O nível das entradas de matéria seca anual**, que não parou de ser incrementado (*biomassas vegetativa aérea fora os grãos + radicular*), oscila nos melhores SCV, entre 15 e 28 t/ha/ano em função da natureza do sistema e do nível de adubação mineral. Em todos os casos, ele se situa nitidamente acima do patamar mínimo exigido para manter um equilíbrio estável de carbono num perfil de solo sempre coberto, o que permita conservar umas condições de temperatura moderadas e estáveis que acarretam baixo teor anual de mineralização da M.O. (K_2 vizinho de 2%).

- **A produtividade de grãos está estreitamente correlacionada com a quantia de fitomassa** seca reciclada todos os anos sob SCV em todos os compartimentos: biomassas total, vegetativa aérea (**Fig. 141 a 146**) e radicular e em conseqüência com o estoque de carbono dos horizontes de superfície (0 - 20 cm e 20 - 40 cm).

- **A produtividade máxima de soja** é sempre alcançada quando é semeada sobre os SCV, ou seja, sobre as mais potentes coberturas vegetais com dominância de gramíneas: Soja ou Arroz + (Sorgo ou Milho + *Brachiaria ruziziensis*) na safrinha, Soja ou Arroz + (*Eleusine coracana*) e Soja ou Arroz + (*Eleusine coracana* + *Crotalaria spectabilis* ou *Cajanus cajan*)

Para o arroz de sequeiro, os rendimentos máximos acontecem sobre as coberturas mais potentes incluindo leguminosas fixadoras de nitrogênio como a *Crotalaria spectabilis*, o *Cajanus cajan* e a *Stylosanthes guyanensis* consorciadas com gramíneas tendo um sistema radicular fortemente reestruturador criando uma forte macroporosidade tal como a *Eleusine coracana*, fixadora de nitrogênio por bactérias livres.

- **Os rendimentos de soja nesses melhores SCV** variam regularmente **entre 3.600 e 4.400 kg/há**, desde o início dos anos 1990 em função do ciclo das variedades e até 2002 sem a utilização de fungicidas para o manejo de doenças. **Também os rendimentos do arroz de sequeiro**, com qualidade de grão superior para nichos econômicos, alcançam **entre 4.000 e mais de 8.000 kg/ha**, nos anos climáticos mais favoráveis (**Fig. 147 a 152**).

- **A produtividade do algodão de alta tecnologia** se situa **entre 4.000 e 5.200 kg/ha** nos SCV mais performantes que reúnem quantidade de fitomassa anual e biodiversidade funcional elevada.

- **Essas** experiências realizadas em todas as ecologias dos TU do Brasil Central comprovam que os SCV maiores provedores de biomassa, que possuem uma forte multifuncionalidade eficiente, transformam e regeneram logo os solos por via organobiológica, dando uma grande capacidade em produzir na presença de baixos níveis de adubação mineral (*Caso do soja e do algodão em solos de texturas variáveis*). Este resultado permite reduzir gradativa e significativamente a adubação anual para manter níveis de rendimento elevados ; além disso, esses SCV mais atuantes levam á uma utilização muito mais moderada dos herbicidas, pois a cobertura permanente do solo constitui o "herbicida natural" mais eficaz como a cobertura de Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* ou as coberturas vivas. A redução significativa e rápida da incidência dos nematóides fitófagos dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* em particular, aliada com uma capacidade de fitorremediação alta frente ás poluições pelos xenobióticos são igualmente funções naturais decorrentes desses SCV mais atuantes (*consórcio Eleusine coracana + Crotalaria spectabilis, por exemplo*) que garantem um funcionamento sadio das relações Solos-Culturas.

No final, esta multifuncionalidade biológica dos SCV, gratuita e cumulativa, permite gradualmente reduzir de modo significativo os custos de produção das culturas principais e das culturas de sucessão de "safrinhas".

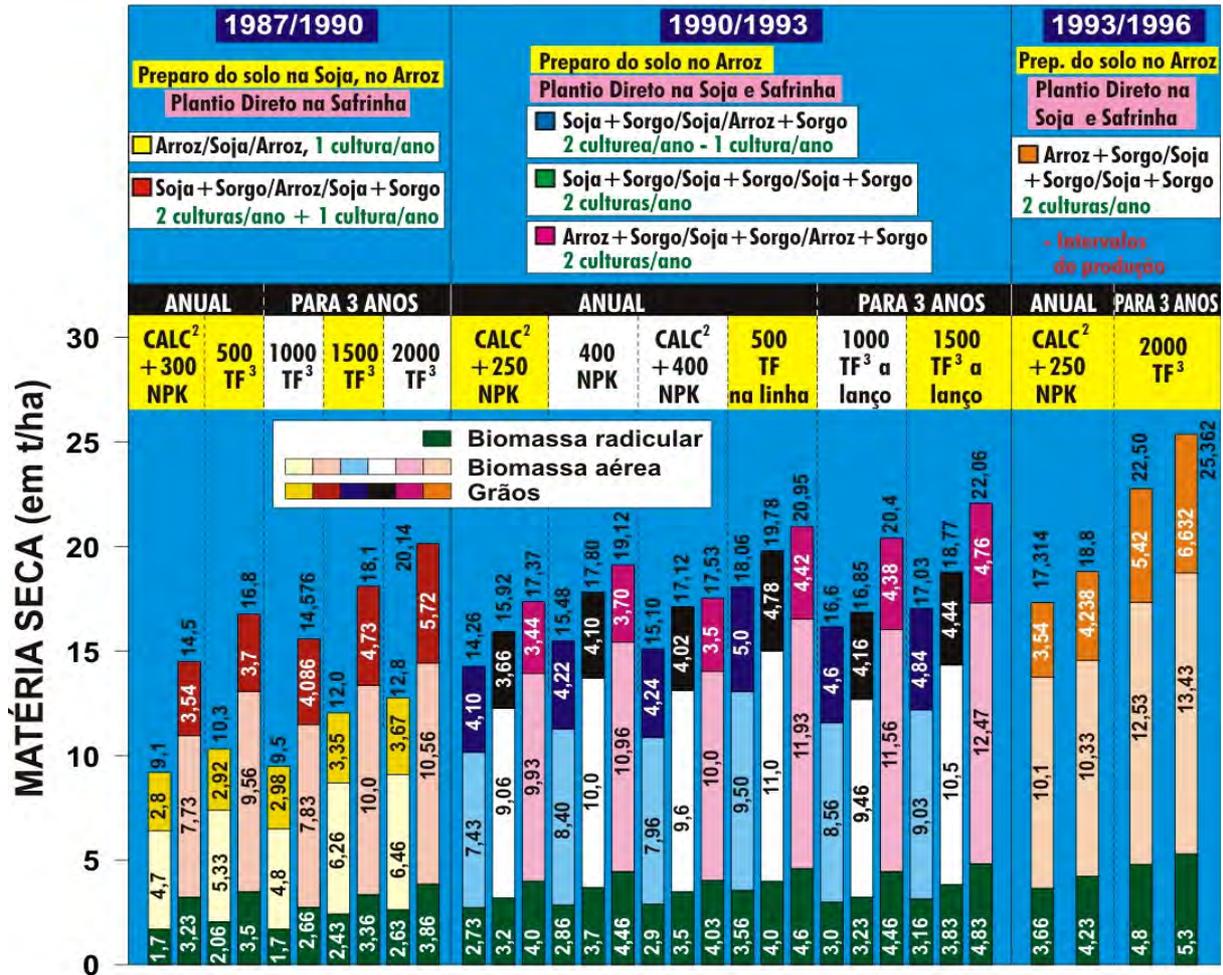
Enfim, esses sistemas SCV mais performantes são os únicos que, no estado atual de nossos conhecimentos, garantam produções de grãos e de fibras e solos "limpos", isentos de resíduos agrotóxicos (*no limite das capacidades da análise*), abrindo o caminho para uma gestão "light" em moléculas químicas de síntese, que podem ser substituídas paulatinamente por algumas moléculas orgânicas³⁷ menos poluidoras para o meio ambiente e as produções, outorgando assim para estas últimas um forte valor agregado, explorável nos mercados interno e internacional (*Fig. 153 e 154*).

³⁷ **Produtos orgânicos ELVISEM** - Eles incluem : Um ativador de microflora antes do plantio, um tratamento orgânico de sementes, húmus líquido, inseticida biológico a base de Neem, um elicitador.

FIG. 136

PRODUÇÃO¹ DE BIOMASSA MÉDIA ANUAL (aérea, radicular e grãos) EM FUNÇÃO DA EVOLUÇÃO, POR ETAPA DE 3 ANOS, DOS SISTEMAS DE CULTIVO - 1987/1996

Ecologia dos latossolos dos cerrados úmidos do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde - MT



1 - Dispositivo conduzido em condições de exploração reais mecanizadas
 - 6ha/nível de adubação - Tratamento Principal: Nível de adubação - Sub parcela: Rotação
 - Componente dos rendimentos, incidência das doenças, pragas e invasoras, análises de fertilidade dos solos, são realizadas nas diagonais das parcelas. 6 a 8 amostras tiradas ao acaso/sistema de cultura e nível de adubação.

(*) $\left[\begin{array}{l} \text{Biomassa aérea medida em 3 amostras de } 10\text{m}^2 \\ \text{Biomassa radicular: média de 3 amostras } 0,4\text{x}0,4\text{x}0,4\text{m} \end{array} \right] / \left[\begin{array}{l} \text{Sistema x} \\ \text{nível de adubação} \end{array} \right] \text{ Na floração das culturas}$

2 - CALC = Calcário dolomítico para manter V% > 40 - NPK (Soja: 02-20-20; Arroz: 04-20-20)
 N cobertura no Arroz: 65 a 85 N/ha - Sorgo sem adubação

3 - TF = Termofosfato Yoorin BZ + Gesso (600 kg/ha/3anos)

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; M. Matsubara, Fazenda Progresso; Cooperlucas, - Lucas do Rio Verde/MT, 1987/1996

FIG. 137

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE BIOMASSA (aérea, radicular e grãos) EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SUBMETIDOS A 3 NÍVEIS DIFERENCIADOS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologia dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso- Lucas do Rio Verde, Sinop/MT, 1987/2002

I NÍVEL BAIXO¹

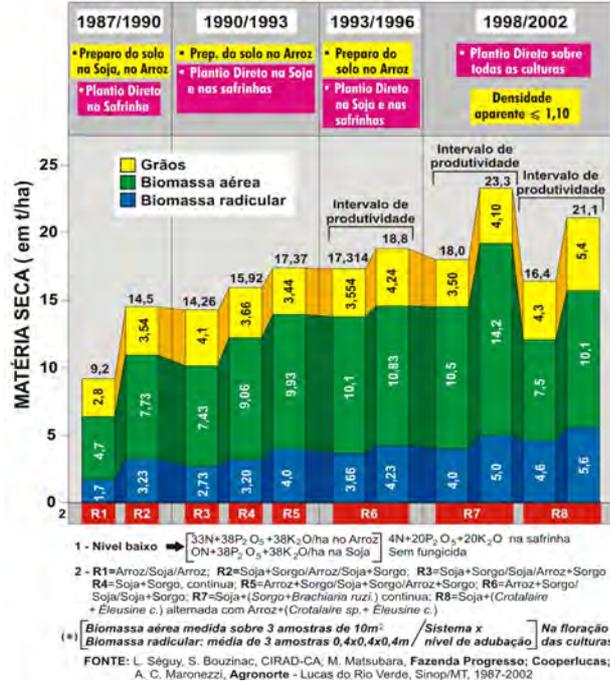


FIG. 138

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE BIOMASSA (aérea, radicular e grãos) EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SUBMETIDOS A 3 NÍVEIS DIFERENCIADOS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologia dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso- Lucas do Rio Verde, Sinop/MT, 1987/2002

II - NÍVEL MÉDIO¹

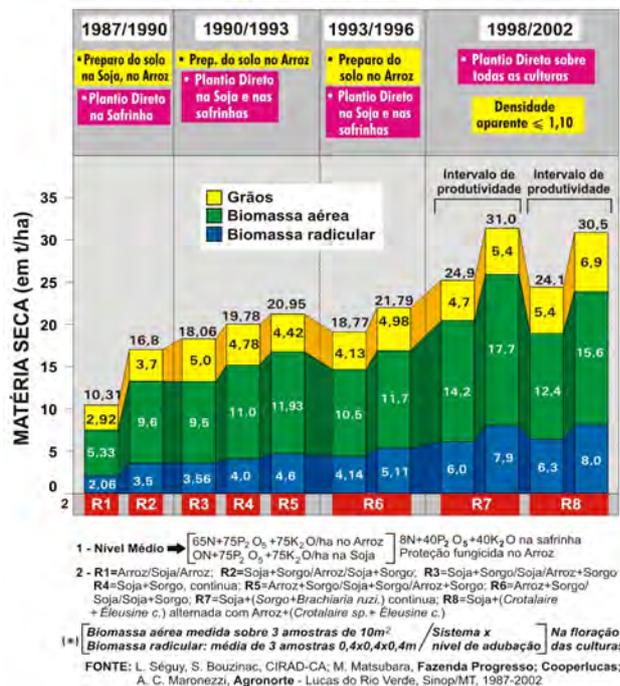


FIG. 139

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE BIOMASSA (aérea, radicular e grãos) EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SUBMETIDOS A 3 NÍVEIS DIFERENCIADOS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologia dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso- Lucas do Rio Verde, Sinop/MT, 1987/2002

III - NÍVEL ALTO¹

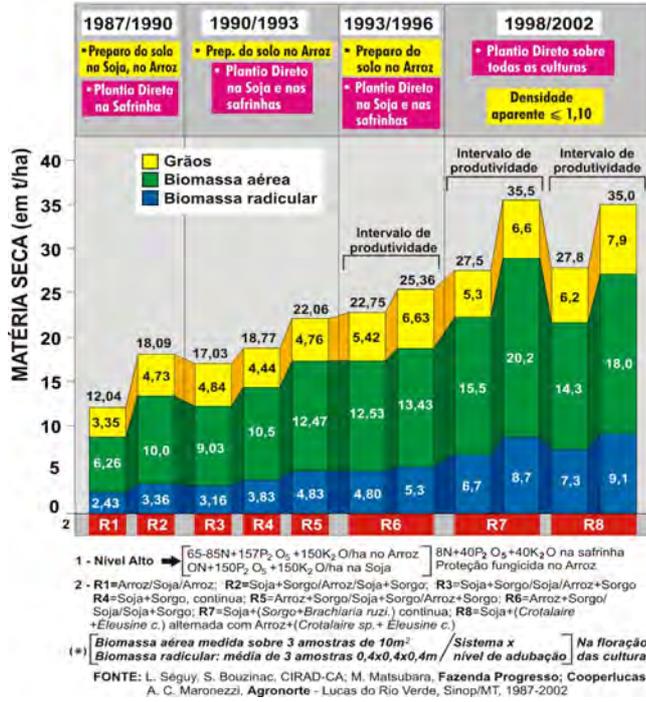


FIG. 140

INTERVALOS DE PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE GRÃOS, BIOMASSA TOTAL (aérea + radicular), SOBRE 4 ANOS, NOS MELHORES SISTEMAS SCV EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologia dos latossolos das florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Sinop/MT, 1998-2002

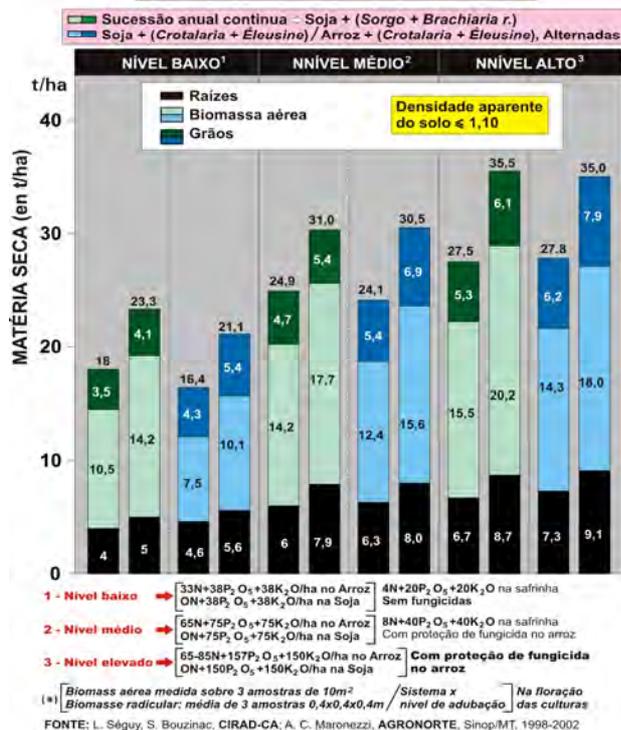
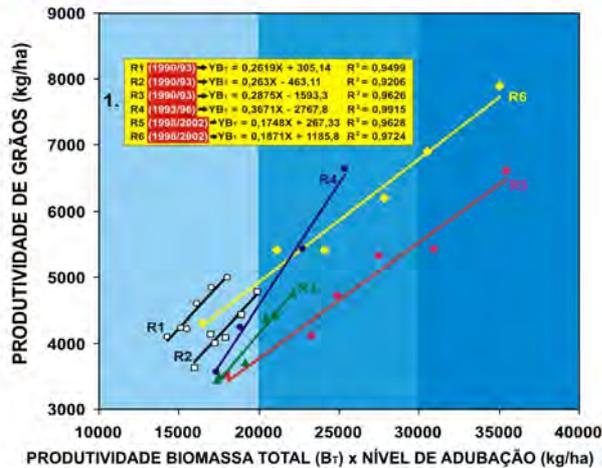


FIG. 141

REGRESSÕES "PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE GRÃOS x BIOMASSA TOTAL (B_T)", EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SOB 3 NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologie dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde e Sinop/MT, 1990/2002

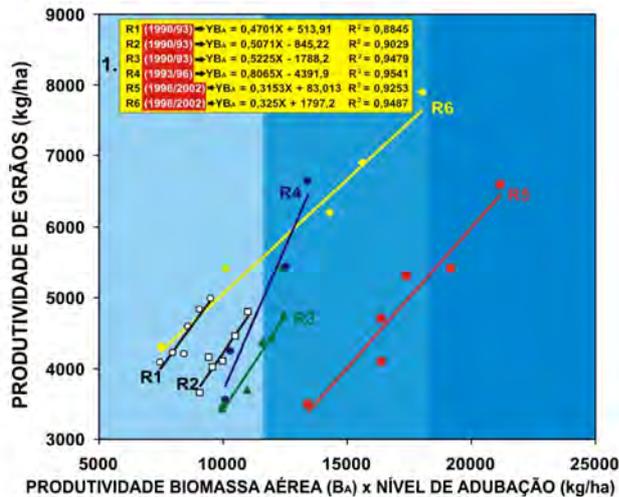


- 1.
- R1 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA / ARROZ + SORGO
 - R2 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA SORGO / SOJA + SORGO
 - R3 (1990/93) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / ARROZ + SORGO
 - R4 (1993/96) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / SOJA + SORGO
 - R5 (1998/2002) ⇒ SOJA + (SORGO + *Brachiaria ruzizlensis*) Continua
 - R6 (1998/2002) ⇒ SOJA + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*) / ARROZ + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*), Alternados
- 2 - Nível Vaixo ⇒ [33N+38P₂O₅+38K₂O/ha no Arroz] 4N+20P₂O₅+20K₂O na Safininha Sem fungicida
 [ON+38P₂O₅+38K₂O/ha na Soja]
- 3 - Nível Médio ⇒ [65N+75P₂O₅+75K₂O/ha no Arroz] 8N+40P₂O₅+40K₂O na Safininha Com proteção de fungicida no Arroz
 [ON+75P₂O₅+75K₂O/ha na Soja]
- 4 - Nível Elevado ⇒ [65-85N+157P₂O₅+150K₂O/ha no Arroz] Proteção de fungicida no Arroz
 [ON+150P₂O₅+150K₂O/ha na Soja]
- FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT, 1999

