

# OPTIMISATION DES SYSTÈMES DE CULTURE ET DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

RÉSULTATS DE RECHERCHE - 2001/2002

L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois - CIRAD-CA

A. C. Maronezzi, G. O. Lucas, L. Saucedo, F. G. Rodrigues - AGRONORTE



AGRONORTE/CIRAD

**PROJETS SYSTÈMES DE CULTURE DURABLES  
EN SEMIS DIRECT , INTÉGRANT PRODUCTION  
DE GRAINS ET ÉLEVAGE EN ZTH,  
AU SUD DE L'AMAZONIE  
ANNÉE 2001/2002**

**Écologies des Forêts et Cerrados humides sur sols  
ferrallitiques du Centre-Nord Mato Grosso**

**L. Séguy, S. Bouzinac, J. Taillebois / CIRAD-CA  
A.C. Maronezzi, L. Saucedo / AGRO NORTE**

## 1.1 FICHE RÉSUMÉE DU PROJET

**Titre : Systèmes de culture en semis direct, intégrant production de grains et élevage en ZTH , au sud du bassin amazonien**

### 1. Présentation

**Région :** Ecosystèmes des Cerrados et forêts humides du centre nord du Mato Grosso (*Fronts pionniers du centre nord du Mato Grosso, avec antenne dans sud et ouest du Mato Grosso*).

**Sols :** ferrallitiques sur roches acides, sous forte pluviométrie (1800 à 3000 mm/an).

**Contexte agro-socio-économique :** Agriculture mécanisée commerciale ayant initié le défrichement au début des années 80, et ayant créé un pôle de véritable développement agricole sur plus de 1,5 millions d'hectares (*infrastructures, crédits, industries de transformation, circuits et filières commerciales*). Les principales productions sont soja, riz pluvial, maïs et coton, et bien sûr l'élevage bovin extensif (*au départ du projet, séparé de la production de grains*).

### 2. Partenaires

Entreprise privé AGRONORTE , et agriculteurs leaders dans diverses régions du Mato Grosso (MT).

3. **Chercheurs :** Lucien Séguéy et Serge Bouzinac – CIRAD-CA Programme GEC

### 4. Financements :

- **CIRAD :** Salaire des 2 chercheurs + voyages Brésil-France.
- **AGRONORTE :** Finance les unités de recherche à Sinop (150 ha) et dans les 3 grandes régions du MT (± 150 ha) environ 300 000 US\$/an , plus un appui de 36 000 \$US/ an au fonctionnement local de l'équipe CIRAD - CA.

### 5 et 6 . Thématique et situation du projet :

Initié en 1983 , en collaboration avec l'EMBRAPA/CNPAP et le producteur privé Munefume Matsubara (Fazenda Progresso) jusqu'en 1992, puis avec la COOPERLUCAS entre 1992 et 1995, et à partir de 1996 avec la Préfecture de Sinop et l'entreprise privée de recherches AGRONORTE, nous avons élaboré et appliqué une méthode participative de création-diffusion de nouveaux systèmes de culture en travaillant chez les producteurs, pour eux et avec eux (*voir nombreux documents sur méthodologie produits par l'équipe*). Après avoir diagnostiqué les facteurs limitants de cette agriculture pionnière (travail du sol permanent à l'offset combiné aux monocultures de soja ou de riz qui ont entraîné des érosions catastrophiques et des faillites rapides), nous avons créé de nouveaux systèmes de cultures à base de rotations (riz-soja) et de travail profond du sol. Mais à partir de 1990, au vu des baisses importantes de matière organique, sur tous les systèmes utilisant les modes de préparation mécanisée des sols, nous avons réorienté toute la création-diffusion vers des systèmes de culture en semis direct, sans travail du sol. Les nouveaux systèmes de semis direct, préservent l'environnement et intègrent production de grains et élevage, et sont de plus en plus performants : optimisation de la relation coût/bénéfice par réduction drastique des coûts de production, pour des productivités de plus en plus élevées, facilité d'exécution et flexibilité accrues des équipements.

Ces systèmes, tous en semis direct, peuvent intégrer l'élevage par rotation de 3 ou 4 ans de cultures (*riz, soja, coton + cultures de succession sorgho, mil, Eleusine...*) tournant avec 3 ou 4 ans de pâturages (*type Brachiarias ou Panicum*), ou par systèmes sur couvertures vivantes fourragères sur lesquelles on produit en semis direct des grains comme par exemple soja ou coton sur Tifton 85, ou riz, maïs ou coton sur Arachis pintoï.

La formation des acteurs du développement et la création de matériel génétique de pointe dans les systèmes de semis direct (*optimisation des relations génotypes x modes de gestion du sol préservateurs*) sont aussi les 2 priorités essentielles de ce projet (*principalement pour riz, coton, soja et nouvelles introductions d'espèces pour biomasse de couverture*).

### Principaux résultats

Ce projet a conçu les techniques de semis direct adaptées aux zones tropicales chaudes, les a mises en pratique, et a très fortement contribué à leur diffusion et les a transférées et adaptées à d'autres conditions pédoclimatiques et socio-économiques tropicales et subtropicales (*le semis direct couvre aujourd'hui 14 000 000 ha au Brésil dont plus de 4 000 000 dans les Cerrados et se développe à Madagascar , La Réunion, l'Afrique et l'Asie* ).

Ce projet a créé du matériel génétique performant, comme la variété de riz pluvial CIRAD 141 qui a couvert plus de 300 000 ha en 1998/99 dans le Mato Grosso.

Ce projet a également créé des méthodes de travail efficaces pour, à la fois :

- donner des solutions immédiates et durables aux agriculteurs (*systèmes, variétés, indicateurs de fertilité, ...*),
- promouvoir, construire une véritable révolution agricole tropicale durable,
- produire des connaissances scientifiques décisives pour la gestion durable des sols de la planète au moindre coût (*fonctionnement, modélisation du fonctionnement des systèmes de culture, évaluation des impacts sur le milieu et les hommes qui le cultivent, etc...*)
- Ce projet a fait l'objet de deux numéros complets de « *Agriculture et développement* » en langues française et anglaise :
  - + **Agriculture au Brésil : l'avancée des fronts pionniers, monoculture de soja ou rotation ?, semis direct la solution durable** – N° 12 – Décembre 1996 ;
  - + **Brazilian frontier agriculture – Special issue** – November 1998 ;
  - + **et de nombreuses publications internes CIRAD, dans des revues spécialisées brésiliennes et dans la presse brésilienne de grande vulgarisation.**

## 7 . Perspectives

Continuation des avancées en semis direct, avec diversification des cultures de succession (safrinhas) du riz et du soja : *Eleusine coracana*, *Echinochloa sp.*, *Coix lacryma jobi*, nouveaux cultivars de sorghos et de mils. En 2000, l'AGRONORTE a lancé l'*Eleusine coracana*, qui devient une nouvelle option de « safrinha » permettant un labour biologique par son puissant système racinaire et autorisant l'intégration agriculture-élevage. Et en 2001, a été lancée sur plus de 40 000 ha une nouvelle variété de riz pluvial de haute technologie et d'excellente qualité de grain : Sucupira.

Une convention CIRAD-GEC / AGRONORTE a été signée en juin 2000 pour 6 ans et, de même qu'une autre convention a été signée par l'AGRONORTE avec le programme CALIM sur les riz hybrides renforçant notre coopération (*James Taillebois est affecté à ce projet*).

L'antenne CIRAD-CA de Goiânia transfère et adapte ces modes de gestion durable des sols tropicaux à Madagascar, l'île de la Réunion, puis plus récemment l'Afrique (*Tunisie, Cameroun, Mali*) et l'Asie (*Laos, Vietnam*) dans le cadre d'un ample accord national de coopération réunissant l'AFD, le MAE, le FFEM et le CIRAD qui en est l'opérateur principal (*L. Séguy est l'animateur scientifique de ce vaste projet tropical sur la gestion durable du patrimoine sol*).

Au début janvier 2001, nous sommes passés sous statut de chercheurs en coopération avec l'Université de São Paulo (*USP/ Laboratório de Biogeoquímica CENA de Piracicaba-SP*), qui étudiera la séquestration du carbone dans nos unités de recherche sur les systèmes de culture durables.

Enfin, en juin 2002, d'un commun accord, le volet du projet relatif aux systèmes de culture durables en Semis Direct s'arrête après 5 ans de coopération effective et très fructueuse entre l'AGRONORTE et le CIRAD-CA. AGRONORTE dispose maintenant d'une équipe de diffusion des systèmes de Semis Direct diversifiés qui doit pouvoir pleinement remplir sa mission de diffusion, transfert, formation à très grande échelle, sur l'agriculture durable en ZTH.

Le CIRAD-CA et l'AGRONORTE poursuivent leur coopération sur la création d'hybrides de riz pluvial.

## 1.2 SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RÉSULTATS 1997/2001

### SYSTÈMES DURABLES DE CULTURE ET DE PRODUCTION

#### Gestion organo-biologique des sols ferrallitiques en régions tropicales humides et chaudes (Cerrados et Forêts) - Lucien SEGUY, Serge BOUZINAC

Conventions de recherche MAEDA / CIRAD-CA (1995-2002) et AGRONORTE / CIRAD-CA (1997-2006)  
Lucien Séguy et Serge Bouzinac (CIRAD-CA gec), James Taillebois (CIRAD-CA calim),  
Edson et Adélcio Maeda et Milton Akio Ide (MAEDA), Angelo Carlos Maronezzi (AGRONORTE)

Au Brésil, dans les zones agricoles traditionnelles ainsi que sur les fronts pionniers du sud de l' Amazonie, l'utilisation indiscriminée d'équipement à disques et la monoculture du coton et du soja, ont complètement déstructuré les sols et alourdi les coûts de production en raison de l'augmentation de l'érosion des sols, des adventices, des maladies et ravageurs. Depuis 1985, l'équipe du CIRAD, avec divers partenaires brésiliens, s'est fortement investie sur le Semis Direct (SD) dans les régions des Cerrados, de forêts humides du sud du bassin amazonien et de forêts tropicales du Brésil central. Ce projet a conçu des systèmes de culture très diversifiés, en Semis Direct (SD), adaptés aux zones tropicales chaudes (*en particulier pour des cultures réputées difficiles comme le riz pluvial et le coton*), et a très fortement contribué à leur diffusion et les a adaptées à d'autres conditions pédoclimatiques et socio-économiques tropicales et subtropicales. Actuellement ce travail se réalise au travers de conventions de recherche avec le Groupe MAEDA (*premier producteur de coton du Brésil dans les états de SP, GO et MT*) et avec AGRONORTE (*entreprise de recherche au MT*) et en collaboration avec des agriculteurs leaders. L'objectif du projet est 1) la mise au point des systèmes novateurs en SD et l'amélioration de leurs performances agro-économiques, en particulier par la réduction des coûts de production et leur capacité à séquestrer le carbone, 2) la création de matériel génétique dans les systèmes de SD et 3) la formation des acteurs du développement. Les travaux sont essentiellement orientés vers les cultures de riz, coton, soja et les nouvelles introductions d'espèces pour la production de biomasse en safrinhas, qui sont les cultures de succession du riz, du soja, du maïs, pratiquées avec un minimum d'intrants ou sans intrants. Les systèmes testés, tous en semis direct, peuvent intégrer l'élevage tous les ans, ou avec des rotations comportant 3 ou 4 ans de cultures en semis direct sur biomasse de couverture, et 3 ou 4 ans de pâturages, ou avec des systèmes sur couvertures vivantes fourragères sur lesquelles des grains sont produits en semis direct (*riz, soja, maïs, coton*).

**La productivité des systèmes de culture est corrélée à l'importance de la biomasse de couverture : le soja et le riz pluvial long fin pratiqués avec le minimum d'intrants produisent entre 3 000 et 3 600 kg/ha, pour des coûts de production compris respectivement entre 310 et 340 US\$/ha. En présence de davantage d'intrants (plus d'engrais, fongicides sur riz), le soja produit plus de 4 200 kg/ha (maximum de productivité enregistré de 7 000 kg/ha) et le riz pluvial oscille entre 6 000 et 7 000 kg/ha (rendement maximal de 9 000 kg/ha) dans les meilleurs systèmes en Semis Direct, avec des coûts de production respectifs de 370 à 530 US\$/ha.**

Avec le lancement en 2000 par AGRONORTE, de l'*Eleusine coracana* ("*pé de galinha*") comme biomasse de couverture, un nouveau pas a été franchi dans l'amélioration du Semis Direct. Cette plante constitue la machine la plus puissante connue aujourd'hui pour, dans un espace de temps court, restructurer le sol et injecter des quantités expressives de carbone dans le profil cultural, participant ainsi à la séquestration active de cet élément. Avec de nouveaux cultivars de mil et sorgho, peu sensibles au photopériodisme et capables d'utiliser l'eau en profondeur, l'*éleusine* est une option pour la diversification des cultures de succession et sera en particulier une nouvelle option de «safrinha», même en semis direct tardif, doublée d'une excellente vocation fourragère.

En ce qui concerne le coton, le projet s'est concentré à partir de 2000 sur le Mato Grosso qui produit 50% du coton brésilien et où le groupe MAEDA plante plus de 10.000 ha en semis direct. Les meilleures variétés de riz et de coton ont été triées en fonction de leurs performances en semis direct. La productivité de coton graine en Semis Direct est comprise entre 3 300 et 5 200 kg/ha en fonction du niveau d'intrants, avec des coûts de production variant entre 1 200 et 1 600 US\$/ha. La variété de coton Coodetec 402 (*création CIRAD-COODETEC*) confirme sa forte productivité (*jusqu'à 3 t/ha de coton graine*) et bonne stabilité en semis direct de "safrinha à faible niveau d'intrants" (*avec des coûts de production environ 50% inférieurs à ceux pratiqués par les agriculteurs*).

Plus de 200 nouveaux cultivars de riz à aptitudes pluviales et irriguées, à qualité de grain exceptionnelle et à très haute productivité (*de 6 à 9 t/ha*) ont été identifiés sur semis direct. Une nouvelle variété de riz pluvial de haute technologie (*Sucupira*), a été lancée en 2001 sur plus de 40 000 ha.

Enfin, les chercheurs du CIRAD-CA de Goiânia ont contribué fortement au transfert et à l'adaptation de ces modes de gestion durable des sols tropicaux à Madagascar, l'île de la Réunion, puis plus récemment la Tunisie,

le Cameroun et le Mali en Afrique, le Laos et le Vietnam en Asie, dans le cadre d'un ample accord international de coopération réunissant l'AFD, le MAE, le FFEM et le CIRAD qui en est l'opérateur principal ; L. Séguy est l'animateur scientifique de ce réseau CIRAD sur le semis direct (*projet SCV*).

Un nouveau partenariat vient d'être mis en oeuvre, à partir de 2001, avec le laboratoire de biogéochimie CENA de l'USP de Piracicaba (*Dr Carlos Cerri, en coopération C. Feller et V. Eschenbrenner de l'IRD*), pour l'étude de la dynamique du carbone dans les systèmes de culture. Le dispositif de terrain du CIRAD en matière de création de systèmes novateurs en SD doit servir de support pour l'étude commune de la dynamique du carbone dans ces systèmes.

## **FORMATION**

*Très nombreuses visites de producteurs et agronomes brésiliens tous les ans.*

### **VISITES :**

- 1) **en janvier 2000 : visite de 15 agriculteurs français et d'une mission de l'AFD (5 responsables)** pour connaître l'étendue et les progrès du Semis Direct au Brésil (*Paraná et Mato Grosso*), ainsi que les méthodes et les avancées de la Recherche - Action menée au Mato Grosso.
- 2) **En Mai 2000 : Visite de A. Capillon, directeur du CIRAD-CA et de P. Fabre, chef de CALIM** pour signatures des conventions avec AGRO NORTE et visite des expérimentations en milieux contrôlé et réel.
- 3) **En Février 2001 : Visite d'agriculteurs français en quête de nouvelles technologies de gestion des sols.** Visite conduite essentiellement au Mato Grosso sur les performances technico-économiques du Semis Direct.

### **Sigles**

<b>AGRO NORTE</b>	Empresa privada de pesquisa, Brasil Entreprise privée de recherche, Brésil
<b>AFD</b>	Agência Francesa para o Desenvolvimento, França Agence Française pour le Développement, France
<b>IRD</b>	Instituto Francês para o Desenvolvimento, França Institut de Recherche pour le Développement, France
<b>MAE</b>	Ministério das Relações Exteriores, França Ministère des Affaires Etrangères, France
<b>MAEDA</b>	Grupo privado, 1° produtor de algodão no Brasil Groupe privé, 1° producteur de coton au Brésil
<b>FFEM</b>	Fonds Français pour Environnement Mondial, France
<b>CENA-USP</b>	Fundo Francês para o Meio ambiente Mundial "Centro de Energia Nuclear para Agricultura" -Universidade de São Paulo, SP, Brasil «Centre d'énergie nucléaire pour l'agriculture» -Université de São Paulo, SP, Brésil

## 1.3

## HIGHLIGHTS 2002 ET PUBLICATIONS

### 1.3.1 CONDITIONS CLIMATIQUES ET CULTURALES TRÈS PÉNALISANTES POUR LA CULTURE DU RIZ PLUVIAL:

- 14 jours sans pluies et 73 mm sur 24 jours à la montaison - épiaison de la plupart des variétés [Cf. Fig. 1], soit en pleine phase de sensibilité maximale au déficit hydrique (ETP du riz de 7 à 9 mm/jour).
- Cette période de sécheresse sévère exceptionnelle a été précédée par une phase de très forte phytotoxicité occasionnée par l'herbicide graminicide PANTHER (*Quizalofop - P. Tefuri*), encore non métabolisé au début de la sécheresse.
- Au total, des conditions générales de culture fortement limitantes pour des objectifs visant de très hauts rendements, supérieurs à 6-8 tonnes/ha.

### 1.3.2 ÉVOLUTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS EN FONCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE:

- Les suivis, sur 10 ans, de l'évolution des propriétés physico-chimiques des sols sous les systèmes de culture les plus différenciés, met en évidence:
  - a) **Une confirmation: les dynamiques de C, de la CEC, de V%** évaluées sur les 5 dernières années sont conformes à celles enregistrées au cours des 3 premières années à savoir:
    - Gain de C sur tous les systèmes en Semis Direct (SD) dans l'horizon 0-10 cm, et même dans le niveau 10-20 cm lorsqu'une graminée pérenne est utilisée comme couverture vivante [*Cynodon Tifton*, Fig. 2 et 3]; les gains de C vont de 8% à plus de 35% en fonction de la nature des systèmes dans l'horizon 0-10 cm et les plus performants sont ceux où dominent les graminées fortement restructurantes (annuelles comme *Eleusine cor.*, pérennes comme le *Tifton*). [Fig. 3].
  - b) **Les Variations de la CEC accompagnent celles de C:** avec les systèmes en SD, augmente la capacité de rétention des bases; ces dernières (Ca, Mg, K) et les oligo-éléments tels que Cu et surtout Mn et Zn s'accumulent significativement en surface dans les systèmes en SD dans lesquels les légumineuses vivantes et très puissantes interviennent sur au moins 2 ans (*Arachis pintoï*, *Stylosanthes guyanensis*) [Fig. 4, 5, 6, 7 et 8]; ces légumineuses montrent une capacité exceptionnelle à recycler les bases et ces oligo-éléments, dispensant l'application d'amendements calco-magnésiens (économie d'engrais minéraux).
  - c) **L'analyse des agrégats dans les horizons 0-5 cm, 5-10 cm et 10-20 cm**, montrent qu'après 5 ans, sous tous les systèmes en SD, le profil cultural retrouve un état structural proche de celui des milieux naturels originels (*Forêt, Cerrados*), avec des MWD (indices qui caractérisent l'état et la stabilité de l'agrégation) compris entre 4 et 5 pour les meilleurs systèmes qui sont ceux qui utilisent les graminées fortement restructurantes pérennes (type *Tifton*) ou annuelles (*Eleusine cor.*) [Fig. 9, L. Séguy, S. Bouzinac, 2001].

(\*Il est important de prendre en compte dans l'analyse de l'état d'agrégation du sol que le traitement discage a toujours été minimum, peu intense (un passage d'offset lourd et un léger).

### 1.3.3 AVANCÉES DES SYSTÈMES DE CULTURE:

Avec le temps, la pratique du Semis Direct (SD) sur forte biomasse, se traduit par des gains de rendements en progression constante, sur les cultures en rotation (*excepté évènement climatique adverse majeur*).

#### a) Sur culture de soja

- En présence d'une faible fumure minérale (*voisine des exportations par les grains en P, K, oligos*), et de variétés de soja à cycle intermédiaire ou moyen, l'écart de productivité entre les meilleurs systèmes en SD et le système "Discages x monoculture" s'accroît tous les ans; à partir de la 4<sup>e</sup> année, il atteint plus de 35% en faveur du SD et plus de 40% en 5<sup>e</sup> année: le rendement de soja de cycle intermédiaire dépasse 3.200 kg/ha en SD contre 2.150 kg/ha sur travail conventionnel; celui du soja de cycle moyen, dans les mêmes conditions, est de 3.980 kg/ha contre 2.730 kg/ha [Fig. 10 et 11 ].
- L'analyse de l'évolution de la productivité du soja, démontre l'économie importante d'engrais minéral fournie par la gestion organo-biologique du sol en SD:
  - Quelles que soient les variétés, la productivité de soja est toujours plus élevée sur "SD x niveau de fumure faible" que sur travail conventionnel avec fumure minérale double [Fig. 10, 11, 12 et 13 ].
- Les gains de productivité de soja en faveur des systèmes en SD sont cependant modulés en fonction du cycle variétal et du niveau de fumure:
  - Avec du matériel génétique de cycle court à intermédiaire, potentiellement limité, les gains de productivité sont toujours beaucoup plus importants en présence du niveau bas de fumure minérale; plus la fumure minérale est élevée et plus la différence de productivité diminue [Fig. 14 et 16 ].
  - Avec du matériel génétique de cycle moyen, de potentiel plus élevé, les gains de productivité en SD sont très importants et de même ampleur aussi bien en présence de la fumure faible que de la fumure double de niveau moyen, la plus utilisée par les agriculteurs (*ON + 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O + oligos*) [Fig. 15 et 16 ]; des pointes de rendements au-dessus de 5.000 kg/ha ont déjà été atteintes, avec un maximum à 7.020 kg/ha (*variété R3*) enregistré en saison sèche 2.000 sous irrigation.

#### b) Sur culture de riz pluvial

- La productivité a été limitée cette année, d'abord par la forte phytotoxicité causée par l'herbicide graminicide Panther, de post-émergence, et en suivant par une période de sécheresse sévère en pleine phase de reproduction du riz, la plus sensible, comme le montrent les résultats du Tableau 1, ci-après:

Tableau 1 Productivité du riz pluvial cv. Sucupira (en kg/ha) - 2001-2002.

Précédent cultural	Basse	Technologie	Haute
	Technologie	Moyenne	Technologie
. Soja cycle court + Sorgho	1.524	3.164	2.993
. Soja cycle long (R3)	2.911	4.394	4.376
+ mil ou Sorgho (moyenne de 2 répétitions)			



Les précédents sorghos en culture pure, sont souvent les moins performants pour la production de riz (*allélopathie du sorgho*), confirmant les résultats des années antérieures.

- **Parmi les cultivars les plus productifs** dans les systèmes de culture, on retiendra:
  - **en semis précoce:** Cedro et J Pinheiro avec des productivités qui varient de 3.200 à plus de 5.700 kg/ha en fonction du système et du niveau technologique [Fig. 17] ; la variété Sucupira est toujours la moins productive [Fig. 17].
  - **en semis tardif:** ANF 79 toujours supérieur aux meilleurs témoins (*Maravilha et CIRAD 141*), avec des rendements qui vont d'un minimum de 3.900 kg/ha en basse technologie à plus de 6.400 kg/ha avec haute technologie [Fig. 18, 19 et 20] ; les variétés ANF 20, BEST 2000 sont également en moyenne, supérieures aux témoins; les cultivars Sucupira et Amarelão sont toujours classés comme les moins performants [Fig. 18 et 19].
- **La maîtrise des itinéraires techniques riz pluvial en Semis Direct** est maintenant plus facile, avec un contrôle plus efficace des adventices, grâce, simultanément:
  - à l'utilisation de 2-4 D amine, à faible dose (300 à 400 g/ha d'équivalent acide) en post-émergence précoce (15 à 25 JAS) en cas de forte infestation des adventices dicotylédones en début de cycle.
  - à la possibilité d'utiliser un graminicide efficace et sélectif du riz pluvial, à partir du stade 5 feuilles du riz : le produit Cyhalofop-butyl, 0,8 l/ha du produit commercial **Clincher** (de la DOW) est suffisant pour assurer un très bon contrôle de toutes les graminées (genres *Digitaria*, *Eleusine*, *Cenchrus*, *Echinochloa*).

\* *L'herbicide pré-émergent graminicide Pendimethaline reste recommandé lorsque la biomasse de couverture est peu importante au semis.*
- **Parmi les fongicides et mélanges de fongicides** [Cf. Fig. 21 à 24], qui permettent de contrôler efficacement le complexe fongique pathogène des panicules et grains en fin de cycle : le mélange **Priori + Score** (*Azoxystrobin + Difenoconazole*) à la dose de 200 ml + 200 ml/ha de produit commercial appliquée à la différenciation florale et lorsque 5% de panicules ont émergé, est recommandé pour les variétés les plus sensibles telles que Sucupira et J. Pinheiro [Fig. 21 et 22].

Ce même mélange peut être appliqué aux stades: 5% épiaison et 100% floraison, pour le matériel génétique peu ou très peu sensible, lorsque nécessaire, en année climatique qui favorise le plus les attaques fongiques (*très forte humidité, très faible insolation : cas des variétés BEST 2000 et CIRAD 141*).

En moyenne, toutes variétés confondues, les meilleurs fongicides permettent des gains de rendement de 25 à 30%, par rapport au témoin non traité, soit entre 900 et 1000 kg/ha, qui représentent entre 105 et 115 US\$/ha, contre un coût de fongicides de 77,0 US\$/ha. Pour les variétés les plus sensibles au complexe fongique de fin de cycle (*Sucupira, J. Pinheiro*), les gains de rendement sont supérieurs à 100% et imposent l'utilisation des meilleurs fongicides [Fig. 21 et 22].

(\*) *Le rendement à l'usinage et la qualité du riz usiné est également étroitement dépendante de la qualité du grain à la récolte.*

c) **Au plan économique**

- **Les coûts de production** du riz et du soja en "terre de vieille" culture, dans les systèmes de culture en Semis Direct:
  - **en basse technologie** de 300 à 320 US\$/ha pour le riz, et de 260 à 280 US\$/ha pour le soja [Fig. 25, 26, 27 et 28];
  - **en technologie moyenne**, de 500 US\$/ha pour le riz, et 330 US\$/ha pour le soja (sans application de fongicides sur soja) [Fig. 25, 26, 27 et 28].
- **Les marges nettes**, en fonction de la variation annuelle des prix payés au producteur, dans la région :
  - **en basse technologie** de 50 à 125 US\$/ha pour le riz, et de 125 à 198 US\$/ha en fonction de la variété pour le soja [Fig. 25, 26, 27 et 28];
  - **en technologie moyenne**, de 90 à 220 US\$/ha pour le riz, et de 90 à 200 US\$/ha en fonction de la variété pour le soja [Fig. 25, 26, 27 et 28];

d) **Les meilleures cultures de succession du riz et soja ("Safrinhas") dans les systèmes de Semis Direct**

- **Dans une stratégie d'intégration "grains-élevage" :**
    - Sorghos CIRAD 202, 203, 440, 406 associés à *Brachiaria ruziziensis* ou *Stylosanthes guyanensis*;
    - Maïs variétés (CIRAD 200, 340) associés aux mêmes espèces fourragères;
    - *Coix Lacryma jobi* = 1 variété originaire du Vietnam.
  - **Dans une stratégie de production exclusive de grains:**
    - les mêmes variétés de maïs et sorgho;
    - *Eleusine coracana* : cultivars PG 94, PG 5333, PG 6236, PG 6272, PG 6315;
    - Diverses variétés de mil du CIRAD et de l'ICRISAT.
- (\*) À noter que tout ce matériel génétique s'intègre également dans les systèmes "grains + élevage" :
- Sarrazin = 1 variété française,
  - Sésame = 2 variétés asiatiques,
  - Blé = cv. Florence Aurore.

(\*) *Les cultivars d'Eleusine coracana*, représentent un intérêt majeur dans les systèmes de Semis Direct, car, au delà de leur pouvoir restructurant exceptionnel, leur capacité à recharger le profil cultural en C, leur aptitude fourragère, elles fixent l'azote de l'air (bactéries libres de la Rhizosphère des genres *Azotobacter*, *Bejerinckia*, etc...) (L. Séguy et al., 2001).

e) **Les systèmes de culture en Semis Direct sans herbicides Post-semis des cultures**

- Alternatives aux OGM, construites par la voie agronomique, elles permettent d'incorporer le matériel génétique de meilleure qualité, très diversifié, créé par les voies de la sélection classique qui sont beaucoup plus prolifiques que les « transgéniques ».

- Le contrôle des adventices dans ces système se fait par la couverture permanente du sol, qui doit, à la fois:
    - être totale, importante (12 à 18 t/ha MS), et à décomposition lente,
    - posséder des propriétés allélopathiques efficaces pour le contrôle de la flore locale.
  - Les meilleures biomasses de couverture qui permettent de s'affranchir de l'utilisation d'herbicides post-semis sont décrites dans la Figure 35.
- (\*) *À noter que nous maîtrisons également de nombreux systèmes en SD, qui dispensent, non seulement d'herbicides post-semis des cultures, mais également d'herbicides totaux pour dessécher les biomasses avant semis. Ces dernières sont des espèces annuelles qui sont roulées à la floraison, au lieu d'être desséchées chimiquement. Cette voie devrait être utilisée dans l'agriculture biologique sensu stricto. C'est aussi une voie très porteuse pour les petites agricultures familiales qui produisent peu et ont cruellement besoin de valoriser leurs productions.*

#### 1.3.4 FORMATION

- De nombreuses visites d'agriculteurs brésiliens ont eu lieu, au cours du cycle de culture.
- Formation de l'équipe AGRONORTE, surtout aux techniques de création et sélection variétale.
- Visite, en début février (6-10/02/2002) d'un groupe d'agriculteurs français, pilotée par la firme SEMEATO; visite à plusieurs grandes régions et unités expérimentales du CIRAD pour apprécier les fondements, le fonctionnement des techniques de Semis Direct, leurs perspectives futures et possibilités d'application en France.

(\*) *Ces visites d'agriculteurs français sont maintenant annuelles; les compétences du CIRAD en matière de gestion durable des sols sont très appréciées et connues des agriculteurs français.*

#### 1.3.5 MONTAGE D'UN PÔLE DE RECHERCHE SUR L'AGRICULTURE DURABLE DANS LE BRESIL CENTRAL

L'arrêt de notre convention avec AGRONORTE sur les SCV, nous conduit à réorganiser notre dispositif d'intervention, au sein d'un pôle « d'agriculture durable », qui doit permettre au CIRAD-CA :

- De regrouper ses forces avec ses divers partenaires [Cf. carte, Fig.29 ],
- De compléter et d'utiliser des dispositifs de terrain et des méthodologies de Recherche-Action communes [Voir Fig. 30, 31, 32, 33 et 34] qui permettent :
  - de produire des solutions techniques pour l'agriculture durable, appropriables par les agriculteurs (systèmes de culture en semis direct, préservateurs de l'environnement x matériel génétique performant adapté à ces systèmes).

- de produire des connaissances scientifiques:
  - \* Fonctionnement des agrosystèmes cultivés, et évaluation de leurs impacts sur l'environnement ;
  - \* Méthodologie de la Recherche-Action [ Fig. 30 ];
  - \* Interactions génotypes x modes de gestion des sols et des cultures .
- de contribuer à la formation de nos partenaires brésiliens, du CIRAD et des pays partenaires du Sud.

Si l'amélioration variétale Riz, Soja et autres espèces doit se poursuivre activement (*source de revenus importante*), les efforts de la Recherche-Action doivent maintenant se porter, pour les chercheurs du CIRAD-CA Goiânia :

- Sur l'amélioration continue des performances des systèmes de culture en SD, et notamment sur la conversion la plus efficace possible de l'engrais minéral (*exogène et acheté*) en engrais organique qui restituera les nutriments par voie de minéralisation (*meilleure régulation des flux nutritionnels dans la plante, en particulier pour l'azote soluble et les sucres réducteurs qui sont les aliments de choix des pucerons et des champignons pathogènes*) ;
- Sur l'adaptation et la diffusion à très grande échelle (*conseil de gestion*) du Semis Direct du riz pluvial et des systèmes intégrant production de grains + élevage dans le Brésil et chez nos partenaires du Sud (*Afrique, Asie*) ;
- Sur l'animation du « pôle » et la formation de tous les acteurs de la Recherche et du Développement.

En outre, ce pôle «d'agriculture durable», grâce à son dispositif d'intervention pluridisciplinaire, ancré dans les réalités agricoles en milieux contrôlé et réel, qui le positionne comme constructeur et promoteur du progrès technologique durable et de la connaissance qui l'explique, doit servir de support à la réalisation de thèses sur des sujets scientifiques majeurs, mis en évidence par la méthodologie de Recherche-Action participative, utilisée sur les systèmes de culture ; parmi ces sujets qui pourraient faire l'objet de thèses, nous citerons :

- 1) **La dynamique des systèmes racinaires** des cultures dans les systèmes de culture en Semis Direct, comme outil, à la fois :
  - de diagnostic prévisionnel, simple et accessible à tous, en particulier aux agriculteurs en temps réel, de l'état du profil cultural et de ses conséquences sur la prévision des récoltes ;
  - de mise en évidence et caractérisation de la réelle importance de la toxicité aluminique en sols acides ferrallitiques ;
  - de la modélisation du fonctionnement des systèmes de culture.
- 2) **Le pouvoir restructurant des plantes de couverture** et des systèmes de culture en Semis Direct, à l'échelle du cycle cultural :
  - Comparaison des espèces ou associations d'espèces les plus performantes pour cette fonction et sa caractérisation (*analyses d'agrégats*)

- Rôle des substances agrégantes telles que les polysaccharides, les poly phénols, les endo-mycorhizes, dans les mécanismes d'agrégation ;
- Conséquences sur la productivité des systèmes de culture.

3) **La nutrition azotée des céréales** dans les systèmes de culture en Semis Direct :

- Mise au point d'indicateurs simples au champ, pour le pilotage de la fumure azotée ;
- Fixation de l'azote de l'air, par voie symbiotique et par les bactéries libres de la rhizosphère dans les systèmes de culture les plus performants déjà mis en évidence, à base de soja suivi en succession, de plantes ou mélanges d'espèces de couverture telles que : *Eleusine coracana* (ou mélanges d'espèces comme : *Eleusine cor.* + *Cajanus cajan*, *Eleusine cor.* + *Crotalaria spectabilis*, *Eleusine cor.* + *Brachiaria ruziziensis*) [**Fixation N par bactéries libres de la rhizosphère**] ; Maïs, sorgho, mil associés à *Brachiaria ruziziensis* ou à *Stylosanthes guyanensis*. Quantification de la fixation de N, impact sur la nutrition azotée des cultures ; Conséquences sur l'incidence des maladies cryptogamiques (*N soluble*, *sucres réducteurs*, dans l'appareil foliaire).

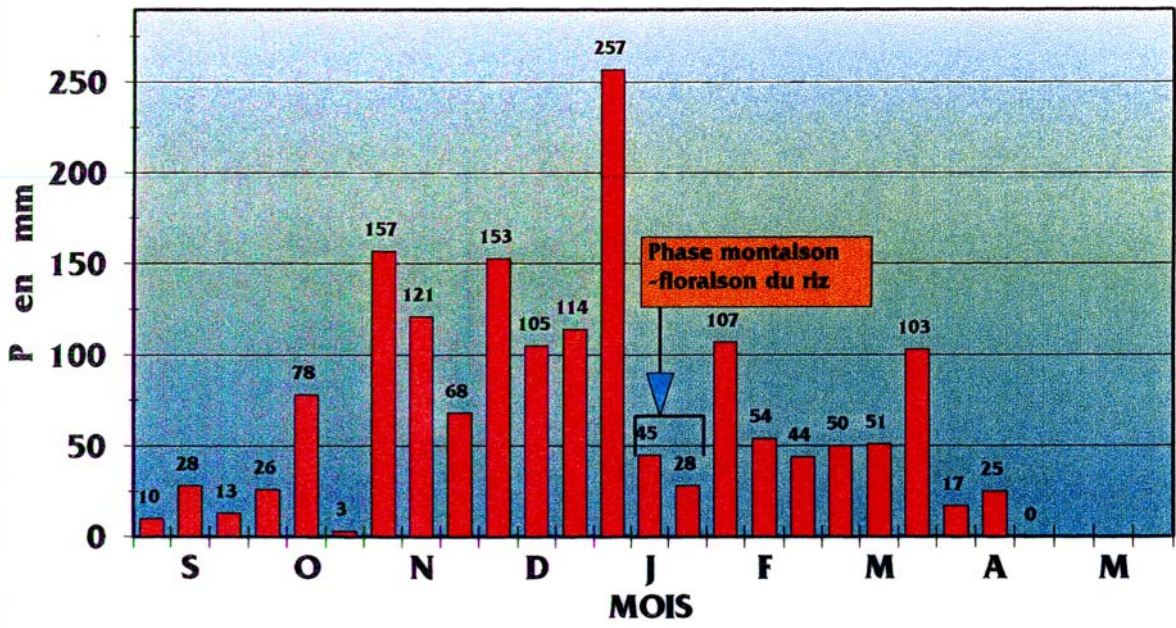
4) **Biorémédiation et plantes de couverture** ; mécanismes et applications pratiques.

5) **Contrôle des populations de nématodes phytophages par les plantes de couverture** ; mécanismes et applications pratiques.

Enfin, le pôle « d'agriculture durable » doit constituer à la fois pour nos partenaires du Sud :

- Une vitrine exemplaire de l'offre technologique et méthodologique,
- Une source prolifique de systèmes durables, transférables et adaptables [ *notamment les systèmes mis au point sur les sols sableux de l'état de Bahia, en zone à fort risque climatique voisine de la zone soudano-sahélienne africaine*].