FIG. 142

REGRESSÕES "PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE GRÃOS x BIOMASSA AÉREA (B_A)", EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SOB 3 NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologie dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde e Sinop/MT, 1990/2002

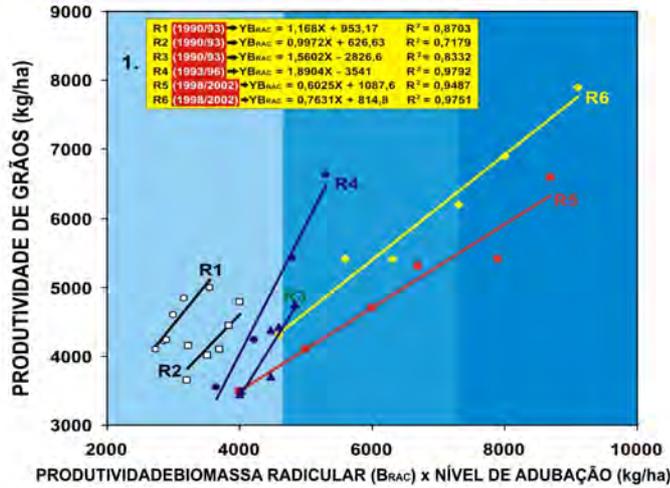


- 1.
- R1 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA / ARROZ + SORGO
 - R2 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA SORGO / SOJA + SORGO
 - R3 (1990/93) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / ARROZ + SORGO
 - R4 (1993/96) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / SOJA + SORGO
 - R5 (1998/2002) ⇒ SOJA + (SORGO + *Brachiaria ruzizlensis*) Continua
 - R6 (1998/2002) ⇒ SOJA + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*) / ARROZ + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*), Alternados
- 2 - Nível Vaixo ⇒ [33N+38P₂O₅+38K₂O/ha no Arroz] 4N+20P₂O₅+20K₂O na Safininha Sem fungicida
 [ON+38P₂O₅+38K₂O/ha na Soja]
- 3 - Nível Médio ⇒ [65N+75P₂O₅+75K₂O/ha no Arroz] 8N+40P₂O₅+40K₂O na Safininha Com proteção de fungicida no Arroz
 [ON+75P₂O₅+75K₂O/ha na Soja]
- 4 - Nível Elevado ⇒ [65-85N+157P₂O₅+150K₂O/ha no Arroz] Proteção de fungicida no Arroz
 [ON+150P₂O₅+150K₂O/ha na Soja]
- FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT, 1999

FIG. 143

REGRESSÕES "PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE GRÃOS x BIOMASSA RADICULAR (B_{RAC})", EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SOB 3 NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologie dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde e Sinop/MT, 1990/2002

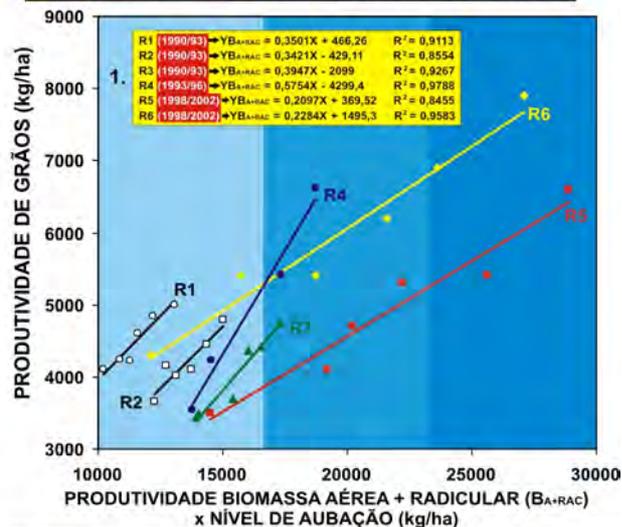


- 1.
- R1 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA / ARROZ + SORGO
 - R2 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA SORGO / SOJA + SORGO
 - R3 (1990/93) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / ARROZ + SORGO
 - R4 (1993/96) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / SOJA + SORGO
 - R5 (1998/2002) ⇒ SOJA + (SORGO + *Brachiaria ruziziensis*) Contínua
 - R6 (1998/2002) ⇒ SOJA + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*) / ARROZ + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*), Alternados
- 2 - Nível Vaixo ⇒ 33N+38P₂ O₂+38K₂ O/ha no Arroz 4N+20P₂ O₂+20K₂ O na Safrinha
ON+38P₂ O₂+38K₂ O/ha na Soja Sem fungicida
- 3 - Nível Médio ⇒ 65N+75P₂ O₂+75K₂ O/ha no Arroz 8N+40P₂ O₂+40K₂ O na Safrinha
ON+75P₂ O₂+75K₂ O/ha na Soja Com proteção de fungicida no Arroz
- 4 - Nível Elevado ⇒ 65-85N+157P₂ O₂+150K₂ O/ha no Arroz Proteção de fungicida no Arroz
ON+150P₂ O₂+150K₂ O/ha na Soja
- FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT, 1999

FIG. 144

REGRESSÕES "PRODUTIVIDADE MÉDIA ANUAL DE GRÃOS x BIOMASSA AÉREA + RADICULAR (B_{A+RAC})", EM FUNÇÃO DOS PROGRESSOS AGRONÔMICOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO, SOB 3 NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO

Ecologie dos latossolos dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte do Mato Grosso - Lucas do Rio Verde e Sinop/MT, 1990/2002

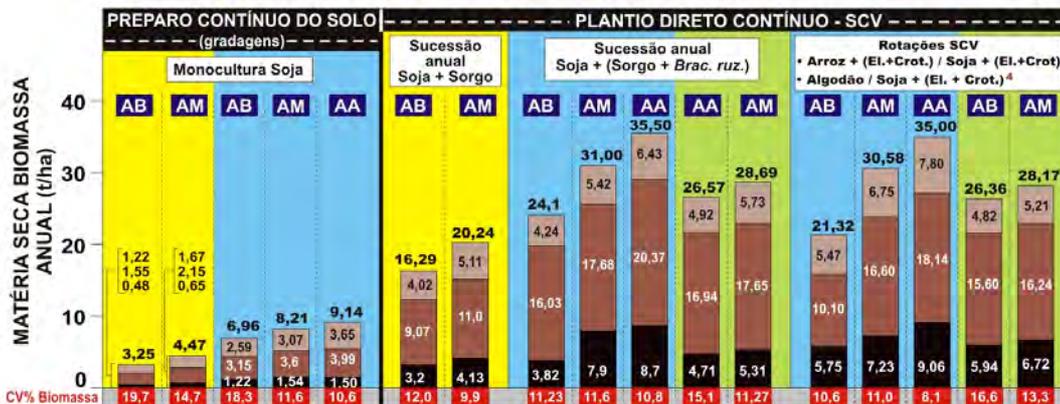


- 1.
- R1 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA / ARROZ + SORGO
 - R2 (1990/93) ⇒ SOJA + SORGO / SOJA SORGO / SOJA + SORGO
 - R3 (1990/93) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / ARROZ + SORGO
 - R4 (1993/96) ⇒ ARROZ + SORGO / SOJA + SORGO / SOJA + SORGO
 - R5 (1998/2002) ⇒ SOJA + (SORGO + *Brachiaria ruziziensis*) Contínua
 - R6 (1998/2002) ⇒ SOJA + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*) / ARROZ + (*Crotalaria sp.* + *Eleusine c.*), Alternados
- 2 - Nível Vaixo ⇒ 33N+38P₂ O₂+38K₂ O/ha no Arroz 4N+20P₂ O₂+20K₂ O na Safrinha
ON+38P₂ O₂+38K₂ O/ha na Soja Sem fungicida
- 3 - Nível Médio ⇒ 65N+75P₂ O₂+75K₂ O/ha no Arroz 8N+40P₂ O₂+40K₂ O na Safrinha
ON+75P₂ O₂+75K₂ O/ha na Soja Com proteção de fungicida no Arroz
- 4 - Nível Elevado ⇒ 65-85N+157P₂ O₂+150K₂ O/ha no Arroz Proteção de fungicida no Arroz
ON+150P₂ O₂+150K₂ O/ha na Soja
- FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT, 1999

FIG. 145

SÍNTESE DA EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA SECA ANUAL SOBRE 20 ANOS, EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO: BIOMASSA TOTAL, GRÃOS, BIOMASSA AÉREA FORA GRÃOS, BIOMASSA RADICULAR

Ecologia dos cerrados e florestas do Centro-Oeste do Brasil - MT, 1987/2005



CV% Biomassa Total (*) Amostragens efetuadas em 3 repetições/parcela/ano

4 - Biomassa Soja + (*Eleusine coracana* + *Crotalaria*)

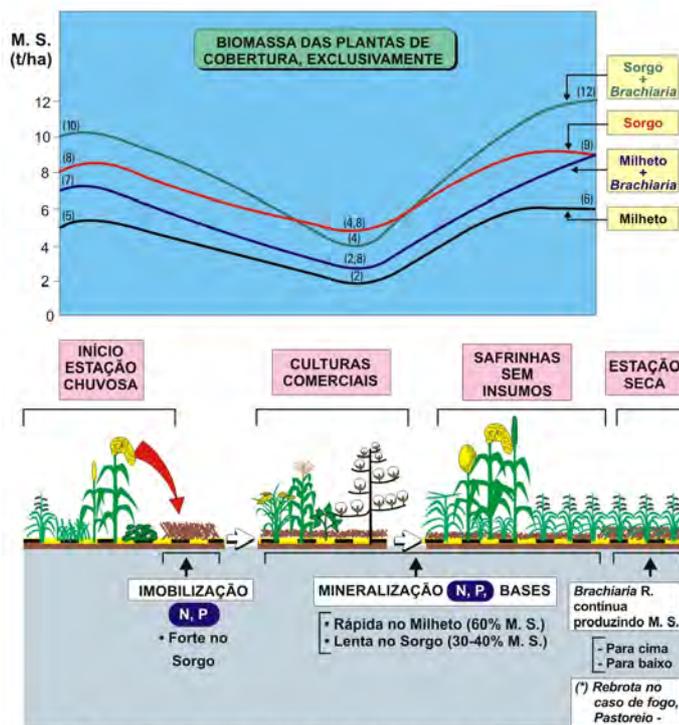
	Adubação Baixa¹ (AB) em kg/ha	Adubação Média² (AM) em kg/ha	Adubação Alta³ (AA) em kg/ha
Monocultura Soja x Gradagens	0N + 38 P ₂ O ₅ + 38 K ₂ O + micros	0N + 76 P ₂ O ₅ + 76 K ₂ O + micros	0N + 152 P ₂ O ₅ + 152 K ₂ O + micros
SUCESÕES ANUAIS SCV (* Soja + Sorgo) e (* Soja + (Sorgo + Brac. ruz.))	4N + 58 P ₂ O ₅ + 58 K ₂ O + micros	8N + 116 P ₂ O ₅ + 116 K ₂ O + micros	8N + 190 P ₂ O ₅ + 190 K ₂ O + micros
ROTAÇÕES SCV - Arroz + (El. + Crot.) / Soja + (El. + Crot.)	24N + 58 P ₂ O ₅ + 58 K ₂ O + micros	47N + 116 P ₂ O ₅ + 116 K ₂ O + micros	46N + 178 P ₂ O ₅ + 178 K ₂ O + micros
- Algodão / Soja + (El. + Crot.)	41N + 61 P ₂ O ₅ + 64 K ₂ O + micros	82N + 122 P ₂ O ₅ + 128 K ₂ O + micros	

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-PERSYST-UR1 - Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso (1987-1992); Cooperlucas, (1992-1996); Agronorte (1998-2002); Coodetec e UR 10, Fazenda Mourão (2001-2006)

FIG. 146

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. 147 SÍNTESE DOS EXPERIMENTOS MULTI-REGIONAIS DE AVALIAÇÃO VARIETAL DE ARROZ, DE CICLO CURTO (90-110 dias) PARA E DENTRO DE DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO, ENTRE 1998 e 2002 - (Norte e Centro do Brasil)

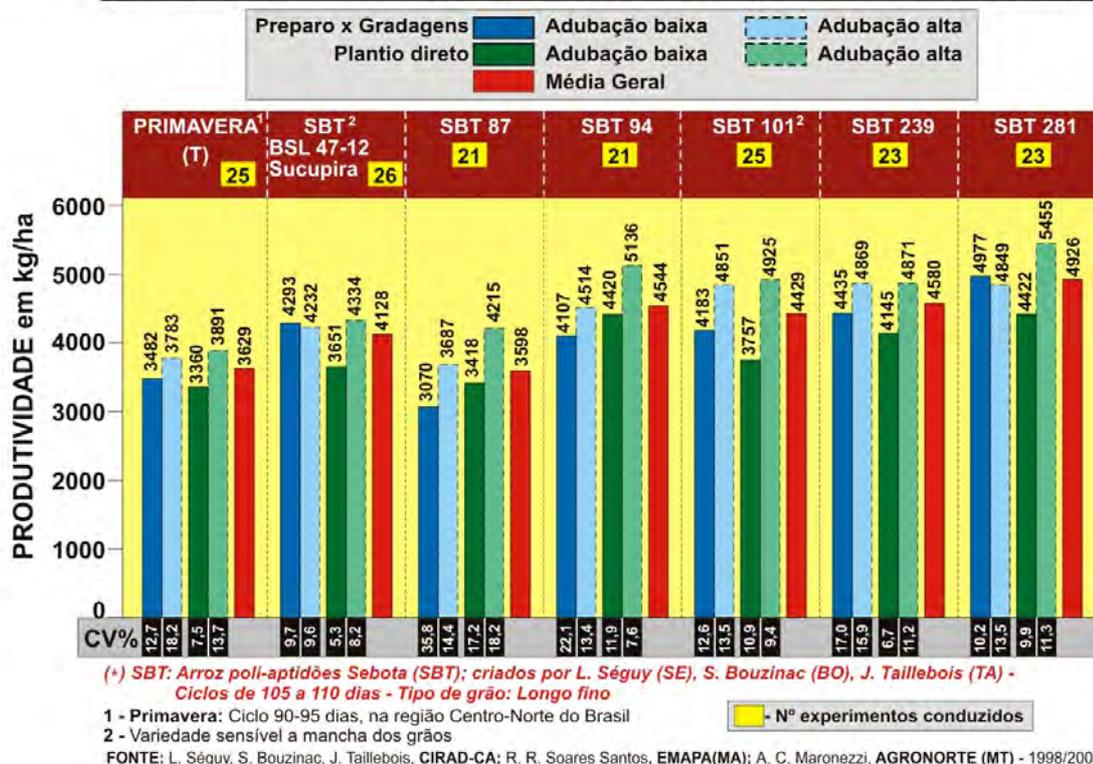


FIG. 148 SÍNTESE DOS EXPERIMENTOS MULTI-REGIONAIS DE AVALIAÇÃO VARIETAL DE ARROZ, DE CICLO MÉDIO (120-130 dias) PARA E DENTRO DE DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO, ENTRE 1998 E 2002 - (Norte e Centro do Brasil)

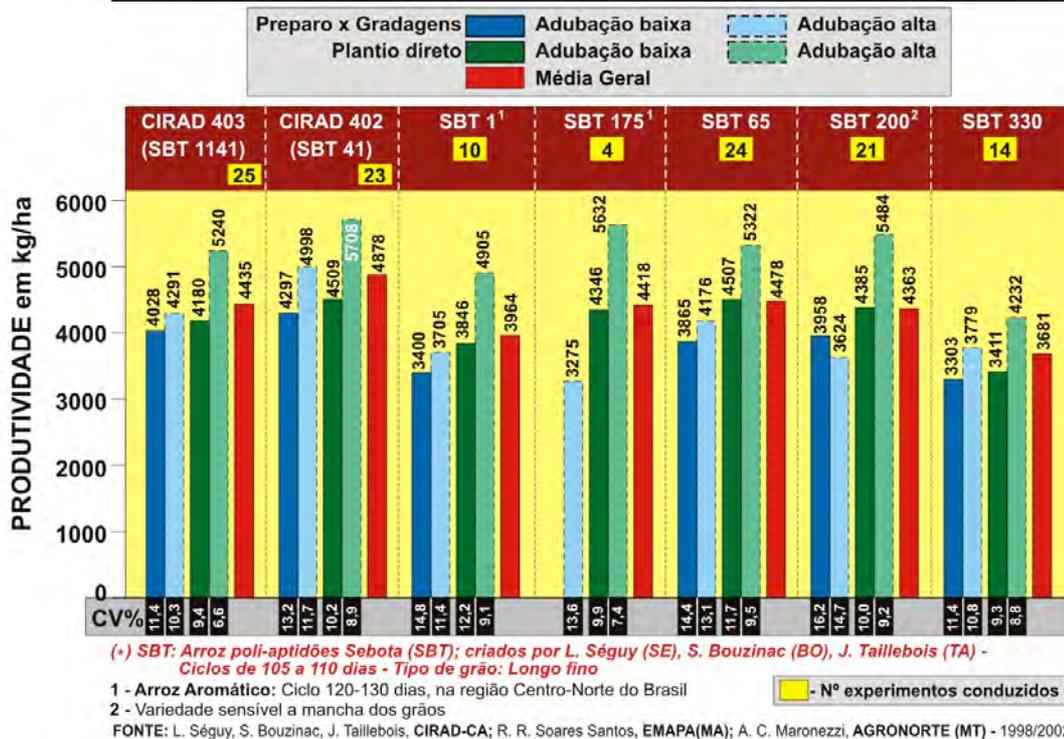
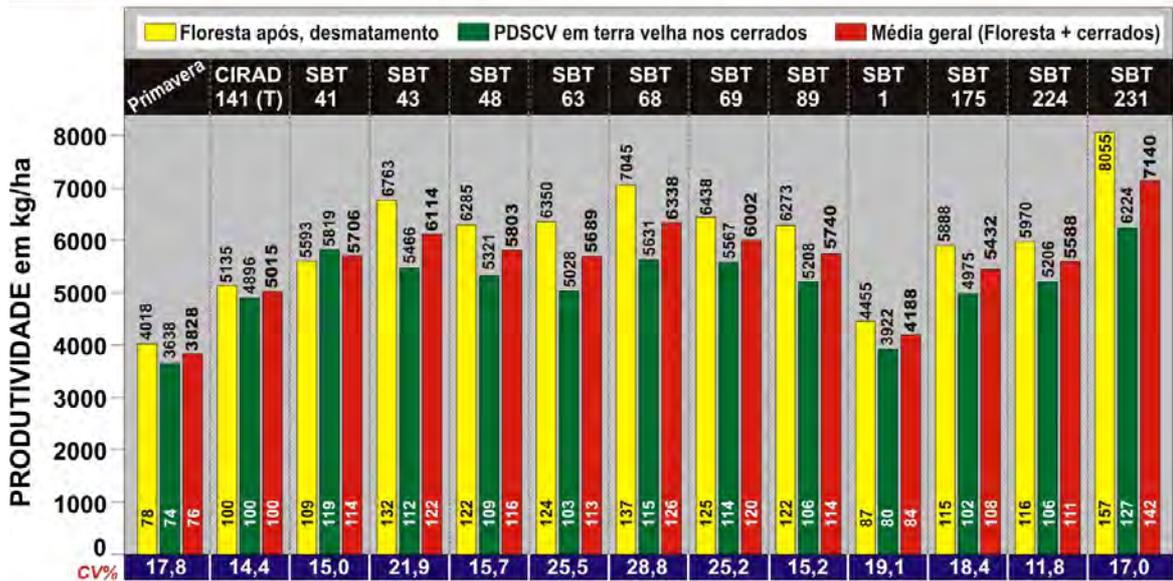


FIG. 149

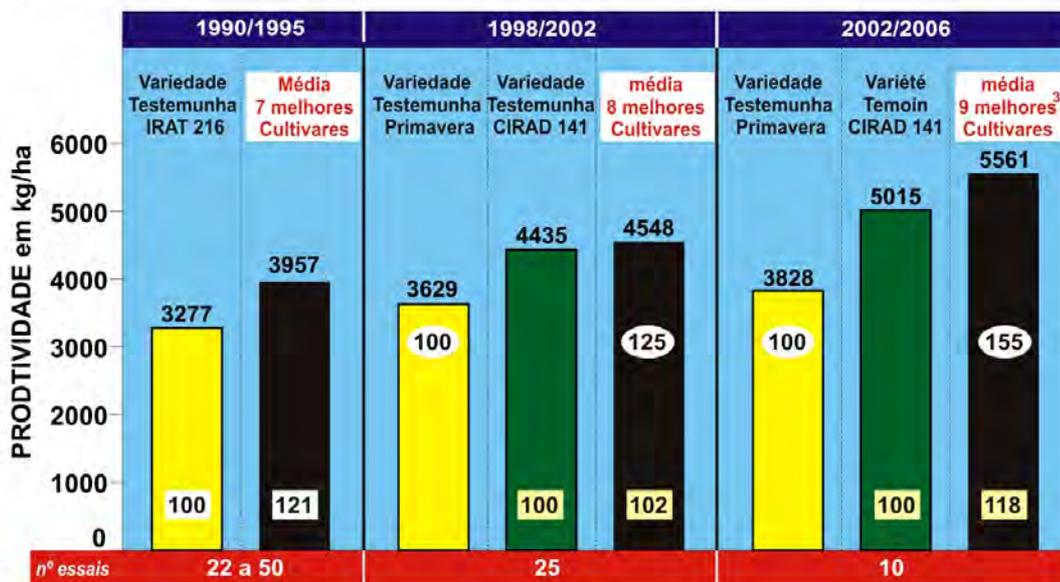
PRODUTIVIDADES MÉDIAS¹ E RELATIVAS DAS 13 MELHORES VARIEDADES DE ARROZ POLI-APTIDÕES EM ZONAS DE FLORESTAS AMAZÔNICA APÓS DESMATAMENTO (Solo preparado) E DE CERRADOS EM TERRA VELHA E EM PLANTIO DIRETO (PDSCV) - Sinop e Campo Verde - 2004/2006 -MT



1. Média geral de todos os ensaios varietais (5) e das avaliações em grande cultura (5) = 5501 kg/ha
 • Níveis de adubação mineral: 40 a 80N + 80P₂O₅ + 80K₂O + micros/ha
 • Sem herbicida nem fungicida no desmatamento da floresta; herbicidas, sem fungicida, nos PDSCV em terra velha.
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois - UR1 e UR6 do CIRAD; G. L. da Costa, L. Dalla Nora, Fazenda Mourão; L. Saucedo, Cereaisnet; - Sinop e Campo Verde - MT, 2004/2006

FIG. 150

EVOLUÇÃO DAS PERFORMANÇAS DO ARROZ¹ DE SEQUEIRO NOS SISTEMAS DE CULTIVO MECANIZADOS DO BRASIL CENTRAL² E DO NORTE² ENTRE 1990 E 2006

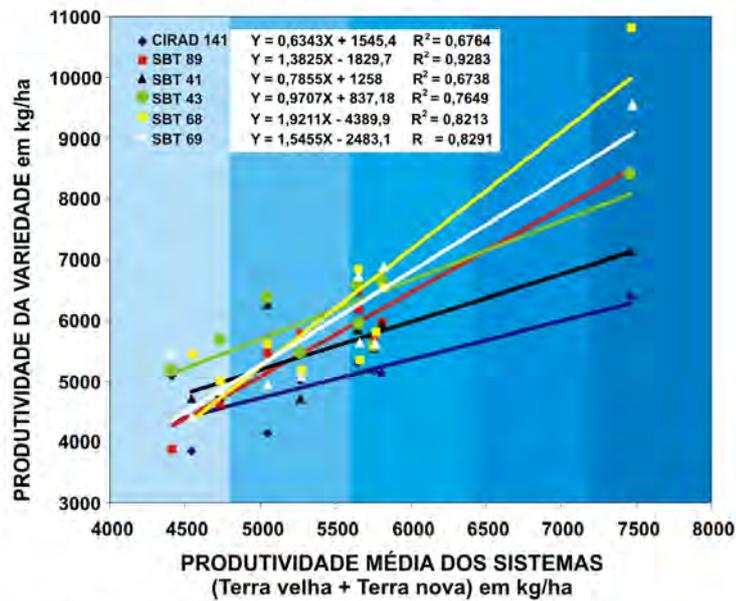


Produções relativas
 1. Criações do CIRAD-CA (L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois), dos quais os Arroz Sebotas Poli-Aptidões a partir de 1998
 2. Estados do Mato Grosso, Goiás, Piauí e Maranhão
 3. Dominância dos fenótipos indicas a partir de 1998
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, CIRAD-CA/UR1 e UR6; Pateiros brasileiros: M. Matsubara, Cooperlucas, Comicel, Agronorte, Prefeitura Sinop, Cereaisnet, Emapa (R. R. Soares Santos), Sulonor - 1990/2006 - Goiânia, GO

FIG. 151

REGRESSÕES "VARIEDADES" DE ARROZ POLI-APTIDÕES x AMBIENTES²

Ecologias das florestas e cerrados úmidos do Centre Oeste do Brasil Sinop e Campo Verde - MT - 2004/2006



1 - Melhores variedades não aromáticas - 2004/2006

2 - Sistemas de cultivo -

Floresta = Preparo do solo (*gradagem*) - nos 2 primeiros anos após o desmatamento sem herbicida nem fungicida

Cerrados = Terra velha (*mais de 20 anos de cultivo*) - PDSCV Plantio direto sobre cobertura de Pé de galinha ou Pé de galinha + *Crotalaria sp.*, herbicidas, **mas sem fungicidas**; em rotação com Soja ou Algodão

Adução mineral = 40 a 90N + 80P₂O₅ + 80K₂O + oligos (Mn-Zn)/ha

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois, des UR1 et UR6 du CIRAD; G. L. da Costa, L. Dalla Nora, Fazenda Mourão; L. Saucedo, Cérealisnet; Sinop et Campo Verde, MT - 2006

FIG. 152

RENDIMENTO NO BENEFICIAMENTO DE VARIEDADES DE ARROZ POLI-APTITUDES, ORIUNDOS DE PLANTIO DIRETO PDSCV SOBRE COBERTURA MORTA DE *Eleusine coracana*, EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E TERRA VELHA

Ecologia dos latossolos dos cerrados úmidos do Sudeste do Mato Grosso - (700 m de altitude) - Campo Verde-MT/2006

VARIEDADES	Rendimento grão (%)			Casca (%)	Farelo (%)	Barriga Branca ¹	Aparência ² depois do beneficiamento
	Total	Quebrado	Inteiro (CV %)				
1. Variedades aromáticas							
SBT 26	71,7	21,7	50,0 (6,8)	24,7	3,6	2-3	+
SBT 175	71,5	8,9	62,5 (1,9)	25,3	3,2	0-1	++
SBT 224	72,5	5,2	67,3 (1,3)	23,5	4,0	0	+++ ³
SBT 265	71,6	14,7	56,9 (1,7)	25,4	3,0	2	+
SBT 270	70,6	14,0	56,6 (5,0)	26,2	3,2	0	+++ ⁴
2. Variedades não aromáticas							
SBT 43	71,8	9,5	62,3 (2,1)	26,0	2,5	0	+++
SBT 48	71,7	11,9	59,8 (1,7)	25,2	3,1	0	+++
SBT 63	70,6	13,4	57,2 (1,4)	26,0	3,4	0	+++
SBT 70	69,7	4,6	65,1 (1,9)	27,0	3,3	0	+++
SBT 89	74,9	3,7	71,2 (1,7)	22,0	3,1	0	+++ ³
SBT 134	69,5	7,8	61,7 (1,4)	27,5	3,0	0	++
SBT 334	71,3	8,8	62,5 (0,6)	25,0	2,7	2-3	+
INT. 84	71,1	3,6	67,5 (1,6)	26,5	2,4	1-2	++
NIT. 223	73,2	9,2	64,0 (1,6)	23,3	3,5	0	+++
INT. 231 (<i>mutant SBT</i>)	74,1	14,0	60,1 (3,8)	23,6	2,3	1-2	++
CIRAD 141 (<i>Testemunha - T</i>)	72,8	16,0	57,6 (3,8)	24,2	3,0	0	+++

1. Notas de 0 (sem) a 5 (80-100% dos grãos) - CV%: 5 a 6 repetições/cultivar, exceto CIRAD 141 avec 23 repetições

2. ++++: excelente; +++: muito boa; ++: boa; +: medíocre

3. Rendimento no beneficiamento excepcional - grão muito bonito longo fino, translúcido

4. Arroz beneficiado muito fino (agulha), raro, com excelente aroma

FONTE: Projeto FACUAL/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac; Fazenda Mourão: G. L. da Costa, L. Dalla Nora, Campo Verde, MT/2006

FIG. 153 SISTEMAS DE CULTURAS DIVERSIFICADAS NA ZTU, NO PLANTIO DIRETO
 → Integração: Produções alimentares, industriais e pecuária

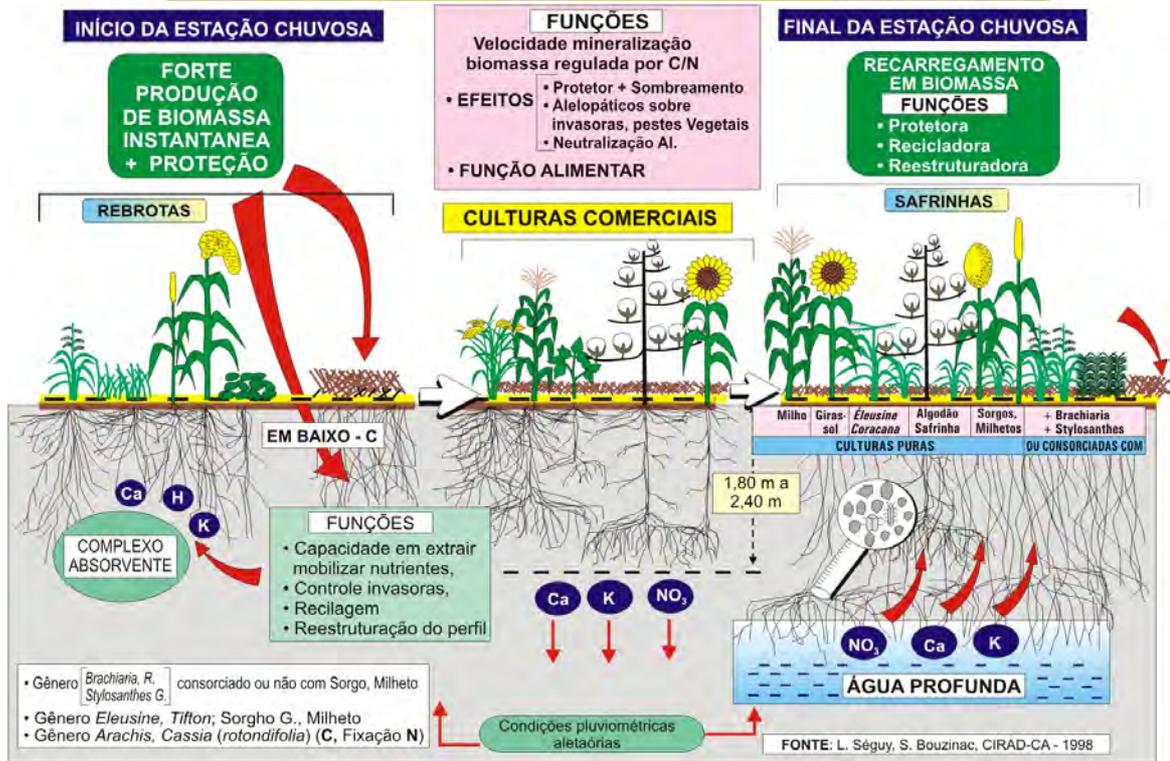


FIG. 154 MELHORES BIOMASSAS PRECEDENTES PARA TODAS AS CULTURAS EM PD = SOJA, ARROZ, MILHO, ALGODÃO, etc... IMPLANTADAS EM PD APÓS SOJA DE CICLO CURTO (95-105 dias) OU INTERMEDIÁRIO (105-115 dias)

	Milho ¹ + Brach. r.	Sorgo ¹ + Brach. r.	Pé de ¹ galinha	Pé de ¹ galinha + Guandú	Pé de ¹ galinha ² + Crot. sp.	Brach. r. + Guandú	Milho, Sorgo, Milheto consorciados com Brach. r. + Guandú	Milho, Sorgo, + Brach. r. + Stylosanthes	Sorgo, + Brach. r. + Crot. sp. + Sesamum i. + Trigo Mourisco	Milho, Sorgo, + Eleusine c. + Crot. sp. + Sesamum i. + Trigo Mourisco
EFEITOS PRINCIPAIS²										
• Porosidade	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
• Carbono	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
• Controle invasoras	++	+++	++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++
• Fixação N	-	-	+	+++	+++	++	++	+++	++	+++
• Integração Grão-Pecuária	+++	+++	++	+++	-	+++	+++	+++	++	++
• Atividade da biomassa na estação seca	++	++	-	++	+	+++	+++	+++	+++	+++
• Controle dos Nematoides	+	+	+	++	+++	++	++	++	+++	+++
• Fitorremediação	+	+	+	++	+++	++	+++	++	+++	+++

Brach. r. = *Brachiaria ruziziensis*
 Crot. sp. = *Crotalaria spectabilis*

1 - Variedades CIRAD
 2 - + = bom; ++ = muito bom; +++ = excelente

FONTE: AGRONORTE - COODETEC - CIRAD/CA - Goiânia, 2007

3.3 PERSPECTIVAS : TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO

3.3.1 OS DESAFIOS PARA UMA PESQUISA CIENTÍFICA equilibrada que se engaja na ambição de responder efetivamente aos enormes desafios oriundos dos grandes conflitos atuais como: luta contra a pobreza, mudança climática, atender adequadamente o crescimento populacional num mundo onde os recursos naturais se tornam mais raros quando nos aproximamos de uma possível escassez de alimentos.

Com uma atenção mais firme á realidade, diversos ensinamentos podem ser tirados de nossas experiências deste trabalho de Pesquisa-Ação realizado no coração das frentes pioneiras do Sul da bacia amazônica e na rede mundial tropical agro-ecologia do CIRAD (*Rede AFD/FFEM/CIRAD/Parceiros do Sul*).

a) Neste momento, se deve PRIORIZAR O ENFOQUE científico holístico, sistêmico desenvolvido pela Pesquisa-Ação³⁸, como o caminhar integrado essencial e eficaz para transformar rapidamente as agriculturas, fortalecendo simultaneamente á:

- **Criação das inovações para os sistemas de cultivo e produção**, de cenários de desenvolvimento sustentável apropriáveis, **no cerne das realidades** das agriculturas sob um enfoque de multi-atores, e com níveis de escala convincentes das unidades de paisagem, para avaliar a economia do meio ambiente, e ajustar os indicadores de sustentabilidade;
- **Otimização contínua das performances dos sistemas** por uma hierarquização e eficiente de seus componentes e identificação de suas limitações maiores para agir em tempo real nas suas transformações em prol de uma agricultura diversificada, sustentável, limpa, respeitadora do meio ambiente;
- **Prevenção agrônômica e ambiental** que avalia previamente a sua difusão em grande escala, os impactos desses cenários de desenvolvimento criados, sobre o meio ambiente e a qualidade das produções e é regida pela aplicação do **princípio de precaução**.
- **Colocação a disposição da Pesquisa científica temática mais fundamental** de dispositivos experimentais sistematizados, perenizados e bem dominados reunindo cenários muito contrastados de desenvolvimento no meio das realidades agrícolas, se tornando verdadeiros "**laboratórios de vigília científica**". Estes devem ser dinâmicos, servindo tanto para consolidar a inteligência contínua de sistemas de cultivo cada vez mais atuantes e apropriáveis pelos agricultores quanto para gerar conhecimentos científicos (*Palavras –chaves: engenharia ecológica, ecologia microbiana, funcionamento agrônômico, modelagem, otimização das relações “Genótipo x Manejo dos solos e das culturas”, etc. ...*).

b) No contexto atual do sistema de produção em todo o sul da Amazônia sugerimos REEQUILIBRAR OS INVESTIMENTOS, os recursos financeiros e humanos da pesquisa em prol de uma integração de saberes com as ciências da natureza engajadas na ação para e dentro do desenvolvimento do sistema de produção daquela região, portanto abaixo fazemos alguns questionamentos:

³⁸ A Pesquisa-Ação (PA) é uma nova forma de criação do saber na qual as relações entre teoria e prática, e entre pesquisa e ação são significativamente estreitas. A PA permite aos atores construir algumas teorias e hipóteses que emergem do campo, e são testadas em seguida no campo e acarretam as mudanças desejadas da situação.

Segundo Joël de Rosnay (1975) : o enfoque sistêmico deve ser percebido como uma nova metodologia permitindo reunir e organizar os conhecimentos visando uma maior eficácia na ação. Ela favorece o estudo dos problemas na sua totalidade, sua complexidade e sua própria dinâmica.

« Duas abordagens possíveis do mundo : a **abordagem reducionista** (ou analítica, cartesiana) é uma atitude que consiste em reduzir um sistema ou uns fenômenos complexos à seus componentes mais simples e em considerar esses últimos como mais fundamentais do que a totalidade complexa (Schwartz, 1997). A abordagem reducionista se opõe á **abordagem holística** (ou sistêmica, sintética). Esta é uma atitude que consiste em considerar que um sistema complexo é uma entidade que possui características emergentes ligadas a sua totalidade, propriedades que não são reduzíveis a uma simples adição de seus elementos (segundo Schwartz, 1997). »

• A Engenharia genética e a biologia molecular estão hoje amplamente privilegiadas, mas cada vez mais desligadas das realidades da natureza e do desenvolvimento..... Porque não tentar, em vez de mudar, se associar e imitar a natureza na sua complexidade e multifuncionalidade antes que ela desapareça?

• Porque também não considerar que a ação realizada diretamente na natureza seja uma fonte prolífica de criação científica, pois se beneficia do apoio do parceiro mais competente e perfeito que existe: a própria natureza.