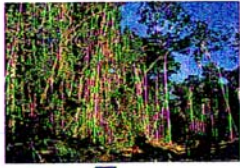
**FIG.1 PLUVIOMETRIES DECAIDAIRES ET MENSUELLES  
 AGRONORTE (MATRICE)- SINOP - MT - 2001/02**



P mensuelle en mm	50	108	345	371	330	205	204	42	0
-------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---

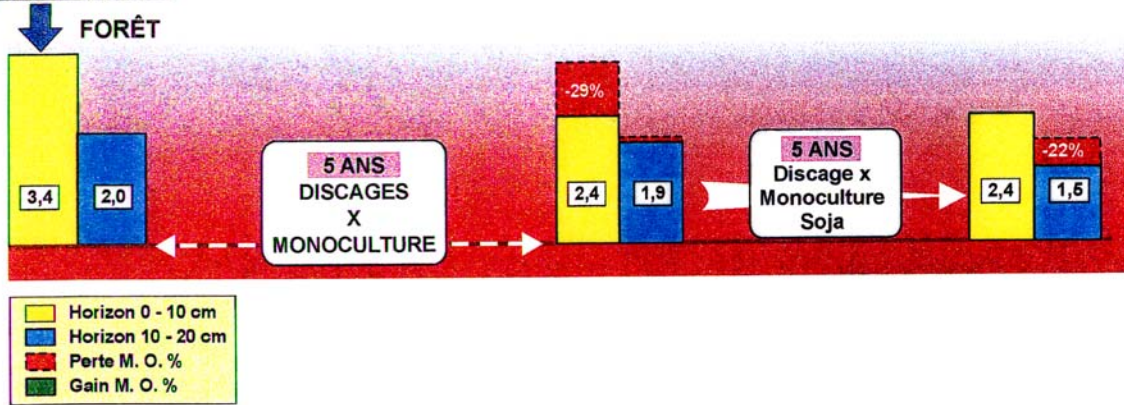
**P Total = 1.655 mm**

**FIG. 2 TENDANCES D'ÉVOLUTION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE (en %), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX - 2002**



**Agrosystèmes des forêts tropicales humides du Sud de l'Amazonie**

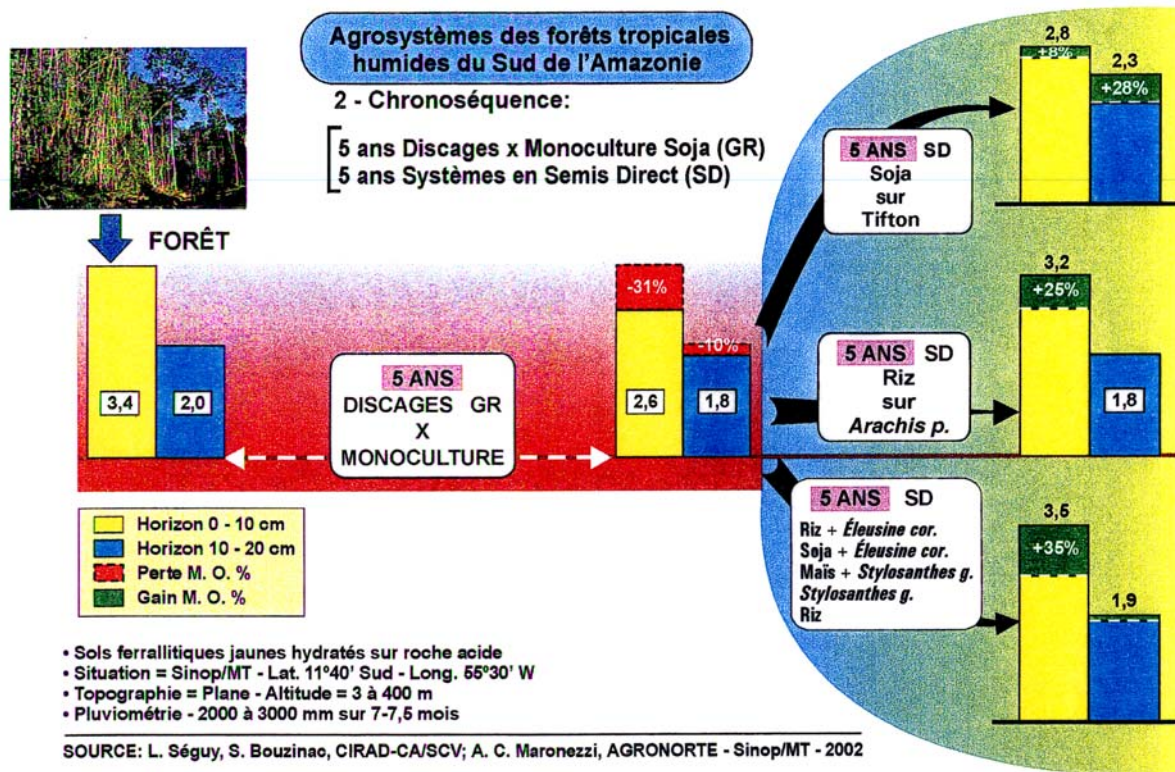
1 - Chronoséquence: 10 ans Discages x Monoculture Soja



- Sols ferrallitiques jaunes hydratés sur roche acide
- Situation = Sinop/MT - Lat. 11°40' Sud - Long. 55°30' W
- Topographie = Plane - Altitude = 3 à 400 m
- Pluviométrie - 2000 à 3000 mm sur 7-7,5 mois

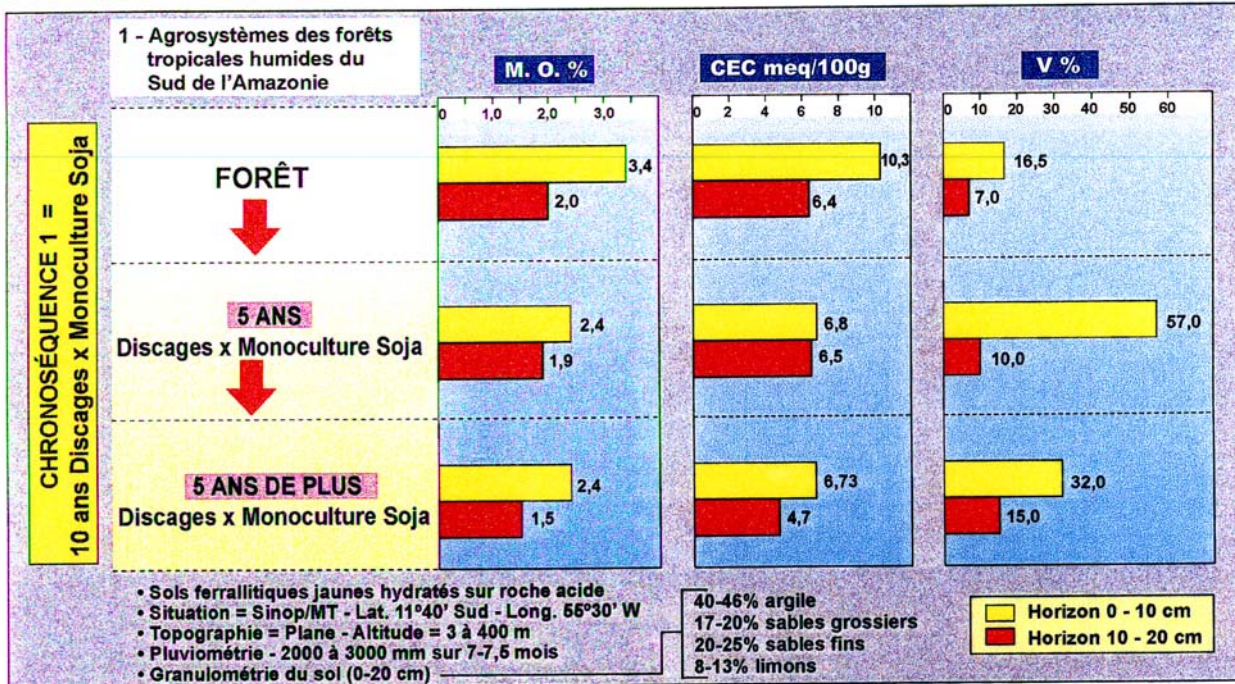
SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, AGRONORTE - Sinop/MT - 2002

**FIG. 3 TENDANCES D'ÉVOLUTION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE (en %), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX - 2002**



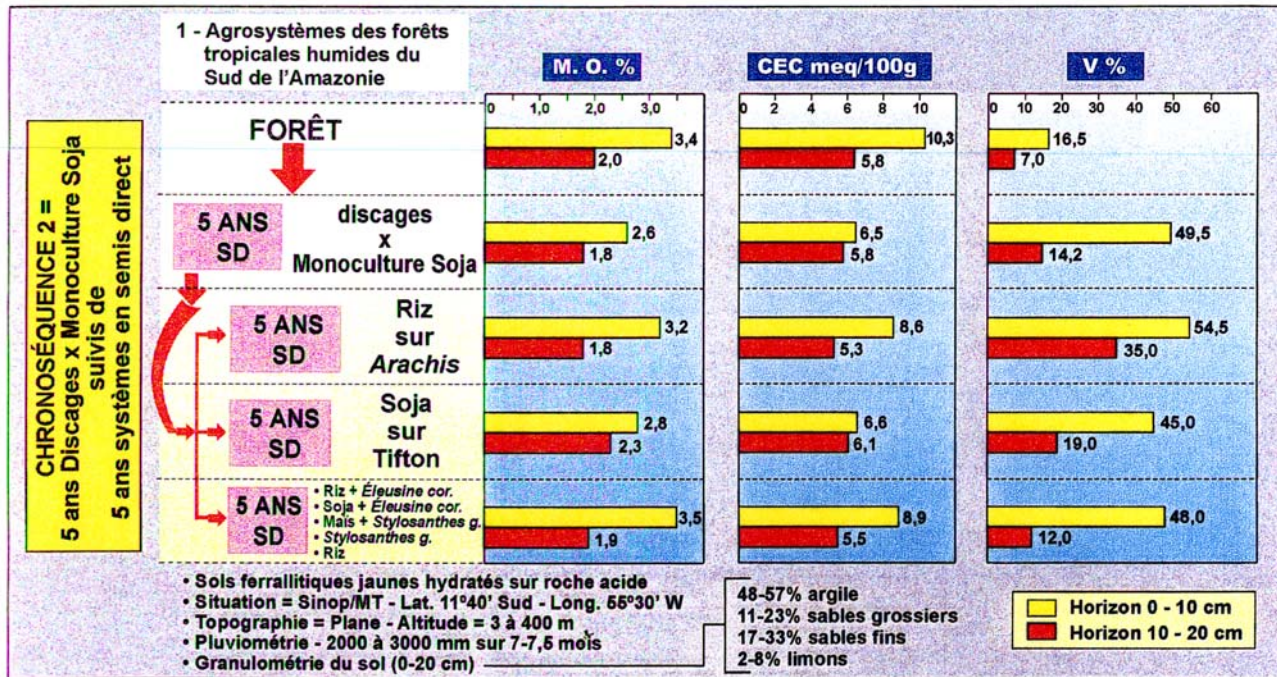


**FIG. 4 TENDANCES D'ÉVOLUTION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE (M. O. en %), DE LA CEC (en meq/100g) ET DU TAUX DE SATURATION (V en %), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX -**



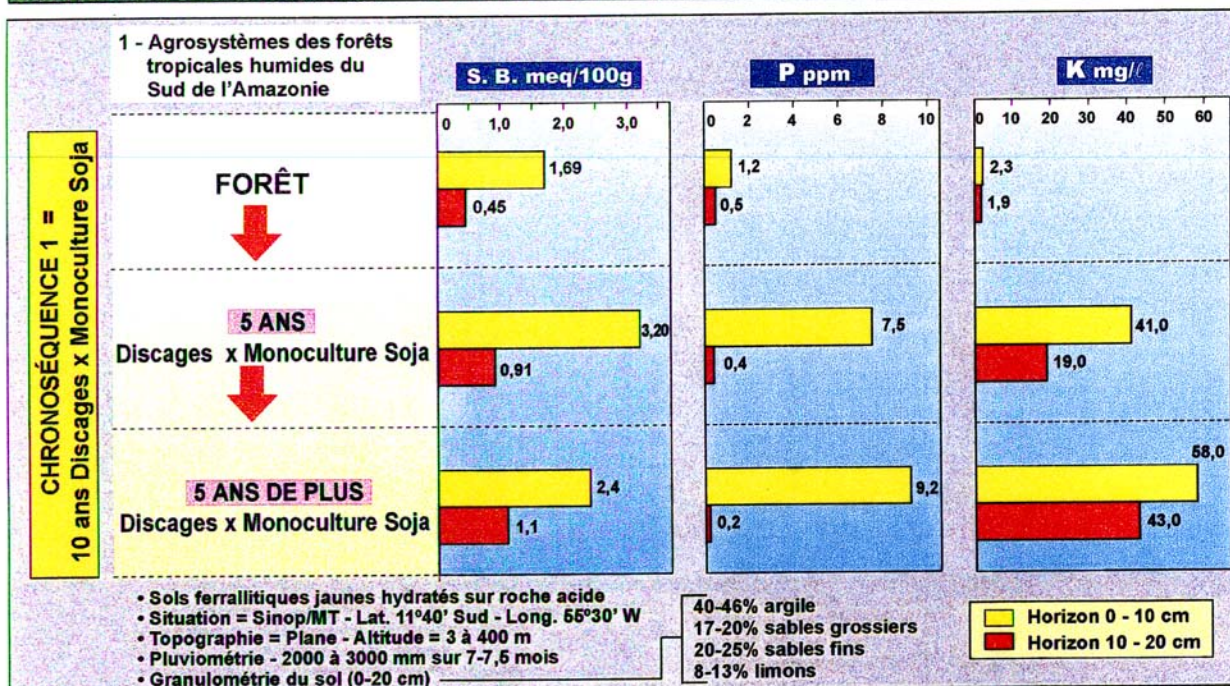
SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2002

**FIG. 5 TENDANCES D'ÉVOLUTION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE (M. O. en %), DE LA CEC (en meq/100g) ET DU TAUX DE SATURATION (V en %), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX -**



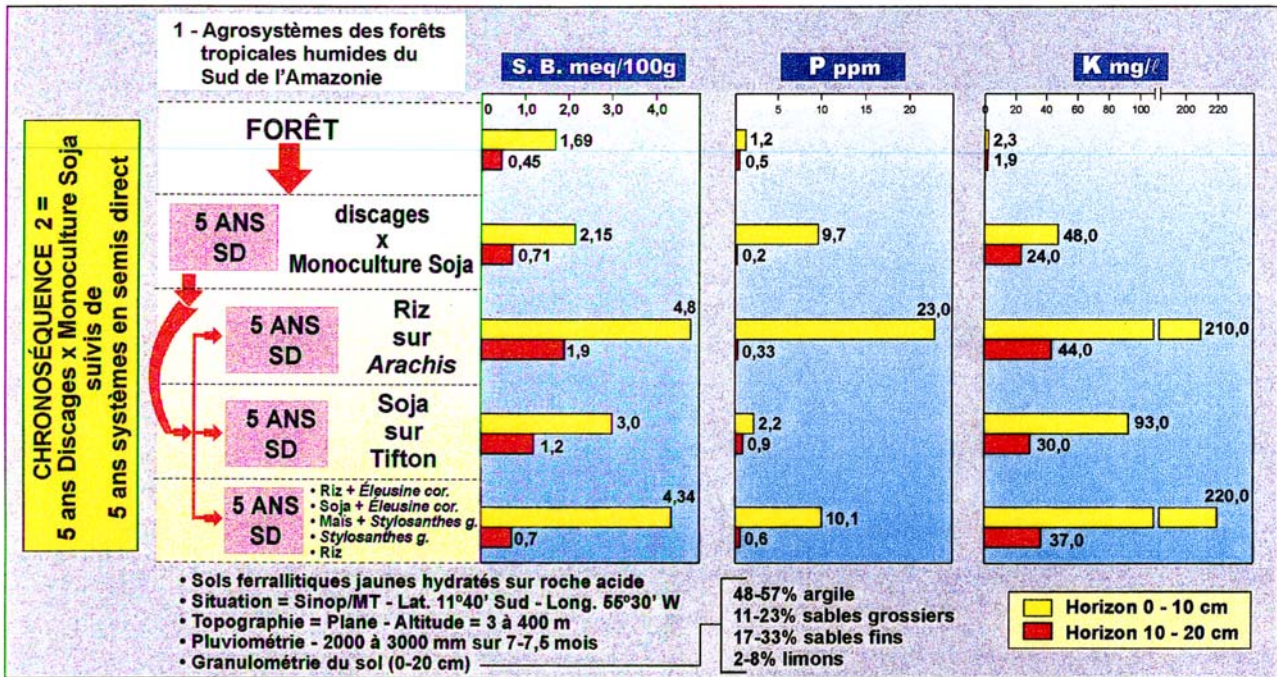
SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; A. C. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2002

**FIG. 6 TENDANCES D'ÉVOLUTION, DE LA SOMME DES BASES ÉCHANGEABLES (en meq/100g), DES TENEURS EN P mehlich (ppm), ET EN K (mg/l), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX -**



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

**FIG. 7 TENDANCES D'ÉVOLUTION, DE LA SOMME DES BASES ÉCHANGEABLES (en meq/100g), DES TENEURS EN P mehlich (ppm), ET EN K (mg/l), EN FONCTION DE LA NATURE DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS DANS DIVERS AGROSYSTÈMES CONTRASTÉS, TROPICAUX ET SUBTROPICAUX -**



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

**FIG. 8 TENEURS DES SOLS<sup>(\*)</sup> EN MANGANÈSE (Mn), CUIVRE (Cu) ET ZINC (Zn), EN FONCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE**  
Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

Laboratoire du CPAC/EMBRAPA - Brasília

SYSTÈMES DE CULTURE		Manganèse mg/l	Cuivre mg/l	Zinc mg/l
5 ANS (GR) Discages x Monoculture 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 ANS (SD) Riz sur 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 ANS (SD) Soja sur Tifton <sup>1</sup>	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 ANS (SD) • Riz + Eleusine • Soja + Eleusine • Mais + Stylosanthes g. • Stylosanthes g. • Riz	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.* - Hybride (N° 85)

(\*) - 1 Échantillon moyen est composé de 20 sous-échantillons

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

**FIG. 9 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SOLS<sup>(1)</sup> EN FONCTION DES SYSTÈMES DE CULTURE**  
Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

Laboratoire du CPAC/EMBRAPA - Brasilia

SYSTÈMES DE CULTURE		Granulométrie				M. O. <sup>1</sup> (%)	Agréats > 2 mm (%)	Agréats > 2 mm (mm)	MWD <sup>2</sup>
		Argile (%)	Limons (%)	Sables grossiers (%)	Sables fins (%)				
5 ANS (GR) Discages x Monoculture 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	"Données manquantes"		
5 ANS (SD) Riz sur 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 ANS (SD) Soja sur Tifton <sup>3</sup>	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 ANS (SD) • Riz + Éleusine • Soja + Éleusine • Maïs + Stylosanthes g. • Stylosanthes g. • Riz	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. = Matière organique

2 - MWD = Indice de stabilité des agrégats - Les milieux naturels = forêt, cerrado, présentent un indice compris entre 4 et 5

3 - Tifton = *Cynodon d.* - Hybride (N° 85)

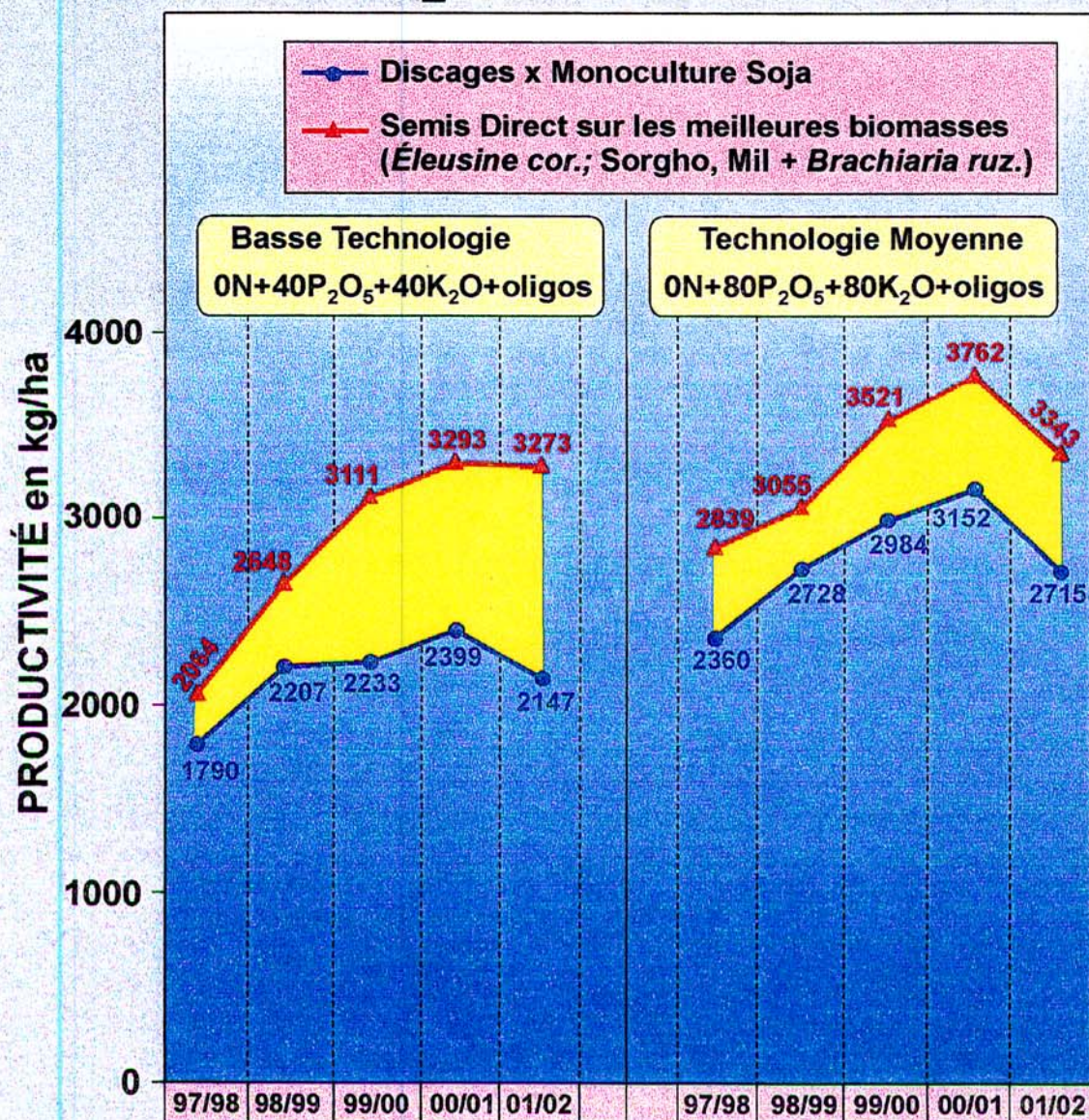
(\*) - 1 Échantillon moyen est composé de 20 sous-échantillons

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

**FIG. 10 ÉVOLUTION SUR 5 ANS DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE**  
 Sols ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

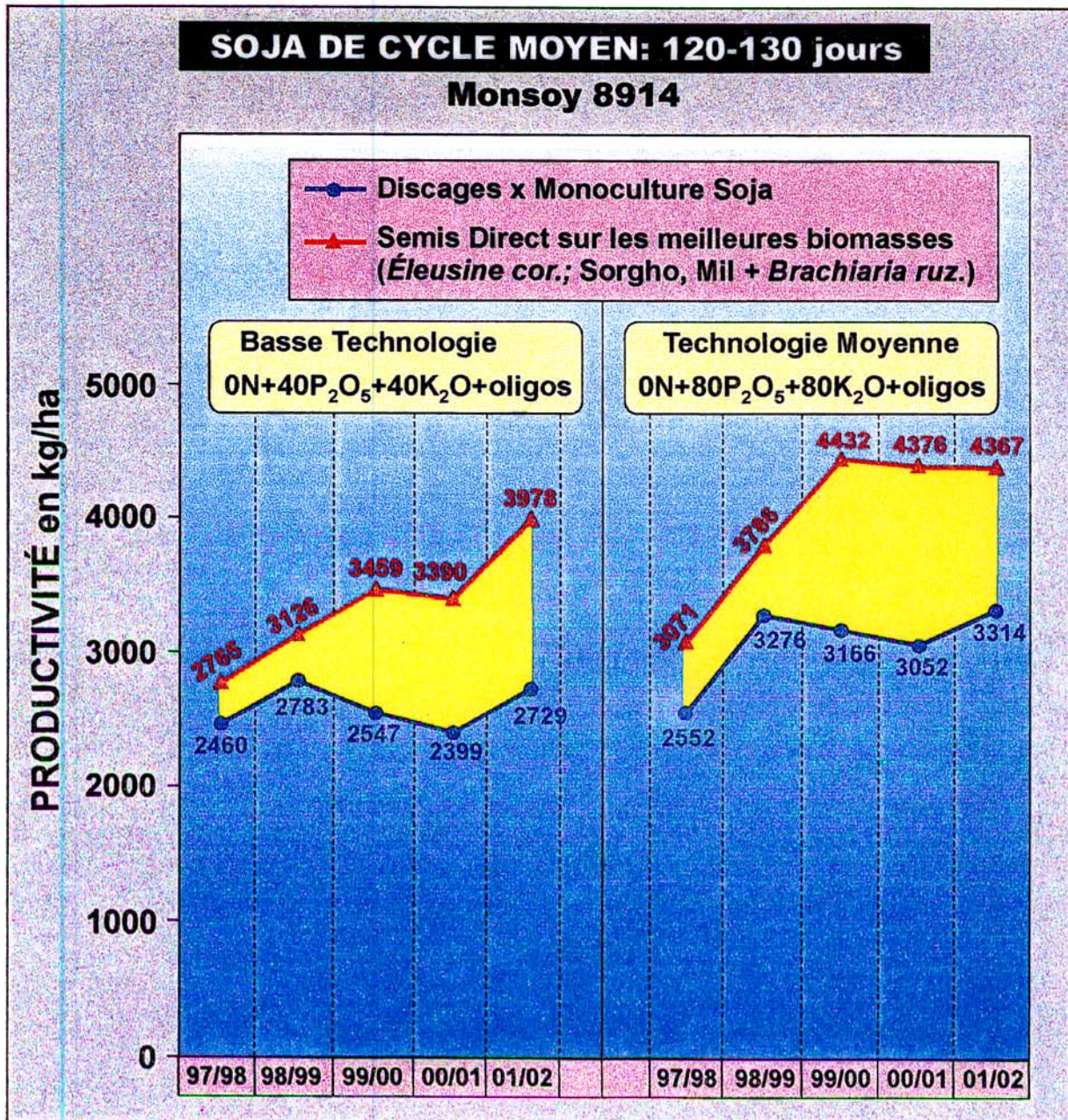
**SOJA DE CYCLE INTERMÉDIAIRE: 110-115 jours**

Années 1, 2, 3, = Conquista  
 Année 4 = R1  
 Année 5 = Esplendor



SOURCE: L. Ségué, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

**FIG. 11 ÉVOLUTION SUR 5 ANS DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE**  
 Sols ferrallitiques de l'écologie des forêts humides  
 du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002



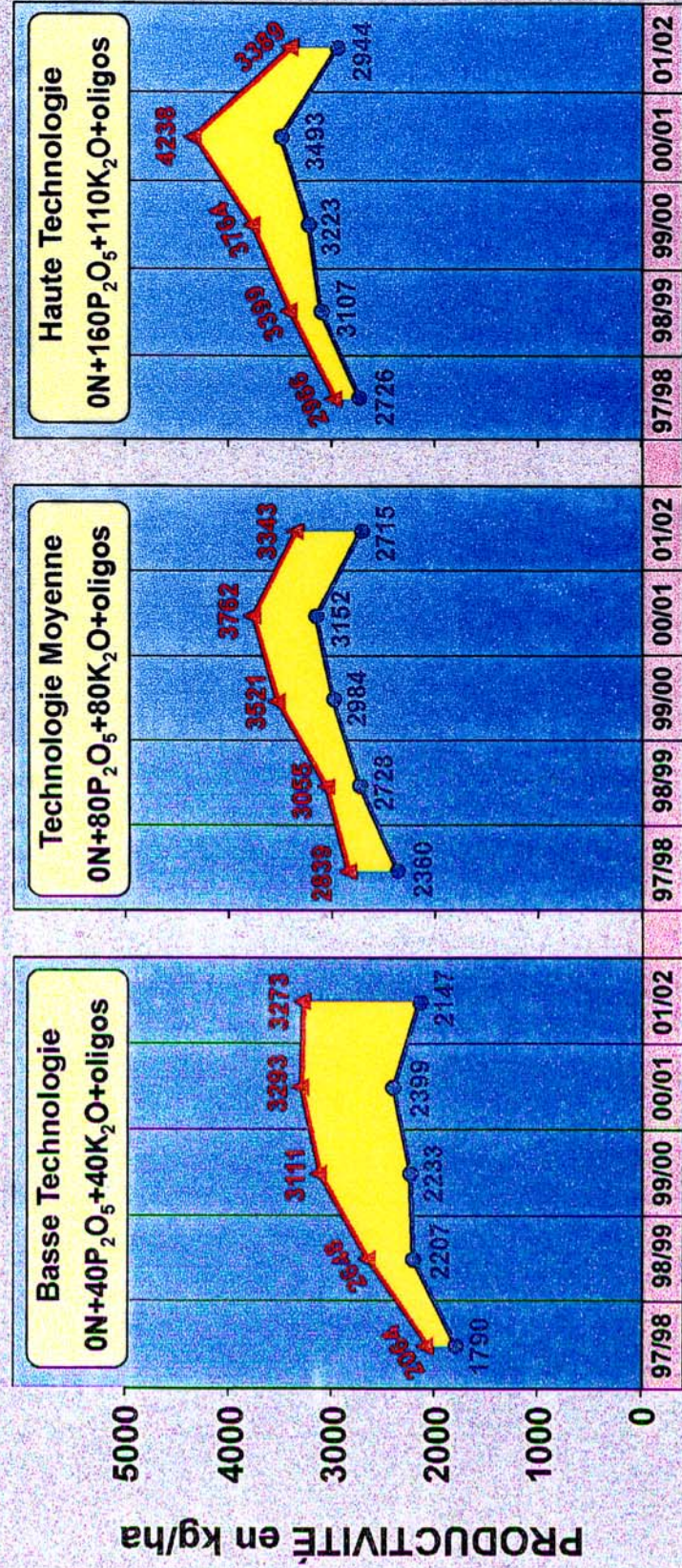
# FIG. 12 ÉVOLUTION SUR 5 ANS DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE

Soils ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

## SOJA DE CYCLE INTERMÉDIAIRE: 110-115 jours

Années 1, 2, 3, = Conquista; Année 4 = R1; Année 5 = Esplendor

- Discages x Monoculture Soja
- ▲ Semis Direct sur les meilleures biomasses (*Eleusine cor.*; Sorgho, Mil + *Brachiaria ruz.*)

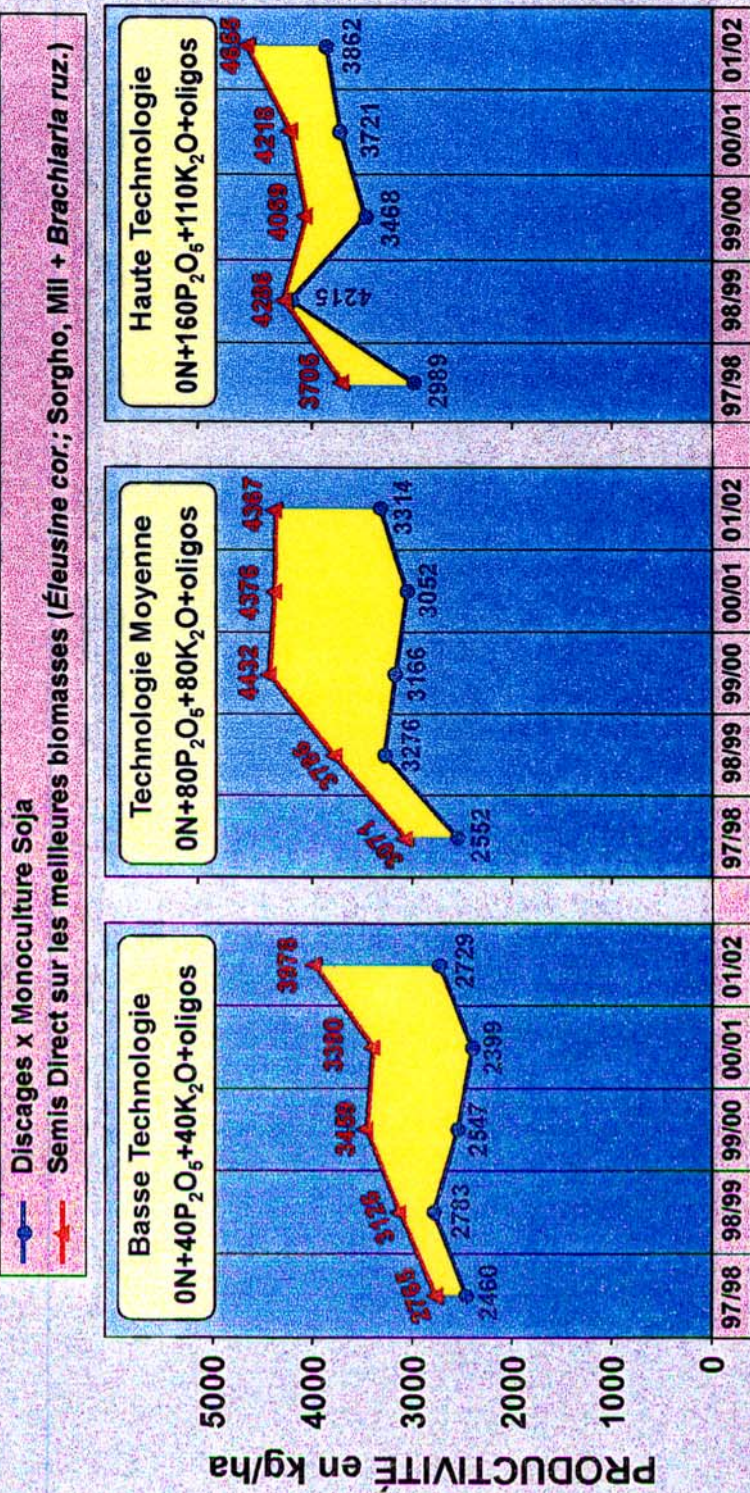


SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

# FIG. 13 ÉVOLUTION SUR 5 ANS DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE

Soils ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du Centre Nord Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2002

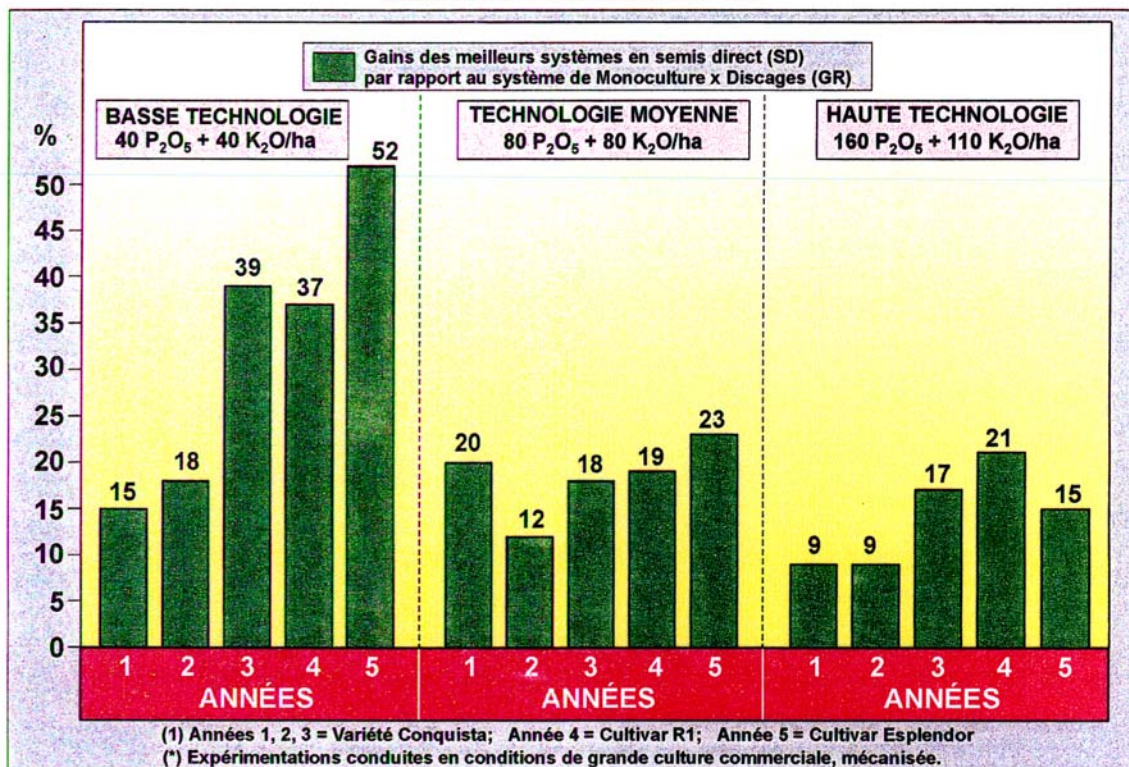
## SOJA DE CYCLE MOYEN: 120-130 jours Monsoy 8914



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

**FIG. 14 ÉVOLUTION DES GAINS DE PRODUCTIVITÉ DU SOJA<sup>(1)</sup> DE CYCLE INTERMÉDIAIRE (110-120 J.), EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU NIVEAU TECHNOLOGIQUE**  
**Soils ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du sud de l'Amazonie - Sinop/MT - 2002**

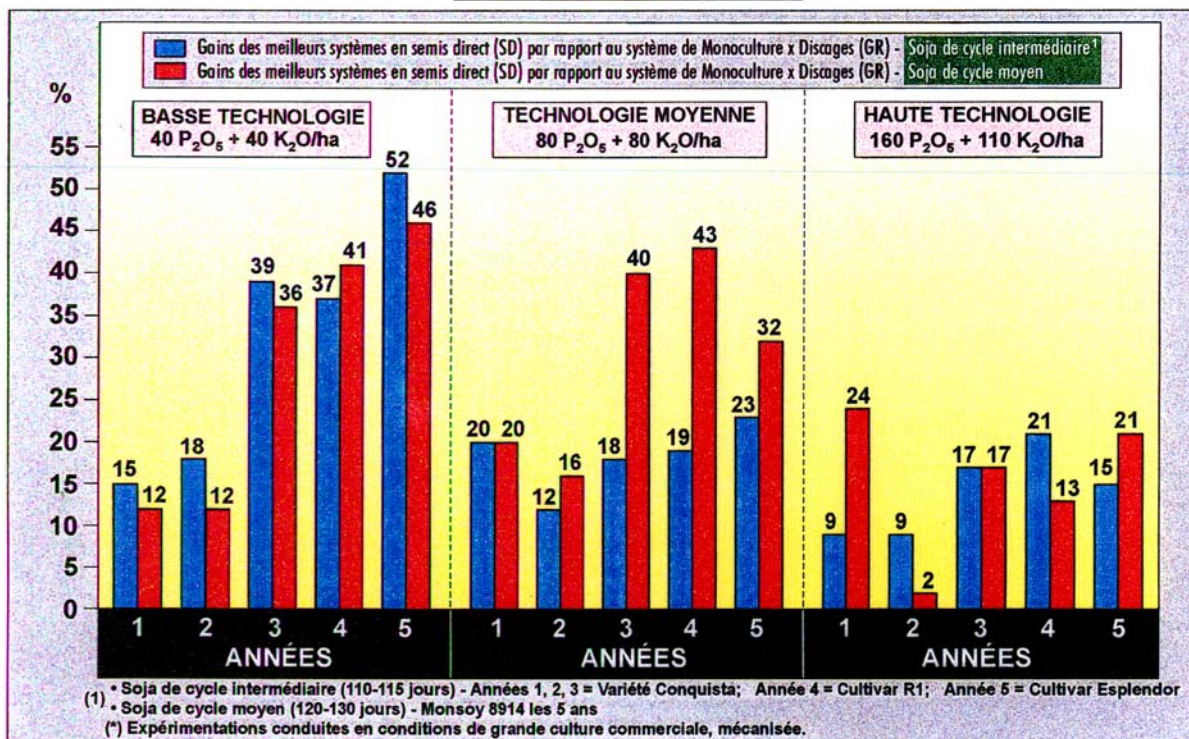
**AGRONORTE/CIRAD-GEC**



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

**FIG. 15 ÉVOLUTION DES GAINS DE PRODUCTIVITÉ DU SOJA<sup>(1)</sup>, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU NIVEAU TECHNOLOGIQUE**  
Sols ferrallitiques de l'écologie des forêts humides du sud de l'Amazonie - Sinop/MT - 2002

AGRONORTE/CIRAD-GEC



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

**FIG. 16 SUR 5 ANS: RENDEMENTS MOYENS, GAINS DE RENDEMENTS CUMULÉS ET MOYENS EN FAVEUR DU SEMIS DIRECT SUR SOJA DE CYCLES INTERMÉDIAIRE ET MOYEN**  
Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du Centre Nord du Mato Grosso

**CIRAD-CA/AGRONORTE - Sinop/MT - 2000**

**SOJA DE CYCLE INTERMÉDIAIRE 110-115 jours**

Années 1, 2, 3, = Conquista; Année 4 = R1; Année 5 = Esplendor

**Semis Direct sur les meilleures biomasses  
(Éleusine cor.; Sorgho, Mil + Brachiaria ruz.)  
Discages x Monoculture Soja**

SUR 5 ANS		Basse Technologie	Technologie Moyenne	Haute Technologie
Rendements moyens (kg/ha)		<b>2878</b>	<b>3304</b>	<b>3551</b>
		<b>2155</b>	<b>2788</b>	<b>3099</b>
Gains cumulés de rendement en faveur du semis direct (kg/ha)		<b>3613</b>	<b>2581</b>	<b>2263</b>
Gain moyen annuel de rendement en faveur du semis direct	(kg/ha)	<b>723</b>	<b>516</b>	<b>453</b>
	Sacs 60 kg	<b>12</b>	<b>8,6</b>	<b>7,6</b>

**SOJA DE CYCLE MOYEN: 120-130 jours - MONSOY 8914**

**Semis Direct sur les meilleures biomasses  
(Éleusine cor.; Sorgho, Mil + Brachiaria ruz.)  
Discages x Monoculture Soja**

SUR 5 ANS		Basse Technologie	Technologie Moyenne	Haute Technologie
Rendements moyens (kg/ha)		<b>3344</b>	<b>4006</b>	<b>4185</b>
		<b>2584</b>	<b>3072</b>	<b>3651</b>
Gains cumulés de rendement en faveur du semis direct (kg/ha)		<b>3800</b>	<b>4672</b>	<b>2668</b>
Gain moyen annuel de rendement en faveur du semis direct	(kg/ha)	<b>760</b>	<b>934</b>	<b>534</b>
	Sacs 60 kg	<b>12,7</b>	<b>15,6</b>	<b>8,9</b>

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

# FIG. 17 COMPÉTITION DE CULTIVARS<sup>1</sup> DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE -

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

## SEMIS PRÉCOCE - 10/10/2001

	Travail du sol aux disques après 4 ans de semis direct dans la rotation Soja + Safrinhas				Semis direct (SD) 5 <sup>ème</sup> année dans la rotation Soja/Riz + Safrinhas			
	Meilleures variétés (kg/ha)	% Témoin Primavera	Pires variétés (kg/ha)	% Témoin Primavera	Meilleures variétés (kg/ha)	% Témoin Primavera	Pires variétés (kg/ha)	% Témoin Primavera
<b>TECHNOLOGIE MOYENNE<sup>2</sup></b>	Cedro: 5706 J. Pinheiro: 4862	128 109	Sucupira: 4253	95	J. Pinheiro: 4148 Sucupira: 3911	114 110	Cedro: 3414	95
<b>BASSE<sup>3</sup> TECHNOLOGIE</b>	Primavera: 4890	100	Sucupira: 3873	77	J. Pinheiro: 3276	164	Cedro: 1785 Sucupira: 1697	88 82

1. Cultivars évalués en collection testée mécanisée = Primavera, J. Pinheiro, Cedro, Sucupira
2. Technologie Moyenne = 83N+80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+100K<sub>2</sub>O + oligos/ha, protection fongicide finale
3. Basse Technologie = 40N+40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+60K<sub>2</sub>O + oligos/ha, sans protection fongicide finale

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

**FIG. 18 COMPÉTITION DE CULTIVARS<sup>1</sup> DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE  
DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE -**  
- Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

**SEMIS TARDIF - 10/12/2001**

Travail du sol aux disques après 4 ans de semis direct dans la rotation Soja + Safrinhas				
	Meilleures variétés (kg/ha)	% Témoin Bonança	Pires variétés (kg/ha)	% Témoin Bonança
<b>TECHNOLOGIE MOYENNE<sup>2</sup></b>	ANF 79: <b>6406</b>	<b>137</b>	Amarelão: <b>3031</b>	<b>73</b>
	BEST 2000: <b>5236</b>	<b>134</b>	Maravilha: <b>3025</b>	<b>67</b>
<b>BASSE<sup>3</sup> TECHNOLOGIE</b>	ANF 79: <b>5000</b>	<b>126</b>	Amarelão: <b>2828</b>	<b>80</b>
	BEST 2000: <b>4131</b>	<b>118</b>	Maravilha: <b>2297</b>	<b>64</b>
	ANF 20: <b>4219</b>	<b>110</b>		

1. Cultivars évalués en collection testée mécanisée = Bonança, ANF 79, ANF 20, BEST 2000, Amarelão, Maravilha

2. Technologie Moyenne = 83N+80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+100K<sub>2</sub>O + oligos/ha, protection fongicide finale

3. Basse Technologie = 40N+40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+60K<sub>2</sub>O + oligos/ha, sans protection fongicide finale

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

# FIG. 19 COMPÉTITION DE CULTIVARS<sup>1</sup> DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE -

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

## SEMIS TARDIF - 10/12/2001

	Système Semi-Direct <sup>2</sup> après 4 ans de semis direct dans la rotation Soja + Safrinhas				Semis direct (SD) 5 <sup>ème</sup> année dans la rotation Soja/Riz + Safrinhas			
	Meilleures variétés (kg/ha)	% Témoin Maravilha	Pires variétés (kg/ha)	% Témoin Maravilha	Meilleures variétés (kg/ha)	% Témoin Maravilha	Pires variétés (kg/ha)	% Témoin Maravilha
<b>TECHNOLOGIE MOYENNE<sup>3</sup></b>	ANF 79: 4092 ANF 20: 4123 CIRAD 141: 3807 BEST 2000: 4185	155 153 138 131	Amarelão: 2911 Sucupira: 2891	96 101	ANF 79: 3713 CIRAD 141: 4325 ANF 20: 3711 BEST 2000: 3825	178 177 164 158	Maravilha: 2303 Sucupira: 2268	100 98
<b>BASSE<sup>4</sup> TECHNOLOGIE</b>	ANF 79: 4455 ANF 20: 3316 BEST 2000: 3033 CIRAD 141: 2803	180 137 131 119	Sucupira: 1195	61	ANF 79: 3880 BEST 2000: 3325 CIRAD 141: 3372 ANF 20: 2413	179 174 151 110	Amarelão: 1680 Sucupira: 1088	84 52

1. Cultivars évalués en collection testée mécanisée = Maravilha, Best 2000, Amarelão, Sucupira, CIRAD 141, ANF 20, ANF 79
2. Système Semi-Direct = Biomasse *Eleusine c.* installée en début des pluies sur discages - Dessiccation au Glyphosate 10 jours avant semis direct du Riz -
3. Technologie Moyenne = 83N+80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+100K<sub>2</sub>O + oligos/ha, protection fongicide finale
4. Basse Technologie = 40N+40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+60K<sub>2</sub>O + oligos/ha, sans protection fongicide finale

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



**FIG. 20 COMPÉTITION DE CULTIVARS DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE EN GRANDE CULTURE**

**5<sup>ème</sup> ANNÉE DE SEMIS DIRECT, ROTATION SOJA/RIZ + SAFRINHAS<sup>1</sup>**

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du centre nord du Mato Grosso - Sinop/MT - 2002

**SEMIS DIRECT TARDIF = 7/12/2001**

Variétés	Productivité <sup>2</sup> en kg/ha	% CIRAD 141 (Référence)
CIRAD 141	4300	100
SUCUPIRA	4597	107
BEST 2000	5112	119
J. PINHEIRO	3075	72
CEDRO	3218	75
H1 HD 04	3647	85
H2 HD 06	3925	91
H3 HD 08	3070 <sup>3</sup>	71

1. Précédent biomasse = Sorgho + *Brachiaria ruziziensis*

2. Technologie Moyenne= 83N+80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+100K<sub>2</sub>O + oligos/ha, protection fongicide finale

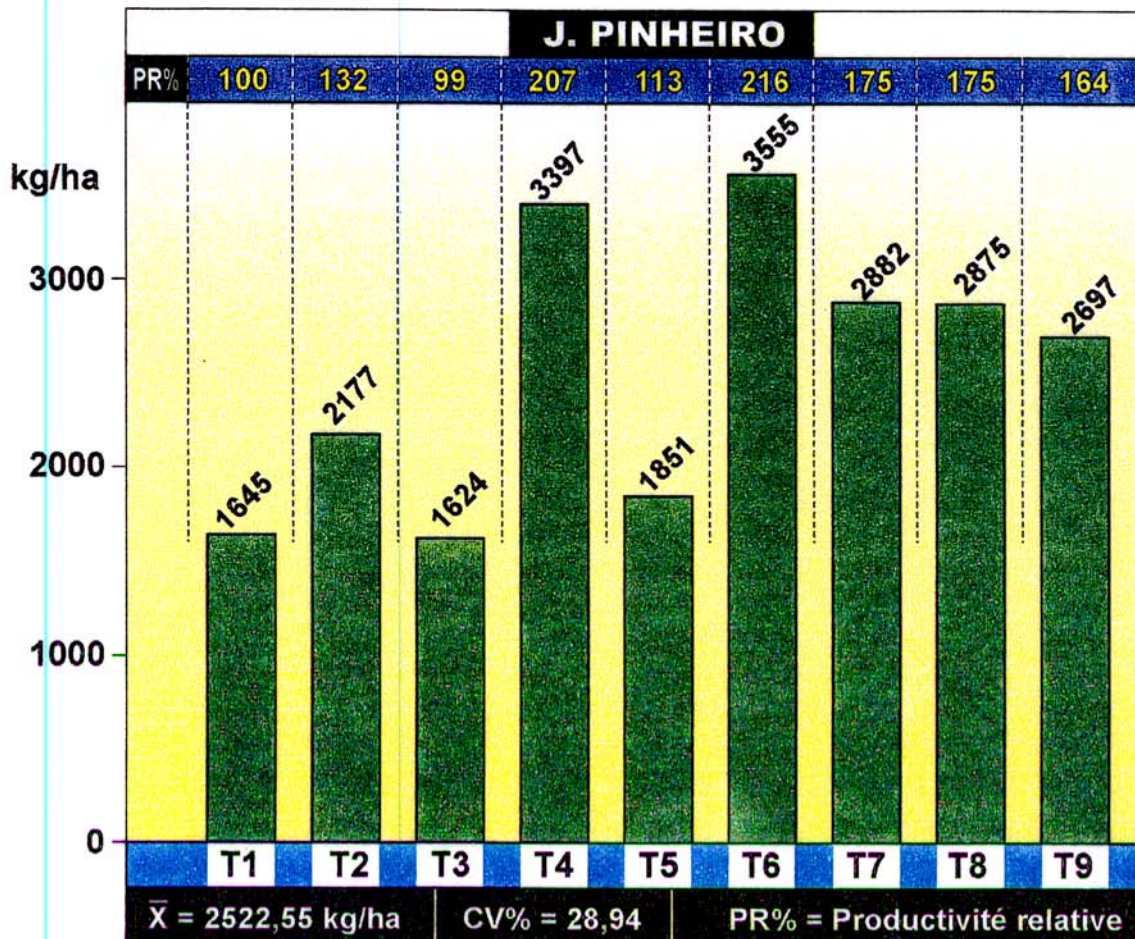
3. Verse finale

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

## FIG. 21 TRAITEMENTS FONGICIDES x VARIÉTÉS DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques  
du Centre Nord du Mato Grosso - Sinop/MT

Semis direct tardif (5/12/2001) sur biomasse de Sorgho + *Brachiaria ruz.*



T1 - Témoin sans fongicide

T2 - 2,5 kg Dithiobin + 300 gr Bim/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T3 - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T4 - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T5 - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T6 - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T7 - 200 ml Piori + 500 ml Cerconil/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T8 - 200 ml Piori/ha à la différenciation florale + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties

T9 - 200 ml Piori/ha + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties et 200 ml Piori à 100% floraison

• Piori = Azoxystrobin Dithiobin = Thiophanate methyl + Mancozeb; Bim = Tricyclazole

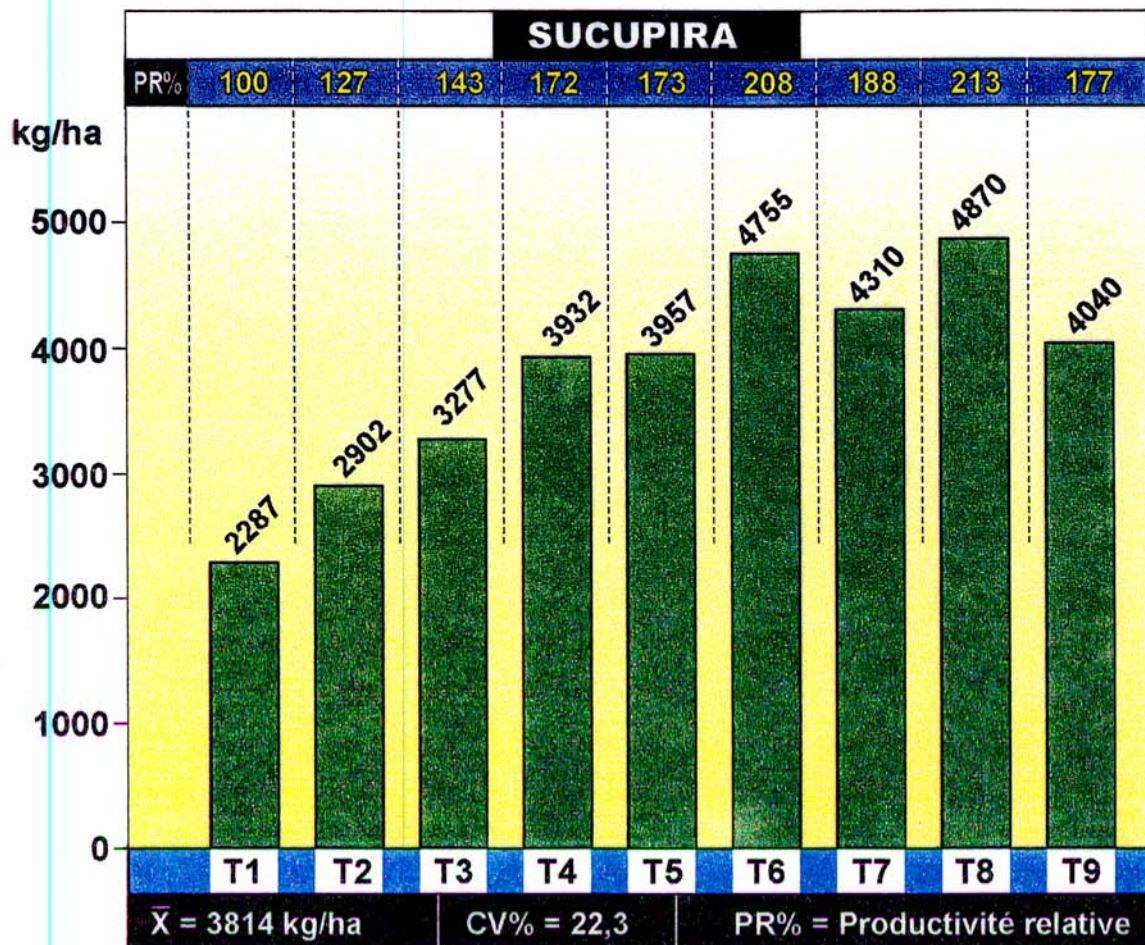
• Score = Difenoconazole; Tilt = Propiconazole; Cerconil = Thiophanate methyl + Chlorothalonil.

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

## FIG. 22 TRAITEMENTS FONGICIDES x VARIÉTÉS DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques  
du Centre Nord du Mato Grosso - Sinop/MT

Semis direct tardif (5/12/2001) sur biomasse de Sorgho + *Brachiaria ruz.*



T1 - Témoin sans fongicide

T2 - 2,5 kg Dithiobin + 300 gr Bim/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T3 - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T4 - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T5 - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T6 - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T7 - 200 ml Piori + 500 ml Cerconil/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T8 - 200 ml Piori/ha à la différenciation florale + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties

T9 - 200 ml Piori/ha + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties et 200 ml Piori à 100% floraison

• Piori = Azoxystrobin Dithiobin = Thiophanate methyl + Mancozeb; Bim = Tricyclazole

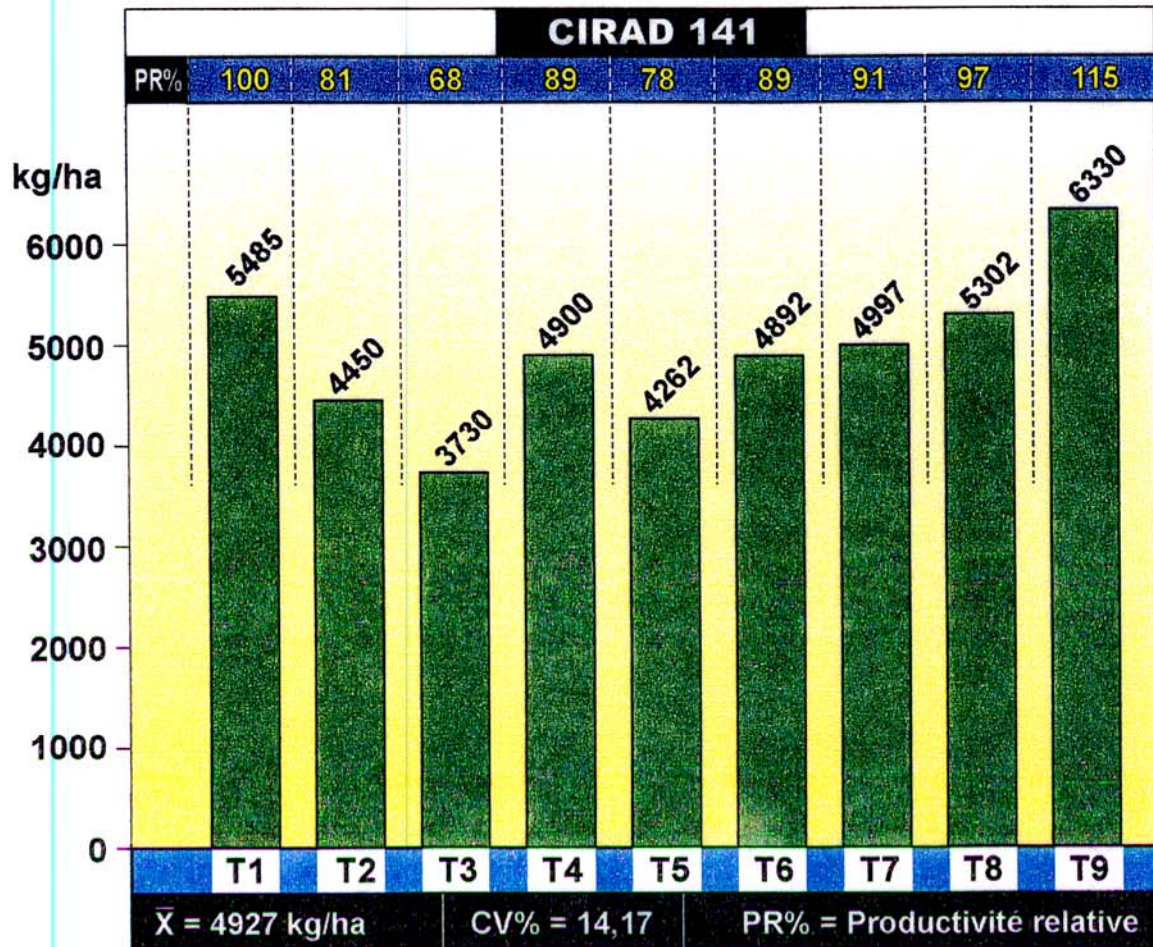
• Score = Difenoconazole; Tilt = Propiconazole; Cerconil = Thiophanate methyl + Chlorothalonil

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

## FIG. 23 TRAITEMENTS FONGICIDES x VARIÉTÉS DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du Centre Nord du Mato Grosso - Sinop/MT

Semis direct tardif (5/12/2001) sur biomasse de Sorgho + *Brachiaria ruz.*



T1 - Témoin sans fongicide

T2 - 2,5 kg Dithiobin + 300 gr Bim/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T3 - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T4 - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

T5 - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T6 - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T7 - 200 ml Piori + 500 ml Cerconil/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

T8 - 200 ml Piori/ha à la différenciation florale + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties

T9 - 200 ml Piori/ha + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties et 200 ml Piori à 100% floraison

• Piori = Azoxystrobin Dithiobin = Thiophanate methyl + Mancozeb; Bim = Tricyclazole

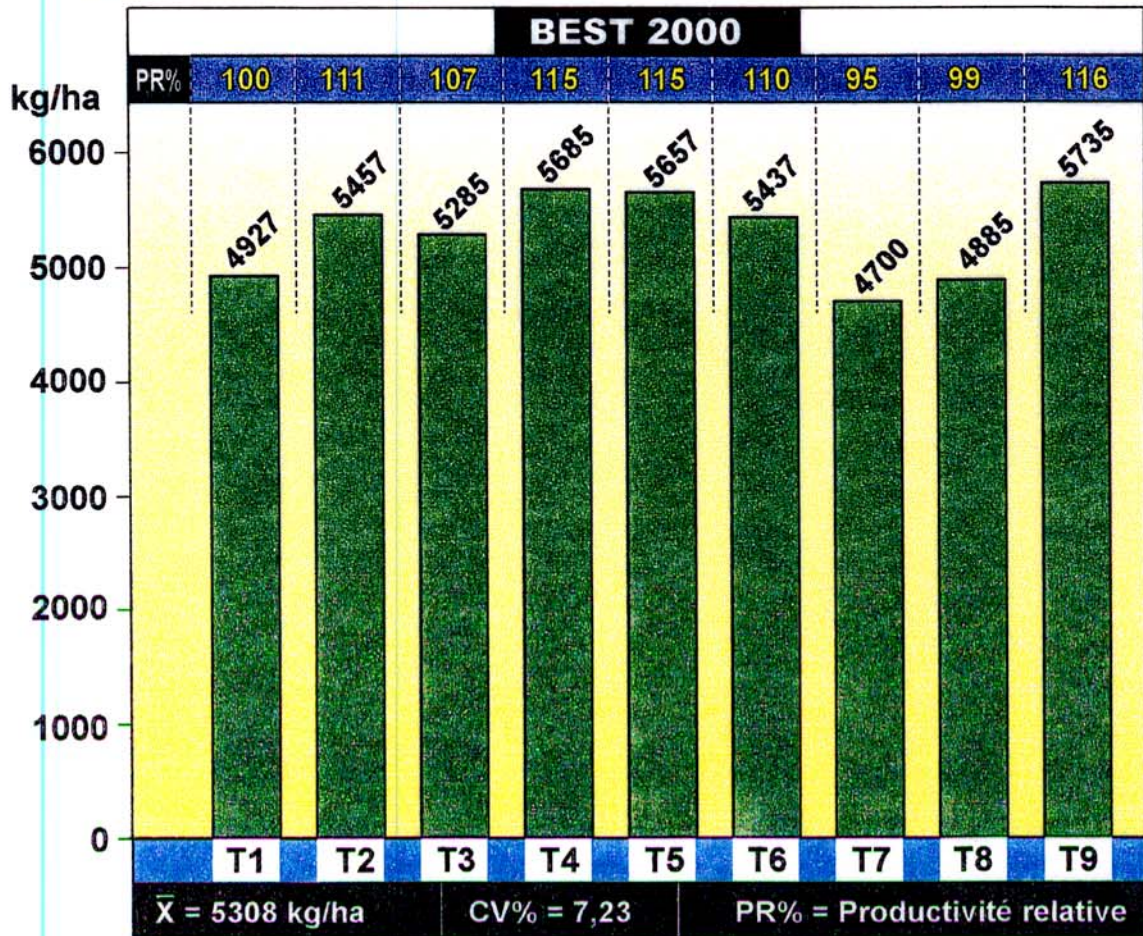
• Score = Difenoconazole; Tilt = Propiconazole; Cerconil = Thiophanate methyl + Chlorothalonil

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

## FIG. 24 TRAITEMENTS FONGICIDES x VARIÉTÉS DE RIZ DE HAUTE TECHNOLOGIE

Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques  
du Centre Nord du Mato Grosso - Sinop/MT

Semis direct tardif (5/12/2001) sur biomasse de Sorgho + *Brachiaria ruz.*



**T1** - Témoin sans fongicide

**T2** - 2,5 kg Dithiobin + 300 gr Bim/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

**T3** - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

**T4** - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = 5% panicules sorties et 100% floraison

**T5** - 200 ml Piori + 200 ml Tilt/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

**T6** - 200 ml Piori + 200 ml Score /ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

**T7** - 200 ml Piori + 500 ml Cerconil/ha x 2 applications = Différenciation florale et 5% panicules sorties

**T8** - 200 ml Piori/ha à la différenciation florale + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties

**T9** - 200 ml Piori/ha + 200 ml Tilt/ha à 5% panicules sorties et 200 ml Piori à 100% floraison

• **Piori** = Azoxystrobin **Dithiobin** = Thiophanate methyl + Mancozeb; **Bim** = Tricyclazole

• **Score** = Difenoconazole; **Tilt** = Propiconazole; **Cerconil** = Thiophanate methyl + Chlorothalonil

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Tallebois, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, L. Saucedo, Agronorte, Sinop/MT, 2002

**FIG. 25 PERFORMANCES AGRO-ÉCONOMIQUES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS DIRECT SUR TERRE VIEILLE, EN FONCTION DE DIVERS NIVEAUX D'INTENSIFICATION ET AVEC VARIATION RÉELLE DU PRIX PAYÉ AU PRODUCTEUR**

**AGRONORTE/CIRAD - Sinop/MT - 2001/2002**

	BASSE TECHNOLOGIE 30N - 57P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 70K <sub>2</sub> O Sans fongicide		TECHNOLOGIE MOYENNE 56N - 95P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 120K <sub>2</sub> O Avec fongicide		
	Semences certifiées	Semences de ferme	Semences certifiées	Semences de ferme	
PRÉ-SEMIS	23,4	23,4	23,4	23,4	
SEMIS <i>(Semences)</i>	123,6 <i>(25,8)</i>	108,3 <i>(8,4)</i>	163,1 <i>(25,8)</i>	147,8 <i>(8,4)</i>	
DÉVELOPPEMENT	64,1	64,1	166,3	166,3	
RÉCOLTE + SÉCHAGE	63,0	57,8	101,5	113,4	
COÛTS FIXES	45,0	45,0	45,0	45,0	
COÛTS TOTAUX	319,1	298,6	499,3	495,9	
PRODUCTIVITÉ ESTIMÉE	3.600	3.300	5.800	5.400	
RECETTES	Janvier <sup>1</sup>	444,0	407,00	715,3	666,0
	Avril <sup>2</sup>	366,0	335,5	589,7	549,0
MARGES NETTES	Janvier <sup>1</sup>	+ 124,9	+ 108,4	+ 216,0	+ 170,1
	Avril <sup>2</sup>	+ 46,9	+ 36,9	+ 90,4	+ 53,1

1) Prix du Riz en janvier = 7,4 US\$/60 kg

2) Prix du Riz en Avril = 6,1 US\$/60 kg

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

**FIG. 26 COÛTS DE PRODUCTION DU RIZ PLUVIAL SUR TRAVAIL CONVENTIONNEL (Défriche) ET EN SEMIS DIRECT (Sur terre vieille), AVEC 2 NIVEAUX TECHNOLOGIQUES**

**AGRONORTE/CIRAD - Sinop/MT - 2001/2002**

	DISCAGES SUR DÉFRICHE				EN SEMIS DIRECT SUR TERRE VIEILLE				
	BASSE TECHNOLOGIE 30N+57P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +70K <sub>2</sub> O Sans fongicide		TECHNOLOGIE MOYENNE 56N+95P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +120K <sub>2</sub> O Avec fongicide		BASSE TECHNOLOGIE 30N+57P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +70K <sub>2</sub> O Sans fongicide		TECHNOLOGIE MOYENNE 56N+95P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +120K <sub>2</sub> O Avec fongicide		
	Unité	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)
<b>1. PRÉ-SEMIS</b>									
• Travail du sol	(h)	3,1	42,2	3,1	42,2	-	-	-	-
• Herbicide total	(ℓ)	-	-	-	-	4,5	20,3	4,5	20,3
• Application	(h)	-	-	-	-	0,3	3,1	0,3	3,1
<b>Sous-total</b>			<b>42,2</b>	<b>42,2</b>		<b>23,4</b>	<b>23,4</b>		
<b>2. SEMIS</b>									
• Semences	(kg)	7,0	8,4	70	23,7	70	8,4	70	23,7
• Traitement semences	(ℓ)	1,2	25,8	1,2	25,8	1,2	25,8	1,2	25,8
• Fumure NPK (4-20-20)	(kg)	290	60,7	480	100,2	250	60,7	480	100,2
• Opération	(h)	-	12,5	-	12,5	-	13,4	-	13,4
<b>Sous-total</b>			<b>107,4</b>	<b>162,2</b>		<b>108,3</b>	<b>163,1</b>		
<b>3. DÉVELOPPEMENT</b>									
• Herbicides Pré et Post	(ℓ)	-	-	-	-	4	31,4	4	31,4
• Insecticides	(ℓ)	0,5	7,4	0,5	7,4	0,5	7,4	0,5	7,4
• Fongicides	(ℓ)	-	-	0,8	76,9	-	-	0,8	76,9
• Engrais Couvertures (20-0-20)	(kg)	100	25,3	200	50,6	100	25,3	200	50,6
<b>Sous-total</b>			<b>32,7</b>	<b>134,9</b>		<b>64,1</b>	<b>166,3</b>		
<b>4. RÉCOLTE</b>	(US\$/ha)	<b>3000</b>	26,2	<b>5000</b>	43,7	<b>3300</b>	28,9	<b>5800</b>	50,7
<b>5. SÈCHAGE+STOCKAGE.</b>	(US\$/ha)	<b>3000</b>	26,2	<b>5000</b>	43,7	<b>3300</b>	28,9	<b>5800</b>	50,7
<b>6. COÛTS FIXES</b>	(US\$/ha)	-	45,0	-	45,0	-	45,0	-	45,0
<b>7. COÛTS TOTAUX</b>	(US\$/ha)	-	279,7	-	471,7	-	298,6	-	499,2
<b>8. RECETTES<sup>1</sup> (7US\$/sc)</b>	(US\$/ha)	<b>3000</b>	350,0	<b>5000</b>	583,3	<b>3300</b>	385,0	<b>5800</b>	676,7
<b>9. MARGES NETTES</b>	(US\$/ha)	-	+70,3	-	+111,6	-	+86,4	-	+177,5
<b>10. PRIX D'EQUILIBRE</b>	(US\$/sc)	-	5,59	-	5,66	-	5,42	-	5,16

1. Le prix du Riz entre janvier et avril 2002 a varié de : 7,4 à 6,1 US\$/sac de 60 kg Productivité

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

**FIG. 27 COÛTS DE PRODUCTION COMPARÉS DU SOJA CYCLE COURT (ESPLENDOR) SUR DISCAGE ET SUR SEMIS DIRECT, AVEC 2 NIVEAUX DE FUMURE**

**AGRONORTE/CIRAD - Sinop/MT - 2001/2002**

	MONOCULTURE x DISCAGES CONTINUS					MEILLEURES ROTATIONS EN SEMIS DIRECT			
	Unité	FUMURE FAIBLE 10N+50P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +50K <sub>2</sub> O		FUMURE MOYENNE 18N+90P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +90K <sub>2</sub> O		FUMURE FAIBLE 10N+90P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +90K <sub>2</sub> O		FUMURE MOYENNE 16N+90P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +90K <sub>2</sub> O	
		Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)
<b>1. PRÉ-SEMIS</b>									
• Travail du sol	(h)	3,1	42,2	3,1	42,2	-	-	-	-
• Herbicide total	(ℓ)	-	-	-	-	4,5	20,3	4,5	20,3
• Application	(h)	-	-	-	-	0,6	6,3	0,6	6,3
<b>Sous-total</b>			<b>42,2</b>	<b>42,2</b>		<b>26,6</b>	<b>26,6</b>		
<b>2. SEMIS</b>									
• Semences	(kg)	60	24,6	60	24,6	60	24,6	60	24,6
• Traitement de semences	(ℓ)	-	4,5	-	4,5	-	4,5	-	4,5
• Fumure NPK (4-20-20)	(kg)	250	53,0	450	95,4	250	53,0	450	95,4
• Opération	(h)	0,6	12,5	0,6	12,5	0,7	13,4	0,7	13,4
<b>Sous-total</b>			<b>94,6</b>	<b>137,0</b>		<b>95,5</b>	<b>137,9</b>		
<b>3. DÉVELOPPEMENT</b>									
• Herbicides Post	(ℓ)	-	36,7	-	36,7	-	36,7	-	36,7
• Insecticides	(ℓ)	-	21,8	-	21,8	-	21,8	-	21,8
• Fongicides	(ℓ)	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sous-total</b>			<b>58,5</b>	<b>58,5</b>		<b>58,5</b>	<b>58,5</b>		
4. RÉCOLTE+TRANSPORT	(US\$/ha)	<b>2150</b>	25,8	<b>2715</b>	32,6	<b>3273</b>	39,3	<b>3343</b>	40,1
5. COÛTS FIXES	(US\$/ha)	-	45,0	-	45,0	-	45,0	-	45,0
6. COÛTS TOTAUX	(US\$/ha)	-	266,1	-	315,3	-	264,9	-	308,1
7. RECETTES <sup>1</sup>	(US\$/ha)	<b>2150</b>	257,8	<b>2715</b>	325,8	<b>3273</b>	392,8	<b>3343</b>	401,1
8. MARGES NETTES	(US\$/ha)	-	- 8,3	-	+10,5	-	+127,9	-	+93,0
9. PRIX D'EQUILIBRE	(US\$/so)	-	7,42	-	6,97	-	4,85	-	5,53

1. Prix = 7,2 US\$/60 kg (le prix a varié entre 6,5 et 7,8 US\$/60 kg)

Productivité

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



**FIG. 28 COÛTS DE PRODUCTION COMPARÉS DU SOJA CYCLE MOYEN (M 8914) SUR DISCAGE ET SUR SEMIS DIRECT, AVEC 2 NIVEAUX DE FUMURE**

**AGRONORTE/CIRAD - Sinop/MT - 2001/2002**

	MONOCULTURE x DISCAGES CONTINUS					MEILLEURES ROTATIONS EN SEMIS DIRECT			
	Unité	FUMURE FAIBLE 10N+50P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +50K <sub>2</sub> O		FUMURE MOYENNE 18N+90P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +90K <sub>2</sub> O		FUMURE FAIBLE 10N+90P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +90K <sub>2</sub> O		FUMURE MOYENNE 16N+90P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +90K <sub>2</sub> O	
		Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)	Quantité	Coûts (US\$/ha)
<b>1. PRÉ-SEMIS</b>									
• Travail du sol	(h)	3,1	42,2	3,1	42,2	-	-	-	-
• Herbicide total	(ℓ)	-	-	-	-	4,5	20,3	4,5	20,3
• Application	(h)	-	-	-	-	0,6	6,3	0,6	6,3
<b>Sous-total</b>			<b>42,2</b>		<b>42,2</b>		<b>26,6</b>		<b>26,6</b>
<b>2. SEMIS</b>									
• Semences	(kg)	60	30,0	60	30,0	60	30,0	60	30,0
• Traitement de semences	(ℓ)	-	4,5	-	4,5	-	4,5	-	4,5
• Fumure NPK (4-20-20)	(kg)	250	53,0	450	95,4	250	53,0	450	95,4
• Opération	(h)	0,6	12,5	0,6	12,5	0,7	13,4	0,7	13,4
<b>Sous-total</b>			<b>100,0</b>		<b>142,4</b>		<b>100,9</b>		<b>143,3</b>
<b>3. DÉVELOPPEMENT</b>									
• Herbicides Post	(ℓ)	-	36,7	-	36,7	-	36,7	-	36,7
• Insecticides	(ℓ)	-	21,8	-	21,8	-	21,8	-	21,8
• Fongicides	(ℓ)	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sous-total</b>			<b>58,5</b>		<b>58,5</b>		<b>58,5</b>		<b>58,5</b>
<b>4. RÉCOLTE+TRANSPORT</b>	(US\$/ha)	<b>2730</b>	32,8	<b>3315</b>	39,8	<b>3978</b>	47,7	<b>4367</b>	52,4
<b>5. COÛTS FIXES</b>	(US\$/ha)	-	45,0	-	45,0	-	45,0	-	45,0
<b>6. COÛTS TOTAUX</b>	(US\$/ha)	-	278,5	-	327,9	-	278,7	-	325,8
<b>7. RECETTES<sup>1</sup></b>	(US\$/ha)	<b>2730</b>	327,6	<b>3315</b>	397,8	<b>3978</b>	477,4	<b>4367</b>	524,0
<b>8. MARGES NETTES</b>	(US\$/ha)	-	+49,1	-	+69,9	-	+198,7	-	+198,2
<b>9. PRIX D'EQUILIBRE</b>	(US\$/sc)	-	6,12	-	5,93	-	4,20	-	4,48

1. Prix = 7,2 US\$/60 kg (le prix a varié entre 6,5 et 7,8 US\$/60 kg)

  Productivité

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

# FIG. 29 PÔLE BRÉSIL

## AGRICULTURE DURABLE

### Lieux d'intervention et partenariats

**1. Sinop**

CIRAD SCV  
 AGRONORTE  
 CIRAD COTON  
 USP - CENA

**2. Deciolândia**

CIRAD SCV  
 MAEDA  
 CIRAD COTON  
 USP - CENA  
 EMBRAPA/CNPMA

**3. Campo Verde**

CIRAD COTON  
 CIRAD SCV  
 COODETEC  
 FAZ. MOURÃO  
 USP - CENA

**4. Primavera do Leste**

CIRAD COTON  
 COODETEC

**5. Montividiu**

CIRAD SCV  
 EMBRAPA/CNPAF  
 et CPAC  
 GAPES  
 (USP-CENA, UFG,  
 FESURV, UNB, INRA, IRD)

**6. Rio Verde**

CIRAD COTON  
 CIRAD SCV  
 COODETEC  
 USP - CENA

**7. Porteirão**

CIRAD SCV  
 MAEDA  
 USP - CENA  
 EMBRAPA/CNPMA

**8. Bom Jesus**

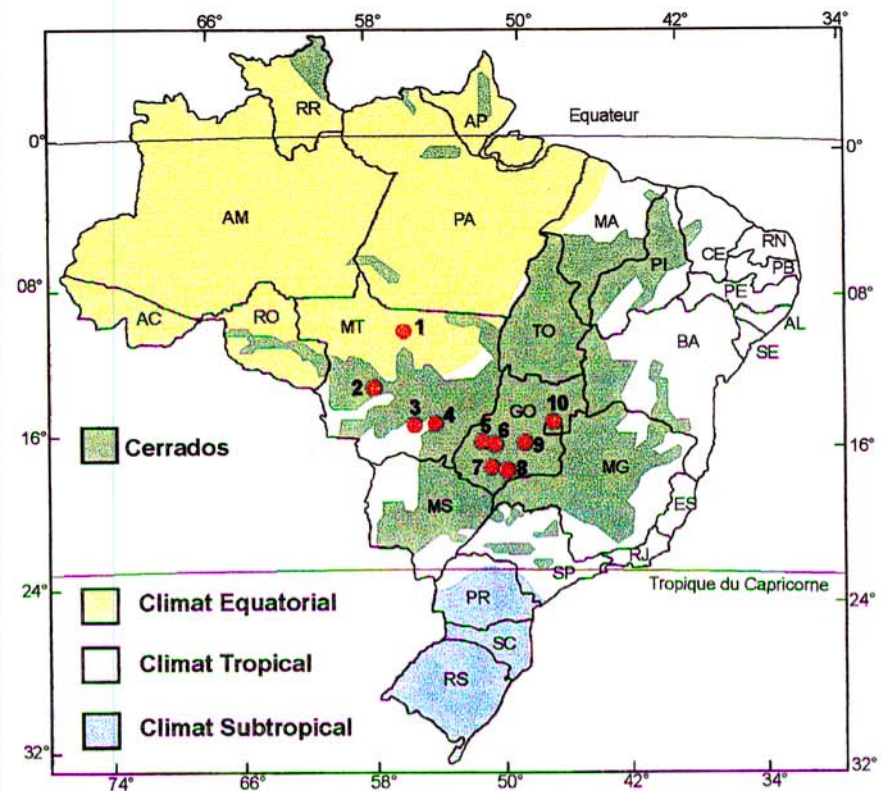
CIRAD SCV  
 MAEDA  
 USP - CENA  
 EMBRAPA/CNPMA

**9. Goiânia**

CIRAD SCV  
 EMBRAPA/CNPAF  
 et CPAC  
 (USP-CENA, UFG,  
 UNB, INRA, IRD)

**10. Brasília**

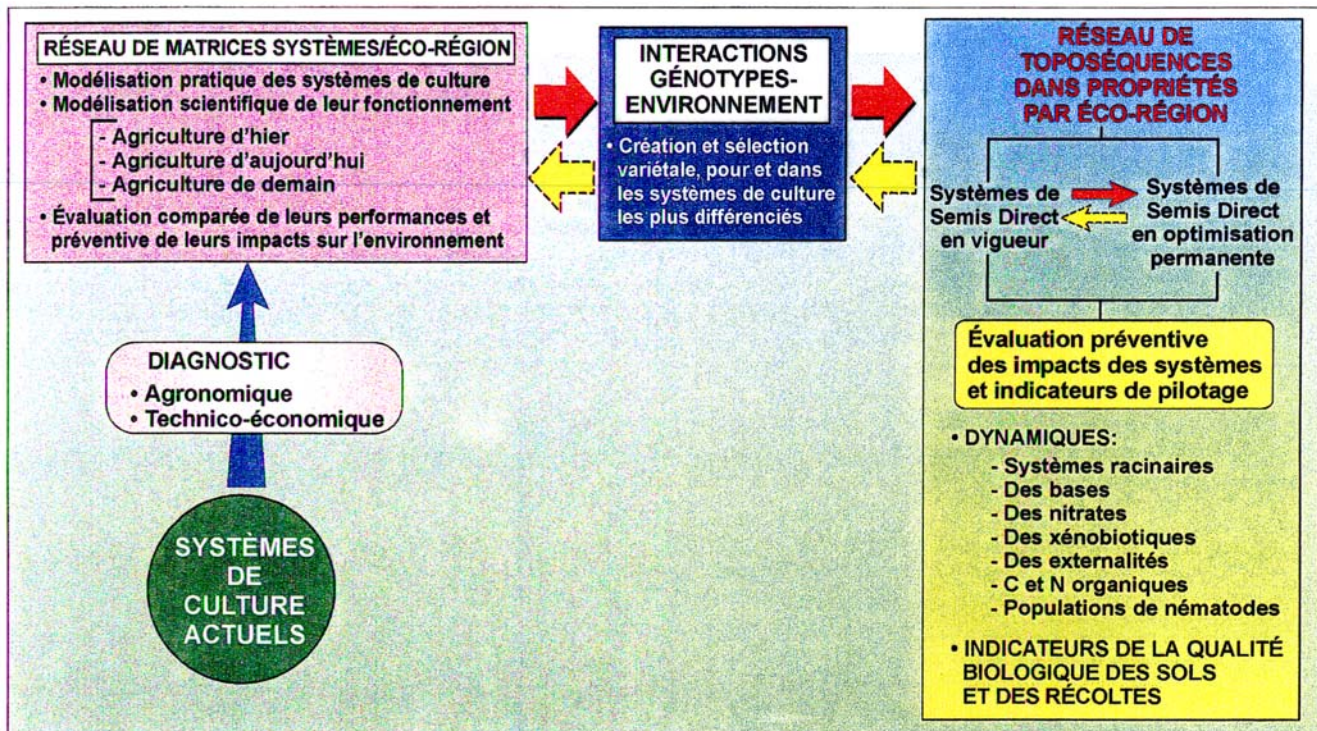
CIRAD SCV  
 EMBRAPA/CPAC  
 (UNB, INRA, IRD)



**SYSTÈMES DE CULTURE DURABLES EN SEMIS DIRECT**

- À base de COTON, SOJA, Riz, Maïs, Safrinhas
- À base de SOJA, RIZ, MAÏS, Safrinhas, Élevage
- Matrices systèmes de culture en milieu contrôlé
- Conseil de gestion, animation; CIRAD/SCV

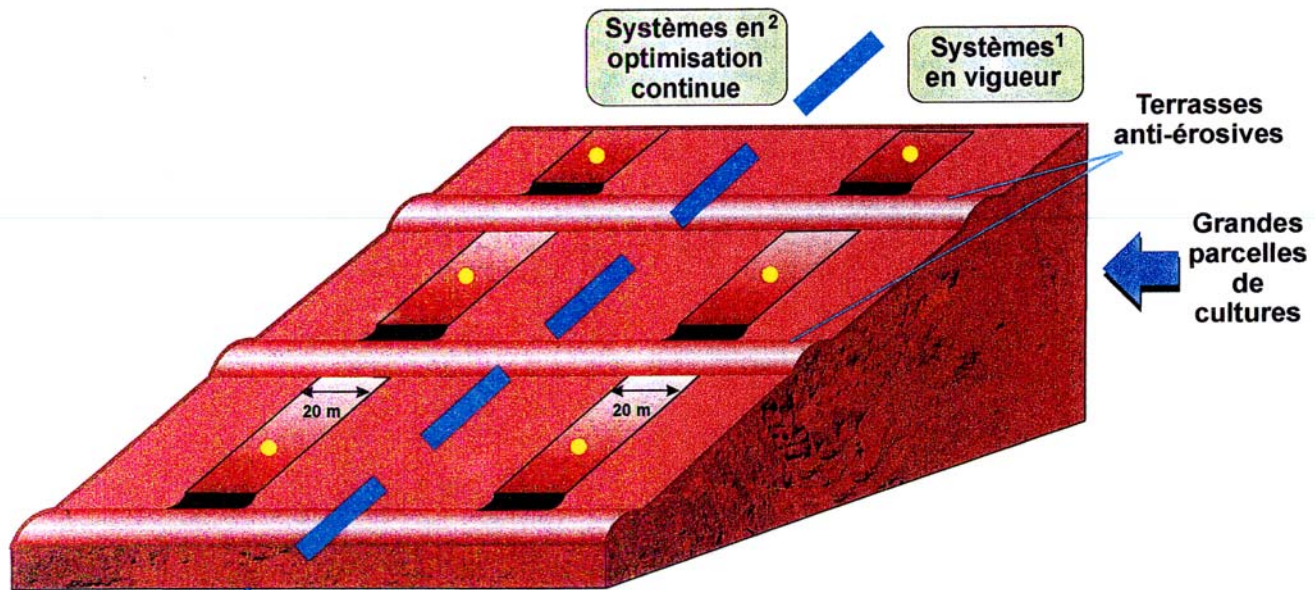
**FIG. 30 MÉTHODOLOGIE D'INTERVENTION DE LA RECHERCHE-ACTION POUR, AVEC ET CHEZ LES AGRICULTEURS**






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

## FIG. 31 TOPOSÉQUENCES x SYSTÈMES DE CULTURE EN ÉVOLUTION

• Optimisation continue des systèmes et suivi de leurs impacts sur l'environnement



-  Plastique pour récupération des eaux de ruissellement et externalités en général
-  Emplacement des bougies poreuses ou résines échangeuses d'ions ou micro-lysimètres
-  Mini-Toposéquences sur lesquelles sont évalués: les dynamiques de C et N organique, biomasse microbienne, nitrates, bases, xénobiotiques, systèmes racinaires -
- 1 - Système de semis direct le plus utilisé
- 2 - Système de semis direct toujours plus performant  
(incorpore les résultats issus des matrices amont "Systèmes de culture")

## FIG. 32 DÉMARCHE DE RECHERCHE



**LA RECHERCHE DOIT ÊTRE EN PRISE DIRECTE ET PERMANENTE AVEC LES RÉALITÉS**

- Synergie entre disciplines
- Synergie entre recherche et acteurs du développement (*Recherche-Action*)



**LA RECHERCHE DOIT ANTICIPER SUR LE PROCESSUS DE PRODUCTION =**

**"IL VAUT MIEUX PRÉVENIR QUE GUÉRIR"**



- Modélisation anticipée des systèmes de culture par rapport à leur adoption par les agriculteurs.