• Neste momento, torna-se urgente para a pesquisa científica conciliar o discurso OGM com a defesa da biodiversidade: é mais fácil (e os SCV o comprovam) e mais acessível para todos os atores criar uma multifuncionalidade sustentável por intermédio de uma composição inteligente de varias espécies vegetais (exemplos dos SCV e da floresta da qual se inspiram) de que querer transferir para uma só espécie a multifuncionalidade de todo um sistema inteligente (ainda bem limitada e com efeitos colaterais e custos exorbitantes). Esta atitude favoreceu a perpetuação das grandes monoculturas a exemplo das sojas RR no Brasil e na Argentina onde os resultados não foram os esperados pelos produtores, que consideraram que RR era sinônimo de maior produtividade enquanto é uma simples tecnologia que deveria ser incorporada ao sistema de produção. Portanto a produtividade da soja não aumentou significativamente desde sua adoção maciça e as doses de herbicida estão crescendo para controlar as dicotiledôneas que se tornaram resistentes ao glifosato como *Euphorbia heterophylla*, *Commelina benghalensis*, *Borreria alata*, etc. O exemplo dos algodões Bt mostra já também limites preocupantes, com a economia de somente um a três tratamentos inseticidas sobre um total de 16 a 18, e, sobretudo, a impotência em controlar espécies resistentes à maioria das moléculas químicas: os casos de *Bemisia tabaci* raça b e *Spodoptera frugiperda* e das espécies endêmicas muito prejudiciais á cultura algodoeira como *Anthonomus grandis*, e com a perspectiva da emergência rápida de novas resistências.

• O conhecimento conseguido até aqui sobre as performances dos sistemas de cultivo e de produção, tanto agrônômicas, técnicas quanto econômicas, evidencia que esses dois caminhos (*SCV e OGM*) não se excluem, mas obviamente podem ser complementares. Os SCV oferecem uma biodiversidade funcional de grande impacto que favorece o restabelecimento de numerosas funções naturalmente gratuitas como o controle das invasoras ou de nematóides, a fitorremediação, a volta dos auxiliares predadores das pragas das culturas graças a volta da biodiversidade. Ao mesmo tempo, o aumento da fertilidade do solo de origem organo-biológica permite reduzir significativamente os insumos químicos e, por conseguinte os custos de produção. Neste contexto, os OGM poderiam ser uns auxiliares preciosos no ambiente produtivo, legítimos e incontestavelmente valorizados, na condição de bem verificar previamente sua inocuidade na saúde e no meio ambiente. Eles, além de complementar os importantes serviços ecossistêmicos dos SCV, ajudariam a reduzir os custos de produção e os impactos ambientais decorrentes dos manejos dos solos e das culturas, e preservariam uma forte biodiversidade, um solo vivo, minimizando assim o aparecimento de resistências aos OGM.

c) Na prática, é fundamental que a pesquisa científica invista realmente na engenharia ecológica e na ação, para e no desenvolvimento, a fim de responder as emergências que dizem respeito à reabilitação dos ecossistemas degradados, o que diminuiria eficientemente o desflorestamento: as terras degradadas, abandonadas ou deixadas em pousio cobram no Brasil mais de 20 milhões de hectares, dos quais 16 milhões estão na região amazônica (*Dixon J. et al., 2001 ; Pasquis R. et al., 2006*). Se deve prosseguir com a criação dos novos ecossistemas sustentáveis com a ambição concreta de passar dos agrossistemas atuais manejados por via química exclusiva para os ecossistemas cultivados com forte biodiversidade funcional, e de elaborar algumas ferramentas biológicas para prevenir e resolver os problemas de poluição, maximizando os serviços ecossistêmicos (*Fig. 167*).

• Um solo que perde carbono inexoravelmente a cada ano, está fadado à uma esterilização progressiva como é o caso dos solos trabalhados com a visão exclusivamente química da fertilidade, o que chamamos de “solo mineral”, no qual é cada vez mais ausente a atividade biológica eficaz, e, por conseguinte é condenado à uma gestão química cada vez mais onerosa e poluidora (*ex.: o sistema "semi-direto"*). À imagem das afecções humanas, esses solos “mal nutridos” se tornam tão “anêmicos” e às vezes “obesos”, apresentando excessos de fertilizante químico e desequilíbrio, necessitando de uma perfusão química permanente e onerosa para sobreviver.

• Pelo contrário, os solos que se enriquecem em carbono sob cultivo a partir de coberturas multifuncionais (*similares a mini-florestas*), restabelecem os grandes equilíbrios fundamentais nas cadeias tróficas pelo desenvolvimento de uma intensa atividade biológica multifuncional. E da mesma forma, a biodiversidade das coberturas atrai eficientemente os insetos polinizadores e os auxiliares predadores das pragas das culturas. A reabilitação dos solos que seqüestram ativamente o carbono sob cultura, biologicamente ativos de modo constante e sustentável (SCV), vai permitir também ampliar o “arsenal” dos instrumentos biológicos preciosos para melhorar ainda mais as performances dos sistemas de cultivo. **A ecologia microbiana** é até hoje pouco eficaz nas suas aplicações para a produção agrícola, pois está sendo usada, na maioria dos casos, em solos “esgotados”, pouco ativos e pouco diversificados nas suas funções biológicas, mas ela pode encontrar suportes nos “solos vivos sob aplicação dos SCV”, providos de todos os ingredientes necessários para seu desenvolvimento e para a eficácia sustentável dessas ferramentas tendo como exemplos : micorrizas, *Beauveria*, *Metarhizium*, *Trichoderma*, *Azospirillum*, *Pasteuria*, *Arthrobotrys*, *Beijerinckia*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, etc... .

• A exemplo dos OGM, a valorização da ecologia microbiana só pode conseguir seu êxito pleno se os solos tiverem sido previamente restaurados e regenerados na sua multifuncionalidade biológica. Entretanto, para nós, os SCV constituem claramente uma prioridade absoluta, tanto para seus impactos positivos na produção agrícola e no meio ambiente quanto para uma melhor valorização das inovações biológicas procedentes da ciência, porque serão recolocadas em sistemas vivos que permitem expressar seu potencial real (*Fig. 155 a 160*).

• **A pesquisa deve também investir na qualidade que confere um forte valor agregado à rizicultura de sequeiro**, a qual está ainda ausente dos sistemas de cultivo e de produção em terras já intensivamente trabalhada, chamadas equivocadamente de terras velhas, enquanto o arroz constitui uma opção de diversificação de valor inestimável, perfeitamente

adaptada às condições pedoclimáticas dos TU. Os trabalhos do CIRAD³⁹ dos 5 últimos anos mostram todo o potencial desta cultura que pode produzir em Plantio Direto entre 4 e 8 t/ha, com uma redução sistemática e drástica das doenças criptogâmicas⁴⁰, a *Pyricularia oryzae* e o complexo fúngico das manchas de grãos (*Fig. 161*). Os custos de produção do arroz de sequeiro de qualidade diferenciada nos SCV são parecidos com os da soja, e até inferiores porque eles não utilizam nenhum fungicida nem nas sementes, nem no final do ciclo nas panículas, favorecendo a estabilidade e a eficiência da resistência poligênica do material. **A condição imprescindível** para que esta cultura integre de modo definitivo os sistemas de cultivo nos TU, dentro de SCV a base de soja e algodão, é que os **mercados ofereçam preços pagos elevados e estáveis** ao produtor. Pois, será somente através de uma produção de qualidade diferenciada com alto valor agregado e preço superior ao pago para o arroz irrigado do Sul, que esta cultura será integrada de modo duradouro nos sistemas de cultivo de sequeiro.

• **A pesquisa deveria igualmente continuar em investir nas opções de "safrinhas" de alto valor agregado e custos de produção mínimos**; os trabalhos do CIRAD desses 20 últimos anos evidenciaram o interesse que poderia apresentar para a agroindústria os sorgos brancos sem taninos com alto teor em proteínas, entre 12 e mais de 15%, que podem encontrar um nicho remunerador na cadeia alimentar humana na forma de farinhas, massas alimentares, cerveja, álcoois finos : vodka, whisky, etanol, ou na indústria do papel com os sorgos “papeleiros”, na produção de amilose, etc. Como outros exemplos, pode-se plantar nas safrinhas o gergelim que contém de 50 para 55% de óleo de qualidade excepcional, muito apreciado no mercado mundial (*cosméticos, lubrificantes para aviação*), ou o trigo mourisco com boa tolerância ao estresse hídrico e com propriedades herbicidas eficazes e que pode entrar na fabricação do pão, de pancakes (*isento de glúten*), etc... . Estes são espécies ubíquas de ciclo curto, que podem oferecer rendas elevadas com custos de produção muito baixos, inferiores a 100 US \$/ha.

• Enfim, nos parece agora oportuno para a pesquisa científica **de rever e precisar de novo a noção de fertilidade dos solos, as leis agronômicas e os parâmetros que comandam as relações entre Solos e Culturas e a produção dentro dos SCV**. De fato, durante todo o processo de elaboração de SCV cada vez mais atuantes, nossos trabalhos demonstraram nas diversas ecologias (*Decirolândia - MT, Porteirão - GO*), os limites das recomendações práticas elaboradas cientificamente no estrito quadro dos solos preparados. O parâmetro "saturação de bases" por exemplo, não tem nenhum valor indicador para a recomendação de doses de correções calco - magnésianas logo que o teor de Matéria Orgânica estiver igual ou superior a 3% num latossolo argilo-arenoso sobre rocha ácida ou num solo argiloso vermelho-escuro sobre rocha básica basáltica (*Fig. 162 a 164*). De modo geral, as leis de funcionamento agronômicas das relações Solos – Culturas e as recomendações decorrentes delas devem ser recriadas para os solos sob SCV contínuos, biologicamente muito ativos, que constantemente se recarregam em carbono; nesses SCV, a capacidade do solo em produzir está estreitamente dependente da fertilidade de origem organo-biológica (*Cf. M. Nicolodi et al. ; 2007*).

³⁹ Mais de 300 variedades novas foram criadas, que podem substituir com vantagem as variedades mais plantadas: Primavera e CIRAD 141 . Nesse novo germoplasm, numerosas opções diversificadas de qualidade são disponíveis: arroz aromáticos, arroz pretos longos aromáticos, arroz com teores variáveis de amilose, arroz com grãos redondos aromáticos ou não, etc. ...

⁴⁰ Diversas coberturas vegetais em SCV, constituídas de misturas complexas, controlam perfeitamente a brusone independentemente da importância e da natureza da resistência genética dos cultivares. A variedade Primavera, sensível a muito sensível á brusone em solos preparados, está quase sempre imune neste tipo de SCV e pode ser assim melhor valorizada, ao menor custo.

FIG. 155

- BIODIVERSIDADE FUNCIONAL : as coberturas a partir de misturas complexas e pensadas (*adicionamento das funções agronômicas «gratuitas»*):

- Controle natural das pragas vegetais e invasoras de difícil controle,
- Controle natural dos insetos do solo pragas das culturas (*arroz de sequeiro em particular*):
 - . Natureza das coberturas ,
 - . X estirpes de *Métharizium* e *Beauveria* (*condições de conservação e de propagação das estirpes*)
- SCV supressivos da Brusone (*Pyricularia*)
- Controle mecânico das coberturas associado ou não ao uso de herbicidas naturais (*substituição do glifosato por SCV biológicos, ecológicos sem produtos químicos de síntese*)
- Vida biológica dos solos : indicadores discriminantes globais de abrangência geral
- Capacidade de digestão biológica dos xenobióticos

FIG. 156

MULTI-FUNCIONALIDADE DAS COBERTURAS COM MISTURA DE ESPÉCIES (*biodiversidade funcional*)

•Segundo os trabalhos de nossa equipe entre 1987 e 2005

. **Regra N° 1 :** na composição das misturas :

Integrar uma cultura de interesse comercial que cobre os custos de implantação da cobertura até sua dessecação antes do plantio da cultura comercial

. **Regra N° 2 :** a composição das misturas é construída na complementaridade das funções agronômicas eficientes gratuitas com forte impacto na fertilidade do solo e nas performances do sistema de cultivo, para simultaneamente :

- Baixar os custos de produção
- obter umas produtividades elevadas e estáveis

. **Regra N°3 :** otimizar a factibilidade técnico-econômica das coberturas em mistura Pequenos grãos de preferência :

- . Pequena quantia /ha ⇒ grande área plantada com poucos grãos,
- . Área reduzida para reprodução das sementes na fazenda

FIG. 157

FUNÇÕES AGRONÔMICAS

- . **Intensidade de fixação gratuita do Nitrogênio e ciclagem eficiente**, rápida dos restos de N (leguminosas : *Stylosanthes.*, *Cajanus* , *Crotalarias* , *vicias* , *Alysicarpus* , *Arachis* , *etc...*crucíferas Nabo F)
- . **Controle das invasoras de difícil controle** (*Cyperus r.* , *Borreria al.* , *Commelina b.* , *Euphorbia het.*) pestas vegetais (*Imperata cyl.* , *Chromolenae l.*, *Mimosa in.*, *Cynodon d.*, *Stenotaphrum se.*) :
 - Sorgos , coberturas com forte poder de dominância (gêneros *Brachiaria* , *Cynodon*, *Pennisetum*, *Arachis* , *Cassia* , *Desmodium* , *etc...*
 - e insetos do solo pragas das culturas** (*larvas Coleópteros* , *percevejos*, *cupins* ,*etc.*) :
 - Vicia peluda, Nabo forrageiro,
- . **Possante poder reestruturador do perfil cultural** :
 - Gramíneas : Gêneros *Brachiaria*, *Cynodon*, *Paspalum*, *Eleusine*, sorgos , *etc...*
 - Plantas pivotantes : Gêneros *Crotalaria*, *Cajanus*, *Amaranthus*, *Raphanus*, *etc..*
- . **Forte capacidade de seqüestro do Carbono** (*Gramíneas dos gêneros Brachiaria* , *Pennisetum* , *Panicum* , *Paspalum* , *Cynodon* , *Chloris* , *Setaria* , *Cenchrus* , *etc..*)
- . **Cobertura duradoura do solo sob cultivo** : sorgos , *Stylosanthes.* , *etc..*
- . **Forte capacidade de desintoxicação do solo** (*poluentes químicos* , *nematóides*) : *Eleusine cor.* + *Crotalarias*, *Cajanus* ,*etc..*
- . **Funções específicas** : ciclagem preferencial de K : Milhetos ; complexação de AL tóxico: *Brachiarias* ; supressividade das doenças criptogâmicas (*ex: Pyriculariose do arroz mistura Eleusine cor.+ Crotalaria sp.*,) e ...outras funções a serem descobertas como a capacidade em biodigerir as moléculas xenobióticas

FIG. 158

EXEMPLOS DE MISTURA DE ESPECIES COM FORTE MULTIFUNCIONALIDADE:

1/ SOBRESSEMEADURA NA SOJA (*pequenos grãos*)

- 1/ Milhetos ou Sorgos + Crotalárias (*mistura de 3 espécies*)
- 2/ Milhetos ou Sorgos + Crotalárias + Nabo Forrageiro (*5 espécies*)
- 3/ Milhetos ou Sorgos + Crotalárias + Nabo F. + *Stylosanthes* (*6 espécies*)
- 4/ Milhetos ou Sorgos + Crotalárias + Nabo F. + *Stylo.* + *Amaranthus* (*7 espécies*)
- 5/ Milhetos ou Sorgos + Crotalárias + Nabo F. + *Stylo.* + *Amaranthus* + Trigo Mourisco (*8 espécies*)
- etc...

FIG. 159

2/ PLANTIO DIRETO EM SEQUÊNCIA COM A COLHEITA DE SOJA (20/10-10/03)

- 1/ Milho híbrido + *Stylosanthes*
- 2/ Milho híbrido + *Stylosanthes* + *Brach.r.*
- 3/ Milho híbrido + *Stylosanthes* + *Brach.r.* + Crotalárias
- 4/ Milho híbrido + *Stylosanthes* + *Brach.r.* + Crotalárias + Nabo F.
- 5/ Milho híbrido + *Stylosanthes* + *Brach.r.* + Crotalárias + Nabo F. + Amarantas
- **OU/E**
- 6/ Milho híbrido + *Eleusine c.* + Crotalárias
- 7/ Milho híbrido + *Eleusine c.* + Crotalárias + *Stylosanthes*
- 8/ Milho híbrido + *Eleusine c.* + Crotalárias + *Stylosanthes* + Nabo F.
- 9/ Milho híbrido + *Eleusine c.* + Crotalárias + *Stylosanthes* + Nabo F. + Amarantas

**à partir do 10/03 e até o 30/03, o Milho híbrido deve ser substituído por um Milho variedade (menor risco econômico) ou por um sorgo, com as mesmas espécies consorciadas que acima.*

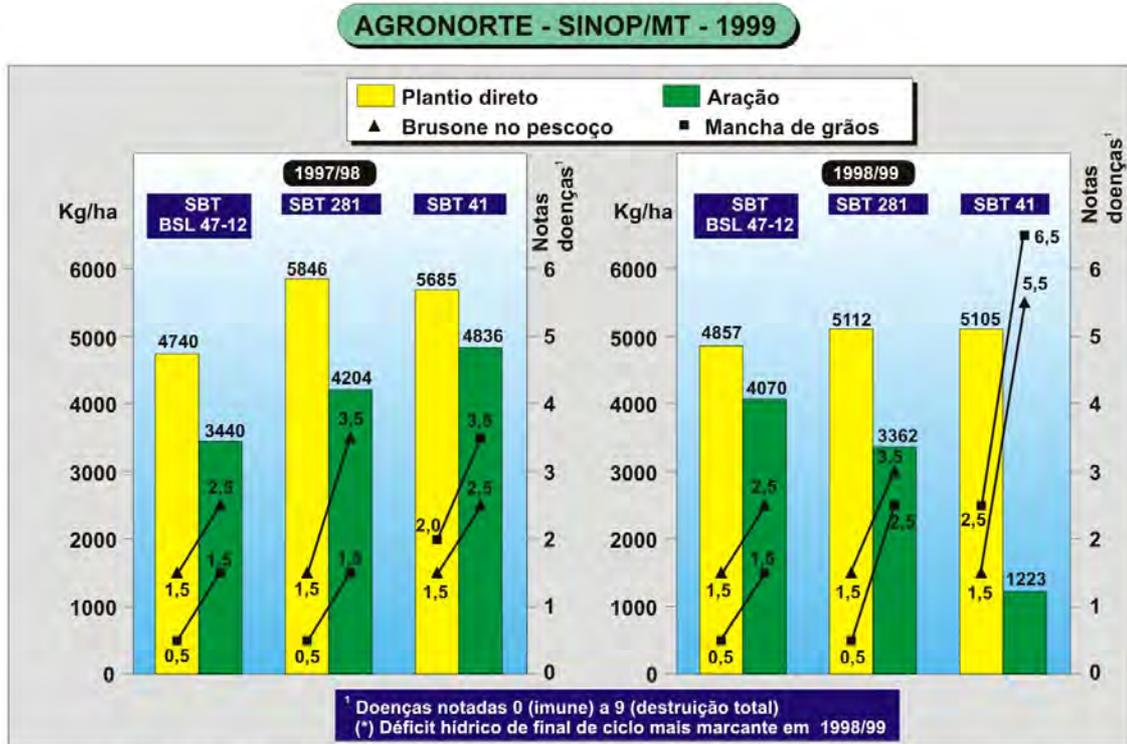
FIG. 160

3/ COBERTURAS EM MISTURA COMO PRECEDENTE DA CULTURA ALGODOEIRA (entre setembro e dezembro)

- 1/ Milhetos ou Sorgos (BF80)
 - 2/ Milhetos ou Sorgos (BF80) + Crotalárias (3 em mistura)
 - 3/ Milhetos ou Sorgos (BF80) + Crotalárias + Nabo F.
 - 4/ Milhetos ou Sorgos (BF80) + Crotalárias + Nabo F. + Amarantas
 - 5/ Milhetos ou Sorgos (BF80) + Crotalárias + Nabo F. + Atarantas + Trigo mourisco
- **Objetivos:**- Máximo de biomassa de decomposição lenta (Sorgo)
 - Fixação N e ciclagem rápida dos resíduos
 - Controle natural das invasoras e das pragas
 - Reestruturação do perfil cultural
 - Controle natural nematóides e doenças criptogâmicas