- Évaluation des performances des systèmes et de leurs impacts sur le milieu, avant leur adoption


**NÉCESSITÉ DE DÉVELOPPER UNE DÉMARCHE HOLISTIQUE ET HEURISTIQUE, POUR ORIENTER, PILOTER, OPTIMISER LES RECHERCHES THÉMATIQUES EN FAVEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**


## FIG. 33 COMMENT ATTEINDRE CES OBJECTIFS?

**DÉVELOPPER LES RELATIONS INTERINSTITUTIONNELLES ENTRE EMBRAPA, CNPq, UNIVERSITÉS ET INSTITUTIONS INTERNATIONALES, POUR:**

 **ENTREPRENDRE DES RECHERCHES CONJOINTES DANS LES RÉALITÉS AGRICOLES ACTUELLES;**

 **BÂTIR LES SYSTÈMES DE CULTURE DURABLES DU FUTUR, POUR, AVEC ET CHEZ LES AGRICULTEURS, VISANT ET RESPECTANT TOUJOURS LA QUALITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS ET DES PRODUITS;**

 **CONSTRUIRE DES BANQUES DE DONNÉES NATIONALES, RÉGIONALES ET PAR GRANDES ÉCO-RÉGIONS SUR L'ÉVOLUTION DES PERFORMANCES ET DES IMPACTS DES SYSTÈMES DE CULTURE.**

 **DÉVELOPPER DES OUTILS DE DIAGNOSTIC ET D'ÉVALUATION DE ROUTINE POUR LA FERTILITÉ DU SOL, ACCESSIBLES À TOUS**

- Au delà de la chimie,  
➔ **Propriétés physico-biologiques**



**REVALORISER LA BIOLOGIE  
PILIER DE SUSTENTATION  
DU SEMIS DIRECT**

# FIG. 34 LES GRANDES THÉMATIQUES

## 1. MIEUX MAÎTRISER LE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE PERMANENTE POUR UNE GESTION ORGANO-BIOLOGIQUE DU SOL, DURABLE, LUCRATIVE ET À MOINDRE COÛT.

La M. O. est le pilier de soutènement du Semis Direct avec minimum d'intrants chimiques

*\* Aujourd'hui prédomine dans le milieu réel le système Semi-Direct où les passages d'offset pour implanter les cultures de succession consomment la M. O. de l'horizon 0-5 cm*

## 2. RECHERCHER LES INDICATEURS LES PLUS PERTINENTS POUR CARACTÉRISER LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, BIOLOGIQUES ET LA QUALITÉ DES SOLS:

- Suggestions:
- + Biomasse microbienne
  - + Faune, microflore
  - + Profil racinaire (*résultante de ces propriétés*)
  - + Evolution, dans les systèmes de DA, DR, IS, K, et leurs relations
  - + Typologie des agrégats et stabilité

## 3. ÉVALUATION DES IMPACTS DES SYSTÈMES DE CULTURE SUR LE SOL

DYNAMIQUES FONDAMENTALES À ÉTUDIER SIMULTANÉMENT:

- C, N organique
- Bases, P
- Nitrates
- Xénobiotiques

x [ À l'échelle de la parcelle  
À l'échelle de l'unité de paysage

Sur les systèmes dans les diverses régions

## 4. DÉVELOPPER DES AGRICULTURES ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE EN SEMIS DIRECT

Pour les cultures annuelles mais aussi les cultures pérennes, visant en priorité les agricultures familiales (*valorisation des produits pour ceux qui produisent peu*)

**FIG. 35 MEILLEURES BIOMASSES COMME PRECEDENTS POUR TOUTES LES CULTURES EN SEMIS DIRECT: SOJA, RIZ, MAÏS, COTON, etc... IMPLANTÉS EN SEMIS DIRECT APRÈS SOJA DE CYCLE COURT (95-105 jours) OU INTERMÉDIAIRE (105-115 jours)**

	Maïs <sup>1</sup> + <i>Brachiaria r.</i>	Sorgho <sup>1</sup> + <i>Brachiaria r.</i>	Éleusine <sup>1</sup> <i>coracana</i>	Éleusine cor. <sup>1</sup> + <i>Cajanus c.</i>	Éleusine cor. <sup>1</sup> + <i>Crotalaria sp.</i>	<i>Brachiaria r.</i> + <i>Cajanus c.</i>
<b>PRINCIPAUX EFFETS<sup>2</sup></b>						
• Porosité	++	++	+++	+++	+++	+++
• Carbone	++	+++	+++	+++	+++	+++
• Contrôle adventices	++	+++	++	+	+	+++
• Fixation N	-	-	++	+++	+++	++
• Intégration Grains-Elevage	++	++	++	+++	+	+++
• Activité de la biomasse durant la saison sèche	++	++	-	++	-	+++

1 - Variétés CIRAD

2 - + = bon; ++ = très bon; +++ = excellent

SOURCE: AGRONORTE - COODETEC - CIRAD/CA - Goiânia, 2002



## PRINCIPALES PUBLICATIONS RECENTES ( 1996 – 2000)

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. ; TRENTINI A. ; CORTES N.A. - 1996.** L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. *In :Agriculture et développement n° 12, décembre 1996. pp;2-61.*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. ; TRENTINI A. 1996.** Os homens que descobriram a bomba. *In : Revista Plantio Direto, n. 6, p. 8-10.*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. ; TRENTINI A. ; CORTES N.A. – 1997** Gestão da fertilidade nos sistemas de cultura mecanizados nos trópicos úmidos : o caso das frentes pioneiras dos Cerrados e florestas umidas no centro norte do Mato Grosso. *In : Peixoto R.T. dos G. (ed.), Ahrens D.C. (ed.), Samaha M.J. (ed.), Plantio direto : o caminho para uma agricultura sustentável. , Brésil, Instituto Agrônômico do Paraná, p. 124-157.*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. ; TRENTINI A. 1997.** Une révolution technologique : la culture du riz pluvial au Brésil.. *In : International Rice Commission Newsletter, vol. 46, p. 45-61.*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. ; TRENTINI A. ; CORTES N.A. - 1998.** Brazilian frontier agriculture. *In : Agriculture et Développement, spécial issue, november 1998, 63 pages.*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. - 1998.** Le semis direct du riz pluvial de haute technologie dans la zone tropicale humide du centre nord du Mato Grosso au Brésil. *Doc CIRAD, Août 1998, 38 p. Projet de publication.*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. - 1998.** Concepts et mise en pratique de modes de gestion agrobiologique adaptés aux sols acides de la zone tropicale humide. *In : OCL, vol.5, n°2, mars/avril 1998. pp.126-129.*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA E.; MAEDA N. 1998 .** 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.; MAEDA E.; MAEDA N. 1998.** Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil . *In : The ICAC Recorder. Technical Information Section, vol. XVI, n°1, march 1998, pp.11-17.*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA E.; MAEDA N. 1998.** Semis Direct du cotonnier en grande culture motorisée au Brésil . *In : The ICAC Recorder. Technical Information Section, vol. XVI, n°1, march 1998, pp.29-36.*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA E.; MAEDA N. 1998.** Perforación directa mecanizada en gran escala para el cultivo del algodón en Brasil . *In : The ICAC Recorder. Technical Information Section, vol. XVI, n°1, march 1998, pp.48-54.*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C. 1998.** Semis direct et résistance des cultures aux maladies. *Doc. CIRAD-CA, 1998, 4p. -34398 Montpellier cedex 5 – France.*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C. 1998 . -** Les plus récents progrès technologiques réalisés sur la culture du riz pluvial de haute productivité et à qualité de grain supérieure, en systèmes de semis direct. Ecologies des forêts et cerrados du Centre Nord de l'Etat du Mato Grosso. Agronorte - Sinop-MT, 4 p. *Doc. CIRAD-CA- 34398 Montpellier cedex 5 - France.*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S. 1998 .** - Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en Semis direct. *Doc. interne CIRAD-CA, 1998, 45p. - 34398 Montpellier cedex 5 – France.*

**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. p.87-97 - 34398 Montpellier cedex 5 – France*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. - 1999.** Concepts et mise en pratique de modes de gestion agrobiologique, adaptés aux sols acides de la zone tropicale humide. *In : Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Montpellier, France, CIRAD, p.225-230. Atelier International sur la Gestion Agrobiologique des Sols et des Systèmes de Culture, 1998/03/23-28, Antsirabé, Madagascar. Colloques / CIRAD*

**SEGUY L. ; BOUZINAC S. - 1999.** Quelles recherches thématiques pour aborder la modélisation du fonctionnement comparé entre systèmes de culture avec un travail mécanique du sol et des systèmes en semis direct sur couvertures mortes et vivantes? *In : Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Montpellier, France, CIRAD, p.495-502. Atelier International sur la Gestion Agrobiologique des Sols et Systèmes de Culture, 1998/03/23-28, Antsirabé, Madagascar. Colloques / CIRAD*

**SÉGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA N. ; MAEDA E.; OISHI W.K. ; IKEDA A.M. ; AKIO IDE M.; 1999** Construção dos sistemas de cultura à base de algodão, preservadores do meio ambiente do Brasil Central. *In : Cia E (ed.), Freire E. C. (ed.), Santos W. J. dos (ed.) Cultura do algodoeiro. Piracicaba, France, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.199-278*

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C. 1999** Plantio direto e resistência das culturas as doenças *In : Informações agronômicas Dez/99 n. 88 p.1-3*

**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° trimestre 2000 - p.75-79. CIRAD - 34398 Montpellier cedex 5 – France*

**SÉGUY L. 2000.** Les techniques de semis direct sur couvertures végétales dans la région des Hauts Plateaux de Madagascar. *Doc. CIRAD-CA provisoire, 100 p., Partie d'un document collectif sur Madagascar à paraître pendant l'année 2001 - 34398 Montpellier cedex 5 - France.*

## **PUBLICATIONS 2001**

**SEGUY L.; BOUZINAC S.** O Pé de Galinha, uma nova opção para o plantio direto no cerrado - *In : Direto no Cerrado n° 19 Janeiro/Fevereiro 2001.*

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; Un dossier du semis direct :** Systèmes de culture sur couvertures végétales : Stratégies et méthodologie de la Recherche – Action ; Concepts novateurs de gestion durable de la ressource sol ; Suivi-évaluation et analyse d'impacts. *Doc. CIRAD-CA / GEC 63 p. - 34398 Montpellier cedex 5 - France \**

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C. 2001 Un dossier du semis direct :** Systèmes de culture et dynamique de la matière organique - *Doc. CIRAD-CA / GEC 203 p. - 34398 Montpellier cedex 5 - France. (Traduit en portugais) \**

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C. 2001 Un article du semis direct : Systèmes de culture et dynamique de la matière organique - Doc. CIRAD CA / GEC, 54 p. - 34398 Montpellier cedex 5 - France. (Traduit en portugais)\***

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C., BELOT J.L. ; MARTIN J. 2001** La « safrinha » de coton = option de culture à risque ou alternative lucrative des systèmes de semis direct en zone tropicale humide? Doc. CIRAD CA / GEC 23 p. ( sera publié au congrès coton) - 34398 Montpellier cedex 5 - France - 2001.

**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 ? (36 p., graphiques) *In : COODETEC – Boletim técnico n° 37 –2001 Cascavel – PR.*

**SÉGUY L. , BOUZINAC S. , BELOT J.L. , MARTIN J. , MARONEZZI A.C. 2001** A safrinha de algodão : opção de cultura arriscada ou alternativa lucrativa dos sistemas de Plantio Direto nos Trópicos Úmidos ? (2 pages) *In : Direto no Cerrado Setembro/Outubro 2001 – APDC Ano 6 n° 22 p. 8-9 - Brasília – DF/ Brésil*

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MARONEZZI A.C. 2001** Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica Encarte de 32 pages *In : Informações agrônômicas n° 96, dezembro 2001 ; Potafos CP 400 CEP 13400-970 Piracicaba – SP /Brésil*

(\*) *Un CD-Rom réunit ces 3 publications en français et les deux sur la dynamique en portugais et est disponible au Programme GEC/ CIRAD-CA à Montpellier –France.*

## **PUBLICATIONS DEVANT SORTIR EN 2002**

**SEGUY L.; BOUZINAC S.** Sistema de cultivo e dinâmica da matéria orgânica *In : 8° ENDPD – Águas de Lindoia – SP (Conférence du 20/06/02) 3 pages + 3 figures*

**SEGUY L.; BOUZINAC S.** Alternativas para coberturas do solo viáveis para o Cerrado *In : 2° Encontro de Plantio Direto no Oeste Baiano (EPDOB) à Luiz Eduardo Magalhães –BA (Conférence du 07/06/02) 8 pages + 6 figures*

## **RAPPORTS D' ACTIVITÉS 2000 – 2001**

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MAEDA N.; MAEDA E.; IDE M.A.; TRENTINI A.** Otimização dos sistemas de cultivo do algodoeiro em plantio direto – Resultados do 6° ano do convênio MAEDA/CIRAD  
Julho 2000 – 64 pages

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; TAILLEBOIS J.; MARONEZZI A.C.; LUCAS G.L.; RODRIGUES F.G.; BIANCHI M.** Otimização dos sistemas de cultivo em plantio direto e dos recursos genéticos ; Convênio AGRONORTE /CIRAD ano agrícola 1999/2000 – 113 pages + annexes.

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; MARTIN J. ; BELOT J.L. (CIRAD-CA)  
MAEDA E.; IDE M.A.; OKABE W. ; MORITA M. (GRUPO MAEDA).**

Otimização dos sistemas de cultivo do algodoeiro em plantio direto e conselho de gestão – Resultados do 7º ano do convênio MAEDA/CIRAD Julho 2001 – 102 pages + annexes Doc. CIRAD/ Goiânia CP 504 Agência central CEP 74001-970 – Goiânia –GO / Brasil

**SEGUY L.; BOUZINAC S.; TAILLEBOIS J. (CIRAD-CA)  
MARONEZZI A.C.; LUCAS G.L.; SAUCEDO L. ; RODRIGUES F.G. (AGRONORTE)**

Otimização dos sistemas de cultivo em plantio direto e dos recursos genéticos - Julho 2001 – 116 pages Doc. CIRAD/ Goiânia CP 504 Agência central CEP 74001-970 – Goiânia –GO / Brasil.

**SEGUY L.; BOUZINAC S** Rapport annuel 2000/2001 51 pages Doc. CIRAD-CA  
MONTPELLIER 34398-Montpellier cedex 5 France

## **MISSIONS ET RAPPORTS DE MISSION**

SEGUY, L. (CIRAD-CA gec) - 14/03 au 04/04 - Madagascar - Appui au réseau Semis Direct du programme gec du Cirad-CA.

**Ref :** SEGUY L. - 2000. Systèmes de culture durables en semis direct et avec minimum d'intrants, protecteurs de l'environnement. Création-diffusion de ces systèmes, en petit paysannat, dans différentes régions écologiques de Madagascar. Rapport de mission du 13 mars au 4 avril 2000. Document CIRAD, 31 pages + annexes.

SEGUY, L. (CIRAD-CA gec) - 04/04 au 10/04 - La Réunion - Appui au réseau Semis Direct du programme gec du Cirad-CA.

**Ref :** SEGUY L. - 2000. Notes techniques sur le programme de recherche-action des Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. Document CIRAD, avril 2000, 7 pages.

SEGUY, L. (CIRAD-CA gec) - 17/09 au 29/09 - Laos, Vietnam - Appui au réseau Semis Direct du programme gec du Cirad-CA.

**Ref :** SEGUY L. - 2000. Semis direct sur couverture végétale en Asie. Rapport de mission au Laos et au Vietnam 16/09 au 27/09/00, 41 pages avec la participation de D. Rollin et P. Julien. Document CIRAD, octobre 2000.

SEGUY, L. (CIRAD-CA gec) - 01/10 au 07/10 – Tunisie

**Ref. :** SEGUY L. - 2000. Projet Tunisie-Le Kef : conseils pour le montage des systèmes en semis direct. Document CIRAD, Montpellier, mai 2000, 8 pages. Et SEGUY L. - 2000. Rapport de mission en Tunisie. Complément d'information pour le montage des systèmes de semis direct. CIRAD-CA/SCV, 1-7 octobre 2000, 3 pages.

SEGUY, L. (CIRAD-CA gec) 2000 et 2001- 27/11 au 08/12 - Mexique - Appui au réseau Semis Direct du programme gec du CIRAD-CA .

**Ref. :** SEGUY L. - 2000. Rapport résumé de mission au Mexique du 29/11 au 7/12/2000. Appui au projet SCV Mexique. Document CIRAD, 4 pages.

**ANNEXES**

**PUBLICATIONS EN 2001/2002**

## Cropping systems and organic matter dynamics

By L SEGUY and S BOUZINAC

*CIRAD-CA-GEC, av Tasso de Castro, BP 504, Agencia Central  
CEP, 74000-970 Goiânia GO, Brazil*

and A C MARONEZZI

*AGRO NORTE Rua Col. Ênio Pipino, n° 993 Setor Industrial Sul  
C.P. 405 CEP 78.550-000 – SINOP – MT, Brazil*

### Summary

Tillage accelerates organic matter destruction under tropical agriculture conditions. No-till cropping systems involving direct seeding on permanent plant cover enable short-term soil restoration. Cover plant choices are crucial. Soil carbon can thus be boosted to levels generally found in natural ecosystems, even when starting from degraded soils. Direct seeding systems promote net CO<sub>2</sub> storage rather than net production. Cropping systems can be regularly improved via the innovation-extension strategy, while meeting the requirements of researchers, agricultural professionals and regional institutions. This experimental approach places upstream research in an *in situ* context. A network of experimental units and reference farms was set up to provide regional training support, wherein research designs future systems, models their functioning, assesses and explains their impacts on physical and human environments before their extension.

**Key words:** Direct seeding, Plant cover, Carbon, Economic analysis, Sustainable agriculture.

### Introduction

CO<sub>2</sub> released into the atmosphere is half responsible for the greenhouse effect and agriculture accounts for more than 23% of the total amount released (Lal & Loggan, 1995; IPCC, 1995). In the Americas, research studies have demonstrated that direct seeding cropping systems on permanent plant cover increase soil organic matter to levels above those that can be achieved with tillage techniques (Cambardella & Elliot, 1994; Dick et al., 1998; Bayer et al., 2000; Sa, Cerri, Dick & Lal, 2000b). These results (Elliot, 1986; Reicosky et al., 1995) are not sufficient to understand carbon dynamics or to control levels of this element. CIRAD has been working on such systems in Brazil, Asia, Réunion and Madagascar. The fact that special techniques are required to implement these systems encourages interaction with farmers in the field. Agro-economic results achieved with direct seeding were assessed with respect to their potential for carbon sequestration, and cost-effectively utilizing resources for cropping purposes in a sustainable, environment-friendly way.

### Materials and Methods

- technical feasibility of cropping systems: labour capacity, farm equipment flexibility, labouriousness;
- economic analysis: margins, profits, workday efficiency.

Erosion, runoff and water pollution were assessed on a toposequence and catchment basin scale. On reference farms, cropping systems were compared on the basis of the above criteria, spontaneous extension was evaluated, leading farmers were identified and subsequently served as middlemen for cropping system dissemination. Regionally, technical-economic guidelines for cropping systems were drawn up and system functioning was compared and modelled. The farming community was surveyed: interactions with the environment, crop quality concerns, organization of the farming profession, and decision making conditions.

## Results

### *Carbon and cation dynamics*

After 6 years of analysis, in the three cases, 0.2-1.4 Mg C/ha/year was lost under conventional farming conditions in the [0-10 cm] and [10-20 cm] soil horizons. With direct seeding on plant cover, soil carbon levels increased from 0.83 to 2.4 Mg C/ha/year, depending on the site, cropping system and cover species. These results are in line with the results of long-term experiments carried out in USA and Brazil (Corraza et al., 1999; Amado et al., 1999; Bayer et al., 2000; Sá et al., 2000a; Lal., 1997; Dick et al., 1998; Kern & Johnson, 1993). Similar patterns were noted in cation and carbon exchange capacities. Direct seeding systems were found to enhance fertilizer retention to a level proportional to that of carbon, while reducing leaching.

### *Cropping system performance*

In humid tropical areas of Brazil, annual aerial dry matter production rose from 4-8 t/ha in 1986 to 25-28 t/ha in 2000. Organic matter levels in soil surface horizons increased by 1.7-2.1% between 1992 and 2000. Soybean yields increased from 1 700 to 4 600 kg/ha between 1986 and 2000, with rainfed rice yields rising from 1 800 to 8 000 kg/ha (Séguy et al., 1996; Séguy, Bouzinac, Taffarel & Taffarel, 2000). Direct seeding strategies can help stabilize incomes in these regions of highly fluctuating economies: depending on the risk level, production costs range from \$US300 to \$US600/ha to as high as \$US1 300/ha for cotton crops (Séguy, Bouzinac, Maeda & Maeda, 1998 a, b). Net margins range from \$US100 to \$US500/ha, depending on the producer price. Fuel consumption, tractor and seeder fleets are cut by half. In central-western Brazil, the use of direct seeding systems halted erosion, increased cotton yields by 10-30%, enabled crop diversification, and control of *Cyperus rotundus* weeds (Séguy et al., 1999). In the Hauts Plateaux region of Madagascar, peak maize yields under traditional cropping systems ranged from 700 to 1 000 kg/ha with a manual workload of more than 200 days/ha. Direct seeding systems with maize, soybean and bean crops produced 1.5- to 4-fold more, with only 74-90 days/ha of labour. In addition, production costs were 12-30% lower, with higher net margins (maize crops: \$US323/ha instead of \$US58/ha). Daily salaries also ranged from \$US2.13 to \$US4.65 US/day as compared to \$US0.87 under traditional systems (1998 figures).

## Discussion

- Sa J C M, Cerri C C, Lal R, Dick W A, Venkze Filho S P, Piccolo M, Feigl B. 2000a.** Organic matter dynamics and sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. J. in press.*
- Sa J C M, Cerri C C, Dick W A, Lal R. 2000b.** Plantio Direto: recupera a matéria orgânica do solo e reduz a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. *Revista Plantio Direto* **59**: pp 41-45. Aldeia Norte editora Ltda, Rua Moron 1324, 8º andar, sala 802, 99010-032, Passo Fundo, RS.
- Séguy L, Bouzinac S, Trentini A, Cortez N A. 1996.** Brazilian frontier agriculture. *Agriculture et développement* **12**: 2-61, Montpellier, CIRAD, France.
- Séguy L, Bouzinac S, Maeda E, Maeda N. 1998a.** Brésil : semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. *Agriculture et développement* **17**: 3-23. Montpellier, CIRAD, France.
- Séguy L, Bouzinac S, Maeda E, Maeda N. 1998b.** Large-scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil. *The ICAC Recorder, technical information section, vol. XVI (1)*: 11-17.
- 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. *Agriculture et développement* **21**: 87-97, Montpellier, CIRAD, France.
- Séguy L, Bouzinac S, Taffarel W, Taffarel J. 2000.** Méthode de défrichement préservant la fertilité du sol. *Bois et forêts des tropiques* **263**: 75-79, Montpellier, CIRAD, France.



# Cropping systems and organic matter dynamics: direct seeding on plant cover, an agricultural revolution

L. SEGUY<sup>1</sup>, S. BOUZINAC<sup>1</sup>, A.C. MARONEZZI<sup>2</sup>  
 1- CIRAD-CA-GEC, a/c Tasso de Castro, BP 504, Agencia Central CEP, 74001-970 Goiânia GO, Brazil  
 lucien.seguy@cirad.fr  
 2- AGRO NORTE, Rua Col. Ênio Pipino, n° 993 Setor Industrial Sul, CP 405 CEP 78.550-000 SINOP MT, Brazil



Experimental unit (Brazil).

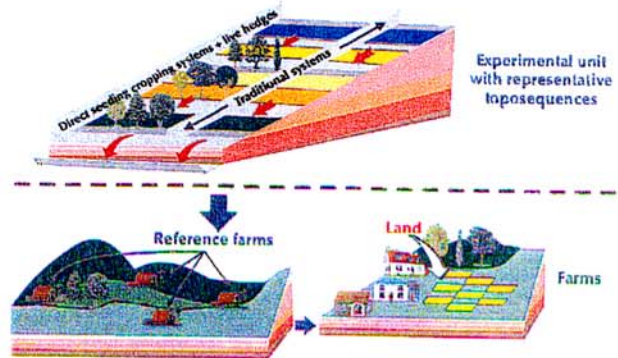
**T**illage accelerates organic matter destruction under tropical agriculture conditions. No-till cropping systems involving direct seeding on permanent plant cover enable short-term soil restoration. Cover plant choices are crucial. Soil carbon can thus be boosted to levels generally found in natural ecosystems, even when starting from degraded soils. Direct seeding systems promote net CO<sub>2</sub> storage rather than net production. CIRAD has been working on such systems in Brazil, Asia, Réunion and Madagascar. This poster reports some results obtained in central-western Brazil (hot humid tropical area).

## Material and methods

### Study design

Cropping systems can be regularly improved via the “**innovation-extension strategy**”, while meeting the requirements of researchers, agricultural professionals and regional institutions (Séguy *et al.*, 1998)<sup>1</sup>. This experimental approach places upstream research in an *in situ* context. The experimental units were managed by researchers and farmers. Volunteer farmers—on their so-called “**reference farms**”—implemented several different cropping systems as-is or tailored them to meet their specific needs. The set of reference farms was representative of the diversity of this region. Cropping systems were set up in matrices on representative toposequences in the experimental units. New systems were developed by gradually including other production factors. Based on matrix construction rules, direct and cumulative effects of cropping system components can be interpreted over a time course. Reference farm matrices are sites of action, innovation and training. They also provide a field-monitoring laboratory for scientists, a cropping system vivarium where tillage techniques, new and highly complex (diversified crops, livestock production, agroforestry) direct seeding systems can be showcased.

Innovation-extension strategy with farmers, researchers and agricultural professionals.



1. SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES NA., 1998. Brazilian frontier agriculture: I. The agricultural innovation-extension method. II. Managing soil fertility with cropping systems. III. Direct seeding, an organic soil management technique. *Agriculture et développement* Special Issue, Cirad, Montpellier, France, 64 p.

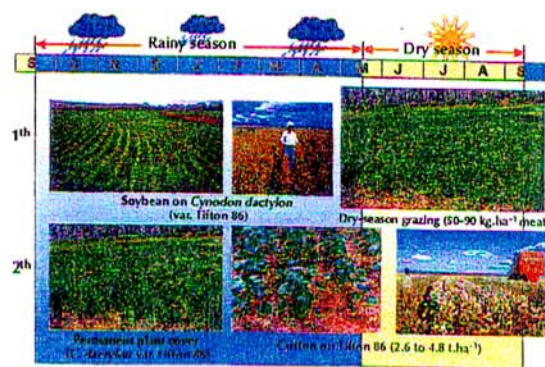
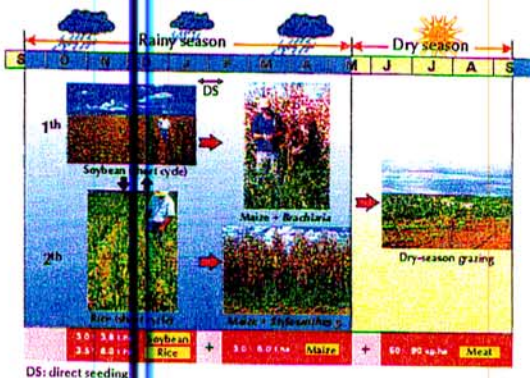
### Comparison of cropping systems

In the “Cerrados” of Brazil, CIRAD has set up three types of cropping systems based on different permanent plant covers. Systems with dead cover (mulch) involve crop residue and a high biomass producing support crop—it is wilted with nonselective herbicides prior to direct seeding the crop. Systems with permanent live cover involve perennial forage species as cover crop, and the above-ground parts are wilted but the underground vegetative reproductive organs are

conserved—after harvest, the live cover recolonizes the field and can thus be grazed. Mixed systems involve annual sequences with a main crop and a subsequent crop requiring minimal inputs (producing grain for harvest and high biomass), associated with a forage species. Crops are harvested in the rainy season and the forage crop can be grazed by livestock during the dry season.

Direct seeding on permanent mulch and plant cover: mixed system with annual sequences with a main crop and a subsequent crop, associated with a forage species (two examples from Brazil).

Direct seeding on permanent plant cover: grain production and temporary dry-season grazings (two examples from Brazil).



## Results and discussion

### Carbon and cation dynamics

After 6 years of analysis, in the three cases, 0.2-1.4 Mg C/ha/year was lost under conventional farming conditions in the [0-10 cm] and [10-20 cm] soil horizons. With direct seeding on plant cover, soil carbon levels increased from 0.83 to 2.4 Mg C/ha/year, depending on the site, cropping system and cover species. Similar patterns were noted in cation and carbon exchange capacities. Direct seeding systems were found to enhance fertilizer retention to a level proportional to that of carbon, while reducing leaching.

The most efficient systems enable continuous high aerial and root biomass production, with a high C/N ratio and lignin content, extensively developed root systems that reach deep soil horizons, so plants can tap deep humidity resources and recycle nutrients, even in the dry season, thus enhancing organic matter accumulation. Roots most resistant to mineralization have thick microaggregate sheaths that protect the organic matter, e.g. *Eleusine coracana* and *Brachiaria sp.*: carbon is recycled especially in the [0-5 cm] horizon, but also in the [0-10 cm] and even [10-20 cm] horizons, with the grasses *Eleusine sp.* and *Brachiaria sp.* intercropped with sorghum or millet and used for temporary grazing.

Soybean: direct seeding in thick mulch of sorghum straw.



© L. Seguy

Cotton, direct seeding in a mulch of *Brachiaria brizantha*, 20 days after seeding (Maeda, Brazil).



© L. Seguy

*Brachiaria brizantha* roots (as plant cover and forage).

© O. Husson



*Eleusine sp.* roots (as plant cover and forage).

© L. Seguy

### Uses of live forage covers (Brazil)

Grazing.



*Eleusine sp.* harvest.



© N. Chorier

*Eleusine sp.* forage.

© N. Chorier

### Cropping system performance

In humid tropical areas of Brazil, annual aerial dry matter production rose from 4-8 t/ha in 1986 to 25-28 t/ha in 2000. Soybean yields increased from 1 700 to 4 600 kg/ha between 1986 and 2000. Rainfed rice yields rising from 1 800 to 8 000 kg/ha between 1986 and 2000.

Direct seeding strategies can help stabilize incomes in these regions of highly fluctuating economies: depending on the risk level, production costs range from \$US300 to \$US 600/ha to as high as \$US 1 300/ha for cotton crops. Net margins range from \$US 100 to \$US 500/ha, depending on the producer price. Fuel consumption, tractor and seeder fleets are cut by half. In central-western Brazil, the use of direct seeding systems halted erosion, increased cotton yields by 10-30%, enabled crop diversification, and control of *Cyperus rotundus* weeds.

Cotton harvest after direct seeding (Maeda, Brazil).



© N. Chorier

Cotton crops: direct seeding in mulch (Maeda, Brazil).



Soybean in a sorghum straw mulch (Brazil).



© L. Seguy

Soybean in *Brachiaria* straw mulch (Brazil).



© L. Seguy

High technology cultivars of rainfed rice, Brazil (direct seeding in a permanent plant cover).



© L. Seguy



Centre de coopération internationale en recherche agronomique

# Direto no Cerrado

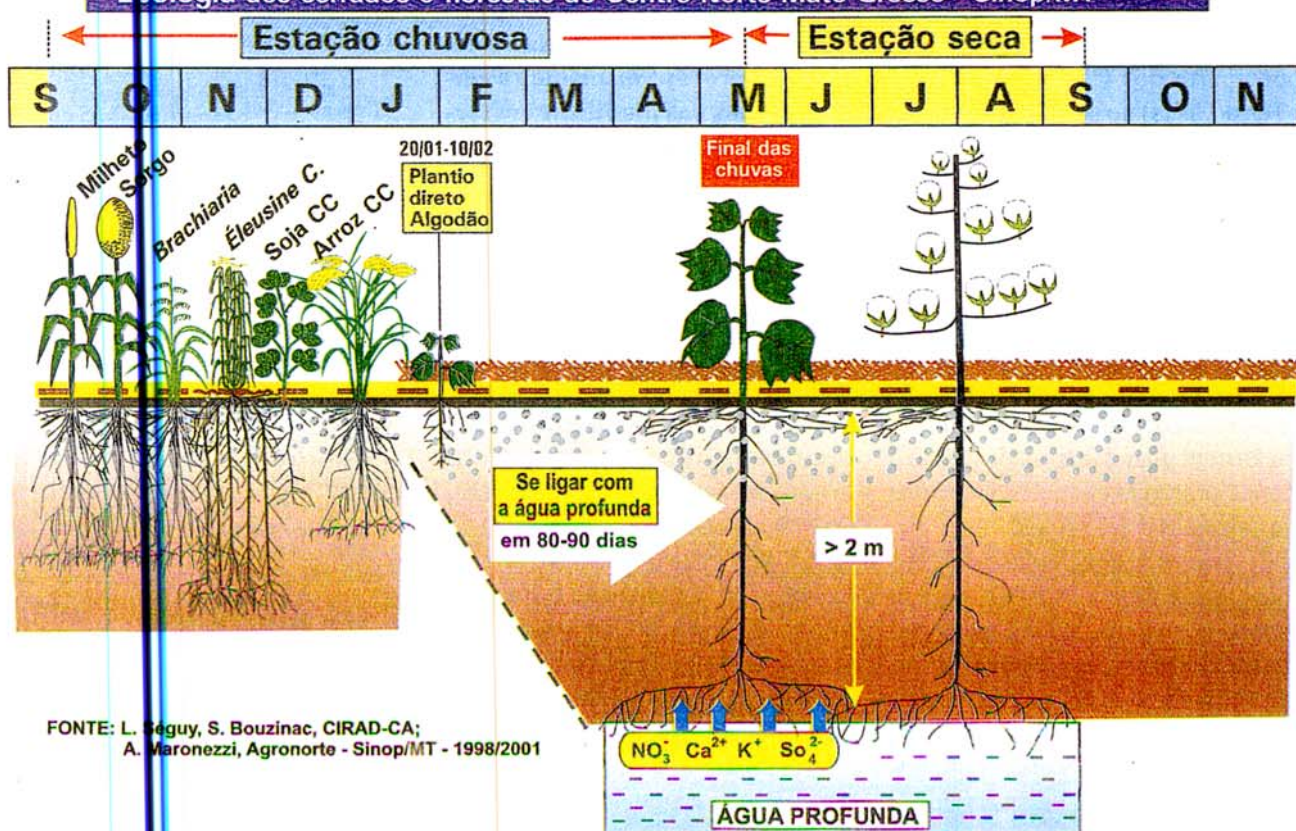
ANO 6 Nº 22 - ÓRGÃO DE DIVULGAÇÃO DA APDC

Setembro/outubro 2001

## Plantio Direto viabiliza safrinha de algodão

### OPÇÕES DE ITINERÁRIOS TÉCNICOS PARA O ALGODOEIRO DE "SAFRINHA" EM ZONA TROPICAL ÚMIDA (ZTU) -

Ecologia dos cerrados e florestas do Centro Norte Mato Grosso - Sinop/MT



FONTE: L. Seguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA;  
A. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 1998/2001

No final da década de 90 a cultura do algodão cresceu rapidamente no Cerrado, principalmente no estado do Mato Grosso, onde a legislação obriga o agricultor a gradear a soqueira como medida profilática para controlar algumas pragas importantes, porém tal medida expõe as áreas à perda de solo, água e fertilidade. A inserção desta cultura no Sistema Plantio Direto, como pode ser visto na matéria (páginas 8 e 9), tem se mostrado como uma alternativa lucrativa para a safrinha.

### Índice

Pág. 3 - Mensagem do Presidente

Págs. 8 e 9 - Safrinha de algodão

Pág. 5 - Fundação "AGRI-SUS"

Pág. 10 - Controle do Mofo Branco

Pág. 6 - Parceria ABID/APDC

Pág. 11 - Quinoa: nova alternativa

Pág. 7 - Entrevista com Ruy Casão (IAPAR)

Pág. 14 - Notícias dos CATs

Apoie o movimento Plantio Direto.  
Filie-se à APDC e ganhe uma assinatura  
anual do Jornal **Direto no Cerrado**.



APDC

SCRLN 712- Bl. C - Lj. 18  
70760-533- Brasília - DF  
Tel.: (61) 273.2154 / Fax: (61) 274.7245  
e-mail: apdc@apds.com.br  
apdc-df@terra.com.br

## A safrinha de algodão: Opção de cultura arriscada ou alternativa lucrativa dos sistemas de Plantio Direto nos trópicos úmidos?\*

Lucien Seguy<sup>1</sup>, Serge Boijzinac<sup>1</sup>,  
Jean Louis Belot<sup>1</sup>, José Martin<sup>1</sup> e  
Angelo C. Maronezzi<sup>2</sup>

No início dos anos 90, a produção algodoeira estava concentrada no Estado do Paraná e regiões vizinhas. Àquela época, o estado do Mato Grosso só respondia por 5% da produção nacional. Nos últimos anos, esse quadro mudou muito, e o Mato Grosso tornou-se o primeiro produtor nacional, com 50% da produção (previsão superior a 300 mil toneladas de pluma para o ano de 2001).

O fato constitui uma significativa mudança no mapa da produção brasileira, a julgar principalmente pela migração da cultura entre regiões com clima (de subtropical para trópicos úmido) e solos (de latossolos vermelhos escuros sobre rochas básicas para latossolos vermelhos amarelos e amarelos cinzas sobre rochas ácidas) muito diferentes entre si.

A cultura algodoeira saiu das regiões subtropicais com fortes potencialidades, muito limitadas, porém, pela prática contínua da monocultura (solos degradados), indo para a região tropical com solos potencialmente menos férteis, mas geridos de sete a dez anos em Plantio Direto (PD) com sistemas à base de soja, arroz de sequeiro + safrinhas (milheto, milho e sorgo).

O Sistema Plantio Direto (SPD) propicia solos protegidos contra a erosão, com excelentes propriedades físicas, biologicamente saudáveis e muito favoráveis à cultura algodoeira. Além disso, os agricultores do Mato Grosso, penalizados por custos maiores (frete) e preços menores (ausência de indústrias de transformação, entre outros) desenvolveram uma técnica muito elevada para poder competir na agri-

cultura globalizada.

Tais fatos explicam em grande parte porque o estado é hoje o primeiro produtor de soja e de algodão do Brasil, apesar de seu relativo isolamento econômico, parcialmente compensado por incentivos estaduais. As produtividades superam 200 arrobas/ha de algodão em caçoço, alcançando, às vezes, mais de 300 arrobas/ha. Todavia, a cultura algodoeira, lucrativa por enquanto, deverá enfrentar importantes desafios para se consolidar.

O primeiro deles é a diminuição dos custos de produção (superiores a US\$ 1.200,00/ha para metas de produtividade maiores ou iguais a 250 arrobas/ha), acarretando risco econômico muito alto (custos de produção superiores aos preços atuais das terras).

O outro desafio diz respeito à otimização da integração da cultura algodoeira em sistemas de PD diversificados para gerar fertilidade orgânica e efetivar produtividades elevadas e estáveis com níveis moderados de adubação mineral.

Atualmente, a lei obriga o agricultor a gradear a soqueira de algodoeiro, medida profilática para controlar algumas pragas importantes — um tanto ilusória, enquanto os pousios em volta permitam mantê-las. Consequentemente, ressurtem uma série de problemas como: solos expostos à erosão, sementes de invasoras reativadas, mineralização acelerada da matéria orgânica com queda de fertilidade, menor acesso das máquinas às parcelas com queda das performances das plantadeiras. Esses e outros problemas, como a

monocultura e o uso intenso de insumos, constituem uma ameaça real para a perenidade do SPD.

### Material e métodos

A safrinha de algodão tem por meta a obtenção de um nível de produtividade estável (160 e 220 arrobas/ha, com custo de US\$ 500,00 a US\$ 700,00/ha). As etapas metodológicas de construção dos sistemas de cultivo incluem: a definição da data de plantio mais tardia, compatível com a realização das metas de produtividade, e a integração das sucessões anuais, que contam com a própria safrinha de algodão (soja e arroz de ciclos curtos + algodão, biomassa de início de estação chuvosa + algodão) no SPD.

Este, por sua vez, permite melhorar e manter o perfil cultural, além de favorecer um enraizamento rápido e profundo do algodoeiro; mobilizar uma forte e constante capacidade de produção do solo por via organobiológica, a fim de reduzir a adubação mineral e minimizar a incidência das doenças criptogâmicas, e controlar as invasoras ao menor custo.

Há ainda uma terceira etapa metodológica, que compreende a conexão do algodoeiro com a água profunda do solo, importante reserva hídrica disponível abaixo da área de utilização das culturas comerciais.

A resolução dos objetivos agrônômicos deve permitir que as metas de redução dos custos sejam atingidas. A integração da safrinha de algodão em SPD também ajuda a desafogar o calendário operacional da cultura principal de algodão.