FIG. 161

INTERAÇÕES “GENÓTIPOS ARROZ DE SEQUEIRO x MODOS DE GESTÃO DO SOLO”

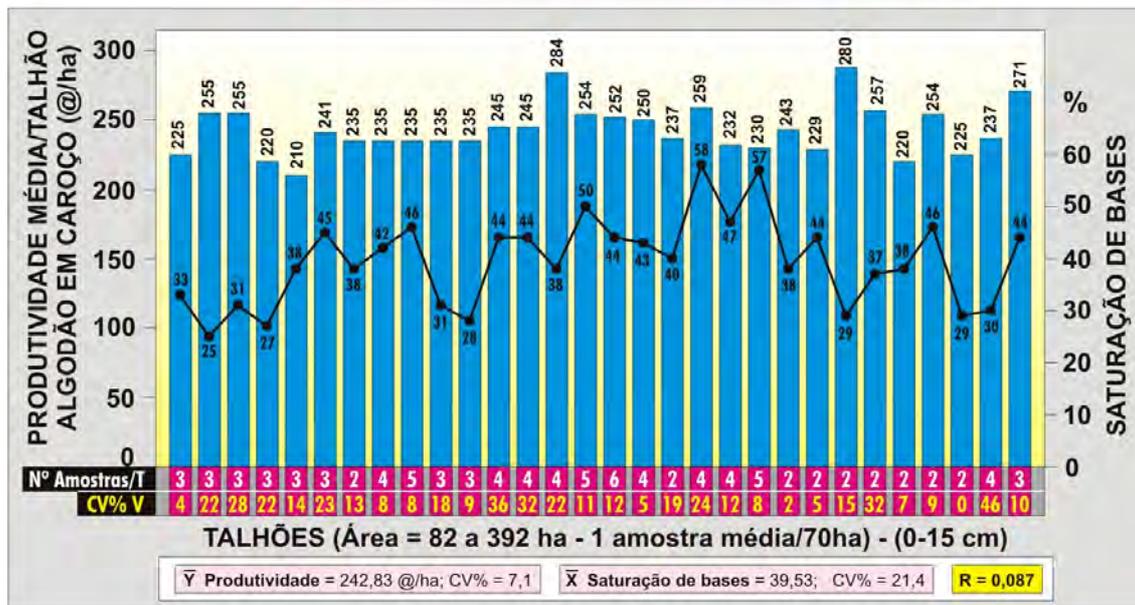


FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA-GEC; A. C. Maronezzi, E. Trevisan, M. Bianchi, AGRONORTE - SINOP/MT - 1999

FIG. 162

GRÁFICO 1 - REGRESSÕES LINEARES ENTRE PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO E RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO - FAZENDA GUAPIRAMA - DECIOLÂNDIA - MT

1. PRODUTIVIDADE x SATURAÇÃO DE BASES - (V%)

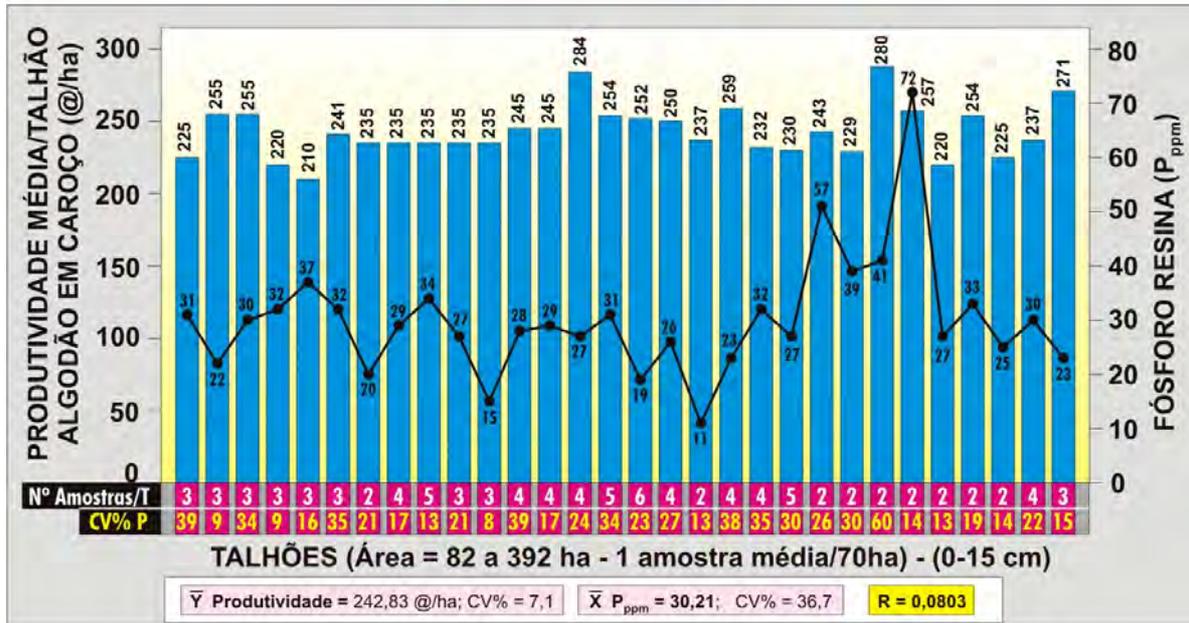


FONTE: O. Martins, Laboratório Sunji Nushimura - Pompéia/SP - 2000; Adaptado por L. Séguy, S. Bouzinac; CIRAD/CA

FIG. 163

GRÁFICO 2 - REGRESSÕES LINEARES ENTRE PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO E RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO - FAZENDA GUAPIRAMA - DECIOLÂNDIA - MT

2. PRODUTIVIDADE x P_{ppm}

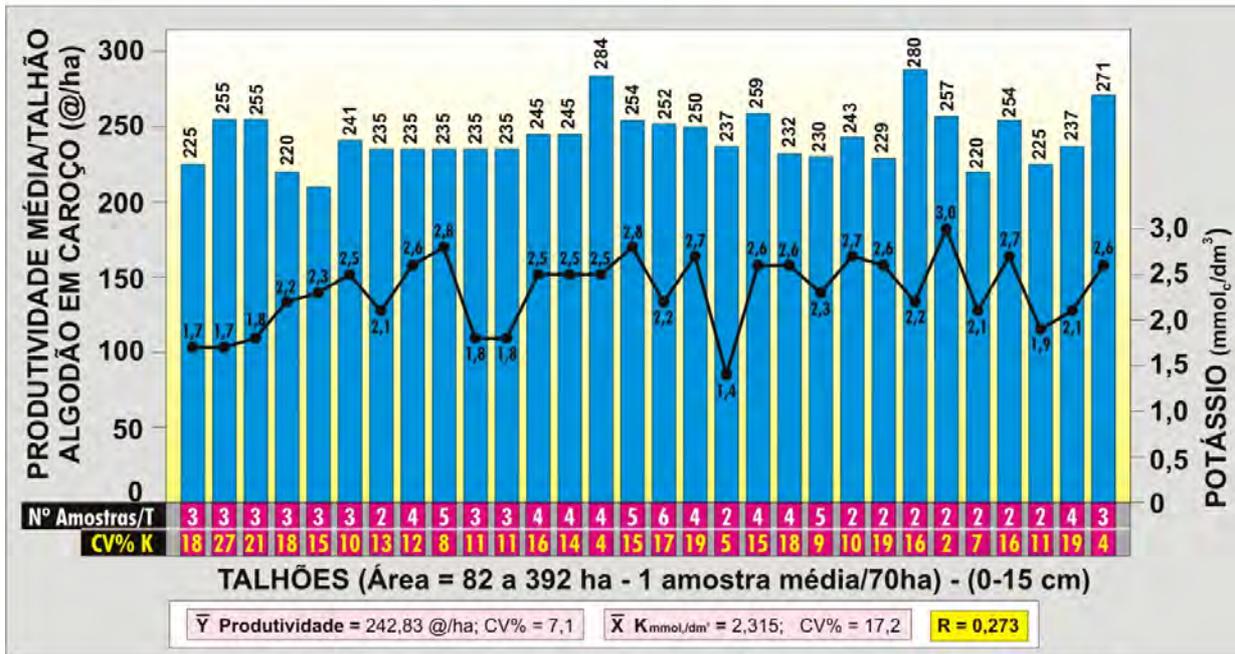


FONTE: O. Martins, Laboratório Sunji Nushimura - Pompéia/SP - 2000; Adaptado por L. Séguy, S. Bouzinac; CIRAD/CA

FIG. 164

GRÁFICO 3 - REGRESSÕES LINEARES ENTRE PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO E RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO - FAZENDA GUAPIRAMA - DECIOLÂNDIA - MT

3. PRODUTIVIDADE x K_{mmol/dm³}



FONTE: O. Martins, Laboratório Sunji Nushimura - Pompéia/SP - 2000; Adaptado por L. Séguy, S. Bouzinac; CIRAD/CA

3.3.2 RECOMENDAÇÕES E DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS SCV

➤ ESTADO DA ARTE DO PLANTIO DIRETO (2007)

• A agricultura de conservação praticada sob o nome genérico de "Plantio Direto" está sendo praticada por cerca de 95% dos agricultores na região do Brasil Central que reúne todo o estado do Mato Grosso apresentando a maior área sob esse sistema, o Norte do estado do Mato Grosso do Sul, o Sul do estado do Goiás, o Triângulo mineiro e o Norte do estado de São Paulo (Cf. *tabela Rally da safra - 2007*). Os principais motivos da adoção do "Plantio Direto" são apresentados aqui, por ordem decrescente: em primeiro lugar, a conservação do solo (94%) e em seguida o aumento de produtividade (63%). No que diz respeito ao tempo de prática do Plantio Direto, 47% dos agricultores responderam entre 6 e 10 anos, 24% entre 11 e 15 anos, 10% entre 16 e 20 anos e somente 15% entre 1 e 5 anos. Dentro das coberturas de palhas que servem de capa protetora ao Plantio Direto, o milho é nitidamente dominante com 32% de frequência, seguido do milho com 26%, e depois das *Brachiarias* (17%) e do sorgo (15%). A estimativa do percentual de cobertura do solo sob cultivos de soja e milho é em média respectivamente de 29% e 15%, seja sem significado, caracterizando a dominância de um plantio direto, em média, baixo provedor de resíduos anuais associado as gradagens leves usadas para implantar a cobertura de milho ou outro, seja o sistema chamado de "semi-direto" ou TCS.

Tabela 5 Caracterização do Plantio Direto (PD) na região que abrange o estado do Mato Grosso, o norte dos estados do Mato Grosso do Sul e de São Paulo, o Sul de Goiás e o Triângulo mineiro – 2007

% de adoção Plantio Direto		Área em PD		Principais Motivos de adoção do PD		Distribuição Frequência agricultores segundo o tempo de adoção		Distribuição frequência das principais coberturas		Estimativa cobertura de solos (%) sob cultura de soja / milho		
		% Área Total	%	Motivos	%	Tempo (anos)	%	Cultura	%		Soja	Milho
Sim	95%	< 25%	0	Produção	63			Aveia	01	Nº de amostras % cobertura do solo	403	78
Não	5%	≈ 50%	4	Conservação	94	1-5	15	Brachiaria	17		29	15
Nº de respostas	238	≈ 75%	19			6-10	47	Milho	32			
		≈ 100%	77			11-15	24	Milho	26			
		Nº de respostas	225	Outros	20	Sorgo	15					
				Nº de respostas	227	Outros	08					
						Nº de respostas	221	Trigo	01			
								Nº de respostas	238			

Fonte: Rally da safra 2007 – Fundação AGRISUS – 8 equipes de entrevistadores formadas por agrônomos, técnicos, jornalistas, fotógrafos e coordenados por Agroconsult.

Enquéritos sobre: Área das propriedades > 1000 ha, dos quais área em pasto < 500 ha e rebanho < 500 cabeças; Foram visitados 12 estados, 198 municípios, perfazendo um roteiro total de aproximadamente 29.000 km.

Fonte: *Revista Plantio Direto* – nº 101 – Setembro/Octubre 2007 – p. 14 – p. 17.

• O Plantio Direto sob cobertura vegetal permanente como temos construído (SCV) está praticado na realidade somente na sucessão anual Soja + Milho, na região de Lucas do Rio Verde, berço do Plantio Direto nos TU e excelente exemplo desses SCV, e em alguns sistemas integrando agricultura e pecuária, sendo bem praticados na região de Sinop, no Centro-Norte Mato Grosso, no Mato Grosso do Sul e no estado de Minas Gerais.

➤ OS SISTEMAS SCV NECESSITAM SER DIFUNDIDOS COM URGÊNCIA, Para passar do sistema dominante atual de "semi-direto" (TCS) para os SCV diversificados sobre cobertura permanente do solo com forte multifuncionalidade.

• Regras básicas, de larga aplicabilidade dos SCV

- O solo está sempre totalmente coberto, protegido da constante agressão climática, criando um ambiente tampão para manter a umidade na estação seca com uma temperatura baixa e constante no ano todo (*como sob floresta*) para diminuir a mineralização da Matéria Orgânica ($K_2 \leq 2\%$) e manter uma forte atividade biológica.
- Área com o solo jamais preparado : utilizar as ferramentas biológicas das safrinhas possantes com sistemas radiculares altamente reestruturadores como os sorgos, *Brachiaria ruziziensis*, *Eleusine coracana* consorciados com leguminosas de raízes pivotantes tais como *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*.
- Rotação obrigatória das culturas ou das sucessões de culturas anuais, conservando sempre uma forte biodiversidade funcional na composição das safrinhas que incorporam uma cultura comercial, do tipo Milho ou Sorgo, consorciada com uma mistura multifuncional de espécies criando "mini-florestas" com impacto anual dominante sobre o solo no sistema de cultivo ;
- Quanto mais as biomassas de cobertura forem performantes em volume de matéria verde, mais importante deve ser o tempo a ser respeitado entre dessecação e plantio direto, isto é: de 15 para 20 dias para os milhetos, sorgos, pés de galinha, muito desenvolvidos após 45 dias a 2 meses de crescimento, até 30-40 dias para *Brachiaria ruziziensis* em cultura solteira ou consorciada com leguminosas⁴¹ ou cereais como os sorgos guineas. Para acelerar a mineralização dessas fortíssimas biomassas antes do plantio direto e facilitar assim a operação de plantio, logo que a biomassa foi dessecada (8 dias), ela pode ser rolada ou deitada com correntão ou rolo-faca.
- Para os agricultores que utilizam OGM RR, o rolo faca ou outros modelos muito eficientes mais aperfeiçoados (Cf. Fotos no final do capítulo III) deveriam ser reabilitados para substituir o uso do glifosato nas espécies anuais compondo as biomassas de cobertura que seriam roladas eficientemente no estágio de enchimento-floração. Esta medida permitiria evitar o uso maciço do glifosato, o qual gera resistências rápidas nas dicotiledôneas dos gêneros *Commelina*, *Desmodium*, *Euphorbia*, etc.... e poluição do meio ambiente, em particular da rizoesfera das culturas, ou seja, desordens nos equilíbrios microbianos : diminuição drástica das populações bacterianas que reduzem o manganês, aumentam as fusariose, etc..... (Yamada T. et al., 2007).

• Sistemas de cultivo SCV recomendados (Fig. 165 e 166)

- a) Sistemas SCV a base de Soja + Safrinhas : com objetivo de se obter o máximo de produção de soja por intermédio da produção máxima de biomassa seca a base de gramíneas
- Iniciando pelos sistemas do produtor que tem seu foco para a sucessão Soja + Milho, passamos para Soja + (Milho + *Brachiaria ruzi.*), e depois Soja + (Milho + *Brachiaria ruziziensis* + *Stylosanthes guyanensis*)⁴² cultivar Campo Grande, ou melhor, cultivar CIAT 184). O milho híbrido deve ser plantado em PD em sucessão da soja entre 15/01 e 20/02. A partir do 20/02 e até o 10/03, o plantio de milho pode ser com a variedade IRAT 200, ou/e plantio de Sorgo branco de alto valor agregado a ser desenvolvido junto à agroindústria alimentar, e/ou de girassol, mas consorciado somente com *Crotalaria spectabilis*, ou *Cajanus cajan* ou ainda *Stylosanthes guyanensis*.

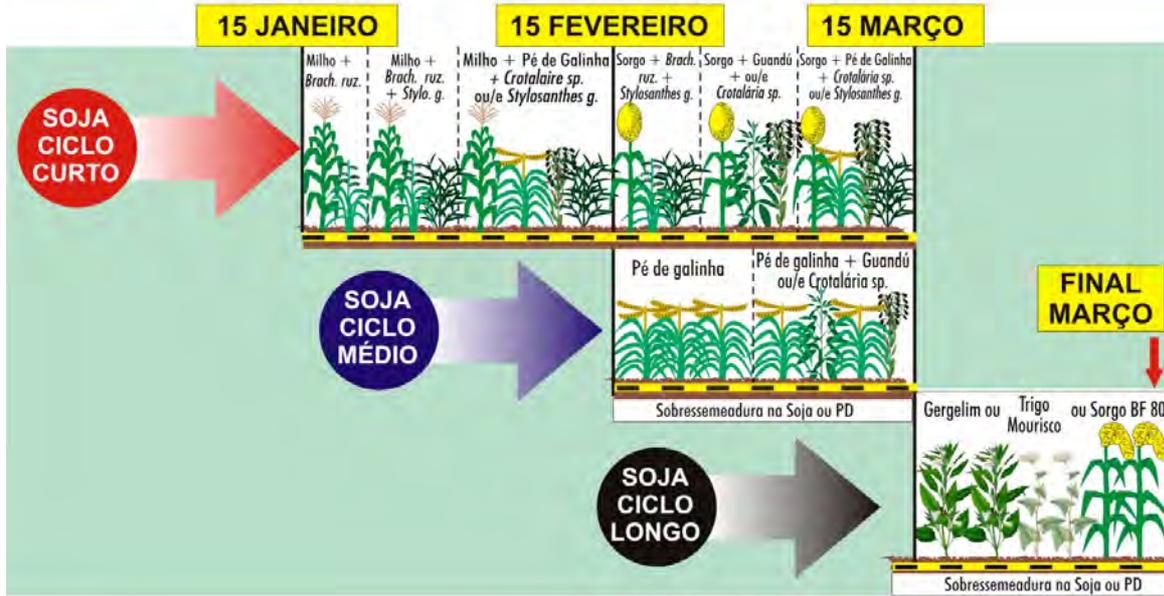
⁴¹ Quando umas leguminosas estão presentes nas misturas de espécies e tem umas dicotiledôneas de difícil controle como *Commelina b.*, *Borreria al.*, *Euphorbia h.*, *Richardia b.*, *Alternanthera f.*, é recomendado usar as moléculas Flumioxazin ou Carfentrazone (doses de 25-30 g i. a. /ha) em mistura com o glifosato para uma dessecação eficaz.

⁴² O *Stylosanthes guyanensis* cv. CIAT 184 é muito mais potente em produção de biomassa e em multifuncionalidade do que o *Stylosanthes* cv. Campo Grande; a única limitação para o seu uso reside na baixa disponibilidade de sementes no mercado, se tornando assim muito caras. Esta variedade está melhor adaptada às regiões quentes e deveria ser multiplicada rapidamente em grande escala.