Durante os anos de 1997 a 2000, os trabalhos de pesquisa foram realizados em condições reais de

lavoura comercial e contemplaram:

- A avaliação agrônômica e técnico-econômica das opções sistema de cultivo;
- A triagem varietal de algodão efetuada para e dentro das opções sistemas de cultivo selecionadas;
- A evolução das pragas e doenças do algodão, assim como a incidência dos insetos nocivos para as demais culturas de safrinha como milho, sorgo, milheto, geralmente não controladas nessas safrinhas de grãos.

### Resultados

O acerto da data de plantio mais tardia: o plantio de algodão em Mato Grosso acontece entre dezembro e início de janeiro, período muito chuvoso, com aproximadamente dez a 20 dias úteis para o plantio. Quanto mais curto o período de plantio, mais congestionado será o calendário operacional posterior e maior a exigência em equipamentos onerosos.

Com a parada definitiva das chuvas sendo aleatória, é arriscado modelar um acerto do período de plantio somente na pluviometria. Por isso, é preciso que o algodoeiro possa se conectar com a reserva de água profunda, abaixo de 1,2-1,5 m, limite de bombeamento das culturas comerciais precedentes (arroz e soja).

Medindo a velocidade de descida do sistema radicular do algodão (função das cultivares x modos de gestão do solo), pode-se determinar a data de conexão do algodoeiro com a água profunda (análise sobre 10 anos).

Os resultados obtidos nos três últimos anos evidenciam que a safrinha de algodão pode ser instalada com risco mínimo até o dia 10 de fevereiro, com as melhores cultivares (velocidade radicular e estabilidade dos rendimentos), e as sucessões mais atuantes (perfil cultural favorável).

**Produtividades** – A produtividade do algodão em cultura principal, com altos níveis de insumos

(acima de 500 unidades fertilizantes de NPK + micronutrientes), varia habitualmente entre 200 e 270 arrobas/ha. A produtividade da safrinha, quando suas necessidades em água estiverem totalmente satisfeitas, depende ao mesmo tempo da natureza da sucessão de cultura em PD, do estatuto de fertilidade do solo e das variedades usadas.

Na opção A, com um nível anual de adubação mineral muito baixo (35N + 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 60 K<sub>2</sub>O + micros), a produtividade das melhores variedades (Sicala 32, Coodetec 402, DP 50) oscila entre 130 e 150 arrobas/ha. Pelo contrário, na mesma opção A, em rotação com sucessões baseadas em soja ou arroz + safrinhas de grãos que usam uma adubação mineral maior (20 a 110 N + 95 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 95 K<sub>2</sub>O + micros), a produtividade varia de 175 para mais de 200 arrobas/ha com as melhores cultivares, mesmo com adubação mineral baixa (35N + 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 60 l(20 + micros).

Na opção B, a soja ou o arroz de ciclo curto constituem igualmente um excelente precedente para a safrinha de algodão, sendo necessário aplicar uma adubação nitrogenada mais carregada depois do arroz (60 a 70 kg de N/ha em vez de 35 kg de N/ha após soja ou biomassa de início das chuvas).

**Escolha de cultivares** – Nos três anos de experimentação, as melhores cultivares, de maior produtividade e estabilidade em condições de adubação mineral baixa são: Coodetec 402, Sicala 32, ITA 96, Coodetec 405 e num grau menor, DP 50. Perfis culturais, efetuados a cada ano aos 60 e 120 dias após plantio, mostraram que estas cultivares possuem os sistemas radiculares mais possantes e aptos a se conectar depressa com a água profunda (profundidade de enraizamento superior a 2-2,5 m a 120 dias). As variedades Coodetec 402 e Sicala 32 foram usadas como testemunhas nas coleções implanta-

das nos diferentes SPD para testar as novas criações varietais. Onze variedades superaram a melhor testemunha (Coodetec 402) nos dois anos consecutivos, com produtividades entre 180 e 240 arrobas/ha; ou seja, entre 3 e 31% a mais da melhor testemunha, com rendimentos em fibra e qualidades de fibras boas a excelentes para a maioria delas.

### Discussão e conclusões

Os aspectos operacionais da safrinha de algodão conduzem a economias no controle de invasoras e pragas, na adubação mineral, no controle do crescimento e no custo de produção. Além disso, geram novas opções de safrinha e propiciam um melhor planejamento operacional da lavoura.

A safrinha de algodão pode ser uma opção econômica de grande interesse logo que se incorpore em sistemas de PD que utilizem fortes biomassas nutricionais nas sucessões anuais. O compartimento organo-biológico da fertilidade ganha cada vez mais importância na capacidade do solo em produzir e permite reduzir fortemente a adubação mineral para alcançar produtividades elevadas, até com datas de plantio tardias.

Por hectare, a safrinha de algodão produz de 170 e 220 arrobas (em caroço), com custos entre US\$ 500,00 e US\$ 700,00. Nos três anos de estudo dessas diversas opções de safrinha, não notamos maior incidência das pragas nem das doenças criptogâmicas. O risco de ver a pressão parasitaria aumentar parece menor no caso de sistemas de PD diversificados, ficando insuficiente para ameaçar essa importante alternativa de safrinha, com alta lucratividade e baixos riscos para o agricultor.

\* Extraído do referido artigo  
<sup>1</sup> Pesquisador do CIRAD-CA,  
 sediados no Brasil

<sup>2</sup> Diretor da Agronorte, empresa  
 privada de pesquisas agrônômicas

# ALERTA À AGRICULTURA DO BRASIL CENTRAL

- O PD está em perigo -

<sup>1</sup> L. Seguy  
<sup>2</sup> S. Bouzinac

Diversas razões de ordens agrônômica, técnica e econômica, estão levando o sistema de PD a uma regressão nítida, rápida e sobretudo muito perigosa para o potencial da produção dos solos da região Brasil Central. Entre estas razões, as mais importantes, são:

1) Gestão Inadequada das Palhadas – De dois a três anos para cá, as palhadas das safrinhas ficaram fracas demais para cumprir as suas funções essenciais na perenização do PD, com êxito. A soja de ciclo curto não viável, foi substituída por variedades de ciclos médio a longo, o que atrasa o plantio das safrinhas que sofrem assim de perdas drásticas de quantidade de BIOMASSA produzida, por falta de água e sensibilidade frequente ao fotoperiodismo (milheto) perenes, tais como colômbio, andropogon que exigem um sobrecusto na dessecação levando a problemas com invasores.

Nessas condições, as fracas biomassas produzidas não podem assegurar as funções indispensáveis ao PD tais como:

2) Reestruturação inexistente do perfil de solo por causa do fraco desenvolvimento radicular, levando pouco a pouco a compactação do solo.... daí que surgiu a botina nas plantadeiras de PD – ao invés de aprimorar as propriedades físicas do solo, modificamos as máquinas!

3) O novo milagre da cultura algodoeira – Nova oportunidade que seduziu imediatamente os produtores pelo seu alto potencial de produção evidenciado no Mato Grosso, mas que na realidade constitui uma cultura de alto risco econômico. Ao invés de considerar esta nova oportunidade como mais uma alternativa para alimentar e sustentar sistemas de PD economicamente mais produtivos, mais diversificados e mais estáveis, ela adota o caminho desastroso, da monocultura, que exige, entre outros

vícios – a eliminação total da soqueira, por via mecânica, exceto no MS, atrás da colheita para minimizar a incidência negativa das pragas principais, tais como os pulgões (e daí, viroses), e o bicudo. Numerosas observações realizadas hoje em milhares de hectares no Mato Grosso, mostram que, com 2 passadas de grade intermediária, a soqueira não é totalmente eliminada... e o solo é revolvido, destruindo de uma só vez, os benefícios do PD investidos durante 5 a 10 anos – outras observações feitas nos mostram que as invasoras nativas, irmãs do algodoeiro, as ganxumas, são totalmente amarelas, cheias de viroses.

4) Monocultura e saturação de bases exagerada, (acima de 60%). Isto favorece, o desenvolvimento das bactérias em detrimento dos fungos que controlam os nematóides. Assim, ocorre uma proliferação dos nematóides cada dia mais difícil de controlar (exemplo dos solos sobre basaltos do norte de São Paulo e sul de Goiás), acarretando em sobrecustos enormes e perdas de produção altamente significativas

5) O uso simultâneo de altos níveis de adubação mineral NPK + S + MICROS, altera o desenvolvimento da cultura em rotação com o algodoeiro, que acama precocemente e perde produtividades expressivas.

6) Saturação de bases elevada somada ao uso de alta adubação mineral, ao preparo mecanizado do solo, provocam uma taxa de mineralização acelerada da matéria orgânica do solo, altamente prejudicial ao potencial de produção do solo a médio e longo prazos...

Todavia, existem soluções para estes problemas:

• No que diz respeito ao déficit de produção de biomassas em safrinha, as pesquisas apontam cultivares de milheto, sorgo e pé de galinha que são pouco sensí-

veis ao fotoperiodismo e são capazes de bombear a água profunda do solo, mesmo em Plantio Direto Tardio. Estes materiais, tanto na entrada ou no fim das chuvas, produzem sempre grandes quantidades de biomassa tanto para cima do solo, como dentro do solo, assegurando as funções vitais de sustentação do sistema de PD.

• No que se refere a cultura do algodoeiro, a eliminação química do soqueiro do algodoeiro é satisfatória, eficiente, quando realizada imediatamente após a colheita, depois de ter triturado a resteva, usando 1,3 litros de 2-4D amina/ha, no sistema de PD.

Estes exemplos, perigosos para a gestão do patrimônio solo, evidenciam que:

• As oportunidades econômicas devem ser aproveitadas muito rapidamente o que leva os agricultores a subestimar as regras agrônômicas as mais elementares (benefício de curto prazo prioritário)

• A pesquisa deve ter um papel de prevenção e para isto ela deve antecipar, ao invés de realizar autopsias do desenvolvimento. Entre outras perguntas que necessitam respostas urgentes: quais são os indicadores simples e eficientes para pilotar uma gestão sustentável dos sistemas de cultura em PD, em particular indicadores eficientes e simples dos estados físico e biológico do solo sobre os quais são construídos os sistemas em PD... Quando se deve recarregar o solo em biomassa? (esqueleto de sustentação do solo constituído pelos sistemas radiculares com a fauna e a microflora associados).

É preciso, urgente, constituir bancos de dados regionais a este respeito e treinar melhor os diversos atores do desenvolvimento.

<sup>1/2</sup> Pesquisadores do Cirad

ZENECA

Com 'Priori' na soja, você pode dormir tranquilo: maior controle, maior produtividade.



'Priori' é um fungicida sistêmico e preventivo, de amplo espectro, empregado com eficiência no controle do complexo de doenças de final de ciclo (DFC) na cultura da soja.

De origem natural, seu princípio ativo é baseado em substâncias produzidas por cogumelos.

**Priori**

A prevenção que traz produtividade.

#### ATENÇÃO

Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e na receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

Consulte sempre um Engenheiro Agrônomo

Venda sob responsabilidade agrônômica



## Coluna do Cardoso: Plantio Direto e seus milagres

**A**o longo dos últimos anos têm sido observados alguns efeitos surpreendentes e imprevistos no sistema do Plantio Direto. Vejamos alguns exemplos, penderes ainda de comprovação científica principalmente quanto à quantificação do benefício.

### Dispensa de correção

Tem havido sucesso na implantação do PD em campo nativo do RS, aplicando-se calcário na superfície, quando tem pouco efeito para correção do solo nos primeiros anos. A produção de soja é satisfatória como constatado pessoalmente em Cruz Alta (RS) e Vacaria (RS). Pastagens antigas de *B. decumbens* vêm sendo dessecadas em MS e GO, recebem calcário na superfície, e produzem em soja sob PD já no primeiro ano. Aqui também não houve correção do solo, pelo menos inicialmente. Mais recentemente, em Sinop/MT, disse-me o agricultor Taffare: "Com aração e gradagem é preciso calagem. No PD é dispensável". Ainda em MT, o agrônomo Maronezzi, com campo experimental em Sinop, mencionou uma tese de doutoramento na ESALQ sobre "Comple-

tação de Alumínio pelos Produtos de Decomposição da Matéria Orgânica no PD".

De tudo isso pode-se inferir que a manta vegetal em decomposição, tanto no campo nativo e pastagens como no PD, origina subprodutos (ácidos húmicos?) que, levados em profundidade pela água percolante, neutralizam o alumínio tóxico.

### Resistência a moléstias

Recente trabalho do CIRAD - Centro Internacional para Pesquisa Agrícola e Desenvolvimento (França), apresentado pelo agrônomo Séguy e seus companheiros, traz observações sobre maior resistência da planta do arroz sob PD aos fungos e bactérias, quando comparado ao plantio convencional com preparo de solo. O trabalho é detalhado e redigido para divulgação internacional.

### N gradual

Segundo o mencionado agrônomo Yamada, do PPI - Instituto da Potassa e Fósforo (EUA e Canadá), a reciclagem de parte do N absorvido previamente pelo milho, atenua o choque

do nitrogênio aplicado em grandes doses como cobertura. Observa esse técnico que fica reduzida a susceptibilidade das folhas (milho) ao ataque de fungos e insetos.

Ao que tudo indica o PD, inicialmente adotado para proteção do solo contra erosão, aquecimento e evaporação, constitui uma verdadeira revolução na agricultura tropical ao ensejar efeitos secundários da matéria orgânica em decomposição, cujos subprodutos vêm neutralizar o Al tóxico, aumentar a resistência a moléstias e pragas, e ainda suprir N reciclado após sua transformação em nitrogênio orgânico de liberação gradual.

Cumpra a EMBRAPA intensificar as pesquisas sobre fenômenos tão relevantes e de tão alto significado para nosso país "de bons ares frescos e temperados, com chuveciros, onde dar-se-á nela tudo, por causa das águas que tem", segundo observado por Pero Vaz de Caminha em abril de 1500.

**Fernando Penteado Cardoso**  
(eng. agrônomo e consultor da Manah SA. em SP)

## Culturas de cobertura em Iraí de Minas

**O** campo demonstrativo do IV ERPDC, na Fazenda Lohmann, em Iraí de Minas agora está gerando informações úteis para os agricultores da região, por meio da colaboração UFU/Copamil/APDC. Como fornecedores do material genético mais gerador de palha, *tiramos o chapéu* para a equipe do CIRAD-CA da França, Lucien Séguy e Serge Bouzinac, radicados em Goiânia desde 1984, e quem nos cedeu as sementes dos sorgos e milhetos africanos para teste.

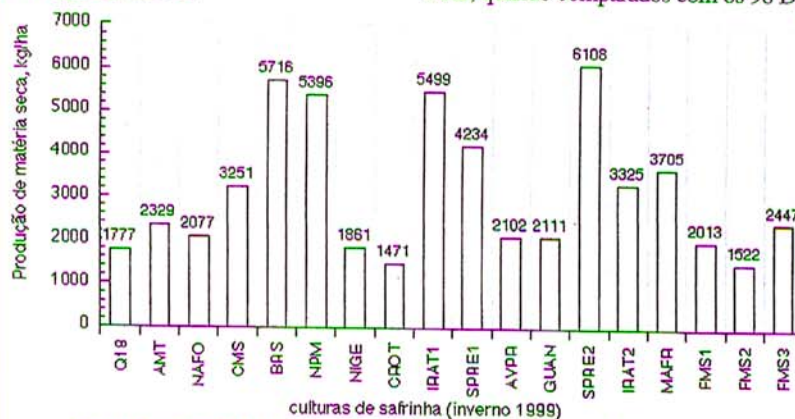
O impressionante sorgo preto da Guinéa SPRE-2, produziu 6100 kg/ha de matéria seca aos 98 dias após plantio (DAP) e 600 aos 141 DAP. O plantio foi em 2 de março de 1999.

Mas o melhor material da Embrapa Milho e Sorgo, o milheto BRS 1501, não ficou muito atrás, rendendo 5700 kg/ha na primeira data. As aveias, inclusive a preta, mostraram desempenho limitado, porém o novo lançamento de aveia branca FMS-3, da Fundação MS gerou mais palha que a aveia preta (aos 98 DAP 2400 kg/ha vs 2100 kg/ha); e ainda esta opção

permite produzir grãos para a agroindústria.

As alternativas de folha larga sempre mostraram menor produção de massa, porém são interessantes na rotação para quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas, além da produção de grãos especializados.

A melhor dessas foi o cultivar de *Amaranthus* fornecida pela Embrapa Cerrados, com 2300 kg/ha aos 98 DAP; a Quinoa da mesma fonte não superou o Nabo Forrageiro, Guandu, Niger e a *Crotalaria ochroleuca*. Todos esses materiais de folha larga mostraram menos massa seca aos 141 DAP, quando comparados com os 98 DAP.



Produção de matéria seca das culturas de safrinha instaladas na Fazenda Lohman (Iraí de Minas, MG) em 2/03/99, após 98 dias de semeadura (8/06/99).

Q18 = quinoa; AMT = amaranthus; NAFO = nabo forrageiro; CMS = milheto CMS 03; BRS = milheto BRS 1501; NPM = milheto NPM - 1 alto; NIGE = niger; CROT = crotalaria ochroleuca; IRAT1 = sorgo Iraí; SPRE1 = sorgo preto; AVPR = aveia preta; GUAN = guandu; SPRE2 = sorgo preto; IRAT2 = sorgo Iraí; MAFR = milheto africano; FMS1 = aveia FMS1; FMS2 = aveia FMS2 e FMS3 = Aveia FMS3.

# SISTEMAS DE CULTIVO E DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA

Lucien Séguy<sup>1</sup>Serge Bouzinac<sup>2</sup>Angelo Carlos Maronezzi<sup>3</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

No início deste novo milênio, a agricultura mundial deverá efetuar uma verdadeira revolução para se adaptar, simultaneamente, à globalização dos mercados e do conhecimento, à pressão crescente dos consumidores que exigem produtos saudáveis e de qualidade, e a dos pesquisadores e da sociedade civil em geral para a salvaguarda do planeta.

As estratégias e os modelos de desenvolvimento terão de levar em conta a necessidade de produzir mais por unidade de recursos naturais, e assim sendo, será imperativo reduzir e até suprimir os efeitos negativos provocados pela atividade agrícola na natureza. Atualmente, estimativas oriundas de pesquisas recentes (LAL et al., 1995; IPCC, 1996) evidenciam que o volume de CO<sub>2</sub> emitido do planeta para a atmosfera contribui com 50% para o efeito estufa e que a atividade agrícola representa mais de 23% do CO<sub>2</sub> total emitido.

Se esta revolução ainda está por acontecer no planeta, na última década do século passado surgiu, sob a pressão das catástrofes ecológicas mundiais repetidas, uma consciência coletiva em favor da proteção do meio ambiente. A agricultura conservacionista já tem realizado, a este respeito, uma verdadeira revolução nas práticas e nos espíritos, particularmente no continente americano, e sobretudo no Brasil, que constitui o exemplo mais significativo, através do desenvolvimento exponencial da gestão dos solos e das unidades de paisagem em Plantio Direto.

No continente americano, atual sede desta revolução agrícola (EUA e sobretudo Brasil e países do Cone Sul), inúmeros trabalhos de pesquisa conduzidos em eco e agrossistemas muito contrastados com modos de gestão de longo prazo, mostram que, tanto sob clima temperado quanto tropical ou subtropical, os sistemas praticados em Plantio Direto<sup>4</sup>, sem jamais preparar o solo, comparados aos mesmos sistemas de cultivo usando as diversas técnicas convencionais de preparo do solo, permitem aumentar notavelmente

os teores de matéria orgânica dos solos (CAMBARDELLA & ELLIOT, 1994; DICK et al., 1998; BAYER et al., 2000; SÁ et al. 2000a,b).

Se estes resultados do Plantio Direto, já confirmados em longos períodos, são animadores e nos tranquilizam quanto ao futuro do planeta pela sua capacidade de produzir mais, sustentavelmente e a um custo menor, poluindo menos (ELLIOT et al., 1989; REICOSKY et al., 1995), eles ainda se revelam insuficientes para bem explicitar cientificamente e dominar na prática a dinâmica do carbono em função da natureza dos sistemas de cultivo praticados e principalmente para construir os sistemas conservadores de amanhã, os quais deverão ser ainda mais atuantes a esse respeito, satisfazendo também os "pré-requisitos" da agricultura sustentável e os objetivos dos agricultores.

Há mais de 20 anos no Brasil, mais de 15 anos na ilha da Réunion, mais de 10 anos em Madagascar e mais recentemente na Ásia (Vietnam e Laos), o CIRAD constrói, com seus parceiros de pesquisa e de desenvolvimento no Sul, diversos sistemas de cultivo em Plantio Direto<sup>4</sup> que devem responder a essas exigências.

O presente trabalho reúne, de modo muito sintético<sup>5</sup>, os principais resultados desta construção da Pesquisa-Ação conduzida pelo CIRAD-CA e contempla sucessivamente:

- A apresentação de nossa metodologia geral de intervenção nos sistemas de cultivo, que atua em ligação direta no ambiente e com a participação efetiva dos atores do desenvolvimento;
- A análise das tendências evolutivas da matéria orgânica em função da natureza dos sistemas de cultivo existentes e dos sistemas inovadores e preservadores do meio-ambiente. Os resultados são discutidos e comparados com os obtidos em outras grandes eco-regiões do mundo, principalmente nos EUA, em clima temperado, e no Brasil, em clima subtropical;
- A avaliação das performances agronômicas, técnicas e econômicas dos sistemas de cultivo, e sua evolução no decorrer do tempo. Os resultados dos melhores sistemas apropriáveis são con-

<sup>1</sup> Engº Agrº do CIRAD-CA, sediado em Goiânia-GO, coordenador da Rede Plantio Direto do Programa GEC. Telefone: (62) 280-6286. E-mail: lseguy@zaz.com.br

<sup>2</sup> Engº Agrº do CIRAD-CA, trabalha em equipe com L. Séguy no Brasil e na Rede Plantio Direto GEC. E-mail: lseguy@zaz.com.br

<sup>3</sup> Engº Agrº e diretor da empresa de pesquisa privada AGRONORTE, Sinop-MT, parceiro do CIRAD-CA/GEC. Telefone: (65) 515-8383. E-mail: agronort@terra.com.br

<sup>4</sup> O Plantio Direto (PD) é um sistema conservacionista de gestão dos solos e das culturas no qual a semente é colocada diretamente no solo. Somente um pequeno buraco ou um sulco é aberto, de profundidade e largura suficientes, com implementos concebidos para este fim, para garantir uma boa cobertura e um bom contato da semente com o solo. A eliminação das invasoras, antes e depois do plantio, durante o cultivo, se faz com herbicidas os menos poluentes possíveis para o solo, que deve sempre permanecer coberto.

<sup>5</sup> Para mais informações, o leitor poderá consultar o Dossiê "Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica" de L. Séguy, S. Bouzinac e A.C. Maronezzi, 2001, 203p. (Documento Interno CIRAD-CA). 34398 - Montpellier Cedex 5 França, 2001.



frontados com sua capacidade em seqüestrar o carbono e em conservar o potencial produtivo do patrimônio solo a médio prazo e ao menor custo.

Levando em consideração os inúmeros resultados já acumulados no que diz respeito às performances dos sistemas de cultivo na "Rede Plantio Direto do CIRAD-CA", só trataremos neste trabalho de alguns exemplos mais destacados nos planos ecológicos e sócio-econômicos que tiveram comprovação efetiva, e que alimentam ativamente e significativamente a difusão e a apropriação pelos agricultores dos sistemas de cultivo preservadores do meio-ambiente.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método de Pesquisa-Ação utilizado, chamado de "Criação-Difusão", faz parte dos modelos de pesquisa fundamentados na experimentação em meio real (SÉGUY, 1994; SÉGUY et al., 1996; TRIOMPHE, 1999) (Figura 1).

Partindo de várias situações pedoclimáticas e sócio-econômicas regionais (*diagnóstico inicial, tipologia das fazendas que levam à análise dos maiores fatores limitantes para a fixação de agriculturas sustentáveis*), a pesquisa-ação consiste essencialmente em adaptar, construir, para e com os agricultores, nos seus ambientes, sistemas de cultivo sustentáveis baseados em técnicas de gestão conservacionistas dos solos, facilmente apropriáveis pelos produtores. Em primeiro lugar, estes sistemas devem melhorar, restaurar e, em seguida, manter o potencial produtivo do solo a

longo prazo, com uso mínimo de insumos, até sem nenhum, num ambiente totalmente protegido (*Escalas das unidades de paisagem, dos "terroirs"*<sup>6</sup>).

Simultaneamente, e num enfoque holístico e heurístico, estes objetivos são:

- construir, com os agricultores, soluções práticas e apropriáveis para vencer os obstáculos à fixação das agriculturas tropicais sustentáveis (*critérios dos produtores, dos extensionistas e dos pesquisadores*);
- explicar e modelar o funcionamento dos agrossistemas cultivados, sustentáveis, para poder adaptá-los logo para outros eco e agrossistemas tropicais;
- analisar e avaliar preventivamente seus impactos: na evolução da fertilidade dos solos na escala das unidades de paisagem representativas dos "terroirs" e das microbacias, no comportamento dos agricultores e das sociedades rurais.

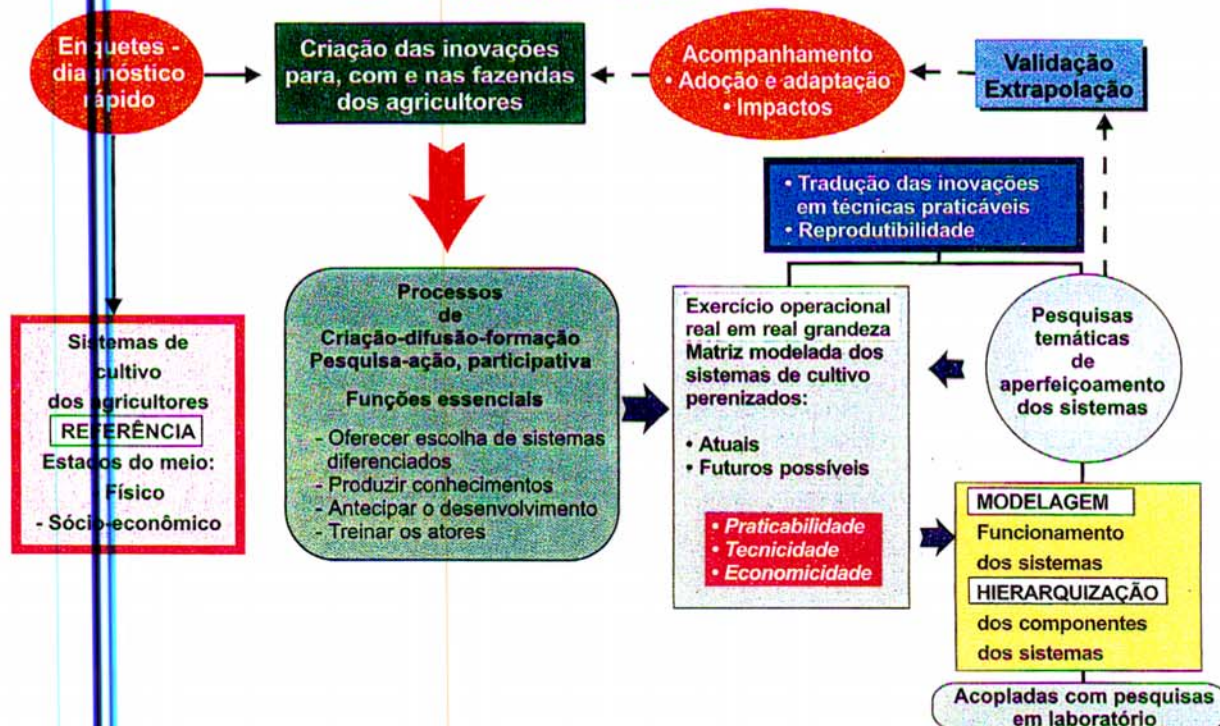
### 2.1. CRIAÇÃO DA OFERTA TECNOLÓGICA "Sistemas de cultivo" COM OS PRODUTORES

A pesquisa-ação cria, em cada grande eco-região, com seus parceiros de desenvolvimento (agricultores, extensionistas), um duplo dispositivo operacional com vocações complementares:

- Algumas unidades experimentais "sistemas de cultivo", geridas em meio real controlado pela pesquisa e pelos agricultores – representam as vitrinas da oferta tecnológica (*matrizes dos sistemas*);

**FIGURA 1. PESQUISA-AÇÃO PARA, COM E NAS FAZENDAS DOS AGRICULTORES**

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA-GEC, 1997



<sup>6</sup> Definição de "terroirs": conjunto de parcelas homogêneas caracterizadas por uma mesma estrutura e uma mesma dinâmica ecológica (agrossistema) assim como pelo mesmo tipo de aproveitamento e instalações agrícolas (G. Duby, A. Vallon).

• **Várias fazendas de referência, em meio real**, onde são aplicados, em grande escala, um ou vários sistemas de cultivo procedentes das unidades, escolhidos pelos produtores que os aplicam integralmente ou os readaptam em função de seus próprios objetivos. Este conjunto constitui um dispositivo de intervenção multilocal de longa duração que abrange as variabilidades pedoclimática e sócio-econômica regional (Figura 2).

Os sistemas de cultivo (*tradicionais + inovadores*) estão organizados e modelados em “matrizes dos sistemas”, sobre toposequências representativas do meio físico e da paisagem agrícola. Partindo dos sistemas tradicionais, os novos sistemas são elaborados por incorporação progressiva, sistemática e controlada de fatores de produção mais performantes (*modos de gestão dos solos e das culturas, produtos temáticos tais como variedades, níveis de adubação* – Figura 3).

A construção das matrizes “sistemas de cultivo” obedece a regras precisas (SÉGUY, 1994; SÉGUY et al., 1996), que permitem a interpretação dos efeitos diretos e acumulados dos componentes dos sistemas no decorrer do tempo, tanto nas suas performances de produção quanto nos seus impactos na fertilidade dos solos, na biologia das invasoras ou das pragas, etc.

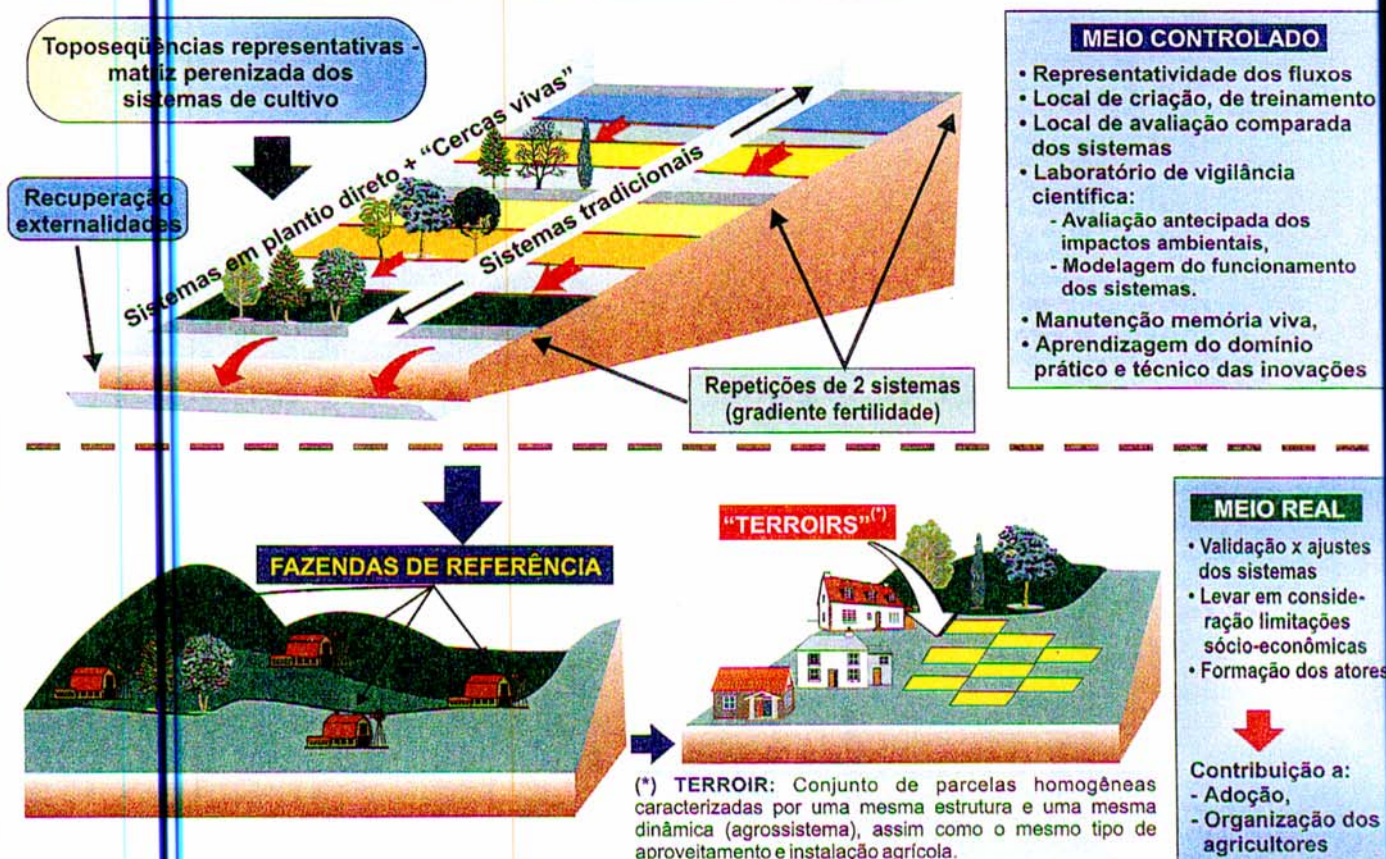
As matrizes “sistemas de cultivo” e a rede multilocal de fazendas de referência constituem os suportes operacionais do estudo; estes dispositivos experimentais, de longa duração, representam ao mesmo tempo:

• **Um lugar de ação, de criação da inovação e de formação dos atores**, no qual a montagem matricial dos sistemas permite avaliar suas performances agrônômicas, técnicas e econômicas, comparadas nas mesmas condições de solo e clima, e classificá-los no decorrer do tempo (*respostas de sua estabilidade ou flutuações em relação aos riscos climático ou econômico*); enfim, extrair as leis de funcionamento dos sistemas (*condições de reprodutibilidade e modelagem*);

• **Um laboratório de vigilância, precioso para os cientistas** permitindo avaliar, de modo antecipado em relação à adoção dos sistemas pelos agricultores, seus impactos no meio ambiente (*erosão, qualidade biológica dos solos, externalidades, xenobióticos* [conceitos de CHAUSSOD, 1996]. Portanto, trata-se de um lugar privilegiado para confrontar performances de produção dos sistemas com seus modos de funcionamento e impactos ambientais dentro de um enfoque preventivo que oferece soluções reais aos agricultores e às autoridades, a fim de conciliar as exigências da sociedade civil (*impactos ambientais*) e os objetivos dos produtores (*produtividades dos sistemas, do trabalho, das margens, etc.*);

• **Manutenção da memória viva** = os sistemas tradicionais e suas evoluções estão perenizados para medir os progressos conseguidos no decorrer do tempo (*performances agrônômicas e técnico-econômicas, impactos ambientais*). Da mesma forma, os sistemas mais destruidores do recurso-solo devem estar presentes durante todo o estudo – eles são as testemunhas vivas do que não se deve fazer, e são imprescindíveis para a formação da memória viva (*cronosequências de evolução dos sistemas controlados*).

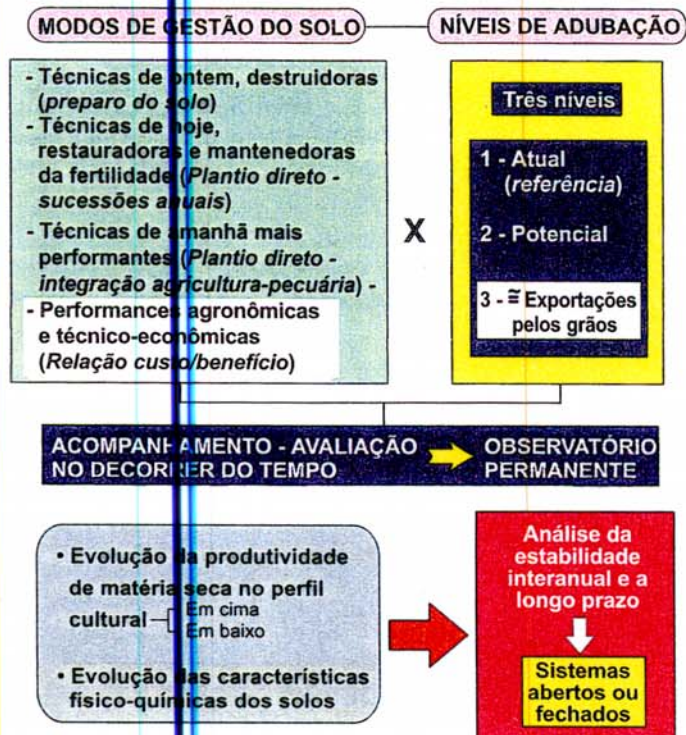
**FIGURA 2. ENFOQUE DA PESQUISA-AÇÃO PARA, COM E NAS PROPRIEDADES DOS AGRICULTORES - NÍVEIS DE ESCALAS E FUNÇÕES -**



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

## FIGURA 3. METODOLOGIA DE ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS DE CULTIVO

MODELAGEM DOS SISTEMAS DE CULTIVO → MATRIZ PERENIZADA DOS SISTEMAS EM AMBIENTES ECOLÓGICOS DIVERSIFICADOS, CONTROLADOS E REAIS (Unidades de paisagem representativas)



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

• Um viveiro de sistemas de cultivo que reúne a agricultura de ontem (com preparo do solo), a agricultura de hoje (as culturas dos agricultores conduzidas em Plantio Direto) e a agricultura de amanhã (sistemas em plantio direto construídos com maior diversidade de culturas, com integração da agricultura com a pecuária e com recolocação das árvores no espaço cultivado).

Todos estes sistemas de cultivo são conduzidos com três níveis de adubação (Figura 3):

- A adubação tradicional, ou recomendada pela pesquisa ou pela extensão, ou a que é usada pela maioria dos agricultores da região,
  - Um nível baixo de adubação, que corresponde, a grosso modo, só ao exportado pelos grãos das culturas,
  - Uma adubação não limitante (expressão do potencial agrônomo na oferta pedoclimática local).
- ◆ Estes três níveis de adubação, combinados aos modos diferenciados de gestão dos solos e das culturas, poderão evidenciar, no decorrer do tempo:
- ◆ A importância das possibilidades de restauração da fertilidade *in situ* pela via organo-biológica (velocidade de restauração, importância na produtividade de matéria seca total em função dos níveis de adubação mineral, expressão do potencial produtivo do solo no passar

do tempo), e a comprovação do fechamento do sistema “solo-cultura” (SÉGUY et al., 1996), sem perda de nutrientes, graças aos sistemas de cultivo em Plantio Direto conduzidos com um baixo nível de adubação, que só repõe as exportações de nutrientes pelos grãos.

- ◆ A influência preponderante e capital da gestão prioritária das propriedades físicas e biológicas (*estritamente ligadas*) sobre as performances agronômicas dos sistemas de cultivo no decorrer do tempo, em relação às das propriedades químicas nos solos tropicais (*latossolos dominantes, mais ou menos degradados*).

### CONTEÚDO DAS MATRIZES “Sistemas de cultivo” PERENIZADAS:

Elas reúnem na mesma unidade experimental e nas mesmas condições pedoclimáticas:

- O/os sistemas tradicionais representativos da região;
- Sistemas inovadores, preservadores do meio ambiente em constante evolução, que usam novas técnicas de Plantio Direto, inspirados diretamente no funcionamento do ecossistema florestal: o plantio direto sobre cobertura permanente do solo (SÉGUY et al., 1996).

Três grandes tipos de sistemas de cultivo foram elaborados pelo CIRAD-CA inspirados no ecossistema florestal (vide Figuras 8 a 10):

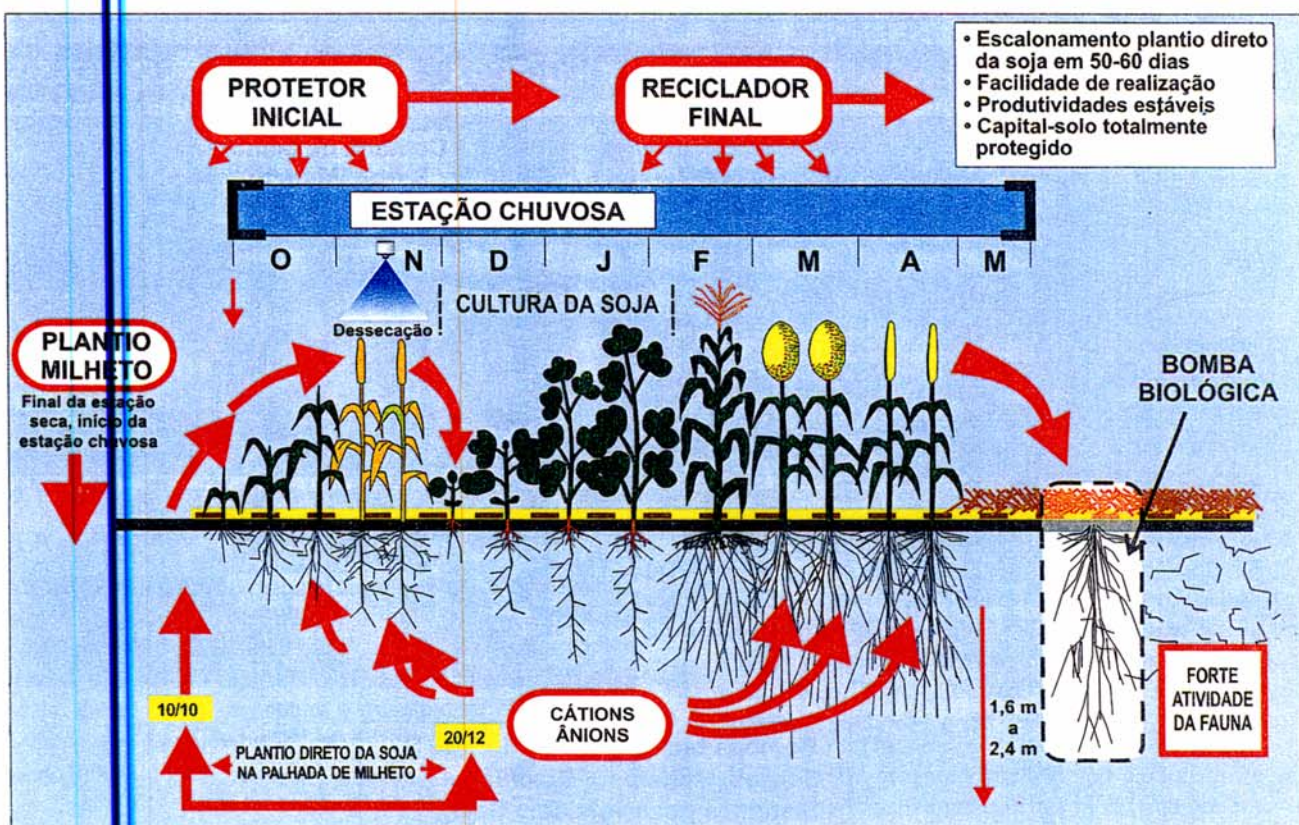
- Nas coberturas mortas,
- Nas coberturas vivas,
- Nas coberturas com vocação mista.

Nos sistemas com cobertura morta permanente, a cobertura provém, além dos resíduos de colheita das culturas comerciais, de uma cultura de biomassa vegetal (*espécie com a vocação de produção de grãos ou forrageira, ou ambas associadas*), extremamente potente, implantada antes ou depois da cobertura comercial, em condições pluviométricas frequentemente aleatórias (Figura 4). Esta forte biomassa é dessecada com herbicidas logo antes do plantio direto da cultura comercial, o qual se realiza na cobertura graças a plantadeiras especialmente concebidas para este fim.

Nos sistemas com cobertura viva permanente, é utilizada sempre uma espécie forrageira perene através de órgãos de multiplicação vegetativa (*estolões, rizomas*). A cultura comercial é implantada na cobertura em que somente a parte aérea foi dessecada (*preservando totalmente os órgãos de reprodução vegetativa com herbicidas idôneos, baratos e pouco poluidores*). A cobertura é mantida viva, mas não compete com a cultura comercial (*com ajuda de herbicidas seletivos, usados em baixíssima dosagem*), até que a cultura comercial, gerida para este fim, assegure um sombreamento total acima dela. Quando a cultura comercial amadurece, ela deixa a luz penetrar, e a cobertura viva volta a crescer cobrindo logo o solo, e pode ser pastoreada pelos animais após a colheita (*sucessões anuais = produção de grãos + produção de carne ou leite*) (Figura 5).

Os sistemas mistos (Figura 6) são intermediários entre os dois modelos anteriores e são edificados sobre sucessões anuais que incluem: uma cultura comercial + uma cultura de biomassa para produção de grãos consorciada com uma cultura forrageira; por-

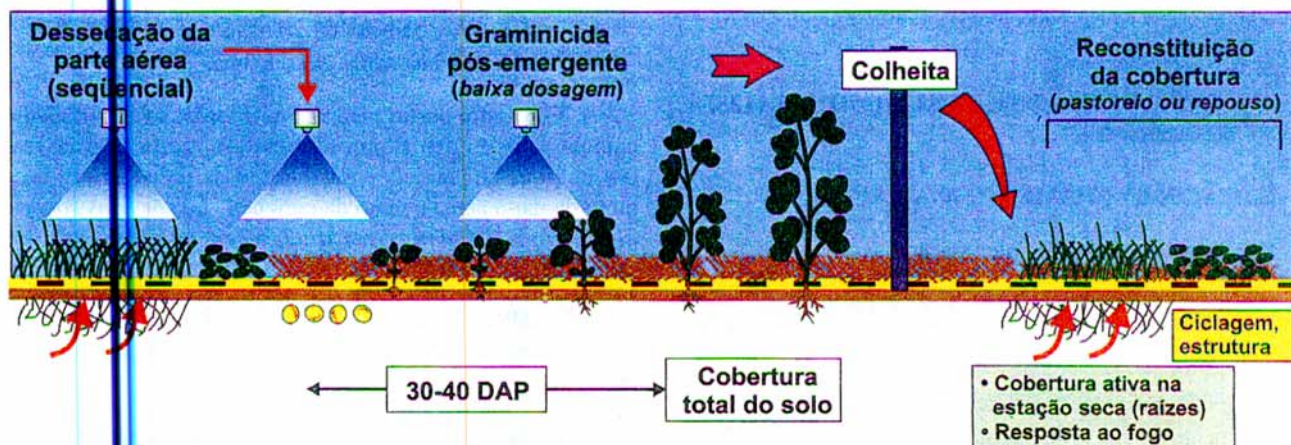
**FIGURA 4. "SISTEMA MANTENEDOR DA FERTILIDADE" NA CULTURA DA SOJA  
INÍCIO DO PLANTIO DIRETO - 1987**



L. Séguy, S. Bouzinac - MT/1993

**FIGURA 5. SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO SOBRE COBERTURAS VIVAS<sup>(1)</sup> - PRINCÍPIOS BÁSICOS**

**1. COBERTURA COM ESTOLÕES E/OU RIZOMAS**

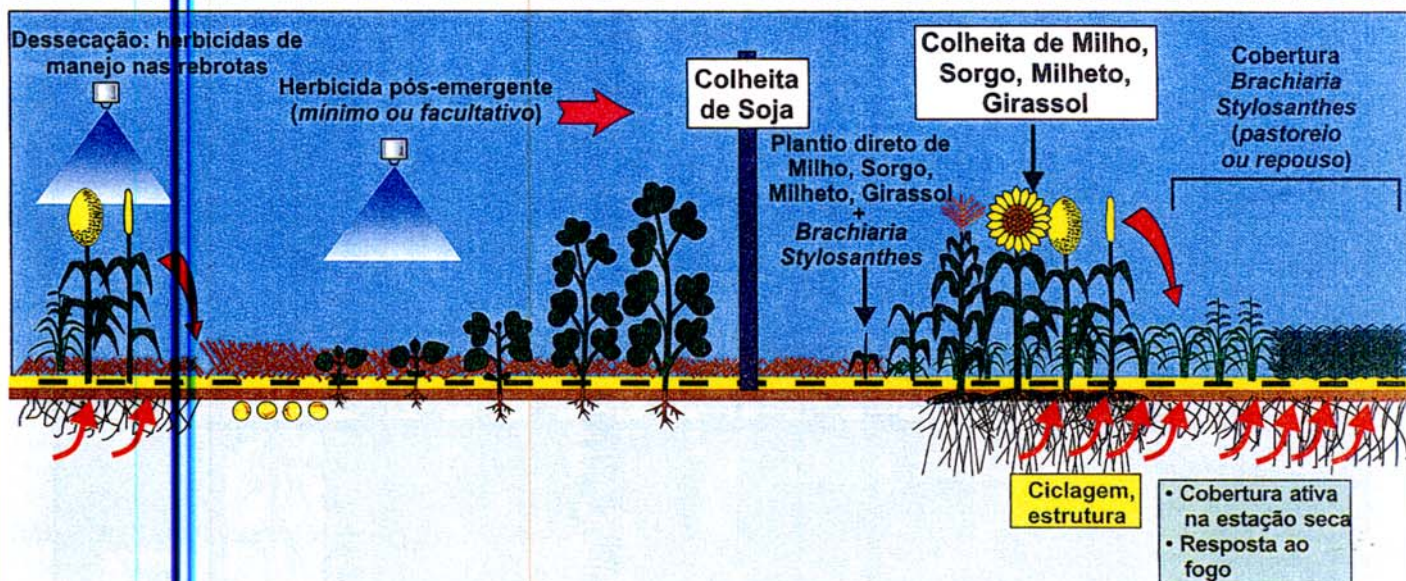


- (1) • Gêneros *Cynodon* (Tifton), *Arachis*, *Pennisetum*, *Paspalum*, *Stenotaphrum*, *Axonopus*  
• Sistemas: Sucessões anuais  
Soja, Arroz, Algodão, Milho + Pastagem

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD CA-GEC, 1993/98

## FIGURA 6. SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO NAS COBERTURAS VIVAS - PRINCÍPIOS BÁSICOS

### 2. COBERTURAS CONSORCIANDO BOMBAS BIOLÓGICAS<sup>(1)</sup> + *BRACHIARIA RUZIZIENSIS*



- (1)
- Bombas biológicas: Sorgos, Milhetos + *Brachiaria*
  - Sistemas possíveis com Soja, Arroz de alta tecnologia, Algodão

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD CA-GEC, 1993/98

tanto, colhe-se as duas culturas sucessivas durante a estação chuvosa, e em seguida, durante a estação seca, tem-se uma produção de carne ou de leite assegurada pela cultura forrageira (Figura 6).

A duração da estação chuvosa e a importância da pluviosidade determinarão as possibilidades de aplicação de um ou outro tipo de sistema de Plantio Direto com cobertura permanente dos solos.

#### 2.2. ACOMPANHAMENTO - AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE IMPACTOS

##### 2.2.1. ACOMPANHAMENTO-AVALIAÇÃO

Depende das escalas de intervenção:

♦ **NA ESCALA DA PARCELA** estão avaliadas as performances comparadas dos sistemas de cultivo com o passar do tempo, em termos:

a) **agronômicos**: produtividade de matéria seca das culturas comerciais ou alimentares (*biomassas aéreas = grãos + palhas, e biomassas radiculares*) e seus teores em nutrientes; produtividade das culturas "biomassas de cobertura" ou "bombas biológicas" que desempenham sua multifuncionalidade nos solos e que constituem o leito no qual efetua-se o plantio direto das culturas comerciais. São registrados:

- Os rendimentos em matéria seca das partes aéreas e radiculares e sua dinâmica de crescimento,

- Seu conteúdo em nutrientes: C, N, P, Ca, Mg, K, S e micronutrientes.

Estas medições são efetuadas sistematicamente:

- ♦ antes do plantio direto das culturas comerciais,
- ♦ depois da colheita de grãos, e após a das biomassas de cobertura instaladas em safrinha.

O registro destes parâmetros informa sobre a dinâmica do carbono e dos nutrientes procedentes da mineralização das restebas das culturas comerciais e das biomassas de cobertura oriundas tanto da parte aérea quanto da radicular (*funções das coberturas: alimentar, recicladora e reestruturadora, de recarregamento em carbono*).

Igualmente são acompanhados, em cada sistema de cultivo, o parasitismo dos solos e das culturas, e a evolução da flora daninha (*função de controle das coberturas*).

b) **técnicos** = factibilidade (*exequibilidade*) técnica dos sistemas de cultivo, capacidade de trabalho dos equipamentos mecanizados e da mão-de-obra, sua flexibilidade de uso, sua periodicidade

c) **econômicos** = custos de produção, margens brutas e líquidas, relação custo/benefício. No caso das agriculturas manuais também o número de dias de trabalho e a sua valorização.

O registro desses dados mínimos permite, em todos os casos

- classificar os sistemas de cultivo a partir de suas performances anuais e interanuais, nos planos agrônomo, técnico e econômico.
- comparar e compreender seus principais modos de funcionamento agrônomo no passar do tempo (*relações solo-culturas*), avaliá-los e classificá-los face aos riscos climáticos maiores.
- identificar os sistemas mais estáveis e de menor risco do ponto de vista da gestão econômica frente às variabilidades climáticas e econômicas.

#### ◆ NA ESCALA DA TOPOSEQUÊNCIA

- Dinâmica da erosão e do escorrimento (*qualitativo*),
- Avaliação das externalidades: carga sólida, teores em nitratos, bases, P, moléculas xenobióticas, recuperadas na parte "a justante" das toposequências (Figura 2).

#### ◆ NA ESCALA DAS FAZENDAS DE REFERÊNCIA E DOS "TERROIRS" (*meio real*)

- Performances comparadas dos sistemas de cultivo e de produção a partir dos critérios precedentes: agrônomo, técnico e econômico.
- Difusão espontânea dos sistemas de cultivo em Plantio Direto (*importância, pontos fortes e fracos*).
- Identificação dos agricultores líderes, formadores de opinião (*amplificação da difusão*).
- Modificação dos sistemas de cultivo e de produção, da ocupação do espaço; importância da árvore no espaço cultivado, do pousio.

#### ◆ NA ESCALA REGIONAL

- A partir da rede experimental (*matrizes + fazendas de referência*), criação de referências agrônomo e técnico-econômicas regionais (*banco de dados*) sobre os sistemas de cultivo em Plantio Direto nas coberturas vegetais.
- Modelagem do funcionamento comparado dos sistemas de cultivo (*leis de funcionamento dos agrossistemas e possibilidades de extrapolação para demais ecologias*).

### 2.2.2. ANÁLISE DOS IMPACTOS

#### ◆ NO SOLO

Evolução da fertilidade dos solos (*escala das toposequências, dos sistemas de cultivo, do ambiente natural*):

#### Análises de rotina

- **Propriedades químicas:** pH, S, CTC, P total e trocável (*Resina*), K, Ca, Mg, Al, S e micronutrientes;
- **Propriedades físicas:** M.O., N orgânico, propriedades hidrodinâmicas = água utilizável, sua velocidade de infiltração sob culturas, a tipologia dos agregados e do espaço poral; caracterização e acompanhamento permanente do perfil cultural e especial-

mente da dinâmica de colonização radicular (*velocidade, características de exploração do perfil*).

#### Análises mais detalhadas, necessárias para quantificar a dinâmica do carbono e dos íons:

- **dinâmica dos nitratos de Ca e de K** (*tipo de funcionamento do sistema "solo-culturas": aberto ou fechado* [conceito SÉGUIN 1996]).
- **propriedades biológicas:** caracterização da fauna (*macro e meso*), biomassa microbiana, biomassa microbiana/C, C e N orgânico, dinâmica do C ( $C^{13}/C^{12}$ ) (CERRI et al., 1985), método do fracionamento granulométrico das matérias orgânicas (FELLER, 1995), índice da atividade biológica global (*Bourguignon C., 1995/2000 comunicação pessoal*).

#### ◆ NAS EXTERNALIDADES

Na escala de toposequências representativas ou parte de microbacias:

- Manutenção das infra-estruturas: estradas, caminhos, instalações hidráulicas (*operações, custos*).
- Rios, poços, lençóis freáticos: poluição *lato sensu* (*nitratos, pesticidas*).

#### ◆ NA MENTALIDADE DOS AGRICULTORES

- Relações com meio-ambiente (*replanteio de árvores, instalação de cercas vivas, respeito à fauna*);
- Levar em conta a qualidade da produção;
- Organização da profissão agrícola (*clubes e associações de Plantio Direto, outros tipos de organização da produção, do crédito, dos insumos*);
- Natureza de suas decisões, visão de seu futuro.

#### ◆ NA ECONOMIA REGIONAL

- *Continuums* produtivos e comerciais por produto, mercados, transformação dos produtos.
- Redes de abastecimento em fatores de produção, em créditos.
- Lugar da agricultura na economia regional.

### 2.3. ESCOLHA DAS ECO-REGIÕES

Dentro deste estudo, três grandes ecologias foram escolhidas a título de exemplos demonstrativos. Elas são muito diferentes nos planos geomorfológico, pedológico, climático e sócio-econômico, porém, todas foram submetidas a uma erosão intensa quando os solos foram preparados.

- **Os Trópicos Úmidos (TU)** foram representados pela região das frentes pioneiras do Sul da Bacia Amazônica no Brasil (*de 11 a 12° de latitude Sul*) e a região de Boumango, no Gabão, no Oeste da África (*2° de latitude N*). Elas correspondem ao domínio dos Latossolos sobre rocha ácida, altamente dessaturados, sob clima quente com alta pluviosidade anual, com uma ou duas estações chuvosas, variando entre 2.000 e mais de 3.000 mm, distribu-

das em 7 a 8 meses. As unidades geomorfológicas mais representativas são as colinas em meia-laranja, cujo declive vai de 2% até mais de 6%. Dois grandes ecossistemas estão lado a lado: o das FLORESTAS e o dos CERRADOS (*savanas*).

• **Região das FLORESTAS TROPICAIS do Centro-Oeste brasileiro** (17° de latitude Sul), representativa dos Latossolos Vermelho-Escuros eutróficos com fortes potencialidades sobre rochas basálticas (os "trapps basálticos" cobrem 750.000 km<sup>2</sup> no Brasil); o clima é mais fresco na estação seca e a pluviometria variável de um ano para outro, oscila entre 900 e 1.600 mm, em 6 meses. As unidades geomorfológicas são constituídas de "dedos" basálticos com fortes declives (6 a 20%).

Nessas duas grandes ecologias abertas para a agricultura no final dos anos 70 desenvolveu-se uma agricultura mecanizada, praticada em grandes fazendas dominantes, e baseada em culturas industriais, tais como soja, algodão, ou em culturas alimentares, como arroz e milho, ou ainda a pecuária extensiva.

• **Região das Altas Terras da ilha de Madagascar**, que se beneficia de condições climáticas subtropicais, frescas e úmidas (19° de latitude Sul), com altitude entre 1.200 e 2.000 m, e submetida a um regime ciclônico de chuvas; a pluviometria varia de 1.200 a 1.800 mm e as chuvas podem ser excepcionalmente agressivas durante os ciclones. Os solos são Latossolos sobre maciços cristali-

nos (*localidade de Ibity*), ou sobre aluviões lacustres antigos (*localidade de Sambaina*), e são geralmente ricos em matéria orgânica de baixíssima atividade. Se a agricultura concentra suas atividades na rizicultura irrigada dos vales de altitude, praticada manualmente ou com tração animal, a densidade crescente de ocupação dos solos leva à colonização cada vez maior das colinas com fortíssimo declive, cobertas de latossolos humíferos fortemente dessaturados; a agricultura praticada manualmente é de baixíssima produtividade, sem insumos químicos, os solos são "arados" com pá tradicional (*Angady*).

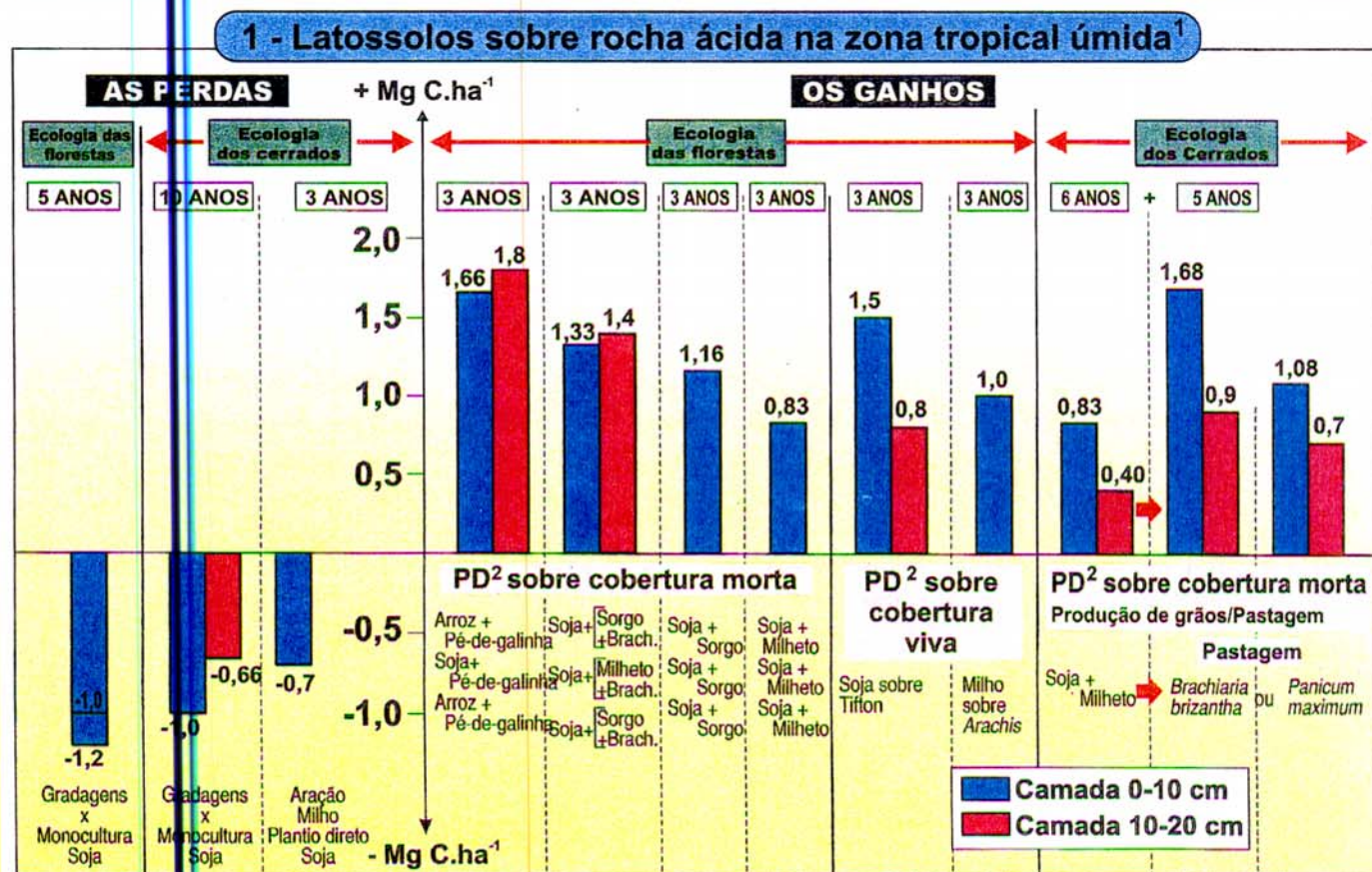
### 3. RESULTADOS

#### 3.1. DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO E DAS ECOLOGIAS

Várias regras podem ser enunciadas a respeito da dinâmica do carbono em função dos sistemas de cultivo, nas diversas grandes eco-regiões tropicais e subtropicais (Figuras 7, 8 e 9):

a) Em todos os casos estudados, as técnicas de preparo de solo (*gradagens, arações*) combinadas com sistemas de monocultura com uma só cultura anual, que só utiliza uma pequena fração do potencial hídrico disponível, levam sempre a perdas expressivas

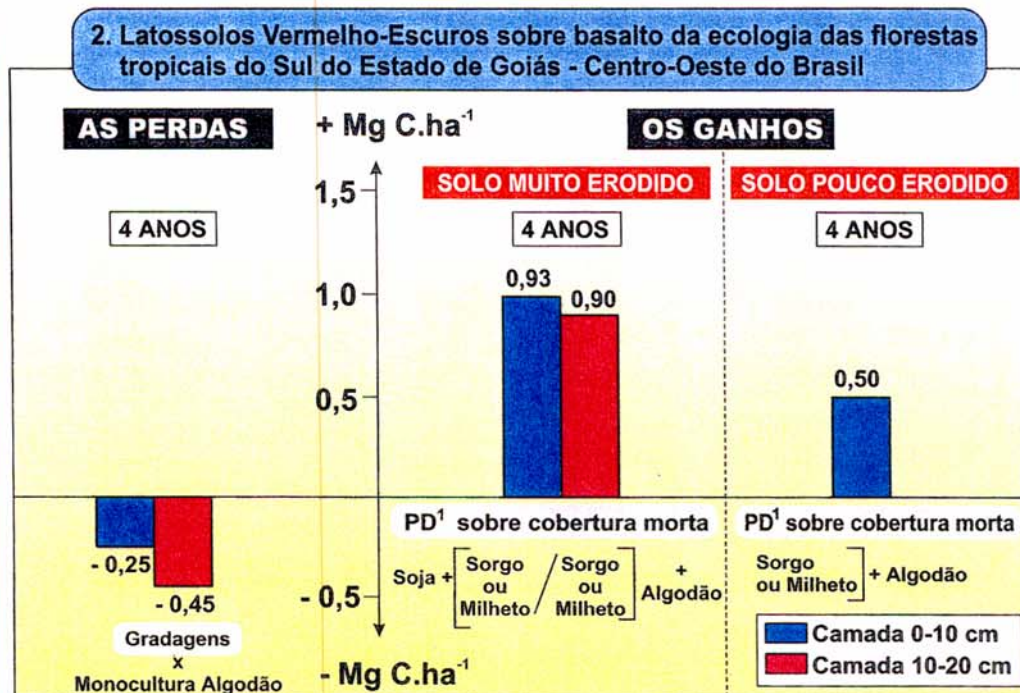
**FIGURA 7. RESUMO DAS TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES MÉDIOS ANUAIS DE CARBONO DO SOLO (em Mg C.ha<sup>-1</sup>), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS**



1- Brasil e Cabão; 2 - PD = Plantio direto

FONTE: L. Séguéy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; M. Matsubara, Faz. Progresso; A. C. Maronezzi, Agronorte; S. Boulakia et al., CIRAD - 1994/99 - Sinop/MT

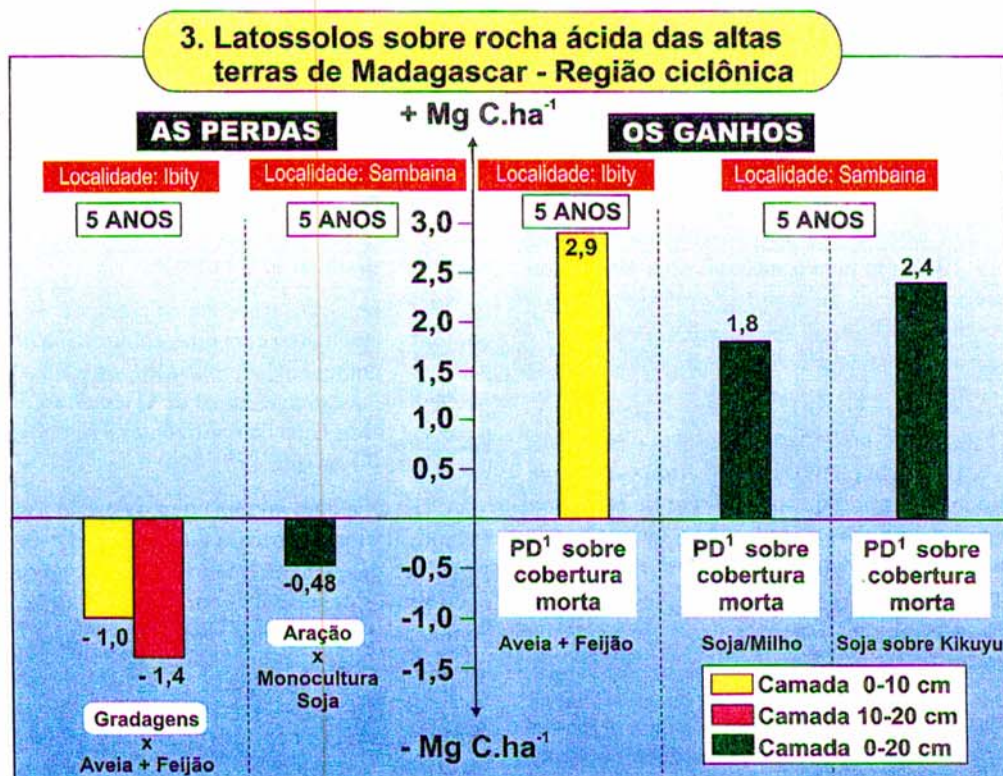
**FIGURA 8. RESUMO DAS TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES MÉDIOS ANUAIS DE CARBONO DO SOLO (em Mg C.ha<sup>-1</sup>), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS**



1- PD = Plantio direto

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

**FIGURA 9. RESUMO DAS TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES MÉDIOS ANUAIS DE CARBONO DO SOLO (em Mg C.ha<sup>-1</sup>), EM FUNÇÃO Da NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS**



1. PD = Plantio direto

FONTE: ONG TAFA; R. Michellon, P. Julien, CIRAD-CA/GEC - Antsirabé, 1999 - MADAGASCAR



de matéria orgânica, cuja importância varia em função das condições de clima, solo, declive, técnicas de preparo do solo e estado de degradação do perfil cultural:

- Nos Trópicos Úmidos, na ecologia de florestas com topografia plana, as perdas se concentram no horizonte de 0-10 cm e variam entre - 0,7 e - 1,2 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, mas podem também afetar a camada de 10-20 cm, como no caso dos cerrados, onde a declividade é maior e a erosão é mais ativa.

- Em regiões subtropicais de altitude, com relevo montanhoso, os latossolos sobre "maciço-cristalino", submetidos a um regime ciclônico de chuvas, podem perder entre - 1,0 e - 1,4 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

- Em regiões de florestas tropicais sobre basalto, com fortes declives no Centro-Oeste brasileiro (*Sul de Goiás*), os latossolos mais argilosos e com fortes potencialidades se revelam menos sensíveis a estes modos de gestão (*gradagem x monocultura de algodão*) e perdem somente entre - 0,2 e - 0,45 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

b) Todos os sistemas de cultivo em Plantio Direto sobre coberturas vegetais permanentes permitem, em todas as situações pedoclimáticas, recarregar o perfil cultural em M.O. e controlar totalmente a erosão, qualquer que seja o declive, a pluviometria e o tipo de solo.

c) Se a importância da sequestração de C depende das condições de solo e clima (*o clima subtropical de altitude, fresco e úmido, é o que mais acumula C*), esta é principalmente condicionada, em cada grande eco-região, pela natureza dos sistemas de cultivo praticados em Plantio Direto e pelo estado de degradação físico-biológico do perfil cultural inicial. Nos Trópicos Úmidos<sup>7</sup>, onde as condições climáticas são ideais para um funcionamento máximo do "reator - mineralização da M.O.", a taxa de sequestração anual de C pode então variar de 1 para 2 em função da natureza dos sistemas praticados; partindo de perfis culturais já muito degradados, empobrecidos em M.C.:

- + 0,83 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para sucessão anual soja + milho (0-10 cm)

- + 1,16 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para a sucessão anual soja + sorgo (0-10 cm)

- + 1,33 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no horizonte 0-10 cm e + 1,4 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> na camada 10-20 cm para a sucessão soja + sorgo ou milho consorciados com *Brachiaria ruziziensis*, dentro da qual a pastagem continua produzindo biomassa verde após a colheita do sorgo e durante toda a estação seca (*biomassas aéreas e radiculares*);

- + 1,66 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no horizonte 0,10 cm e + 1,8 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> na camada 10-20 cm com o sistema: arroz + *Eleusine coracana* no primeiro ano, seguido de soja + *Eleusine coracana* no 2º ano, e de arroz + *Eleusine coracana* no 3º ano, ou seja, cinco gramíneas em três anos incluindo três ciclos de *Eleusine coracana*, gramínea anual que possui o sistema radicular mais possante entre

todas as espécies que testamos até hoje (*biomassa seca radicular superior a 5 t/ha na camada 0-50 cm, em 80 dias*).

Os sistemas em plantio direto de soja, milho (*de arroz e algodão possíveis também*) sobre coberturas vivas perenes, respectivamente de *Cynodon dactylon* Tifton e *Arachis pintoii*, permitem igualmente sequestrar o carbono de modo muito eficiente; em três anos, a quantia anual de C sequestrado é de:

- + 1,5 Mg C.ha<sup>-1</sup> no horizonte 0-10 cm e de + 0,8 Mg C.ha<sup>-1</sup> no nível 10-20 cm para o sistema mais atuante: soja em cima de Tifton,

- + 1,0 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> mas somente na camada 0-10 cm para o sistema milho sobre *Arachis pintoii*.

- Após um período de seis anos de prática contínua do sistema soja + milho ou sorgo, em plantio direto, e partindo de um perfil cultural parcialmente restaurado em M.O. pelo sistema de plantio direto, se implantarmos, sempre em plantio direto, espécies forrageiras que serão pastoreadas durante os 5 anos seguidos sem insumos (1,8 UA/ha), o porcentual de M.O. do solo aumenta mais rapidamente e a quantidade de carbono sequestrado anualmente é mais elevada com a espécie *Brachiaria brizantha* (cv. *Brizantão*) do que com a espécie *Panicum maximum* (cv. *Tanzânia*): + 0,7 Mg C.ha<sup>-1</sup> para esta última no horizonte 0-10 cm contra + 0,9 Mg C.ha<sup>-1</sup> para o brizantão, na mesma camada;

- No horizonte 10-20 cm a taxa de sequestração anual de C é muito elevada: + 1,68 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> com *Brachiaria brizantha* contra + 1,08 Mg C.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> com *Panicum maximum*.

**Portanto, essas duas espécies recarregam fortemente o perfil cultural abaixo de 10 cm de profundidade.**

Resultados similares de sequestração de C sob Plantio Direto foram obtidos nas savanas gabonenses, em condições pedoclimáticas próximas e a partir de sistemas de cultivo de produção de grãos semelhantes, que transferimos do Brasil (cf. cronosequências Gabão; BOULAKIA et al., 1999) (Figura 7). Como no caso das frentes pioneiras dos Trópicos Úmidos do Brasil, o preparo profundo do solo, praticado a cada ano na entrada de uma sucessão anual milho + soja, induz à perda progressiva de M.O.; as perdas anuais de C são, em três anos, de - 1,0 Mg C.ha<sup>-1</sup> no horizonte 0-10 cm, e de - 0,7 Mg C.ha<sup>-1</sup> no nível 10-20 cm na presença de uma forte adubação mineral anual. Quando é usado um nível de adubação médio a baixo a perda anual de C é menor.

Como nos Cerrados brasileiros, a prática, em plantio direto contínuo, de sistemas com duas culturas anuais em sucessão dominados por gramíneas, semelhantes aos utilizados no Brasil, leva a níveis de sequestração anual de C idênticos aos observados neste país: + 1,0 Mg C.ha<sup>-1</sup> no horizonte 0-10 cm e + 0,8 Mg C.ha<sup>-1</sup> na camada 10-20 cm (Figura 7).

d) Qualquer que seja o tipo de solo e as condições climáticas, quanto mais o perfil cultural inicial estiver desestruturado e empobrecido em M.O., mais rápido será o recarregamento em carbono através de sucessões em PD onde as gramíneas têm um papel dominante (*milheto, mas sobretudo sorgo, Eleusine, aveia, espécies forrageiras*).

Sob pluviometria menor (900 a 1.600 mm), com solos argilosos naturalmente bem estruturados e ricos em M.O., como os Latossolos Vermelho-Escuros sobre basalto do Sul de Goiás, submetidos a gradagens em monocultura de algodão, sob fortes declives, as perdas de M.O. são nitidamente inferiores às registradas

<sup>7</sup> A parte relativa aos 15 anos da cronosequência três em ecologia de floresta (Figura 16) e a cronosequência de Cerrados (Figura 17) incluem, na realidade, dois a três anos de arroz logo após desmatamento. Esta cultura faz parte integrante do desmatamento-abertura das terras. Ela restitui entre 7 e 11 t/ha.ano<sup>-1</sup> de resíduos com C/N elevado, que permite manter o teor de M.O. do perfil cultural do início (SÉGUY et al., 1996).

nos Trópicos Úmidos e são principalmente localizadas nos cortes de erosão (*erosão linear dominante*).

e) O clima fresco e úmido de altitude nas terras altas de Madagascar permite seqüestrar a maior quantidade de carbono anualmente, quando as gramíneas perenes muito possantes são os suportes dominantes dos sistemas em PD (*Pennisetum clandestinum*): de + 1,8 a + 2,4 Mg C.ha<sup>-1</sup> no horizonte 0-20 cm.

f) A taxa de seqüestração de C nos sistemas de Plantio Direto mais atuantes pode ser tão rápida e importante quanto são as perdas sob gestão inadequada com preparo do solo. Os sistemas em Plantio Direto mais eficientes a esse respeito são os que usam safrinhas a base de “biomassas de cobertura” ou “bombas biológicas”, possantes fornecedoras de biomassa (*matéria seca aérea e radicular*) tais como milhetos, sorgos consorciados com *Brachiaria ruziziensis*, *Eleusine coracana*, *Cynodon dactylon*, nos Trópicos Úmidos, as espécies forrageiras perenes dos gêneros *Pennisetum (clandestinum)* e *Desmodium (intortum)* nas regiões subtropicais de altitude. Estes sistemas levam, até em períodos curtos de 3 a 5 anos, a recuperar as taxas de M.O. dos ecossistemas originais e até a ultrapassá-las.

g) O recarregamento em carbono, a curto prazo, do perfil cultural com os melhores sistemas de Plantio Direto é interessante, de modo preferencial, para o horizonte 0-10 cm, mas também para o de 10-20 cm, quando espécies forrageiras foram usadas em rotação, tais como *Brachiaria*, *Eleusine*, *Cynodon*, *Pennisetum*.

A comparação dos resultados obtidos com os de demais autores dessas regiões tropicais e subtropicais, evidencia:

- Uma boa concordância com os resultados produzidos por CORRAZA et al. (1999) na eco-região dos cerrados do Centro-Oeste brasileiro, que mostram uma taxa de seqüestração anual de C de +2,18 Mg C.ha<sup>-1</sup>.

- Na região Sul do Brasil, em condições subtropicais, os resultados recentes obtidos por AMADO et al. (1999), BAYER et al. (2000) e SÁ et al. (2000a), com taxas anuais de seqüestração de C de + 1,6, de + 1,33 e de 0,99 Mg C.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, são bastante comparáveis aos que obtivemos nas Terras Altas de Madagascar em clima subtropical fresco e úmido, com taxas variando entre + 1,3 e + 2,4 Mg C.ha<sup>-1</sup>.

- Como no presente estudo, vários exemplos no Kentucky (EUA) em clima temperado e em Ponta Grossa no Brasil subtropical, citados por SÁ et al. (2000a,b), mostram que o estoque de carbono acumulado durante longos períodos (15 a 20 anos) em Plantio Direto pode ser superior ao do ecossistema sob vegetação nativa e que diz respeito preferencialmente à camada 0-10 cm (LAL, 1997; DICK et al., 1998; KERN & JOHNSON, 1993).

Outra conclusão concordante deste estudo com os dos autores já citados: apesar da taxa de decomposição da M.O. em regiões tropicais e subtropicais ser de 5 a 10 vezes maior do que nas regiões temperadas (LAL & LOGAN, 1995), os ganhos de M.O. ligados à prática contínua do Plantio Direto podem ser equivalentes e até superiores nos trópicos: a natureza dos sistemas praticados em PD permite explicar este paradoxo.

### 3.2. DINÂMICA DO CARBONO, DA CTC E DO TEOR DE SATURAÇÃO (V%)

Em todas as cronoseqüências estudadas em latossolos vazios quimicamente no início e com CTC efetiva baixa (LOPES, 1984),

as tendências de evolução da CTC acompanham estritamente as da M.O.: nos sistemas de cultivo que perdem M.O. (*com preparo do solo x monocultura*), a CTC dos horizontes de superfície decresce pelo contrário, ela cresce junto com a M.O., quando o teor desta aumenta nos sistemas em Plantio Direto. Com as técnicas de Plantio Direto, cria-se um poder de retenção dos adubos minerais proporcional ao nível de seqüestração do C, e se pode assim reduzir suas perdas por lixiviação (SÉGUY et al., 2001).

O Plantio Direto influencia igualmente, de modo significativo, o teor de saturação das camadas superiores do perfil cultural e principalmente o horizonte 10-20 cm onde as variações se mostram mais sensíveis (SÉGUY et al., 2001). Para um mesmo nível de adubação mineral aplicado, o teor de saturação acompanha as variações da M.O. e da C.T.C.. O caso mais demonstrativo a esse respeito é o da cronoseqüência Cerrado dos Trópicos Úmidos, na qual as espécies forrageiras implantadas em Plantio Direto, em 5 anos, têm o papel de “bombas de cátions” e fazem crescer fortemente o teor de saturação das camadas superficiais, como se fossem aplicadas calagens em altas dosagens, enquanto nenhuma adubação mineral nem calagem foram aplicadas durante esses 5 anos (Figura 10).

Perfis culturais realizados a cada ano, em todas as cronoseqüências nas safrinhas “biomassa de cobertura - bombas biológicas”, mostram que os enraizamentos dessas safrinhas são muito profundos nesses latossolos e ultrapassam freqüentemente 2 a 2,5 m de profundidade na floração; assim sendo, essas safrinhas têm capacidade de reciclar, a cada ano, as bases e os nitratos que escapam das culturas comerciais. Tal é o caso das espécies dos gêneros = sorgo, *Brachiaria*, *Panicum*, *Eleusine*, *Crotalaria*, *Pennisetum*, *Cynodon*, fechando assim o sistema “solo-cultura” (conceitos de SÉGUY et al., 1996).

### 3.3. PERFORMANCES AGRONÔMICAS, TÉCNICAS E ECONÔMICAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONFRONTADAS COM A DINÂMICA DA M.O.