FIG. 165

CONJUNTO DOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO: SOJA + SAFRINHAS

- Os melhores precedentes rotação para Arroz₁ e algodão₂
- Minimizar os riscos climático e econômico
- Maximizar as vantagens agronômicas

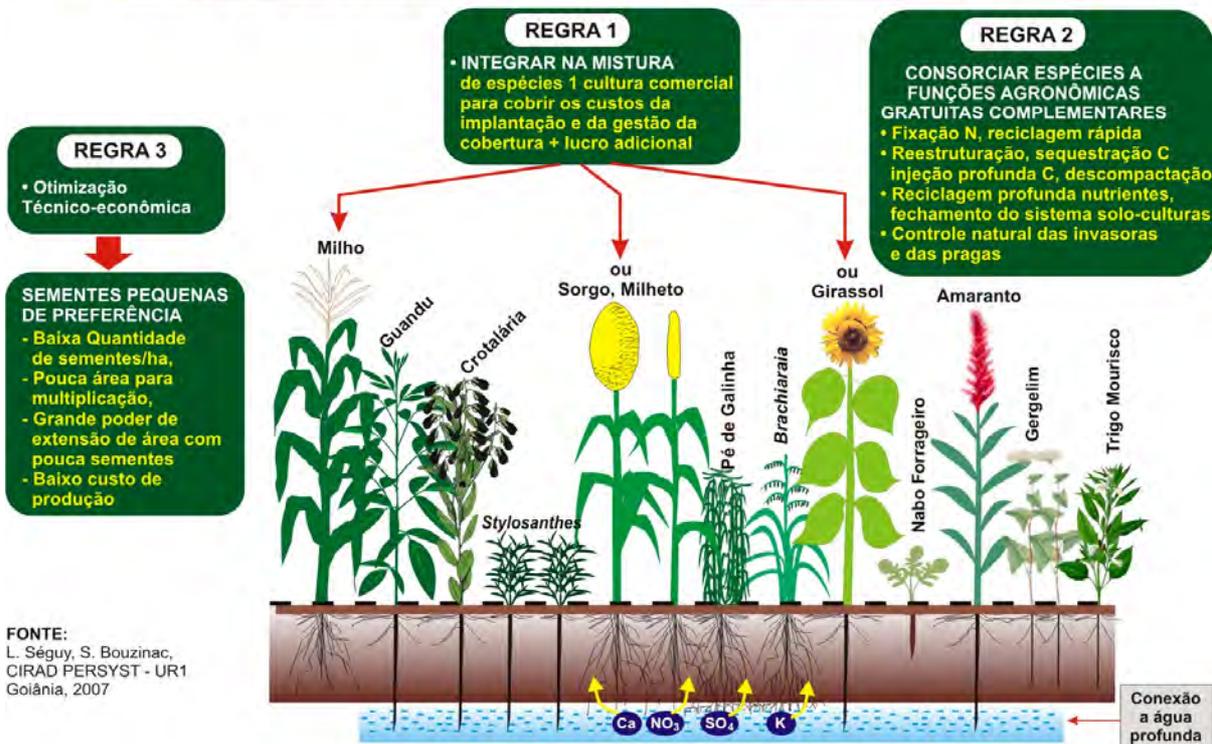


1 - arroz de outubro ou de novembro-dezembro
 2- Safra e safrinha
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; AGRONORTE; GRUPO MAEDA; FAZENDA MOURÃO/COODETEC; Goiânia, 2007

FIG. 166

REGRAS PARA CONSTRUÇÃO DE COBERTURAS MULTI-FUNCAIONAIS NOS SCV

Exemplo da zona tropical úmida do Brasil Central - Florestas e Cerrados



FONTE:
 L. Séguy, S. Bouzinac,
 CIRAD PERSYST - UR1
 Goiânia, 2007

Esses sistemas SCV permitem a integração da pecuária proporcionando a engorda na estação seca com uma renda suplementar de 10 a 15@/ha de carne tornando possível se obter 3 rendas sucessivas no ano (Cf. *Séguy L et al. 1996 ; 1998, d*).

- No caso das safrinhas a base de sorgo branco, **se a engorda na estação seca não é a primeira opção**, a *Crotalaria spectabilis* pode ser consorciada ao sorgo + *Brachiaria ruziziensis*. Esta mistura pode ser implantada seja em Plantio Direto em sucessão da soja entre 20/02 e 10/03, ou a lanço em torno do 20/02 em sobressemeadura das sojas de plantio tardio ou de ciclo mais longo, 15-20 dias antes da colheita, após 20 a 30% de desfolhamento.

- **A partir do 10 de março**, com a disponibilidade hídrica já nitidamente mais reduzida, pode-se efetuar **o plantio direto de gergelim e/ou Trigo mourisco** ou ainda o plantio antecipado dessas 2 espécies a **lanço sob cobertura de soja no início do desfolhamento ao redor do 01/03**. Essas 2 culturas são pouco exigentes em água, e ocupam o solo somente por aproximadamente 80 a 100 dias, oferecendo um altíssimo valor agregado, pois **o gergelim tem um teor de 50 a 55% de óleo** utilizado para cosméticos e na aviação, e o **Trigo mourisco** pode substituir o trigo, e **por não ter glúten na sua constituição**, este pode ter uma boa oportunidade de mercado como alimento não alergênico. Este mesmo trigo mourisco possui algumas funções agronômicas utilíssimas tais como: é um potente herbicida natural pelos seus exsudatos radiculares, ele atrai os insetos polinizadores e auxiliares. No seu lado, o gergelim controla eficazmente diversos gêneros de nematóides fitófagos também por seus exsudatos radiculares.

b) Sistemas SCV a base de algodão, arroz de sequeiro de alta tecnologia (nicho econômico) : para um objetivo de produção máxima de algodão – caroço e de arroz, há necessidade de produzir uma biomassa seca máxima à base de gramíneas + leguminosas fixadoras de nitrogênio e eficazes no controle dos nematóides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*.

- Algodão e Arroz devem ser praticados em rotação com (Soja + Safrinhas), um ano em dois. As mesmas coberturas multifuncionais dos SCV para a Soja são recomendadas com as mesmas técnicas de implantação de Plantio Direto com Milho, e/ou em sobressemeadura na soja para o sorgo : Milho e/ou Sorgo + (*Brachiaria* + Leguminosas : *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*, *Stylosanthes guyanensis*) e também as opções Milho e/ou Sorgo + (*Eleusine coracana* + leguminosas = *Stylosanthes guyanensis* no caso do Milho, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan* e *Stylosanthes guyanensis* no caso do Sorgo).

- No caso extremo de ter que reconduzir uma parte das áreas em monocultura de algodão por causa dos altos investimentos para colheita e deslintamento do algodão a serem amortizados, recomenda-se o seguinte:

- Substituir o milheto pelo Sorgo BF 80 que assegura uma melhor cobertura do solo, permanente e muito eficaz para o controle natural das invasoras, e é mais eficiente que o milheto em sucessão da soja no seqüestro de carbono ;
- Consorciar o Sorgo BF 80 com a *Crotalaria spectabilis* para fixar uma quantia significativa de nitrogênio, entre 40 e 80 kg de N/ha dependendo da duração do crescimento, e para controlar os nematóides fitófagos antes do plantio direto do algodão em dezembro.

• FACTIBILIDADE DOS SISTEMAS SCV RECOMENDADOS E LIMITAÇÕES

• Os sistemas SCV propostos obedecem aos critérios essenciais exigidos para sua apropriação rápida em áreas extensas : são simples de serem praticados sem equipamentos⁴³ adicionais obrigatórios e por serem mais lucrativos do que os sistemas vigentes. As espécies anuais que são adequadas para compor a formação da biomassa podem ser simplesmente multiplicadas como safrinhas, em plantio direto e cultura solteira, em sucessão da soja. As quantidades necessárias de sementes/ha e as plantas usadas na composição final das coberturas são descritas em seguida :

- Milho + (*Brachiaria ruziziensis* + *Stylosanthes guyanensis*) = 15 kg + 10 kg + 2 kg/ha,
- Sorgo + (*Brachiaria ruziziensis* + *Stylosanthes guyanensis*) = 10 kg + 7 a 10 kg + 2 kg/ha,
- Sorgo + (*Brachiaria ruziziensis* + *Crotalaria spectabilis*) = 10 kg + 7 a 10 kg + 10 kg/ha,
- Sorgo + (*Brachiaria ruziziensis* + *Cajanus cajan*) = 10 kg + 7 a 10 kg + 20 kg/ha.

• O gergelim e o trigo mourisco necessitam, para suas multiplicações em cultura solteira como safrinha de final da estação chuvosa (01/03 a lanço em sobressemeadura na soja ou 10-15 /03 em Plantio Direto em sucessão da soja), de, respectivamente 3 e 20 kg/ha de sementes. Quando essas 2 espécies são empregadas nas misturas de espécies em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* + *Crotalaria spectabilis* ou *Stylosanthes guyanensis* para reforçar ao mesmo tempo o controle natural dos nematóides com o gergelim e o das invasoras com o trigo mourisco, elas são implantadas nas doses respectivas de 2 e 10 kg :

Dois exemplos de coberturas complexas multifuncionais⁴⁴ :

- Milho + (*Brachiaria ruzi.* + *Stylosanthes guy.* + Gergelim + Trigo mourisco) :
15 kg + (7 a 10 kg + 2 kg + 2 kg + 10 kg)/ha
- Sorgo + (*Brachiaria ruzi* + *Crotalaria spec.* + Gergelim + Trigo mourisco) :
10 kg + (7 a 10 kg + 10 kg + 2 kg + 10 kg)/ha

• Como essas coberturas multifuncionais são constituídas de uma mistura de espécies de pequeníssimos grãos, excetos os do *Cajanus cajan* e do trigo mourisco, as superfícies imobilizadas para sua multiplicação em cultura pura como safrinha em sucessão da soja, são reduzidas. Além disso, se acontecer uma apropriação rápida dessas técnicas, a produção dessas sementes pode se tornar logo um negócio rentável por causa do alto valor agregado para essas espécies: é mais lucrativo produzir 800 kg/ha de gergelim, ou 600 kg/ha de *Crotalaria spectabilis* recebendo entre 4 a 6 R\$/kg que produzir grãos de soja ou fibras de algodão.

• CUIDADOS E POSSÍVEIS LIMITAÇÕES NA APLICAÇÃO DOS SCV

• Quando se estuda, pesquisa e propõe mudanças nos sistemas de produção, qualquer eventual limitação destas tecnologias deve ser comunicada aos praticantes desta; neste caso, elas são de ordem operacional. A quantidade de biomassa seca máxima em cima do solo, por exemplo, pode constituir um obstáculo maior para a qualidade do plantio direto e para sua velocidade de execução, na medida em que ultrapassa 15-17 t/ha. É isto que acontece com a biomassa seca de *Brachiaria ruziziensis* acumulada durante 2 a 3 anos em áreas de fertilidade alta, exploradas para a produção de sementes, onde essa biomassa seca pode beirar 24 a 26 t/ha⁴⁵ no solo e conseqüentemente comprometer o Plantio Direto (*embuchamentos freqüentes, estiolamento das plantas na emergência, risco maior de tombamento*).

Nesse caso específico, é recomendado de queimar⁴⁶ a biomassa após a colheita dos grãos na estação seca para poder realizar um plantio direto perfeito na rebrota tenra dessecada.

⁴³ Todavia, para as coberturas multi-espécies, a montagem de uma terceira caixa de distribuição para os grãos miúdos nas plantadeiras (*de fabricação Semeato*), facilita um plantio mais regular do que quando as sementes são simplesmente misturadas ao adubo no momento do plantio na caixa reservada ao adubo, que equipam todas as plantadeiras de plantio direto.

⁴⁴ Consultar as fichas técnicas do CIRAD – Dossiê : melhores fitomassas – 2008.

⁴⁵ Resultados CIRAD – 2007, 2008 – Campo Verde – MT.

⁴⁶ A queima na estação seca consome principalmente os órgãos pouco lignificados (*folhas e caules finos*), e provoca uma forte retomada de atividade do sistema radicular que injeta novamente um carbono compensador no solo (*técnica ancestral dos pecuaristas*).

•A segunda limitação reside na escolha de herbicidas eficazes quando necessário, que sejam seletivos das diversas espécies compondo as misturas :

- **Em pré-emergência**, os princípios ativos Metolaclor e Alaclor são seletivos das culturas de Milho e Sorgo consorciadas com leguminosas : *Arachis pintoï*, *Crotalaria spectabilis*, *Stylosanthes guyanensis*, *Cajanus cajan*.

- **Em pós-emergência precoce**, o princípio ativo Bentazone é seletivo das culturas de Milho e Sorgo consorciados às espécies de gramíneas e leguminosas em mistura : *Brachiaria ruziziensis* ou *Eleusine coracana*, + leguminosas consorciadas *Crotalaria spectabilis* ou/e *Stylosanthes guyanensis* ou *Cajanus cajan*.

Contudo, se a cultura de soja que antecede as safrinhas for bem dominada tecnicamente, uma dessecação imediatamente em pós-plantio direto das safrinhas em mistura é suficiente para que as invasoras não sejam um fator limitante para o crescimento da biomassa. As plantas para formação de biomassa devem ser implantadas e conduzidas com qualidade como se fosse uma cultura comercial. A técnica de plantio a lanço em sobressemeadura na soja, de misturas de pequenos grãos (ex. : Sorgo + *Brachiaria ruziziensis*. + *Crotalaria spectabilis*. ou *Stylosanthes guyanensis* e Sorgo + *Eleusine coracana* + *Stylosanthes guyanensis*) permite também evitar eficientemente a competição ulterior das invasoras nas misturas de espécies.

➤ **SCV: UMA FORMA SUSTENTÁVEL DE RECONCILIAR AGRONEGÓCIO E ECOLOGIA - um desafio iminente**

O Brasil é um país novo, a ser valorizado e tem a oportunidade de consolidar a sua posição no mercado agrícola globalizado e duplicar sua área produtiva sem destruir mais nenhum metro quadrado de suas imensas reservas florestais. Os Cerrados, sozinhos, oferecem um potencial de aproveitamento de área amplamente superior a 50 milhões de hectares (*Goedert et al. 1989*). O território brasileiro, segundo o IBGE, comporta 16 milhões de hectares de terras abandonadas e degradadas ; se juntarmos as terras não utilizadas, em pousio, a superfície imobilizada passa para 24,5 milhões de hectares. Na Amazônia, as terras abandonadas, ocupam em torno de 21% da área desmatada, sejam 16,5 milhões de hectares (*Pasquis R. et al. , 2007 ; Dixon J. et al. 2001*).

•Os SCV construídos numa visão sistêmica da forte diversificação das culturas integram a pecuária e tem como culturas principais a Soja, o Algodão, e o Arroz de sequeiro + safrinhas de Milho, Sorgo, Girassol consorciadas com coberturas forrageiras de *Brachiaria ruziziensis* + leguminosas exploradas para a engorda na estação seca. Esses SCV tem mostrados sua capacidade em restaurar e regenerar rapidamente a fertilidade dos solos degradados sob cultivo (*resiliência*) e em produzir com altos níveis de rendimentos mais limpamente, se aproximando do ambientalmente correto com menos adubos minerais e insumos químicos no decorrer do tempo. Por isso, eles constituem opções de valor para recuperar em breve este vasto reservatório de terras degradadas, tanta pela agricultura mecanizada (*agro negócio*) quanta pela agricultura familiar, sendo que esta última pode explorar, a mais, algumas culturas arbustivas perenes como cupuaçu, castanha do Pará, açaí, etc. ..., o conjunto culturas de subsistência + culturas perenes + pecuária pode ser organizado em "jardins tropicais"⁴⁷ de agricultura sustentável com renda diversificada e estável.

• **As experiências do CIRAD-CA, conduzidas entre 1998 e 2003, na recuperação das pastagens degradadas do Sul do estado do Goiás em Porteirão e do Sudoeste do Mato Grosso no município de Deciolândia**⁴⁸ confirmam que é possível passar imediatamente

⁴⁷ Cf. Dossier Agro-écologie AFD/MAE/FFEM/CIRAD – O plantio direto sobre cobertura vegetal permanente (SCV) – Nov. 2006.

⁴⁸ Dentro da parceria entre o CIRAD e o grupo MAEDA (1994 – 2004)

com êxito da situação de pastagem “degradada” para o Plantio Direto de Algodão, se servindo da cobertura vegetal do pasto nativo. A produtividade de Algodão caroço ultrapassa 3.300 kg/ha já no 1º ano com custos de produção baixos em relação aos de hoje, de 800 a 900 US\$/ha (2000 – 2002). Da mesma forma, os SCV a base de Soja e Arroz + safrinhas podem ser diretamente implantados na cobertura de pastagem degradada e constituem umas opções lucrativas de baixo custo de produção como mostram os resultados CIRAD/Prefeitura de Sinop (1996/98).

- **A recuperação deste vasto patrimônio transformado em solos degradados, abandonados, está não somente possível, mas também prioritária, a fim de preservar a floresta amazônica**, e de parar seu desflorestamento, o qual é diretamente proporcional à subida dos preços pagos para a soja : quanto maiores estão esses preços da soja, como em 2007-2008, mais o desflorestamento aumenta.

- **Alguns incentivos por parte das autoridades governamentais** deveriam ser implementados rapidamente neste sentido e transformados em política pública. **Tais iniciativas** altamente desejáveis permitiriam também, sem duvida nenhuma, **acalmar as tensões cada vez mais vivas entre o agro negócio e os ecologistas** que podem se tornar logo fortemente prejudiciais tanto para a dinâmica de desenvolvimento interior do Brasil quanto para sua imagem no exterior num mundo globalizado cada vez mais sensibilizado e consciente da necessidade de preservação da biodiversidade onde o principal foco é a redução da emissão dos gases com efeito estufa por intermédio de sistemas tampões como os SCV para minimizar a mudança climática.

- O Brasil mostrou ao mundo sua capacidade em desenvolver em menos de 30 anos uma agricultura preservacionista que o mundo inteiro admira e inveja, mesmo se ela é ainda perfectível como comprovaram nossos trabalhos nas inovações SCV inspiradas no funcionamento do ecossistema florestal.

Este "bom exemplo", único no mundo e inovador, buscou a recuperação dos danos maiores e na maioria dos casos irreversíveis que os grandes movimentos de colonização vindos da Europa causaram ao meio ambiente e nos recursos naturais na África e na Ásia. Mas ele deve melhorar ainda a sua imagem de gestor exemplar de seus recursos naturais, que pode ser compatível com o crescimento desta agricultura sustentável e limpa, uma das mais potentes e atuantes do planeta. A difusão dos SCV aumentaria esse papel de líder do Brasil não somente para reconciliar o agro negócio e a ecologia no plano interior, mas também para servir de exemplo e de norteador para a recuperação do enorme potencial das terras degradadas dos Trópicos, a serem aproveitadas no mundo inteiro.

- **A grande agricultura mecanizada** deveria igualmente intervir de forma planejada para a realização do desmatamento num assunto maior : **a forma geométrica desses desmatamentos**⁴⁹ foi muito pouco levada em consideração até então, adotando na grande maioria dos casos uns desmatamentos massivos de uma peça só de grandes superfícies contínuas, criando uma colcha de retalhos, “espalhando” pequenas ilhas concentradas de florestas. Esta falta de planejamento modificou significativamente a distribuição das chuvas criando o efeito de panela super aquecida que gera correntes ascendentes de ar quente que afastam as chuvas para as matas ciliares.

⁴⁹ Cf. nas fotos o desmatamento engenhoso realizado pela Fazenda Cabana, 120 km ao Noroeste de Sinop pela empresa privada Agronorte (A. C. Maronezzi) entre 1998 e 2002, e ver o trabalho publicado (*Séguy L. et al. , 2000*) .