#### 3.3.1. ECO-REGIÃO DOS TRÓPICOS ÚMIDOS (TU)

A evolução das performances agronômicas dos sistemas de cultivo baseados nas culturas de arroz de sequeiro e de soja, criada pela pesquisa, foi reconstituída para o período 1986-2000. As Figuras 11 e 12, que retratam esta evolução em 14 anos, evidenciam os resultados reprodutíveis seguintes:

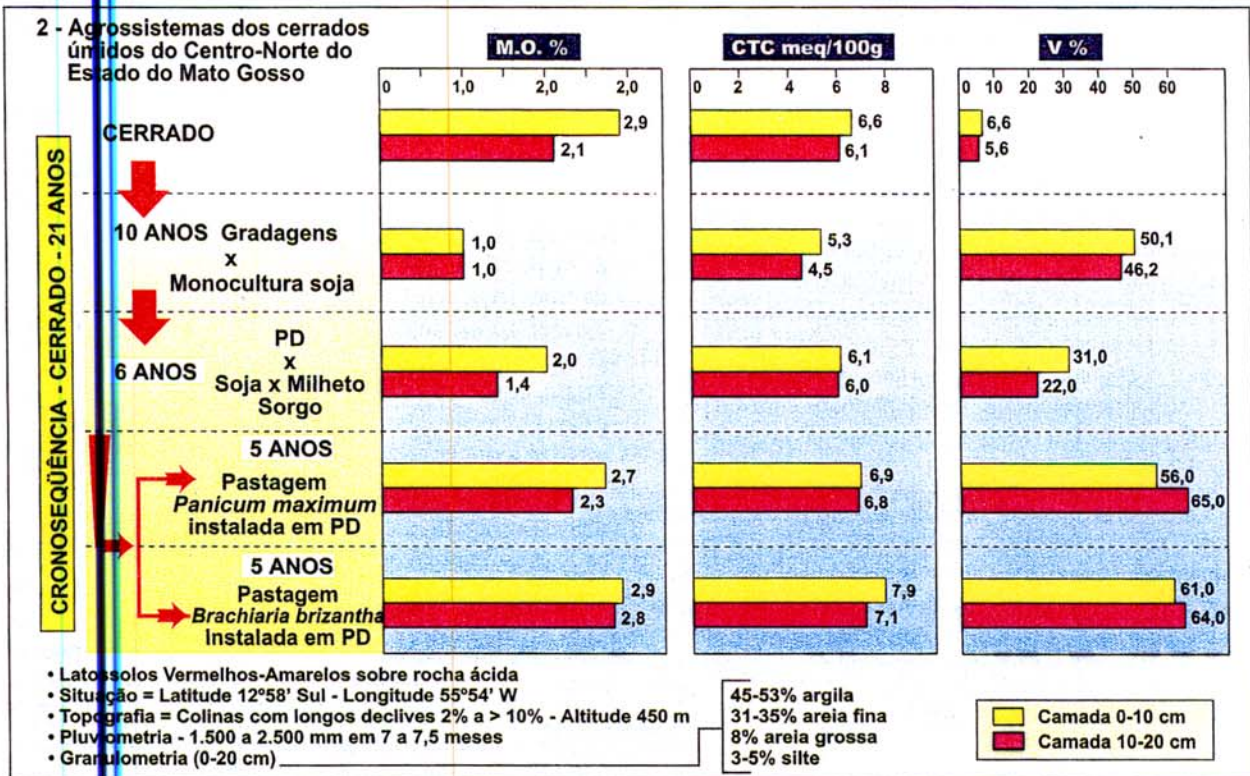
- A produção de matéria seca aérea total por hectare passou de 4 a 8 t/ha em 1986, para os sistemas iniciais com uma só cultura anual, para 25 a 28 t/ha no ano 2000, para a média dos melhores sistemas em PD com três culturas por ano (Figuras 11 e 12).

- A variação dos teores de M.O. das camadas superficiais acompanhou estritamente a da produção de matéria seca total aérea: os sistemas mais produtivos em PD acumularam, em média entre 1992 e 2000, entre 1,7 e 2,1% de M.O. nesses oito anos (Figuras 11 e 12).

- A produtividade da soja, principal cultura da região, passou, assim, de 1.700 kg/ha (28 sc/ha), em 1986, a mais de 4.600 kg/ha (77 sc/ha) no ano 2000; a do arroz de sequeiro, no mesmo período passou de 1.800-2.000 kg/ha (30 a 33 sc/ha) a mais de 8.000 kg/ha (133 sc/ha) (SÉGUY et al., 1998a; SÉGUY & BOUZINAC, 1998b).

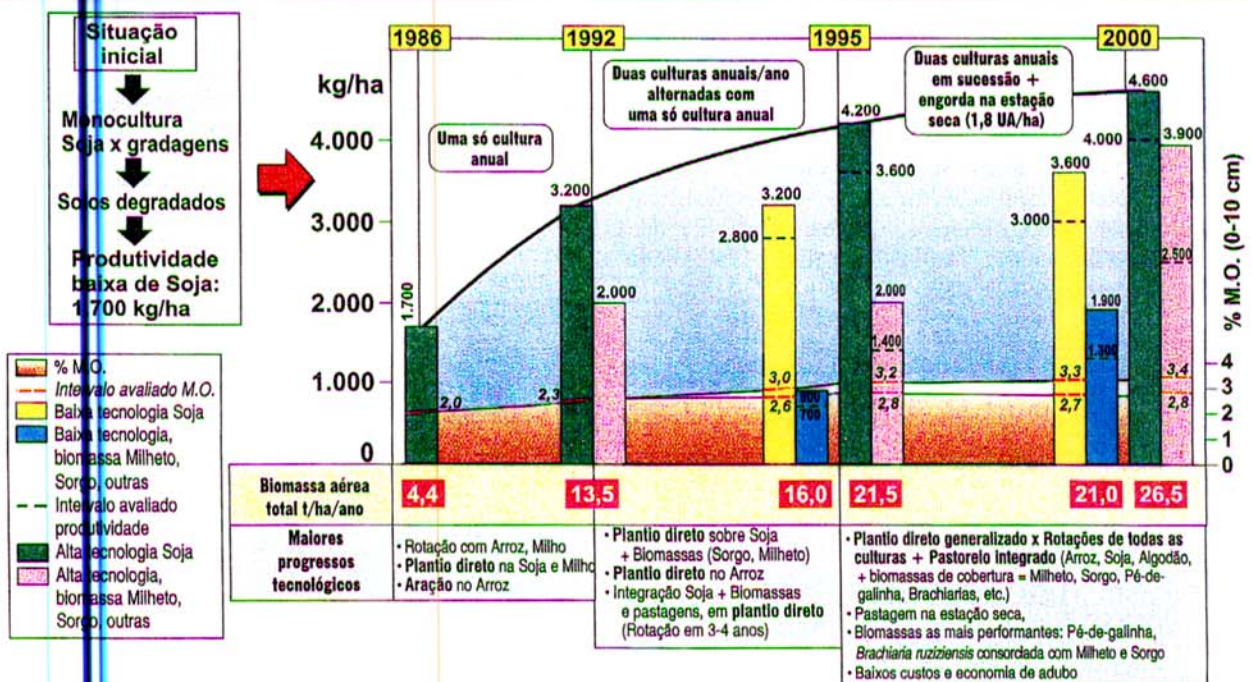
Nos últimos cinco anos, com benefícios de todos os progressos adquiridos na construção de 15 anos de sistemas de cultivo

**FIGURA 10. TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATERIA ORGÂNICA (M.O. %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC em meq/100 g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO POR BASES (V%), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS**



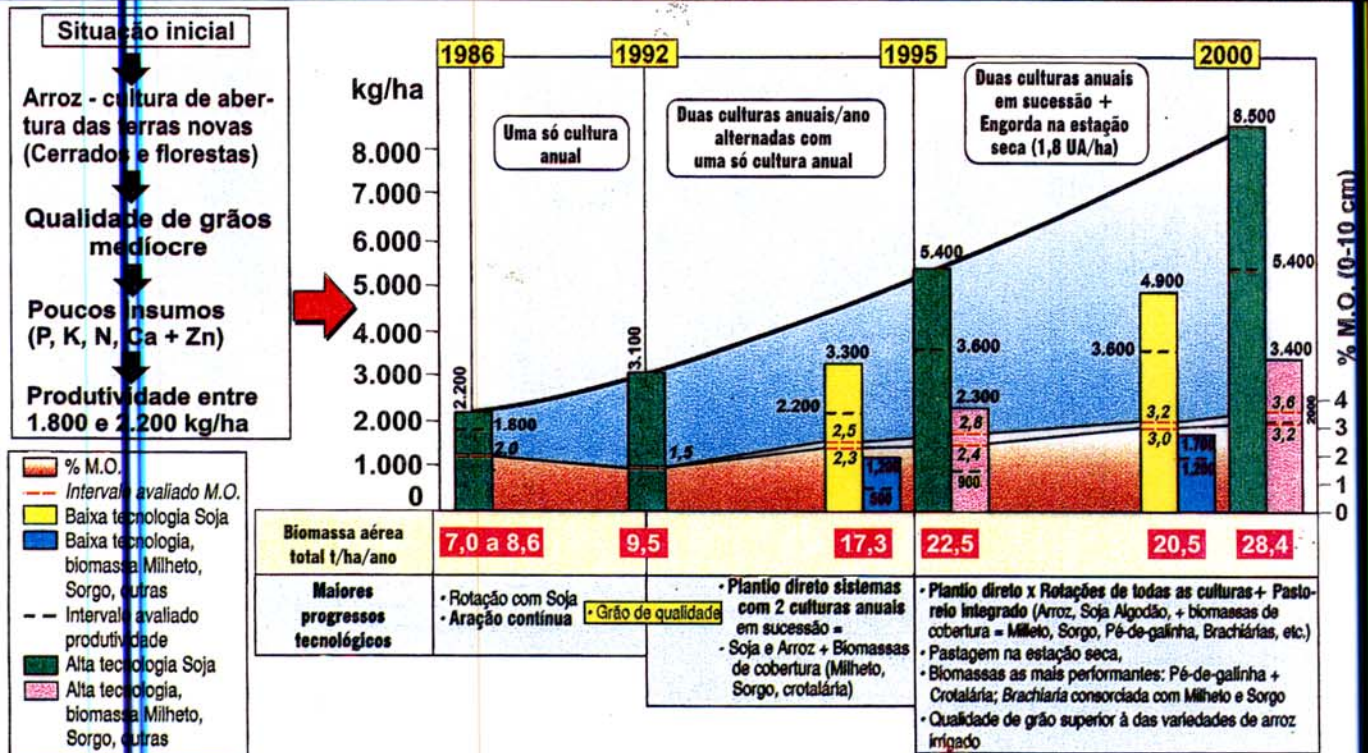
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; Munefumi Matsubara, Fazenda Progresso - Lucas do Rio e Verde/MT - 1978/1998

**FIGURA 11. TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DAS PERFORMANCES DAS CULTURA DA SOJA NOS SISTEMAS DE CULTURAS DURÁVEIS CRIADOS PELA PESQUISA E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E A TAXA DE MATERIA ORGÂNICA DO SOLO**  
 Latossolos oxidados e hidratados sobre rocha ácida das frentes pioneiras do Centro-Norte do Mato Grosso - Ecologia de florestas e cerrados úmidos



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; M. Matsubara, Fazenda Progresso; A. Trentini, Cooperlucas; A.C. Maronezzi, Agronorte-MT, 1986/2000

**FIGURA 12. TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DAS PERFORMANCES DA CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO NOS SISTEMAS DE CULTURAS DURÁVEIS CRIADOS PELA PESQUISA E CONSEQUÊNCIAS SOBRE A PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E A TAXA DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO Latossolos oxidados e hidratados sobre rocha ácida das frentes pioneiras do Centro-Norte do Mato Grosso - Ecologia de florestas e cerrados úmidos**



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; M. Matsubara, Fazenda Progresso; A. Trentini, Cooperlucas; A. C. Maronezzi, Agronorte-MT, 1986/2000

vo em PD cada vez mais atuantes, e igualmente de um domínio técnico aprimorado, a análise das performances agrônômicas comparadas dos sistemas de cultivo leva às seguintes conclusões:

- **O rendimento da soja**, tanto de ciclo curto (cv. Conquista) quanto de ciclo médio (cv. FT 114), é sempre nitidamente superior nos sistemas em PD do que na testemunha preparada. A diferença de produtividade cresce, ano a ano, em prol do PD; ela é proporcional à importância da biomassa seca na qual está implantada a soja em PD: na presença de um baixíssimo nível de adubação mineral (0 N-40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 40 K<sub>2</sub>O), essa diferença de rendimento a favor do Plantio Direto vai de 13 a 17%, no primeiro ano, a 30 a 42% no terceiro ano para os melhores sistemas, qualquer que seja o ciclo da variedade (Figura 13). Quando a adubação aplicada é duplicada (0 N-80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O), as diferenças em favor dos melhores sistemas em PD oscilam de 15 a 25%, no primeiro ano, para ambos os ciclos, para 18-24% para o ciclo curto, e 31 a 47% para o ciclo médio no terceiro ano (Figura 13).

- **A produtividade do arroz de sequeiro** é, como a da soja, sempre maior em Plantio Direto do que em solo preparado (Figura 14). O rendimento médio das três melhores variedades, em 1997/98, é de 5.420 kg/ha (90 sc/ha) em PD sobre cobertura morta de pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) contra 4.260 kg/ha (71 sc/ha) na aração com a mesma rotação, ou seja, um ganho de produtividade de 23% a favor do PD. Em 1998/99, na mesma rotação, o rendimento médio do Plantio Direto para essas mesmas cultivares é de 5.025 kg/ha (83,7 sc/ha) contra 2.885 kg/ha (48 sc/ha) na aração, ou seja, um ganho de 43% para o PD. Além disso, o estado sanitário do material

genético sempre é nitidamente melhor no PD do que na aração para as principais doenças fúngicas do aparelho vegetativo e reprodutivo (SÉGUY et al., 1998b).

Se a produtividade da soja em PD está estreitamente correlacionada à produção de biomassa seca de gramíneas, o arroz de sequeiro responde da mesma forma desde que a nutrição nitrogenada não seja limitante (SÉGUY et al., 2001).

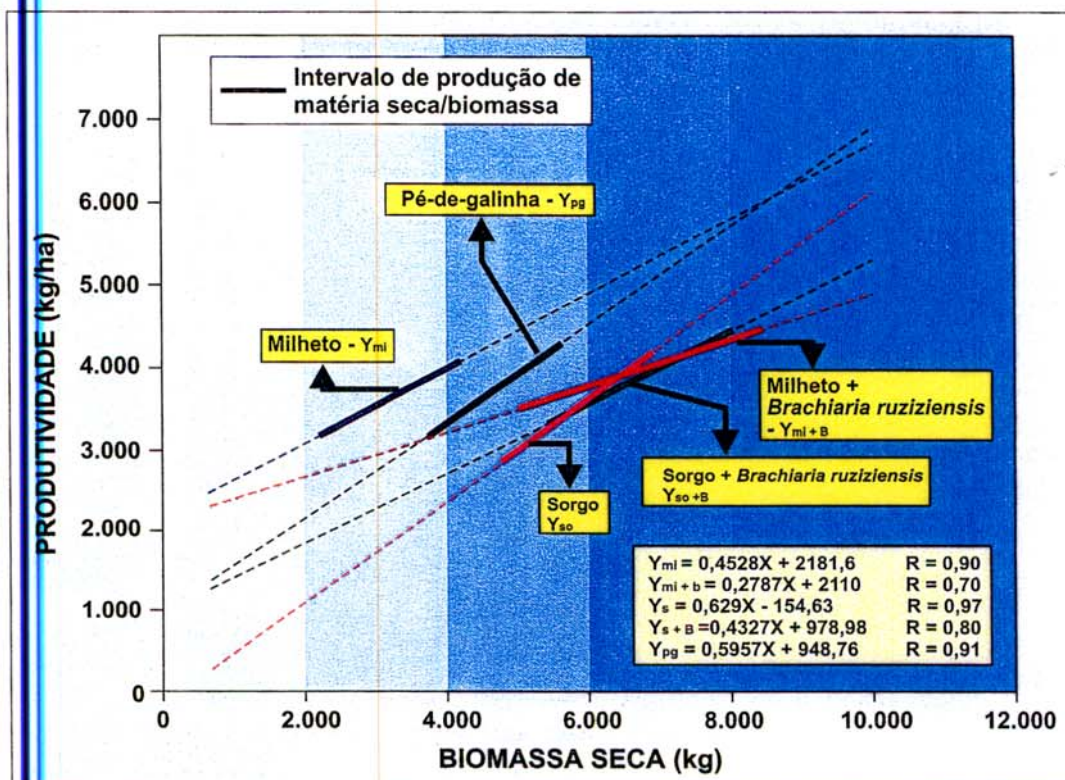
Os sistemas de PD sobre coberturas mortas e vivas mais produtivos em biomassa seca por ano são também aqueles que produzem mais grãos e que melhor sequestram o carbono.

- **Num mesmo ano agrícola**, pode-se produzir (e reproduzir) 6 a 7 t/ha de arroz de sequeiro de grão agulhinha ou 4 a 5 t/ha de soja, seguidos em safrinha, de 3 a 5 t/ha de cereais “bombas biológicas”, consorciadas com espécies forrageiras que formarão uma pastagem durante toda a estação seca, a qual pode agüentar 1,5 a 2,0 cabeças de gado/ha nesses 3 meses (produção de 50 a 90 kg/ha de carne); estas três culturas anuais sucessivas, que abrangem os 12 meses do ano, conduzidas em Plantio Direto, consomem muito pouca adubação mineral: 50 a 115 kg N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no total, conforme a cultura de cabeceira (soja ou arroz, respectivamente), 100 a 110 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, 110 a 130 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Também é possível produzir entre 3.000 e 4.600 kg/ha de algodão (200 a 307 @/ha) em plantio direto após possantes biomassas de cobertura, em rotação com sucessões precedentes.

Portanto, a produtividade das principais culturas que triplicou em 15 anos; os progressos marcantes realizados são impo-

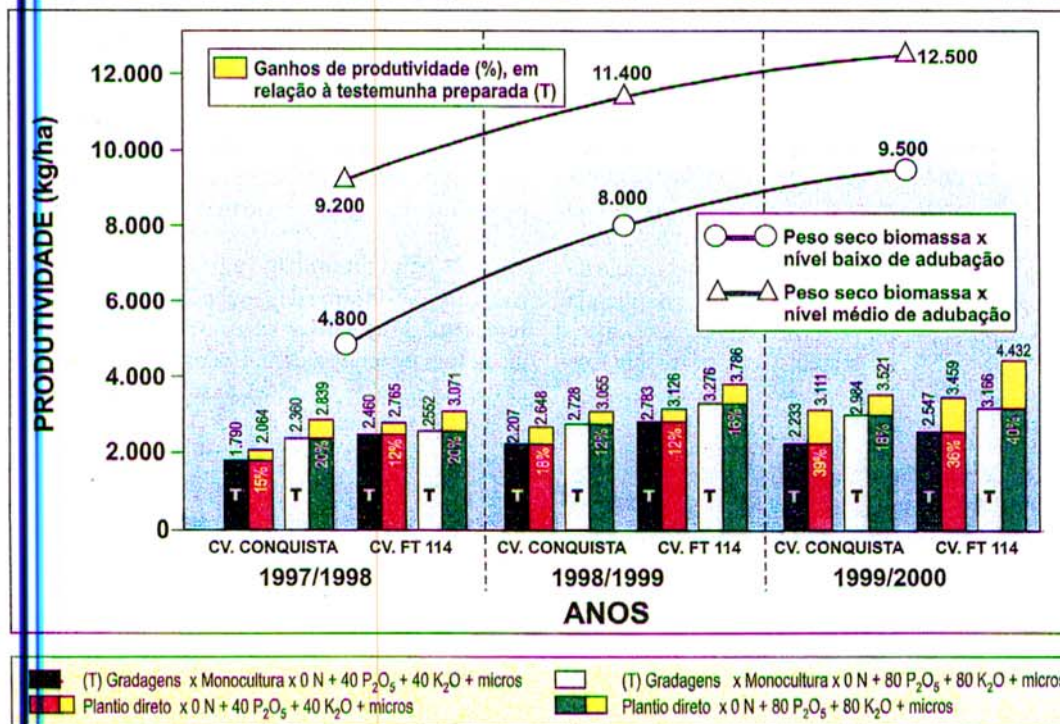
**FIGURA 13. REGRESSÕES<sup>1</sup> ENTRE QUANTIDADE E NATUREZA DA BIOMASSA SECA E PRODUTIVIDADE DA SOJA DE CICLO MÉDIO (FT 114) EM TRÊS ANOS DE PLANTIO DIRETO (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000**



<sup>(1)</sup> 6 Repetições/nível de adubação/cada ano

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

**EVOLUÇÃO, EM TRÊS ANOS, DA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM PLANTIO DIRETO (PD), (Variedades Conquista e FT 114) E DAS MELHORES BIOMASSAS DE COBERTURA (média do peso seco de Pé de Galinha; Sorgo, Milheto + Brachiaria ruziziensis) - Ecologia das florestas do Centro-Norte do Mato Grosso - Sinop/MT - 1997/2000**



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A.C. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT, 1997/2000

**FIGURA 14. PERFORMANCES MÉDIAS REGIONAIS DAS MELHORES VARIEDADES AGRONORTE DE ARROZ DE SEQUEIRO DE QUALIDADE SUPERIOR DE GRÃO, NO ESTADO DO MATO GROSSO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, DE 1997 A 2000**

**AGRONORTE - SINOP/MT - 2000**

	Variedades de ciclo curto a intermediário 95 a 110 dias					Variedades de ciclo médio 115 a 130 dias				
	8FA 281-2	YM 94	Cedro	8FA 337-1	Sucupira	YM 200	YM 198	YM 114	YM 65	Best 2000
	<b>Produtividade média - kg/ha</b>									
• Alta tecnologia	6.066	5.403	4.925	4.851	4.486	6.044	5.862	5.751	5.412	5.328
• Baixa tecnologia	4.921	4.872	3.940	4.011	3.545	5.150	5.059	5.031	4.817	5.127
Intervalo	115	110	107	114	81	107	109	102	94	90
% das testemunha <sup>1</sup>	a 179	a 167	a 148	a 131	a 142	a 145	a 139	a 124	a 126	a 121
Nº de experimentos	11	11	10	11	10	11	10	7	11	7
Produtividade máxima <sup>2</sup>	6.698	5.620	5.525	5.513	4.822	6.375	6.299	7.023	5.768	6.273
Campo experimental	S.	C. V.	S.	S.	C. N. P.	C. P.	C. N. P.	S.	C. N. P.	S.
Campos experimentais	S. = Sinop; C. V. = Campo Verde; C. N. P. = Campo Novo dos Parecis									

1997/98 ➔ CIRAD 141

1 Testemunhas:

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

➔ Ciclos médios = CIRAD 141

1999/2000 ➔ Ciclos curtos e intermediários = Primavera;

➔ Ciclos médios = Maravilha

2 Produtividade máxima registrada em área comercial ➔ Best 2000 em 1998/99 = 8.500 kg/ha, em Campo Novo dos Parecis

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

táveis mais aos avanços decisivos, que foram progressivamente construídos e conquistados na gestão dos solos e das culturas em Plantio Direto do que aos do melhoramento varietal (SÉGUY & BOUZINAC, 1992/2000; SÉGUY et al., 1996).

• **As conseqüências técnico-econômicas** da utilização dos sistemas de cultivo em PD ou em solo preparado refletem as suas performances agrônômicas.

A região das frentes pioneiras do Centro-Norte do Mato Grosso enfrentou desde o início de sua abertura, nos princípios dos anos 80, uma situação econômica caótica e padeceu das reestruturações econômicas sucessivas do país. Afastada dos grandes centros de transformação, dos portos de exportação (mais de 1.500 km), a região só tem uma estrada asfaltada, geralmente em estado de conservação precário, a qual onera muito os custos dos fretes. Este isolamento se traduz por uma penalização que oscila entre 25 e 40% de sobrecustos de produção em relação aos custos dos grandes Estados produtores do Sul do país (SÉGUY et al., 1996) (Figura 5).

Nesta conjuntura, os custos de produção da soja, cultura industrial mais estável, podem variar de 280 a mais de US\$ 430/ha em função do nível de tecnologia e do ano. Para o arroz de sequeiro, os custos variaram ainda mais no período 1987/2000 de algodão.

As melhores performances técnico-econômicas são sempre obtidas em plantio direto; elas permitem, apesar da situação econômica muito instável, construir afolhamentos (= distribuição anual das diversas culturas na fazenda) mais estáveis e de menor risco

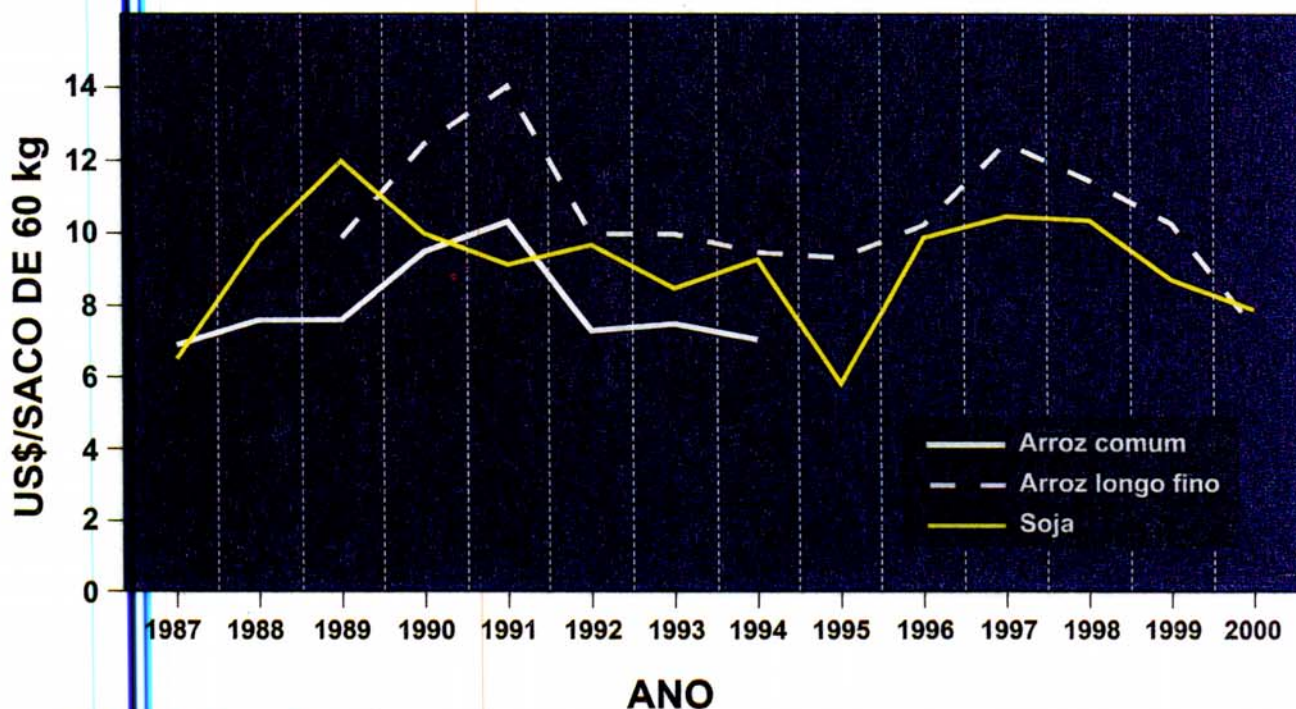
econômico. Em função do nível de risco escolhido pelo agricultor os custos de produção podem variar de US\$ 300 a 600/ha nos sistemas em PD com base em arroz, soja, milho + safrinhas seguidas e engorda na estação seca, ou praticados sobre coberturas vivas (Figura 16), e até US\$ 1.300/ha com a cultura algodoeira de alta tecnologia (PD + alta dose de insumos). As margens líquidas por hectare vão de 100 a mais de US\$ 600/ha, apesar da penalização econômica, e em função das escolhas e dos preços pagos aos produtores (Figura 16).

Os encargos de mecanização puderam ser reduzidos drasticamente com a adoção do PD: o número de tratores e de plantadeiras pode ser dividido por dois, assim como o consumo de combustível (Figura 17).

Pressões e penalizações econômicas que levaram à adoção maciça do PD desde 1995 transformaram essa região na campeã brasileira de produtividade em soja e arroz de sequeiro de alta tecnologia (Figura 18). Se a média de produtividade da soja ultrapassa amplamente 3.000 kg/ha (50 sc/ha) na região, em mais de 1,3 milhão de ha (Figura 18), produtividades de arroz de sequeiro entre 4.000 e 5.500 kg/ha (67 e 92 sc/ha) são, hoje em dia, corriqueiras para os agricultores. Pouco a pouco, "na marra", nasceu, e em seguida se fortaleceu, um perfil de agricultores muito atuantes, aptos a afrontar a globalização sem subsídios.

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

**FIGURA 15. EVOLUÇÃO DOS PREÇOS PAGOS AOS PRODUTORES<sup>1</sup> PARA AS PRINCIPAIS PRODUÇÕES DE ARROZ E SOJA NAS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2000**



1 - Período: Fevereiro-Março, a cada ano

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

• As performances agro-econômicas comparadas dos modos de gestão dos solos e das culturas, relativas à cronosequência de 4 anos no Sul do Estado de Goiás, estão reunidas na Figura 19 e evidenciam:

♦ Na presença de um nível de adubação mineral médio de 85 N + 50 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100 K<sub>2</sub>O + micros, os sistemas em Plantio Direto (PD) são sempre mais produtivos do que os sistemas em solo preparado: a diferença de produtividade de algodão a favor do PD varia de + 15 a +18% nos anos climáticos favoráveis, qualquer que seja o estado de degradação do solo no início, a mais de 30% em solo pouco degradado, e até mais de 65% em solo muito erodido nos anos climáticos muito desfavoráveis ao algodoeiro, tais como 1997/98 e 1998/99 (Figura 19).

♦ Quando o solo foi fortemente poluído e de modo duradouro por herbicidas de longa permanência, aplicados em dosagens altas demais, como o Sulfentrazone, algumas biomassas de cobertura, como o sorgo, demonstraram um poder despoluidor e desintoxicador muito rápido, recuperando logo os melhores níveis de produtividade do algodão (SÉGUY et al., 1999).

♦ Esta mesma cobertura de sorgo (*tipo Guinea*), de decomposição lenta e com forte efeito alelopático para o controle da flora daninha, permite controlar naturalmente e eficientemente a praga vegetal *Cyperus rotundus*, que constitui o maior obstáculo para o cultivo nos solos oriundos de rocha vulcânica (SÉGUY et al., 1999).

• **NO PLANO ECONÔMICO**, os custos de produção do PD, cada vez mais dominados, revelam-se, em média, 5 a 10% inferiores aos dos preparos convencionais (Figuras 20 e 21); como nas frentes pioneiras, o número de máquinas pode ser reduzido em 50%, assim como o consumo de combustível (SÉGUY et al., 1998d).

• As margens líquidas/ha são muito variáveis de um ano para outro em função dos preços pagos aos produtores, eles também são muito flutuantes. As margens sempre são, como as produtividades, mais estáveis e nitidamente maiores no PD do que no preparo convencional: de 30 a 50% em função dos anos (Figuras 19, 20 e 21).

### 3.3.3. ECO-REGIÃO DAS ALTAS TERRAS DE MADAGASCAR

Nas propriedades dos agricultores das Terras Altas, as performances agro-econômicas e técnicas de sistemas de cultivo praticados nos Tanety (colinas), com solos ácidos, são irrelevantes: para a cultura do milho, por exemplo, a qual é importantíssima nesta região, a produtividade nos solos ácidos varia entre 700 e 1.000 kg/ha com 5 t/ha de esterco e um calendário cultural extremamente carregado com mais de 200 dias/ha em cultivo manual (De RHAM et al., 1995; FEYT et al., 1999). Estes números indicam bem, ao mesmo tempo, um calendário cultural muito constrangedor e condições de

**FIGURA 16. INTEGRAÇÃO DE TODAS AS CULTURAS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO DIVERSIFICADOS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS OU INTEGRADOS COM A PECUÁRIA**

+

- CRIAÇÃO DE MATERIAL GENÉTICO COM ALTO VALOR AGREGADO NOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO

Ecologia das florestas e cerrados do Mato Grosso - MT/2000.

(\*) Sistemas ainda não difundidos (reprodutíveis, apropriáveis)

Performances das culturas nos sistemas de cultivo em plantio direto	Custo (C) US\$/ha	Benefício (B) US\$/ha	C/B
<b>SOJA + SAFRINHA<sup>1</sup> + ENGORDA NA SECA</b>	<b>450</b>	<b>150</b>	<b>1,3</b>
• 4.000 a 4.600 kg/ha soja +	a	a	a
• 1.500 a 3.500 kg/ha safrinha (Sorgo, Milheto, Pé-de-galinha) +	<b>520</b>	<b>350</b>	<b>3,4</b>
• 1 a 1,5 UA/ha <sup>2</sup> , 90 dias de estação seca			
<b>SOJA SOBRE COBERTURA VIVA DE TIFTON</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>0,75</b>
• 3.200 a 4.600 kg de Soja	a	a	a
+ 1 a 1,5 UA/ha, 90 dias de estação seca	<b>380</b>	<b>400</b>	<b>1,9</b>
<b>ARROZ DE SEQUEIRO DE ALTA TECNOLOGIA</b>	<b>420</b>	<b>100</b>	<b>0,84</b>
• 4.200 a > 7.000 kg/ha	a	a	a
	<b>630</b>	<b>500</b>	<b>6,3</b>
<b>ARROZ DE SEQUEIRO DE ALTA TECNOLOGIA como reforma de pasto</b>	<b>450</b>	<b>100</b>	<b>3,0</b>
• 3.000 a 4.000 kg/ha	a	a	a
	<b>550</b>	<b>150</b>	<b>5,5</b>
<b>ALGODÃO COMO CULTURA PRINCIPAL</b>	<b>900</b>	<b>100</b>	<b>2,25</b>
• 3.000 a > 5.000 kg/ha	a	a	a
	<b>1300</b>	<b>400</b>	<b>13</b>
<b>ALGODÃO COMO SAFRINHA<sup>1</sup> sobre forte biomassa ou em sucessão de Soja ou Arroz, de ciclo curto</b>	<b>500</b>	<b>200</b>	<b>0,8</b>
• 2.400 a > 3.000 kg/ha	a	a	a
	<b>650</b>	<b>600</b>	<b>3,2</b>

<sup>1</sup> Safrinha = cultura de sucessão, com insumos mínimos ou sem insumos.

<sup>2</sup> UA = unidade animal = 450 kg de peso vivo.

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



**FIGURA 17** Comparação dos rendimentos dos equipamentos e índices técnico-econômicos entre sistema convencional e plantio direto em 38.000 ha no Estado do Mato Grosso (Rondonópolis, 1995<sup>1</sup>)

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

<sup>1</sup> Fonte: Prof. Luiz Vicente Gentil, Monsanto, Semeato, Fundação MT, Rondonópolis-MT, 1995

baixíssima fertilidade dos solos quando se usa tão somente a adubação orgânica (o rendimento do milho cai para menos de 400 kg/ha sem nenhuma adubação).

• Os sistemas de cultivo em PD sobre as culturas de milho, soja e feijão produzem mais a cada ano, qualquer que seja o nível de adubação; com aração, a produtividade fica estagnada ou se mostra muito flutuante em presença dos mesmos níveis de insumos (Figura 22).

• Em relação ao manejo com aração, os sistemas em PD produzem no 4º ano:

- ♦ Três a quatro vezes mais milho, qualquer que seja o nível de adubação;
- ♦ Quatro vezes mais soja, somente com esterco, e 2,5 a 3 vezes mais com esterco + adubação mineral média ou forte;
- ♦ Quatro vezes mais feijão, somente com esterco, e 1,5 a 2,5 mais com esterco + adubação mineral média e forte, respectivamente (Figura 22).

• Nos solos ácidos, improdutivos com as técnicas tradicionais de aração, o plantio direto permite alcançar, no 4º ano, de 3.000 até 6.000 kg/ha de milho dependendo do nível de adubação utilizado, de 1.400 a 2.300 kg/ha de feijão, e de 1.800 a 3.000 kg/ha de soja, nessas mesmas condições.

• Com 5 t/ha de esterco somente, as técnicas de PD permitem tirar partido destes solos considerados improdutivos em cultivo tradicional.

• A Figura 23, referente ao tempo gasto em dias/ha nas operações manuais, estabelecidos num período de cinco anos na rede regional de localidades, em função de diferentes sistemas de cultivo, evidencia:

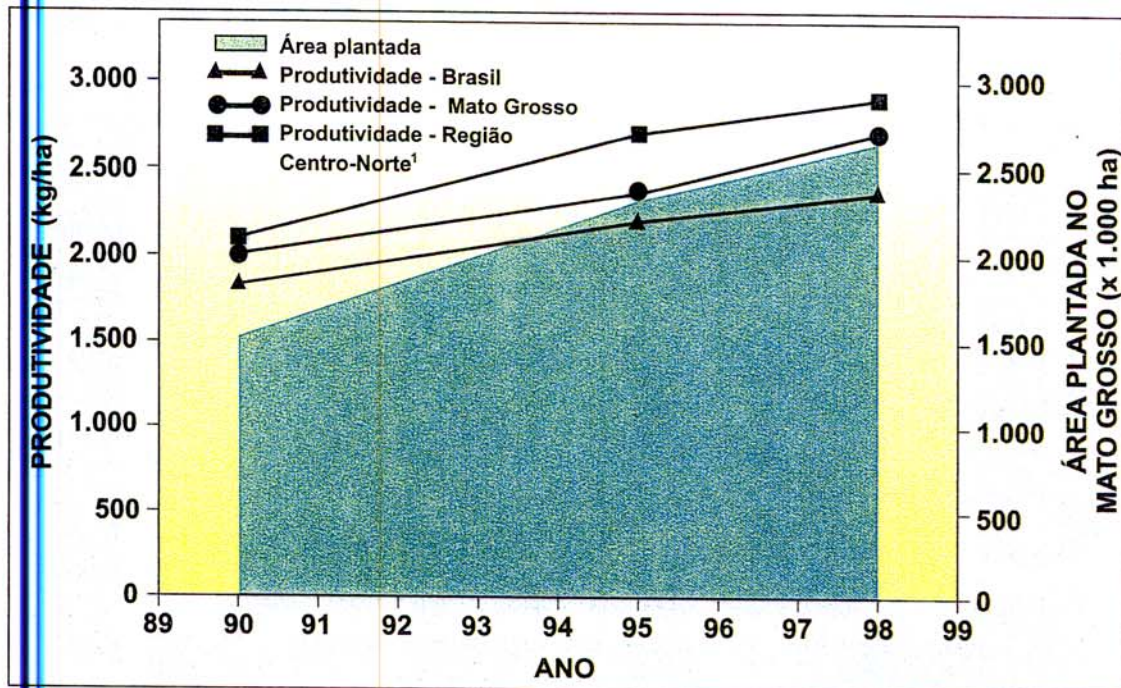
♦ Os sistemas de plantio direto consomem muito menos mão-de-obra do que os sistemas com aração: os manejos técnicos relativos às culturas de trigo, milho, arroz de sequeiro, feijão e soja necessitam respectivamente, em média: 74, 84, 96 e 90 dias homem/ha qualquer que seja o tipo de solo, contra 190 a mais de 220 dias/homem/ha para os manejos das mesmas culturas com aração;

♦ O Plantio Direto proporciona, portanto, uma grande economia de mão-de-obra em relação à aração, e justamente nas operações mais penosas do calendário cultural: preparo do solo e capinas. A aração faz uso de 50 dias/ha, em média, contra somente 4 dias/ha para tratar as biomassas da parcela ou com herbicida total de pré-plantio, ou para trazer biomassa seca exógena e assim reforçar a cobertura do solo.

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

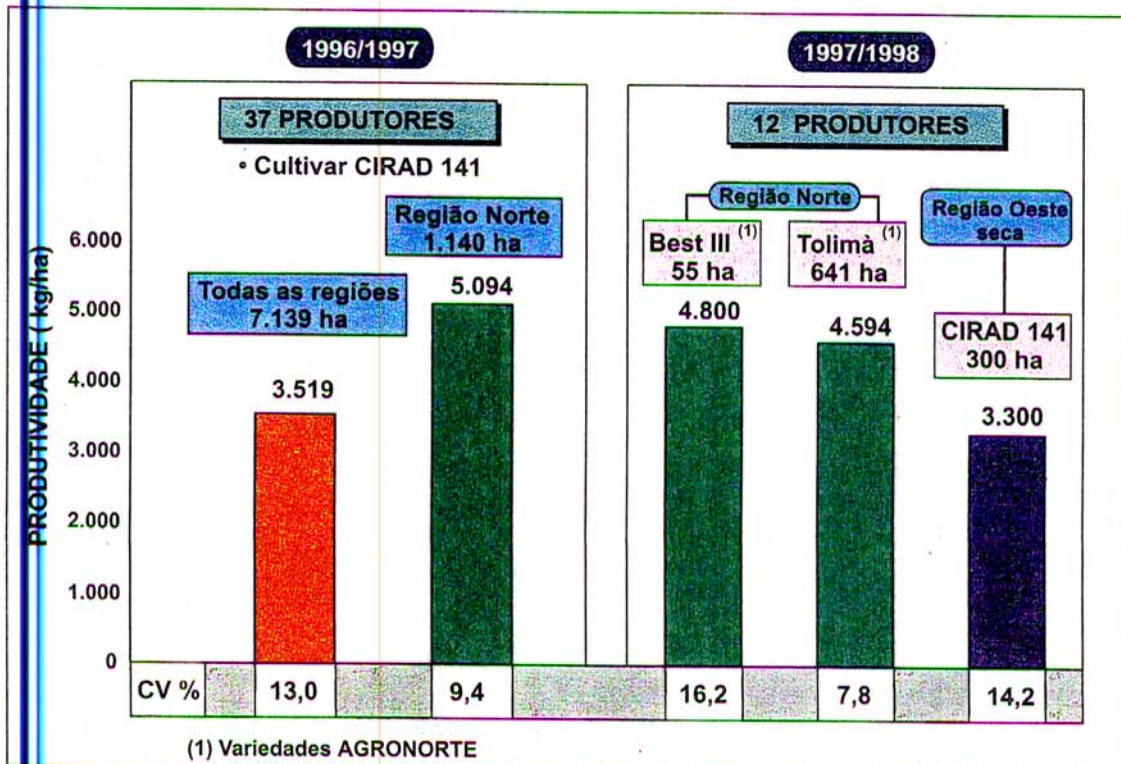
♦ No final, os tempos gastos nos itinerários técnicos em PD são reduzidos de 58 a 65% em relação aos conduzidos com aração e capinas tradicionais.