Um desmatamento que deixa, cercado cada talhão de cultura de 200 a 300 ha, uma faixa contínua de vegetação nativa de 20 a 50 m de largo, permite, ao mesmo tempo, uma preservação perfeita do habitat da fauna oferecendo corredores contínuos virgens e uma conservação da distribuição das chuvas pela manutenção de uma malha muito densa de floresta original cujos efeitos são preponderantes no seu papel regulador da umidade (**Cf. Fotos no final do capítulo III**).

· **A grande agricultura mecanizada** do agro negócio poderia também **negociar e planejar regionalmente** nas grandes ecologias por intermediário das associações de produtores (*APDC, associações locais*), **com as instituições e fundações de Pesquisa**, a implantação de **unidades experimentais perenes de pesquisas sistêmicas, holísticas**, instaladas nas grandes unidades de solos representativas da variabilidade pedoclimática dos TU. Este tipo de unidades permitiu construir as bases do Plantio Direto em Lucas do Rio Verde a partir dos anos 1985 num enfoque de Pesquisa – Ação; elas tiveram no passado e poderiam ter no futuro como objetivos principais :

- Produzir inovações nos sistemas de cultivo, fazendo progredir continua e simultaneamente as performances agronômicas, técnicas e econômicas dos sistemas conduzidos em agricultura comercial (*lavoura*), com, para os produtores e nas suas fazendas. Esses dispositivos matriciais permitiriam a hierarquização de modo contínuo e eficaz para a ação, dos componentes dos sistemas mais limitantes no decorrer do tempo, e sua resolução, num enfoque agrônômico preventivo.
- Recolocar, orientar a escolha dos insumos comerciais eficientemente no coração do funcionamento real dos sistemas de cultivo para melhorar, ao menor custo, suas performances, esclarecendo a importância relativa no sistema das variedades, dos adubos e dos pesticidas etc. (*otimização*).
- Produzir de forma participativa conhecimentos científicos inéditos nestas unidades experimentais perenizadas que servirão de laboratório de vigília científico, notadamente prosseguindo e amplificando nossos trabalhos do CIRAD sobre a engenharia ecológica a serviço do desenvolvimento, temática maior para assegurar, nos anos por vir, os progressos da agricultura sustentável e limpa, dominada com menos insumos químicos poluentes num meio ambiente preservado e produções totalmente protegidas . O melhoramento varietal mereceria também ser conduzido para e dentro os sistemas de cultivo que permitem de expressar melhor seu potencial.
- Ações de transferência de tecnologia: Treinar os atores da Pesquisa-Extensão e os produtores.

A participação de todos os atores responsáveis pela tomada de decisão, pesquisadores, assistentes técnicos e principalmente produtores, é necessária e fundamental para o resultado da recomendação e execução dos SCV. Quanto mais o mundo se torna complexo, mais a abordagem sistêmica – holística, multi-atores, se faz necessária para otimizar em permanência, e na ação, as performances dos sistemas de cultivo e de produção que devem integrar progressos e ferramentas tecnológicos cada vez mais numerosos.

Enfim, **como as autoridades governamentais e o agro negócio poderiam**, em harmonia com a demanda expressa da sociedade civil, **encorajar, estimular as possantes multinacionais presentes no seu território para se engajar, também, na produção de moléculas orgânicas limpas, oriundas da biomassa renovável**, hoje confinadas somente na agricultura orgânica? Essa questão econômica e sanitária é mundial e constitui, sem duvida alguma, um dos maiores desafios do século XXI.

IV – ALGUNS INSTRUMENTOS PRECIOSOS PARA O PLANTIO DIRETO (SCV)



Semeadeiras pneumáticas para o plantio simultâneo dos pequenos grãos (*biomassas*) com a colheita da soja ou do Arroz



Semeadeiras pneumáticas para o plantio simultâneo dos pequenos grãos (*biomassas*) com a colheita da soja ou do Arroz



Dividir por 2 as doses de glifosato na dessecação



Dividir por 2 as doses de glifosato na dessecação



Dividir por 2 as doses de glifosato na dessecação



**Reabilitar o rolo-faca para diminuir a carga de glifosato nas culturas OGM RR
(suprimir a dessecação química)**



**Reabilitar o rolo-faca para diminuir a carga de glifosato nas culturas OGM RR
(suprimir a dessecação química)**



**Reabilitar o rolo-faca para diminuir a carga de glifosato nas culturas OGM RR
(suprimir a dessecação química)**



Reabilitar o rolo-faca para diminuir a carga de glifosato nas culturas OGM RR (*suprimir a dessecação química*)

VI – AS MATRIZES PERENIZADAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO:

Cenários experimentais de desenvolvimento sustentável
Um instrumento precioso para a ciência e o desenvolvimento



Vista aérea da Matriz “integração Agricultura – Pecuária” - Sinop – MT - 2002



Vista aérea da Matriz “Sistemas de Cultivo”em Sinop – MT -- 2002



Vista aérea da Matriz “Sistemas de Cultivo”em Sinop – MT --2002



Vista aérea da Matriz “Sistemas de Cultivo” em Sinop – MT -- 2001



Vista aérea da Matriz “Sistemas de Cultivo” em Sinop – MT -- 2001



Vista aérea da Matriz “Sistemas de Cultivo” em Sinop – MT -- 2001

VII – NOVAS FORMAS DE DESMATAMENTO COM IMPACTO MÍNIMO NA FAUNA E NA PLUVIOMETRIA



Conservação de corredores contínuos de floresta nativa ao redor dos lotes desmatados

CONCLUSÕES

A gestão dos ecossistemas cultivados em Plantio Direto sobre cobertura permanente do solo (SCV) nos Trópicos Úmidos (TU) do Brasil Central (*Mato Grosso*), permite converter um ciclo de degradação acelerada dos solos decorrente das técnicas de preparo intensivo do solo importadas dos países do Norte, para um ciclo de reconstrução da fertilidade.

Este manejo, que funciona a exemplo do ecossistema florestal, do qual se inspirou, pode ser qualificado de verdadeiramente ecológico:

- O solo fica totalmente protegido contra a erosão e os xenobióticos, até em momento de climas muito agressivos,
- Pela sua potência de reciclagem, os nutrientes como os nitratos e as bases tais como o cálcio, o magnésio, o potássio, não são levados para o lençol freático, mas pelo contrário, recolocados na superfície, estabelecendo um ciclo de recuperação contínua.
- A produção de fitomassa é contínua durante todo o ano, pela utilização das reservas de água em profundidade. Esta conexão se faz por intermédio de sistemas radiculares potentes que injetam carbono em profundidade, protegidos das ações antrópicas.

Os cenários de agricultura sustentável, que foram criados graças ao Plantio Direto nas coberturas vegetais permanentes nos Trópicos Úmidos (TU), são todos construídos numa reconquista da biodiversidade: com rotações diversificadas de culturas, com integração Agricultura-Pecuária, com solos sempre protegidos sob coberturas mortas ou vivas que seqüestram ativamente o carbono (*entre 0,9 e mais de 2,0 t/ha/ano*) e que favorecem assim o desenvolvimento da fauna do solo e da atividade biológica em geral como as macro, meso e microfaunas, e a microflora. Estes são todos os fatores desta reconquista que recolocam a evolução dos sistemas cultivados para a dos ecossistemas naturais (*Resiliência*) (*Fig. 167 a 172*).

A evolução das performances agronômicas e técnico-econômicas dos sistemas de cultivo acompanha estritamente, em todas as grandes ecorregiões do Mato Grosso, a evolução da condição orgânica do solo, evidenciando claramente que o manejo da Matéria Orgânica (M.O.) renovável a cada ano ao menor custo está no coração da construção agro-econômica dos sistemas de cultivo e produção sustentáveis em Plantio Direto, nos quais as ferramentas mecânicas foram substituídas por ferramentas biológicas.

- Os sistemas de cultivo SCV mais produtivos, mais estáveis, mais atrativos economicamente e de menor risco, são também os que seqüestram mais carbono. Nesses sistemas, a parte da fertilidade gratuita construída em Plantio Direto por vias física e organo-biológica se torna cada vez mais importante na sua capacidade de produção de solo no decorrer do tempo. A produtividade e a rentabilidade aumentam com menos insumos químicos (*adubos, pesticidas*), o potencial do solo cresce, os custos de produção baixam e os impactos da atividade agrícola no meio ambiente são de menor intensidade (*Fig. 172*).

- Os latossolos dos TU, que se apresentam vazios quimicamente no início, revelam assim sob Plantio Direto suas capacidades de produção sustentáveis, em nenhum outro lugar alcançadas, principalmente na presença de adubação mineral baixa a média. No mesmo ano agrícola, se pode assim produzir e reproduzir 4 a 8 t/ha de arroz de sequeiro com qualidade de grão superior ou mais de 4 t/ha de soja, e depois em sucessão 3 a 6 t/ha de cereais em "safrinhas", associadas com algumas espécies forrageiras que formarão uma pastagem na estação seca, capaz de alimentar 1,5 a 2 cabeças de gado por hectare durante 4-5 meses. Os resultados de produção dessas 3 culturas anuais sucessivas que cobram os 12 meses do ano, são obtidos em

Plantio Direto, e consomem para alcançar esses níveis de produtividade, no total, de 50N para 115N.ha⁻¹.ano⁻¹, em função da primeira cultura da sucessão que é respectivamente soja ou arroz, 100 para 110 P₂O₅.ha⁻¹.ano⁻¹, 100 para 130 K₂O.ha⁻¹.ano⁻¹.

- Se pode igualmente produzir mais de 5.000 kg/ha de algodão caroço em Plantio Direto nas potentes biomassas de cobertura, em rotação com as sucessões precedentes e algumas safrinhas de alto valor agregado na presença de insumos mínimos (*Algodão, Milho, Sorgos brancos sem taninos, Girassol, Gergelim e Trigo mourisco, etc....*).

- Os melhores sistemas em Plantio Direto imitam o funcionamento do ecossistema florestal e produzem entre 23 e 32 t de resíduos de matéria seca por hectare e por ano (*biomassas vegetativa + radicular*), seja entre 12 e 15 t/ha/ano de carbono, portanto muito acima dos níveis de equilíbrio que são avaliados entre 5 e 7 t/ha/ano de carbono em função do nível de adubação mineral usado, dando assim ao solo uma capacidade elevada de seqüestro do carbono, estimada entre 0,9 e mais de 2,0 t/ha/ano em função do nível de “inputs” carbonados produzidos no sistema de cultivo (*Fig. 165 a 167*).

O que este estudo salienta no seu enfoque de Pesquisa – Ação, é sem duvida, **o papel decisivo e predominante da engenharia ecológica** como excelente instrumento para a construção dos SCV cada vez mais atuantes e ecológicos, mesmo si ela está ainda “engatinhando” ; ela mostra como algumas consorciações de espécies com funções agrônômicas complementares podem se aproveitar da natureza e ao mesmo tempo alimentá-la na sua diversidade e sua estabilidade ; ela evidencia assim, muito concretamente, como umas associações inteligentes de espécies são capazes de transformar rápida e profundamente o meio ambiente em prol da agricultura sustentável. Se, na imensa complexidade biológica da natureza, se percebe mal como uma planta, por mais aperfeiçoada que ela seja (OGM), poderia, por se só, transformar positivamente e, sobretudo sustentavelmente esta complexidade biológica. Pelo contrário, se enxerga muito bem como alguns consórcios são realmente capazes de fazê-lo, agindo nas numerosas funções biológicas do ambiente tanto em proveito da agricultura sustentável quanto do patrimônio – Solo, como este trabalho evidencia. Nota-se também muito claramente como os OGM, novas "estrelas" da genética, poderiam, nos ambientes solos biologicamente reconstruídos e bem mantidos com a prática contínua dos SCV, trazer uns ecosserviços complementares e eficazes com muito mais chances de conservar suas funções de modo duradouro, sem favorecer o surgimento de resistências: por exemplo, uma variedade RR sobre SCV se beneficiaria de um solo vivo com funções biológicas ativas, e de uma cobertura de solo já muito eficiente controlando naturalmente mais de 90% das espécies invasoras ; a função principal do OGM RR seria então de complementar, aos menores custo e impacto no meio ambiente, este ecosserviço de controle das invasoras nocivas para as culturas. Da mesma forma, as coberturas vegetais multifuncionais dos SCV ("*mini-florestas*") atraem pela sua composição florística os insetos auxiliares que controlam naturalmente as pragas das culturas e induzem condições nutricionais das culturas que limitam os teores excessivos em N e açúcares solúveis muito atrativos para as pragas : neste caso, algumas variedades OGM teriam em primeiro lugar como função essencial e eficaz de complementar, e ao menor custo, este ecosserviço fornecido pelos SCV.

Como o demonstra este estudo, a volta á biodiversidade funcional é a única capaz de restaurar rapidamente as funções biológicas do solo, a qual é a primeira prioridade, porque ela permite regenerar logo e manter a capacidade dos solos em produzir e reconstituir o estatuto orgânico dos solos e uma atividade biológica eficaz associada que agem sobre numerosas funções agrônômicas primordiais e complexas dos solos, favoráveis á agricultura sustentável (*Fig. 167*). A difusão maciça desses sistemas SCV poderia permitir ao Brasil tanto através de seu potente agro negócio quanto de sua pequena agricultura familiar :

- Recuperar rapidamente seu vasto reservatório de terras degradadas (*mais de 16 milhões de ha na Amazônia*), seja economizar essa mesma superfície em reservas florestais de biodiversidade,
- Reencontrar uma forte biodiversidade útil nos sistemas de produção e de exploração, produzindo mais, de modo sustentável e mais ecológico, com menos insumos químicos, mais eficazes e controlados,

,seja, "melhorar a imagem" do agro negócio no exterior eliminando sua fama de «soja comedora de florestas» e levar a uma reconciliação rápida com a ecologia, indispensável agora para o desenvolvimento harmonioso do Brasil.

O ultimo ensinamento deste estudo realizado em ligação direta e permanente com as realidades agrícolas, é que os SCV só poderão progredir em benefício da produção agrícola e do meio ambiente se a pesquisa tiver a humildade de se voltar para a natureza, como um todo, a fim de ver, apreciar, compreender como se exerce a capacidade criadora da vida *in situ*, e como esta natureza tão rica e tão admirável na sua complexidade (*sistêmica, holística*) pode servir melhor ainda a agricultura sustentável, para passar gradativamente e de modo viável dos agrossistemas atuais para os ecossistemas cultivados (*Fig. 167*). A principal função do agrônomo de amanhã deverá ser a de um "melhorista do meio ambiente", reconhecendo e selecionando as espécies que possuem funções que servem gratuitamente a agricultura, sabendo como dominá-las dentro de sistemas realizáveis, facilmente apropriáveis que otimizam as relações "Genótipos x Sistemas de Cultivo" e garantam a reprodutibilidade ambiental dos ecossistemas.

Nos só podemos encorajar o Brasil para efetivar rapidamente e em grande escala a difusão desses cenários SCV de agricultura sustentável, pois somente assim se alcançará um novo patamar decisivo de desenvolvimento que servirá de exemplo e de modelo para o mundo.

Só podemos desejar também que a potência intelectual e financeira das grandes multinacionais possa realmente se colocar a disposição da produção limpa, isenta de resíduos agrotóxicos, concebendo OGM que virão unicamente complementar eficazmente os ecosserviços de larga e sustentável impacto nos solos fornecidos pelos SCV, e produzir moléculas orgânicas para diminuir aos poucos a carga química e suas poluições que pesam negativamente no meio ambiente, na nutrição e na saúde humana.

O plantio Direto sobre cobertura permanente do solo (SCV) é provavelmente o paradigma mais completo que tenha sido construído até hoje para o desenvolvimento no planeta de uma agricultura sustentável, preservadora do meio ambiente, gerido cada vez mais "próximo ao ecológico". Vamos tentar cada dia mais, juntar todas as forças disponíveis para prosseguir esta obra e enfrentar mais eficientemente os grandes desafios deste século que são a luta contra a pobreza (*nutrir o planeta e de modo limpo*), e contra a mudança climática (*sistemas de cultivo tampões*) num mundo em que os recursos naturais se rarefazem (*água, biodiversidade*) e quando se esboça já uma penúria alimentar sem precedente.

FIG. 167

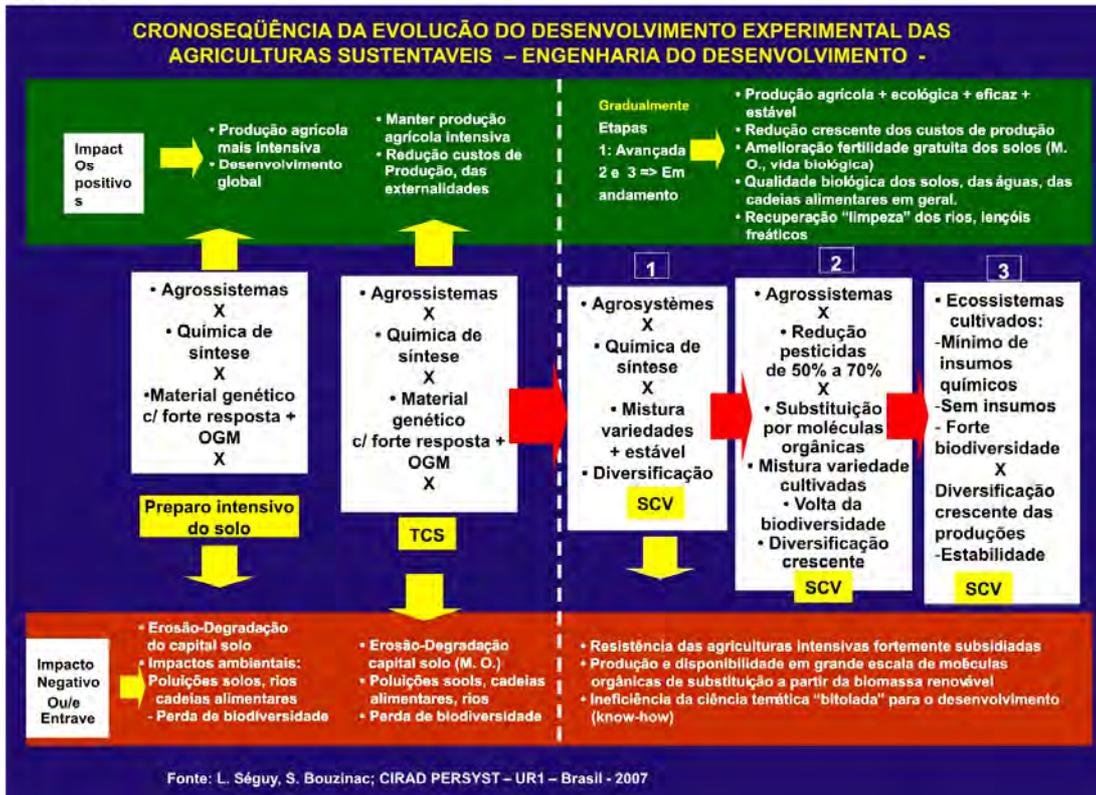
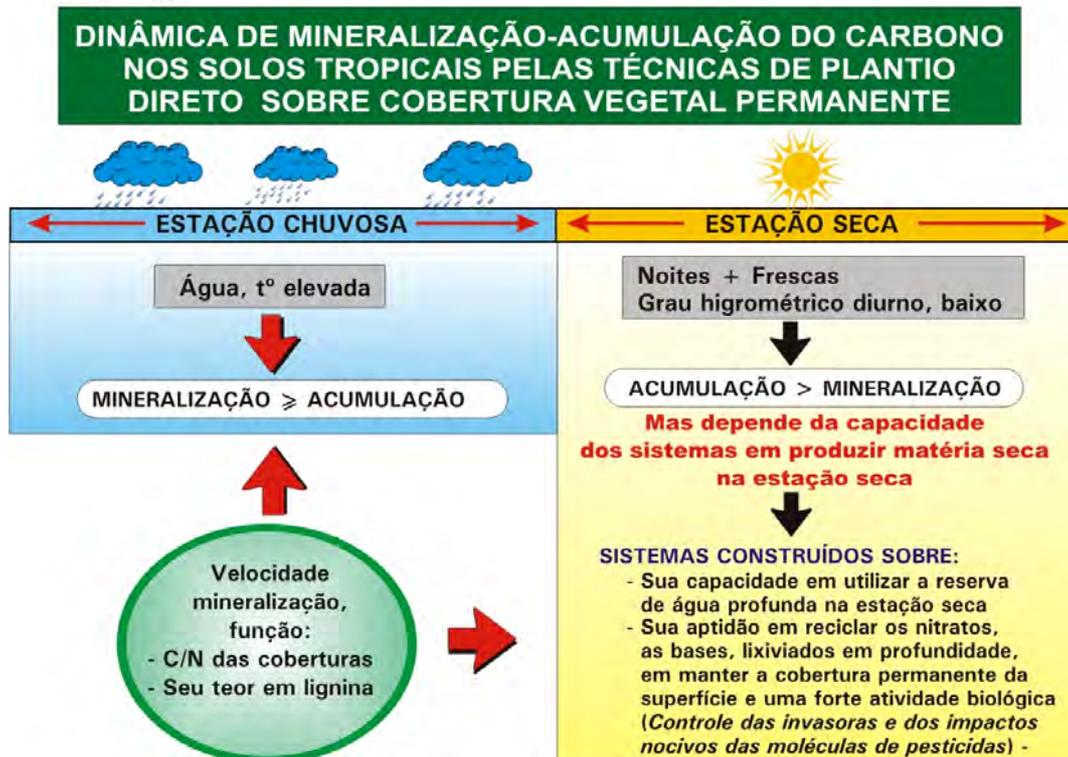


FIG. 168



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD/GEC; J. C. Quillet, Agricultor Francês; C. Bourguignon, LAMS - França

FIG. 169

ECOSSISTEMA FLORESTAL AMAZÔNICO
E
MELHORES SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO
 • Latossolos do sul da bacia Amazônica - Sinop/MT, 1999

	FLORESTA	MELHORES SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO
M. O. (0 - 20 cm)	18 t/ha C → liteira + raízes ⁶ 55 t/ha humus cujo 44 t/ha fortemente ligada com a matéria mineral	14 - 20 t/ha liteira + raízes ¹⁰ > 40 a 50 t/ha humus
Porosidade	Macroporos dominantes ⁷ (0,1 - 100 μm) enxugamento rápido MWD entre 4 e 5	Idem reestruturação do perfil > 2 m ¹⁰ pelas raízes de gramíneas MWD entre 4 e 5
Utilização da água pelas plantas	Utilização da água profunda ⁸ na estação seca > 1,7 m	Utilização da água profunda ¹⁰ no final da estação chuvosa e na estação seca > 2m - Algodão, Sorgo, Milheto, Girassol, Pastagem temporária
Ciclo dos nutrientes	Maior parte da alimentação ⁹ das plantas em nutrientes entre 0 e 5 cm de profundidade	Reconstituição camada 0 - 5 cm ¹⁰ Alimentar - Sistemas radiculares em candelabro importante reciclagem profunda
← Nutrição entre M. O. Viva e M. O. morta com poucas trocas com o solo mineral →		

FONTE: 6. Cerri e al., 1992; 7. Cabral, 1991; Leopoldo e al., 1987; 8. Pimentel da Silva e al., 1992; 9. Stark e Jordan, 1978; Lucas e al., 1993; Luizão e al., 1992; 10. Séguy L. e Bouzinac S., CIRAD/GEC - 1990-99.

FIG. 170

ECOSSISTEMA FLORESTAL AMAZÔNICO
E
MELHORES SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO
 • Latossolos do sul da bacia Amazônica - Sinop/MT, 1999

	FLORESTA	MELHORES SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO
Biomassa liteira	8,4 t/ha ¹	10 - 15 t/ha ¹⁰ (Grãos + <i>Brachiaria R.</i>)
Velocidade decomposição liteira	50% do peso em 37 dias, ² na estação chuvosa 50% do peso em 216 dias, na estação seca	50% do peso em 30 dias, ¹⁰ (Milho, Arroz)
Biomassa das raízes	± 5 t/ha ³ 60% 0 - 20cm 80% 0 - 40 cm	5 - 7 t/ha ¹⁰ (Grãos + <i>Brachiaria R.</i>)
Biomassa microbiana	1,9 a 3,3% C ⁴ (0 - 5 cm)	A avaliar
Biodiversidade P. Aérea	175 a 235 espécies ⁵ 43 a 49 famílias + animais	3 espécies ha/ano ¹⁰ + bovinos

FONTE: 1. Luizão, 1989; 2. Luizão e Shubart, 1987; 3. Chauvel e al., 1987; 4. Lavelle e al., 1991; 5. Prance e al., 1976; Barbosa, 1988; 10. Séguy L. e Bouzinac S., CIRAD/GEC - 1990-99.

FIG. 171

O QUE MUDOU COM O DOMÍNIO DOS PDSCV NAS GRANDES RESPOSTAS DOS ECOSISTEMAS CULTIVADOS (1) TROPICAIS
 Visão sintética das tendências principais

I - Evolução da fertilidade



II - Relações "Custos x Produtividade" (Sistemas, mão de obra)



III - Criação - Melhoramento cultivares para e dentro dos sistemas



1 - Países tropicais emergentes (cf. Brasil)

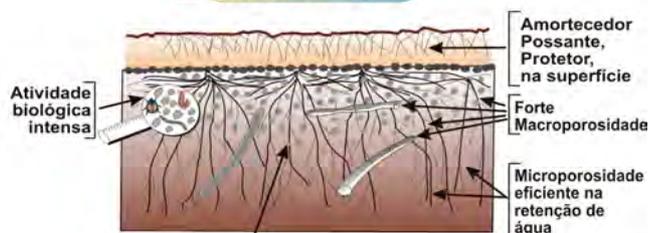
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA-UR1, Goiânia - 2006

FIG. 172 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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- . **AFD/MAE/FFEM/CIRAD – 2006** Le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV)
Traduit en anglais en Sept 2007 : Direct seeding mulch-based cropping systems (DMC) 64 p.
- . **Bernoux M., Cerri C. C., Cerri C. E. P., Siqueira Neto M., Metay A., Perrin A.S., Scopel E., Razafimbelo T., Blavet D., Piccolo M. de C., Pavei M., Milne E. 2006:** – Cropping systems, Carbon sequestration and erosion in Brazil, a review . 8 p. In *Agron. Sustain. Dev.* 26(2006)1-8
- . **Carvalho Dores E. F. G. de , Monnerat R. G. 2006.** - Capítulo 15 : Algodão e proteção ambiental -
In Doc FACUAL “Algodão – Pesquisas e resultados para o campo Chapitre 15 pag 361- 389.
- . **Cerri C. C. , Moraes J. F. L. , Volkoff B. 1992.** - Dinâmica do carbono orgânico em solos vinculados a pastagem da Amazônia brasileira ; In revista *INIA, inv. Agr., n° a*, t. 1, pp 95-102.
- . **Corraza E. J. , Silva J. E. , Resck D. V. S. , Gomes A. C. 1999.** - Comportamento de diversos modos de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação a vegetação de Cerrado. In *Revista Brasileira Ciência do Solo* 23 pag 425-432.
- . **Direto no Cerrado – Ano 5 N° 18 (APDC) Outubro/Novembro 2000** – Alerta á agricultura do Brasil Central – O PD está em perigo (L. Séguy – S. Bouzinac) p. 6.
- . **Dixon J., Gulliver A., Gilbon D. 2001 .** - In systèmes d’exploitation agricole et pauvreté – FAO & BM – Rome et Washington -DC
- . **Doss, D.D. , Bagyaraj D.J. , Syamasundar, J. 1989.** - Morphological and histochemical changes in the roots of finger millet *Eleusine coracana* colonized by VA mycorrhiza. *Proc. India Natl. Sci. Acad.* 54 :pp 291-293.
- . **FACUAL Relatório final- 2003 - Projeto:** Sistema de plantio direto e pacotes tecnológicos para cultivares de algodão da Coodetec e demais no Mato Grosso – Safra 2002/2003 – Contrato : FACUAL/Unicotton n° 41/2002 - Equipe = Séguy L., Bouzinac S., Martin J., Belot J.L., Vilela P.A., Guedes H., Márquez A., Rodrigo M. - Dezembro 2003 -110 pages + annexes. FACUAL Cuiabá –MT /Brésil.
- . **FACUAL Relatório final- 2004 - Projeto:** Sistema de plantio direto e pacotes tecnológicos para cultivares de algodão da Coodetec e demais no Mato Grosso – Safra 2003/2004 – Contrato : FACUAL/Unicotton n° 41/2003 - Equipe = Séguy L., Bouzinac S., Martin J., Belot J.L., Vilela P.A., Ferreira D. da S., Donin C. E., Silva M. R. P. da . Junho 2005 -149 pages. FACUAL Cuiabá.
- . **FACUAL Relatório final- 2005 - Projeto:** Sistema de plantio direto e pacotes tecnológicos para cultivares de algodão da Coodetec e demais no Mato Grosso – Safra 2004/2005 – Contrato : FACUAL/Unicotton n° 41/2004 - Equipe = Séguy L., Bouzinac S., Martin J., Belot J.L., Vilela P.A., Donin C. E., Silva M. R. P. da . Junho 2006 -122 pages. FACUAL Cuiabá.
- . **FACUAL Relatório final- 2006 - Projeto:** Sistema de plantio direto e pacotes tecnológicos para cultivares de algodão da Coodetec e demais no Mato Grosso – Safra 2005/2006 – Contrato : FACUAL/Unicotton n° 21/2005 - Equipe = Séguy L., Bouzinac S., Martin J., Belot J.L., Salvado A., Vilela P.A., Abadia R., Silva M. R. P. da . Março 2007 -111 pages. FACUAL Cuiabá.
- . **Goedert W.J. , 1989** – Região dos cerrados : potencial agrícola e política para seu desenvolvimento. In *Pesquisa Agropecuária Brasileira – Brasília* 24:1- 17.

- . **Husson O., Séguy L. ; Michellon R., Boulakia S. 2006** - Chapter 23: Restoration of Acid Soil System through Agroecological Management. In *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems* pp. 343 - 356 (*Uphoff et al., 2006 ; CRC press, New York, 764 p. ISBN -10 : 1-57444-583-9, ISBN 13 : 978-1-57444-583-1*)
- . **Lucas Y., Luizão F. J., Chauvel A., Rouiller J., Nathon D. 1993** . - The relation between biological activity of the rain forest and mineral composition of soils. In *Science, vol. 260* pp 521-523.
- . **Maronezzi A.C. , Belot J. L. , Martin J., Séguy L. , Bouzinac S. , 2001.** - A safrinha de algodão = opção de cultura arriscada ou alternativa lucrativa dos sistemas de plantio direto nos trópicos úmidos – *Boletim técnico n° 37 da COODETEC CP 301 85806-970 Cascavel – PR / Brésil (traduite en français Doc. Interne CIRAD-CA).*
- . **Nicolodi M., Gianello C. et Anghinoni I., 2007** – Repensando o conceito da fertilidade do solo no Sistema Plantio Direto. In *Revista do Plantio Direto Ano XVII - N° 101 Setembro/Outubro 2007* p 24-32
- . **Pasquis R., Oliveira Machado L. de, 2007.** - La récupération des terres : un enjeu socio - environnemental prioritaire en Amazonie brésilienne.
- . **Perrin A.S. 2004.** – Thèse de Master of science : « Effets de différents modes de gestion des terres sur la matière organique et la biomasse microbienne en zone tropicale humide » - Université de Lausanne – Suisse.
- . **Sá J.C.M.; Cerri C.C.; Piccolo M.C., Feigl B.E.; Buckner J.; Fornari A.; Sá M.F.M.; Séguy L. , Bouzinac S.; Venkze-Filho S.P., Pauledi V.; Neto M.S. 2004** – O plantio direto como base do sistema de produção visando o seqüestro do carbono In *Revista Plantio Direto Ano XIV n° 84 Novembro/Dezembro 2004* pp 45 - 61
- . **Sá J.C.M.; Séguy L. , Bouzinac S. et al. 2008 (proposto em 2007)** – Carbon pools and balance in no-tillage soils under intensive cropping systems in tropical and subtropical agroecozones – In *Soil Science Society American Journal (final de revisão)*
- . **Séguy L. - 1994.** 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, Octobre 1994, 191 p.
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Trentini A. , Cortez N.A. 1996.** - L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. In *Agriculture et développement n°12, décembre 1996.* pp;2-61. - 34398 Montpellier cedex 5 - France.
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Maeda E. , Maeda N. 1998,a.** - Brésil : semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. In *Agriculture et développement n°17, Mars 1998.* pp.3-23. - 34398 Montpellier cedex 5 – France.
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Maronezzi A.C. 1998,b.** - 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'état du Mato Grosso. Doc. Interne CIRAD/ Agronorte, 4 pages - 34398 Montpellier cedex 5 - France.
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Maronezzi A.C. 1998,c.** - Semis direct et résistance des cultures aux maladies. Doc. interne CIRAD, 1998, 4p. -34398 Montpellier cedex 5 – France.

- . **Séguy L. ; Bouzinac S. ; Trentini A. ; Cortes N.A. – 1998,d.** - Brazilian frontier agriculture. In *Agriculture et Développement, spécial issue, november 1998*, 63 pages. ISSN 1249-9951
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Maeda E. , Ide M.A. , Trentini A. 1999.** - La maîtrise de *Cyperus rotundus* par le semis direct en culture cotonnière au Brésil. In *Agriculture et développement n° 21, mars 1999*. pp.87-97 - 34398 Montpellier cedex 5 – France .
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Taffarel W. , Taffarel J. 2000.** - Méthode de défrichement préservant la fertilité du sol. In: *Bois et forêts des tropiques - n° 263 – 1^o trimestre 2000* - p.75-79. CIRAD - 34398 Montpellier cedex 5 – France.
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Maronezzi A.C. 2001,a.** - Un dossier du semis direct : Systèmes de culture et dynamique de la matière organique - 203p. (*existe en français et portugais*). Doc. Interne et CD-Rom CIRAD-CA/GEC 34398 Montpellier Cedex 5 - France.
- . **Séguy L., Bouzinac S. 2001,b.** - Semis direct et couverture végétale : comment cultiver durablement les sols de la planète. In *World Congress on conservation agriculture, Madrid, 1-5 october 2001*.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. 2001,c.** - Cropping systems and organic matter dynamics. 5 p. - In *World Congress on conservation agriculture, Madrid, 1-5 october 2001*.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. – 2001,d.** Systèmes de culture sur couverture végétale : - stratégies et méthodologies de la recherche-action ; - concepts novateurs de gestion durable de la ressource sol ; - suivi-évaluation et analyses d'impacts. Document CIRAD-CA/GEC, 2001, 21 pages + 37 figures.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. 2002, a** - Alternativas para coberturas do solo viáveis para o Cerrado. In *VI Encontro de Plantio Direto no Cerrado – 2^o Encontro de Plantio Direto do Oeste da Bahia, Döwich I.– pp 109- 131* - Luis Eduardo Magalhães – Bahia/ Brésil junho 2002.
- . **Séguy L. , Bouzinac S. , Maronezzi A.C. , Belot J. L. , Martin J. 2002, b.** - Systèmes de production durable de coton pour les savanes humides du Brésil Central – 9 pages In Congrès Mondial Recherche Cotonnière – Le Cap – Mars 2003.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. 2003,a** - CD édité par CIRAD : « AGRICULTURE DURABLE - 20 ans de Recherche du CIRAD-CA et de ses partenaires brésiliens en zone tropicale humide (Centre Ouest du Brésil) – Avril 2003 – 105 pages- CIRAD PERSYST /UR 1 – Montpellier – France (traduit en portugais).
- . **Séguy L.; Bouzinac S. 2003,b** - Alternativas para formação de palhadas Conseqüências agrônômicas e técnico-econômica. In *VII Encontro de Plantio Direto no Cerrado* pp 157 – 198 – Sorriso MT 04 a 06 de junho 2003 (ISSN: 1678-8303).
- . **Séguy L.; Bouzinac S., Belot J.L., Martin J. 2004, a** Capítulo 15 : Sistemas de Produção Sustentáveis de Algodão para os Cerrados Úmidos do Brasil Central – In *Manejo Integrado: Integração Agricultura-Pecuária editores Zambolim L. et al. Universidade Federal de Viçosa MG* pp 385 – 420 - De 11 a 13/05/2004.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S., Maronezzi A.C., Scopel E., Belot J.L., Martin J. 2004, b** Capítulo 15: Da Agricultura Destruidora com Preparo do Solo para a Agricultura Sustentável e Diversificada em Plantio Direto – In *Manejo Integrado: Integração Agricultura-Pecuária editores Zambolim L. et al. Universidade Federal de Viçosa MG* pp 421 – 473 - De 11 a 13/05/2004.

- . **Séguy L.; Bouzinac S., Scopel E., Ribeiro F. 2004, c** capítulo 16 : Conceitos Inovadores na Gestão Sustentável do Recurso Solo: o Plantio Direto sobre Cobertura Vegetal permanente (SCV) – In *Manejo Integrado: Integração Agricultura-Pecuária editores Zambolim L. et al. Universidade Federal de Viçosa MG* pp 475 – 510- De 11 a 13/05/2004.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. 2004, d** - De la Monoculture Cotonnière avec Travail du Sol au Semis Direct sur Couverture Végétale (SCV): une Conversion Complète, effectuée en 9 ans, par le Groupe agro-industriel Maeda dans le Brésil Central – Doc interne CIRAD (en CD, traduit aussi en portugais):
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. et partenaires brésiliens 2005**, Rapport annuel d'activités 2005 – UR1/ CIRAD-CA – 158 pages – Document interne CIRAD (en CD, traduit en portugais)
- . **Séguy L. ; Bouzinac S., Husson O. 2006, a** - . Direct-seeded tropical soil systems with permanent soil cover: learning from Brazilian experience. In: “biological approaches to sustainable soil systems” (Uphoff N.; Ball A.S.; Fernandes E.; Herren H.; Husson O.; Laing M.; Palm C.; Pretty J.; Sanchez P.; Sanginga N.; Thies J. Eds.). CRC Press Taylor and Francis Group, New York USA. ISBN -10:1-57444-583-9; ISBN -13: 978-1-57444-583-1. Chap. 22. Pp. 323-342.
- . **Séguy L. ; Bouzinac S. 2006, b** – Capítulo 5 : Gestão dos Solos Tropicais – In *1º Encontro Técnico do PAS* – pp 21 – 32 Faz. Mizote IV – São Desidério – BA/ Brésil - 07/06/2006.
- Séguy L. ; Bouzinac S. et partenaires brésiliens 2007**, Rapport annuel d'activités 2006 – UR1/ CIRAD-CA BRESIL – 166 pages – Document interne CIRAD (en CD, traduit en portugais = Relatório anual de atividades 2006 UR1/CIRAD CA BRASIL)
- . **Stark N. M. , Jordan C. F. ; 1978** . Nutrients retention by the root mat of an amazonian rain forest. In *Ecology*, 59 (3) pp 434-437.
- . **Yamada T. et al. 2007 GTD IPNI – ESALQ** - Sustainable agricultural system with maximum economic yield. March, 17 – 2007.