**FIGURA 18. EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA DE SOJA E DE SUA PRODUTIVIDADE MÉDIA NO ESTADO DO MATO GROSSO, NA REGIÃO CENTRO-NORTE E NO BRASIL - 1998**



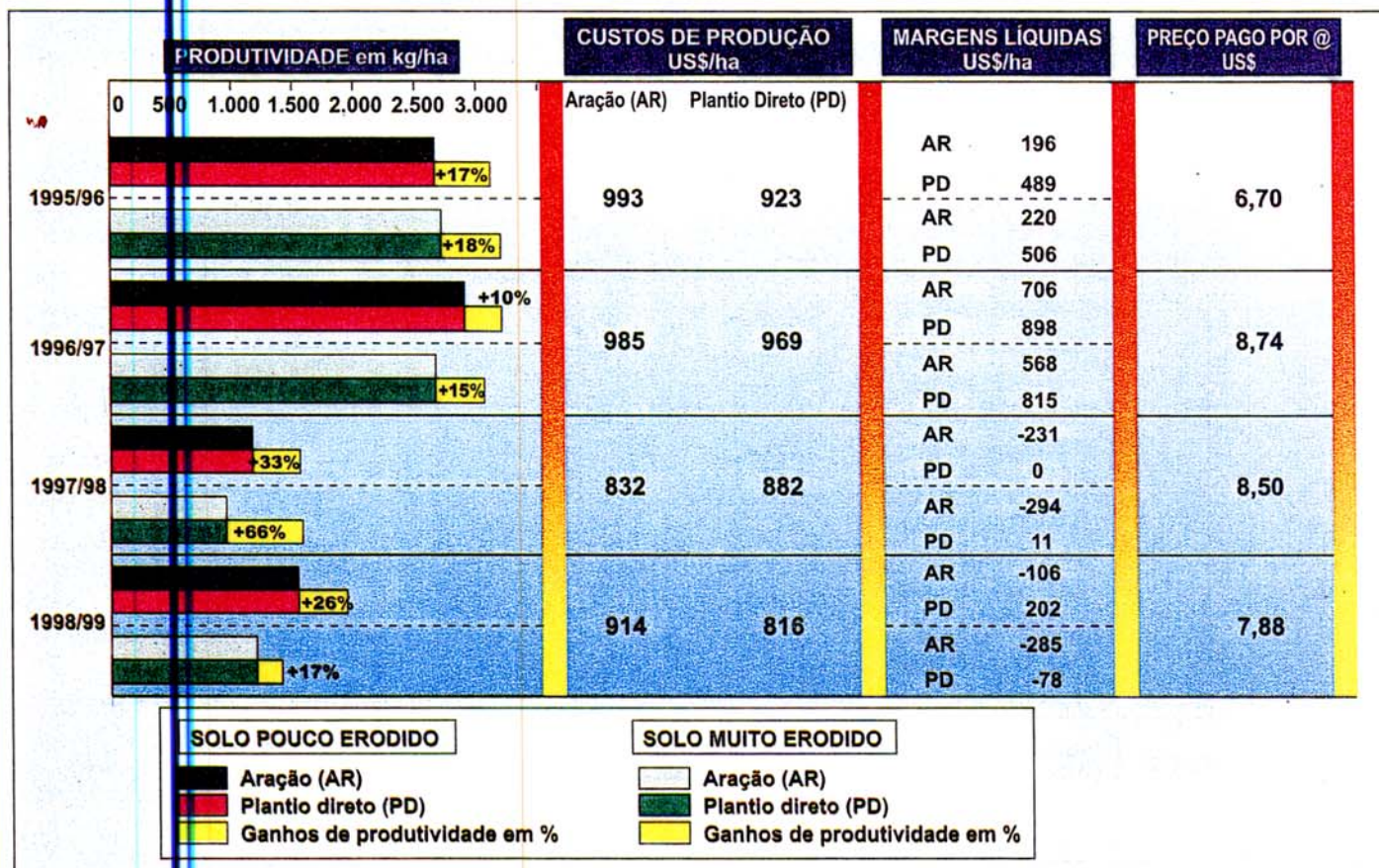
FONTE [ IBGE/LSPA = Dados sobre o Brasil e o Estado do Mato Grosso  
 (1) Estimativas = Extraídos de dados da Emater, Secretarias de agricultura dos principais municípios, produtores do Centro-Norte do Estado, Cooperativas.

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



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

**FIGURA 19. EVOLUÇÃO DAS PERFORMANCES MÉDIAS AGRO-ECONÔMICAS DO ALGODOEIRO, EM 4 ANOS, EM FUNÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS**  
Ecologia das florestas tropicais e latossolos sobre basalto do Sul do Estado de Goiás - Centro-Oeste do Brasil



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

• Os custos de produção são sistematicamente menores no PD, qualquer que seja o nível de adubação e o tipo de solo, graças a uma grande redução da mão-de-obra: 12 a 30% de economia em função da cultura e do nível de adubação (Figura 24).

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

- ♦ Para a cultura de milho somente com esterco: + US\$ 323/ha contra US\$ 58,00 na aração;
- ♦ Para a cultura de soja com esterco + adubação mineral média: + US\$ 469/ha contra + US\$ 122/ha na aração;
- ♦ Para a cultura de feijão somente com esterco: + US\$ 139/ha contra uma margem negativa de - US\$ 104/ha na aração (Figura 24).

Em relação ao **salário mínimo diário** de US\$ 0,87 pago na região em 1997/98, os sistemas em PD praticados somente com esterco que valorizam melhor o dia de trabalho (Figura 24) oferecem remunerações diárias oscilando entre US\$ 2,13 e US\$ 4,65 nos solos ácidos de baixa fertilidade, em função das culturas, ou seja, de 3 a 5 vezes o salário mínimo diário.

O milho revela-se a cultura mais remuneradora em solo ácido em PD somente com esterco, seguido da soja e do feijão. A soja é a

cultura que melhor valoriza a adubação mineral e proporciona a maior valorização do dia de trabalho: US\$ 5,80 na adubação média + esterco e US\$ 6,00 na adubação forte + esterco.

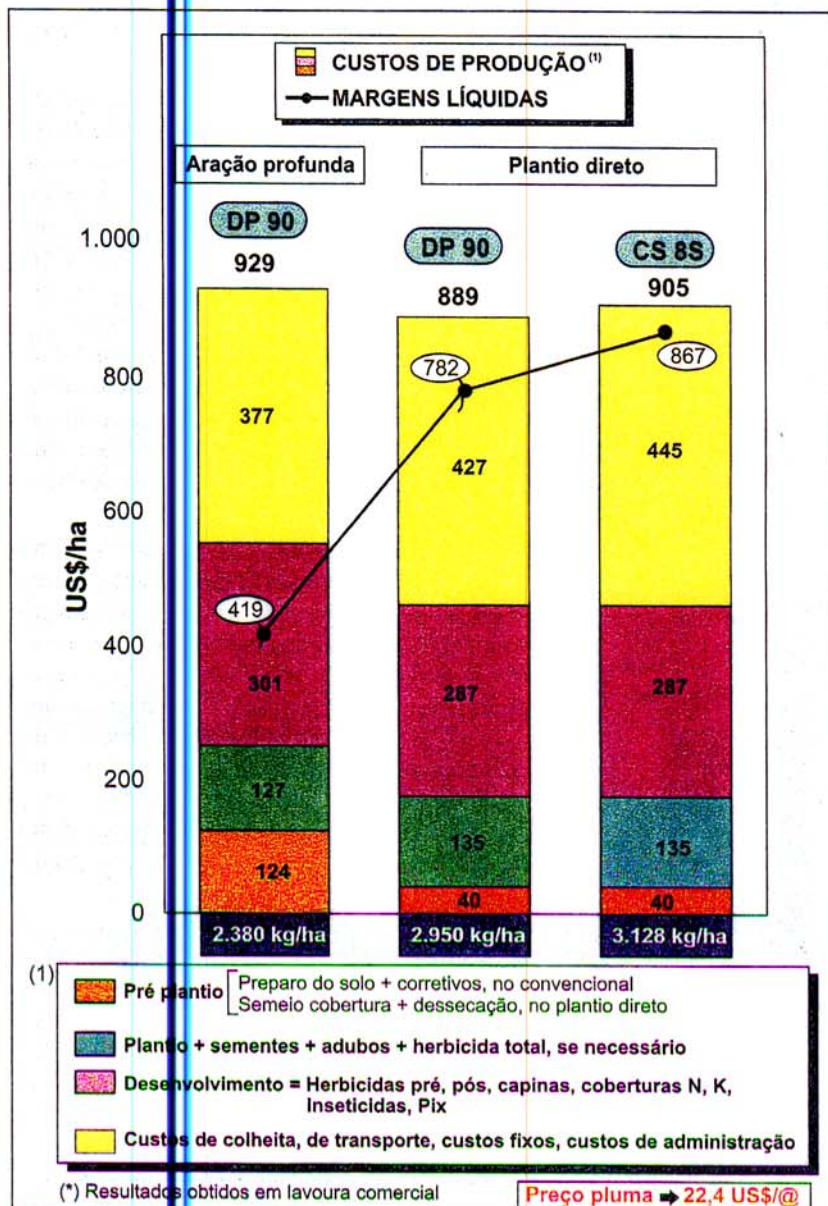
Os sistemas de cultivo praticados com aração nos solos ácidos induzem a valorizações de dia de trabalho próximas ao salário mínimo diário unicamente para as culturas de milho e soja.

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

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

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

**FIGURA 20. CUSTOS DE PRODUÇÃO DETALHADOS E MARGENS LÍQUIDAS EM US\$/ha DE DUAS VARIEDADES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE GESTÃO DO SOLO - LATOSSOLO SOBRE BASALTO DEGRADADO PELA EROÇÃO, EMBAIXO DO DECLIVE - FAZENDA SANTA JACINTA, ITUVERAVA, SP - 1998**



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

e onde os solos são "vazios quimicamente", e apresentam um poder de retenção irrelevante em relação aos adubos minerais.

Se o Plantio Direto (PD) sobre cobertura vegetal propicia sempre, em todas as grandes eco-regiões estudadas, a sequestração do carbono, a importância desta sequestração depende da natureza e da tipologia dos sistemas de cultivo praticados: os mais atuantes para esta função são aqueles que produzem mais biomassa aérea com C/N e teor de lignina elevados, e que possuem sistemas radiculares muito desenvolvidos na superfície e em profundidade para poder utilizar eficientemente a água profunda do solo, abaixo da área de atuação radicular das culturas comerciais. Os sistemas radiculares mais resistentes à mineralização estão cercados de "mangas" importantes de microagregados que protegem a M.O. (*polissacarídeos*, *endomycorizas vesículo-arbusculares*, *polifenóis*),

como se encontram na espécie *Eleusine coracana* cultivada pura ou consorciada com leguminosas pivotantes, ou as do gênero *Brachiaria*, consorciadas com bombas biológicas recicladoras, tais como milho e sorgo.

Nestes sistemas, a produção de matéria seca é contínua durante o ano todo, através da utilização progressiva de uma enorme reserva hídrica, numa grande espessura de solo, e as concentrações em M.O. aumentam na superfície do solo (Figura 25). O recarregamento em carbono interessa principalmente no horizonte de 0-10 cm, mas também no de 10-20 cm quando gramíneas com sistema radicular mais potente são usadas (*Eleusine*, *Brachiaria* consorciada com sorgo, milho ou em pastagem em 4 a 5 anos; espécies perenes usadas como coberturas vivas, tais como *Cynodon dactylon* ou *Pennisetum clandestinum*). O acréscimo de M.O. na superfície aumenta a resistência dos microagregados e a proteção da M.O.; ou seja, a M.O. aumenta a estabilidade dos agregados onde se encontram, e os agregados mais estáveis, por sua vez protegem a M.O. nele incorporada, estabelecendo assim relações recíprocas entre dinâmica da M.O. e estabilidade da agregação (*autoregulação*, *auto-proteção*).

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

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

- Na ecologia das florestas tropicais do Centro-Oeste do Brasil, sobre latossolos oriundos de basaltos, com fortes declives, o plantio direto, em cultivo moderno e mecanizado, propicia o controle total da erosão, o acréscimo de 10 a 30% na produtividade do algodoeiro, a diversificação da produção, controlando a peste vegetal "tiririca" (*Cyperus rotundus*).

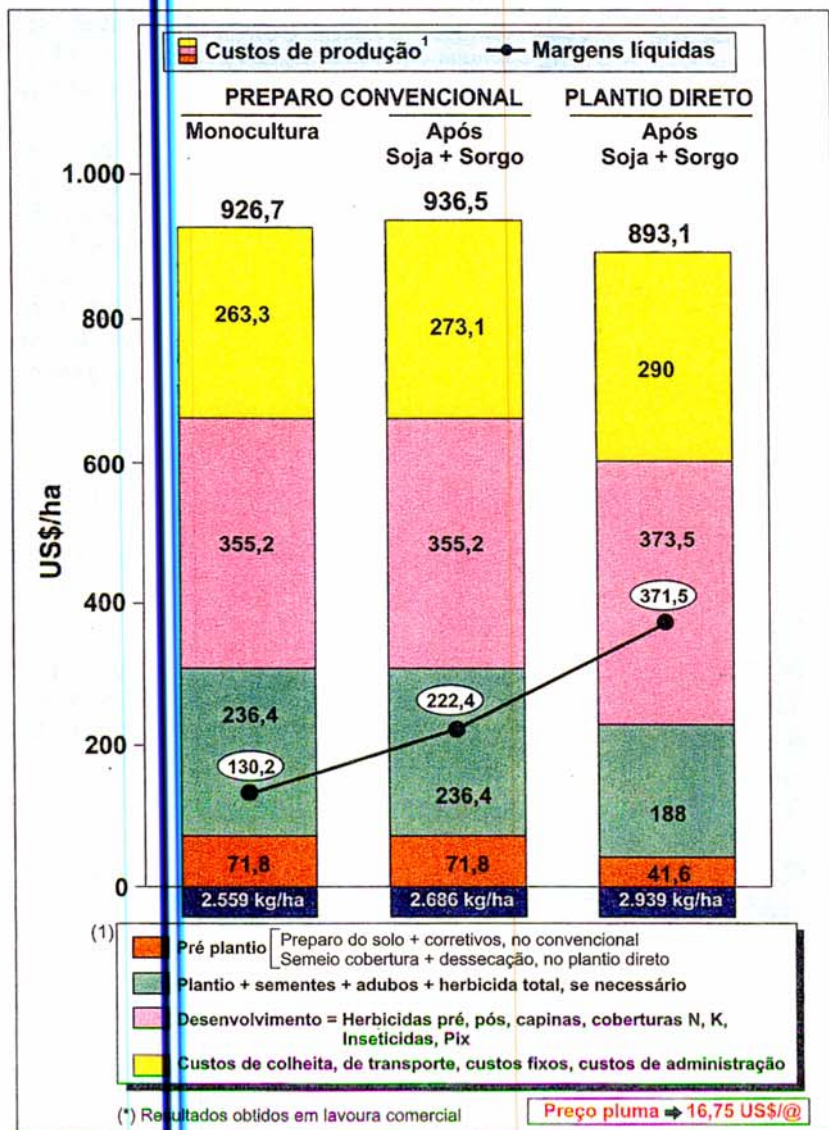
- Na eco-região subtropical de altitude das terras altas de Madagascar, local com erosão catastrófica, onde se pratica pequena agricultura familiar, manual e com tração animal, com insumos mínimos, a produtividade dos sistemas em PD é de 2 a 5 vezes superior à dos sistemas com preparo do solo para as culturas principais de milho, feijão e soja.

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

Estes resultados obtidos em eco-regiões muito diferenciadas evidenciam que o Plantio Direto na cobertura vegetal permanente do solo propicia maior produção, de modo mais estável,

**FIGURA 21. CUSTOS DE PRODUÇÃO E MARGENS LÍQUIDAS (em US\$/ha), DO ALGODOEIRO (CV. DELTA OPAL), SOB TRÊS MODOS DE GESTÃO DO SOLO - Latossolo Vermelho-Escuro sobre basalto**

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



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

mais limpo, dando uma parte crescente para a fertilidade de origem organo-biológica na capacidade do solo em produzir. Este tipo de agricultura que insere a noção de "biomassa anual", "bomba biológica" como "reforço" das culturas comerciais, pode agir como armazenador líquido de CO<sub>2</sub> e não mais como produtor líquido.

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

Porém, estes cenários só serão reais e possíveis se os diversos atores do desenvolvimento, trabalhando de mãos dadas in

situ, forem capazes de criar esses sistemas de cultivo do futuro, mais atuantes em, simultaneamente, sequestrar o carbono, reciclar os nitratos e as bases, degradar os xenobióticos (critérios dos cientistas e da sociedade civil), e que satisfaçam os critérios de escolha da agricultura sustentável e os dos agricultores (agrônomicos e técnico-econômicos).

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

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

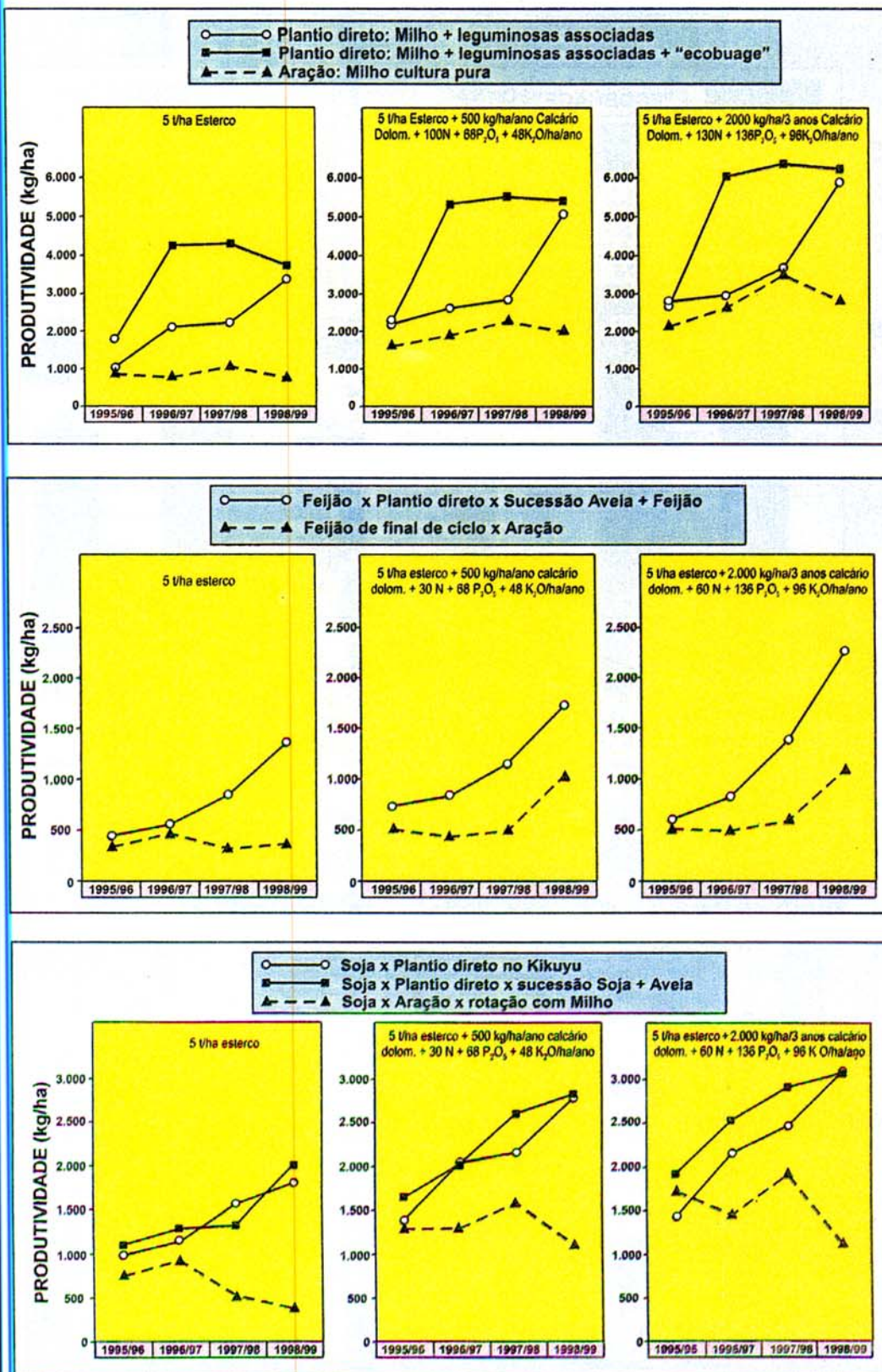
Esta experiência revela também a importância dos Trópicos Úmidos como "simulador excepcional" para o estudo científico da dinâmica do carbono: num clima com alta pluviometria em 7,5 a 8 meses, e com temperatura média muito elevada, as velocidades de reação dos processos fundamentais que comandam a dinâmica do carbono, mas também a lixiviação dos nitratos e das bases, são muito maiores do que em qualquer outro lugar, e permitem apreender a dinâmica, até a curtíssimo

prazo, destes processos fundamentais de funcionamento. É um modo acadêmico e rigoroso de elucidar estes fenômenos, encurtando o espaço-tempo, portanto um auxílio precioso de modelagem para a pesquisa, que permitirá antever essas dinâmicas para as demais grandes eco-regiões do planeta onde a velocidade das reações é muito mais lenta.

As unidades operacionais de criação-difusão desses cenários de agricultura sustentável de amanhã estão organizados numa rede tropical e subtropical no CIRAD-CA. Este conjunto muito diversificado nos planos dos ambientes físicos e sócio-econômicos reúne uma malha de unidades operacionais de campo, monitoradas pela pesquisa com o apoio das agriculturas locais, que são laboratórios de vigília para a análise antecipada dos impactos dos sistemas em PD no ambiente e nos homens que o cultivam, e para a modelagem científica dos funcionamentos destes sistemas que estão em ligação direta com as realidades agrícolas regionais. Estas unidades, que pré-figuram os cenários da agricultura "limpa" de

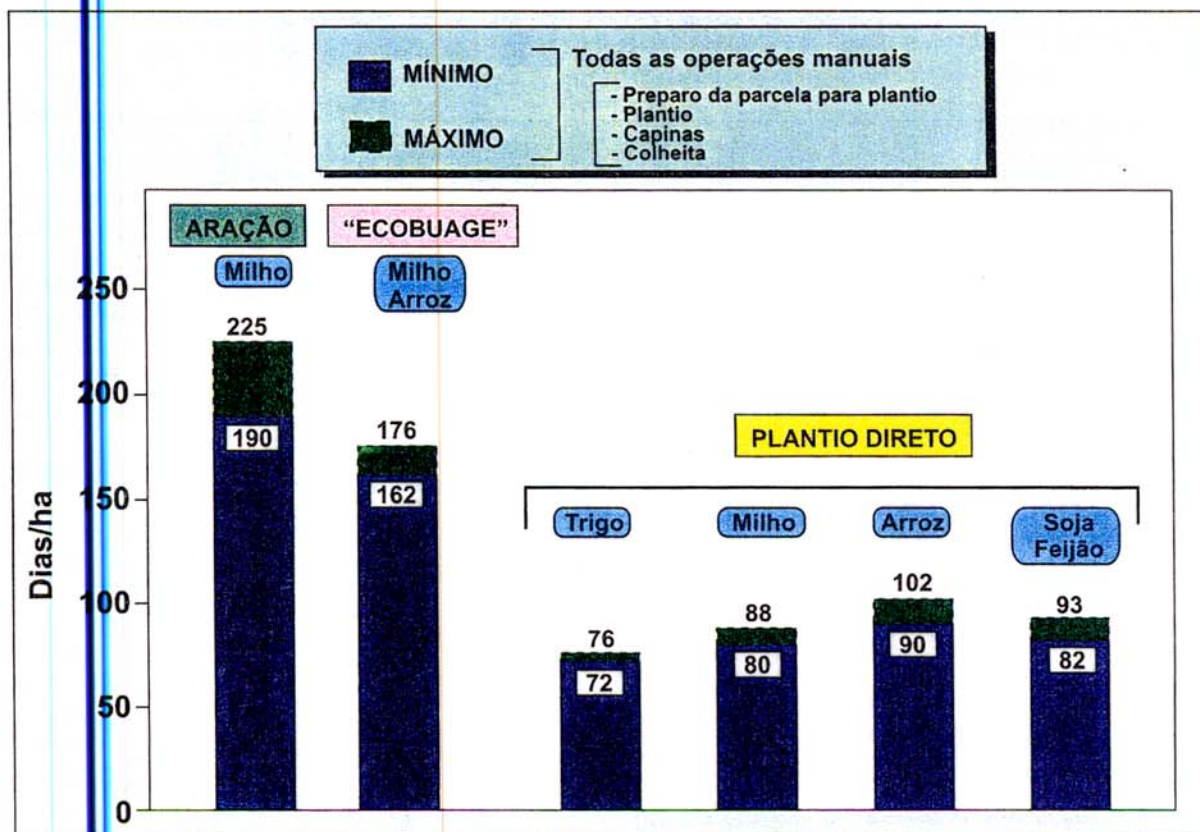
**FIGURA 22. EVOLUÇÃO DAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS DE MILHO, FEIJÃO E SOJA EM FUNÇÃO DO MODO DE GESTÃO DO SOLO E DAS CULTURAS, EM CULTURA MANUAL**  
 Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1995/99

**• MÉDIA DE QUATRO LOCALIDADES EM SOLOS ÁCIDOS DE BAIXA FERTILIDADE**

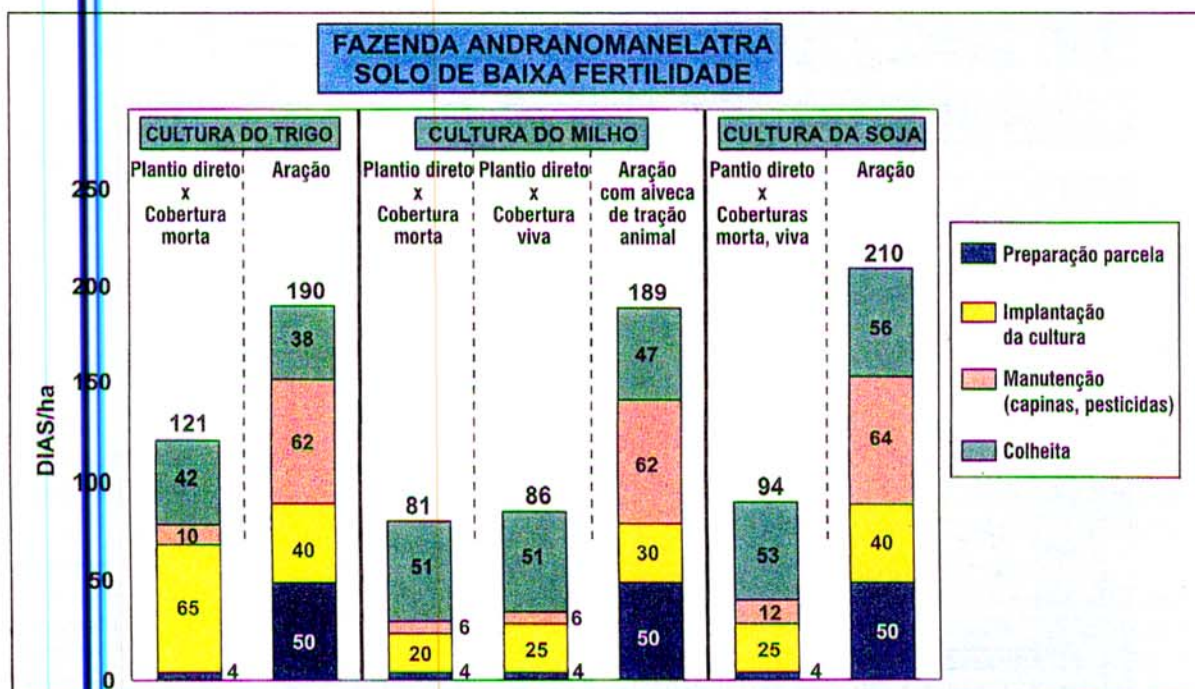


FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

**FIGURA 23. TEMPO GASTO NAS OPERAÇÕES MANUAIS POR ITINERÁRIO TÉCNICO EM DIAS/HA EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS - Latossolos e solos vulcânicos das altas terras de Madagascar - Antsirabé, 1994/99**



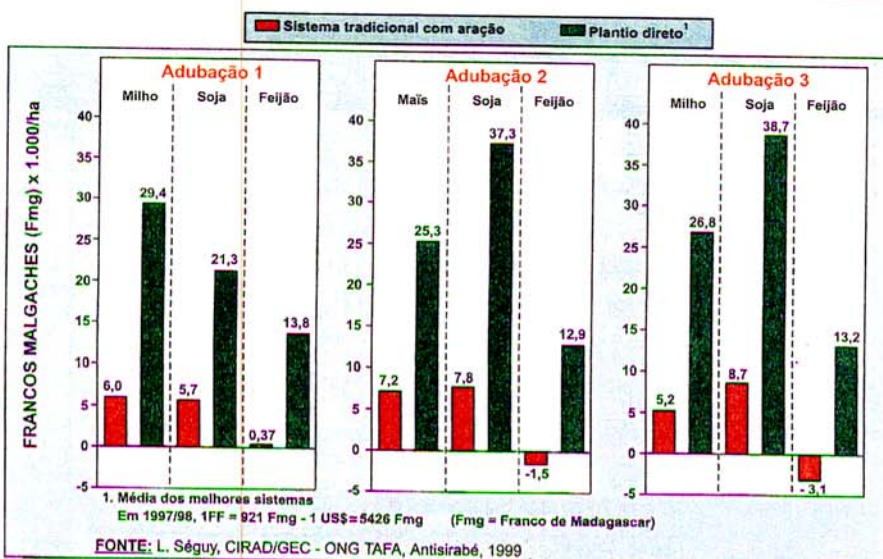
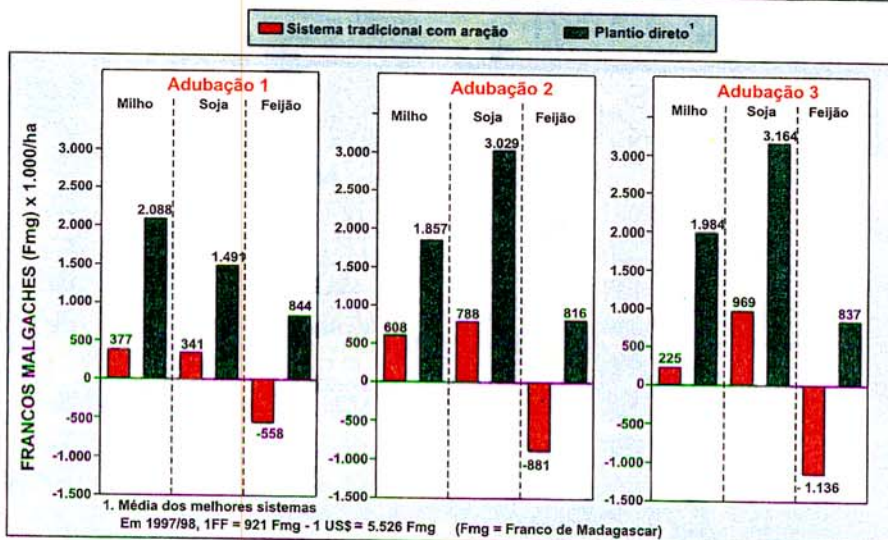
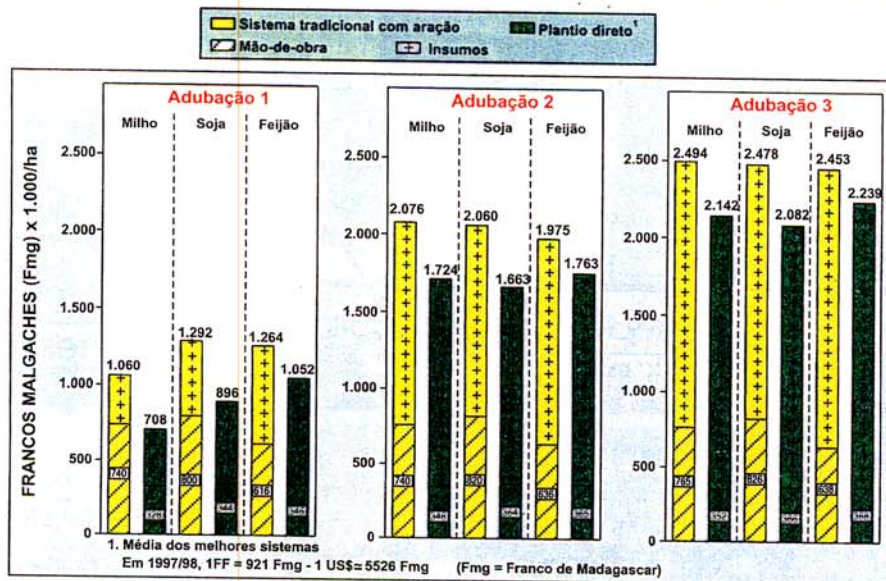
**COMPARAÇÃO DO TEMPO MÉDIO GASTO NAS OPERAÇÕES EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS NA SOJA, NO MILHO E NO TRIGO - Latossolos e solos vulcânicos das altas terras de Madagascar - Antsirabé, 1994/99**



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

**FIGURA 24. CUSTOS DE PRODUÇÃO, MARGENS LÍQUIDAS E VALORIZAÇÃO DO DIA DE TRABALHO DAS CULTURAS DE MILHO, SOJA E FEIJÃO EM FUNÇÃO DOS MODOS DE GESTÃO DOS SOLOS E DAS CULTURAS EM AGRICULTURA MANUAL - Latossolos e solos vulcânicos das terras altas de Madagascar - Antsirabé, 1997/98**

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



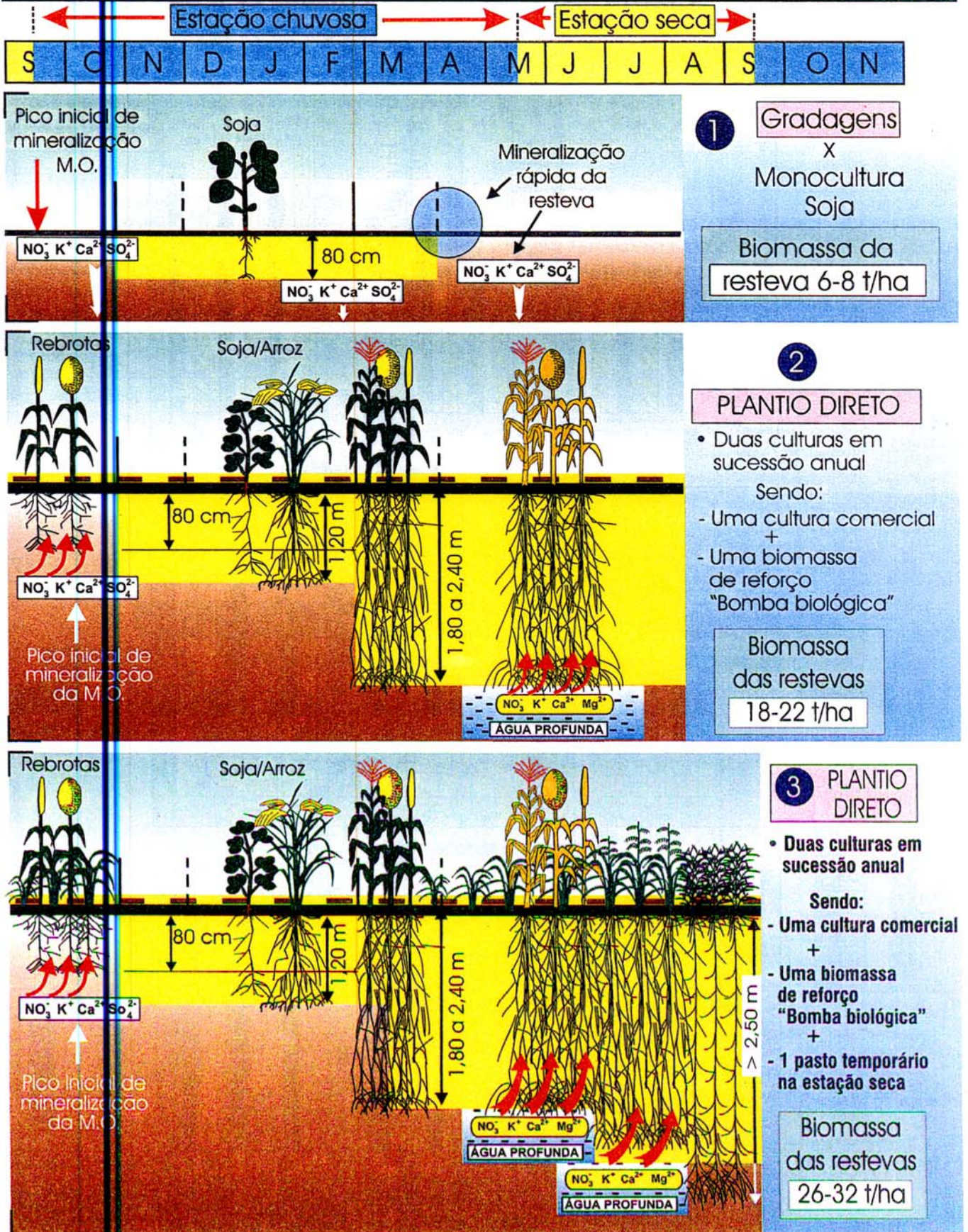
FONTE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

Adubação 1 = 5 t/ha esterco  
Adubação 2 = 5 t/ha esterco + 500 kg/ha/ano calc. dolom. + 100 N + 68 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 48 K<sub>2</sub>O/ha/ano - Milho + 30 N + 68 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 48 K<sub>2</sub>O/ha/ano - leg.  
Adubação 3 = 5 t/ha esterco + 2.000 kg/ha/ano calc. dolom. + 130 N + 136 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 96 K<sub>2</sub>O/ha/ano - Milho + 60 N + 136 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 96 K<sub>2</sub>O/ha/ano - leg.



# FIGURA 25. EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS -

Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro-Norte do Mato Grosso - 1986/2000



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

amanhã, estão muito adiantadas em relação aos cenários atuais de desenvolvimento e, portanto, constituem ferramentas preciosas de monitoramento da agricultura do futuro para conciliar as exigências da sociedade civil (*luta contra o efeito estufa, produtos alimentícios saudáveis*) e as dos agricultores (*agricultura sustentável e lucrativa, ao menor custo, num ambiente protegido e limpo*). A “Rede Plantio Direto sobre cobertura vegetal do CIRAD-CA”, que se estende a passos largos graças ao apoio da cooperação francesa (FD, MAE, FFEM), abrange a América Latina com o Brasil e o México, o Oceano Índico em Madagascar (*trabalhos de H. Charpentier, R. Michellon do CIRAD, ONGs TAFE e ANAE, FOFIFA e ONGs associadas*) e na Ilha da Réunion (*trabalhos de R. Michellon, A. Chabanne, J. Boyer, F. Normand, APR, DDA*), a Ásia com o Laos (*trabalhos de R. Julien, F. Tivet e pesquisa laociana*) e o Vietnã (*trabalhos de O. Husson, P. Lienard, S. Boulakia e pesquisa vietnamita*), e vai se abarcar para a África no início dos anos 2000 (*Tunísia já em andamento, Camarões, Mali, e Etiópia por vir*).

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

## 5. LITERATURA CONSULTADA

- AMADO, T.J.; PONTELLI, C.B.; JÚNIOR, G.G.; BRUM, A.C.R.; ELTZ, F.L.F.; PEDRUZZI, C. Sequestro de carbono em sistemas conservacionistas na Depressão Central de Rio Grande do Sul. In: REUNIÓN BIENAL DE LA RED LATINOAMERICANA DE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 5., Florianópolis, 1999. p.42-43.
- BATJES, N.H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *Eur. J. Soil Sci.*, v.47, p.151-163, 1996.
- BAYER, C.; MELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Till. Res.*, v.54, p.101-109, 2000.
- BORGES, G. Especial 10 anos – retrospectiva dos principais fatos que foram notícia. *Revisão Plantio Direto*, edição nº 59, 48p., Setembro/outubro de 2000.
- BOULAKIA, S.; MADJOU C.; SÉGUY, L. **Impacts de quelques itinéraires techniques de Semis Direct, comparés au travail du sol, sur des indicateurs fondamentaux de gestion de la fertilité sous climat équatorial.** Montpellier Cedex 5 France, 1999. p.34398. (Doc. Interne CIRAD, 11)
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOT, E.T. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.58, p.123-130, 1994.
- CERRI, C.; FELLER, C.; BALESSENT, J.; VICTORIA, R. PLENECASSAGNE, A. Application du traçage isotopique naturel en  $^{13}\text{C}$  à l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols - *Comptes Rendus de L'académie des Sciences Paris*, v.300, p.423-428, 1985.
- CHAUSSOD, R. La qualité biologique des sols – évaluation e implications. *AFES*, v.3, n.4, p.261-278, 1996.
- CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *R Bras. Ci. Solo*, v.23, p.425-432, 1999.
- DERHAM et al. **Enjeu des tanety pour le développement paysan en merina.** FAFIALA ONG - ANTANANARIVO – MADAGASCAR 1995. 20p.
- DICK, W.A.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W.; PETERS, S.E.; CHRISTENSEN, D.R.; PIERCE, F.J.; VITOSH, M.L. Impacts of agricultural management practices on C sequestration in forest derived soils of the eastern Corn Belt. *Soil & Till. Res.*, v.47, p.235-344, 1998.
- DOSS, D.D. ; BAGYARAJ, D.J.; SYAMASUNDAR, J. Morphological and histochemical changes in the roots of finger mille *Eleusine coracana* colonized by VA mycorrhiza. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.*, v.54, p.291-293, 1989.
- ELLIOT, E.T. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* v.50, p.627-633, 1989.
- ESWARAN, H.; VAN DER BERG, E.; REICH, P. Organic carbon in soils of the world. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.57, p.192-194, 1993.
- FEBRAPDP - Federação brasileira de plantio direto na palha 2000 **Evolução da área de plantio direto no Brasil - dados estatísticos.** <http://www.agri.com.br/febrapdp/pd>.
- FELLER, C. La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1:1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Orstom, 1995. 393p. Tese (Doutorado) – Université Louis Pasteur, Strasbourg, França.
- FEYT, H., MENDEZ DEL VILLAR, P.; RAVOHITRARIVO, C.P.; RABENJANA HARYE. **ENQUÊTES - Études de la variabilité de la filière semences de FIFAMANOR dans le cadre de désengagement de l'état.** DOC FOFIFA - CIRAD - ANJANANARIVO – MADAGASCAR, 1999.
- IPCC. **Climate change 1995. Working group I.** Cambridge Cambridge University Press, 1996.
- KERN, J.S.; JOHNSON, M.G. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.57, p.200-210, 1993.
- LAL, R. Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in Western Nigeria. II. Soil Chemical properties. *Soil & Till. Res.*, v.42, p.161-174, 1997.
- LAL, R. Soil management and restoration for C sequestration to mitigate the accelerated greenhouse effect. *Progress in Environmental Science*, v.4, p.307-326, 1999.

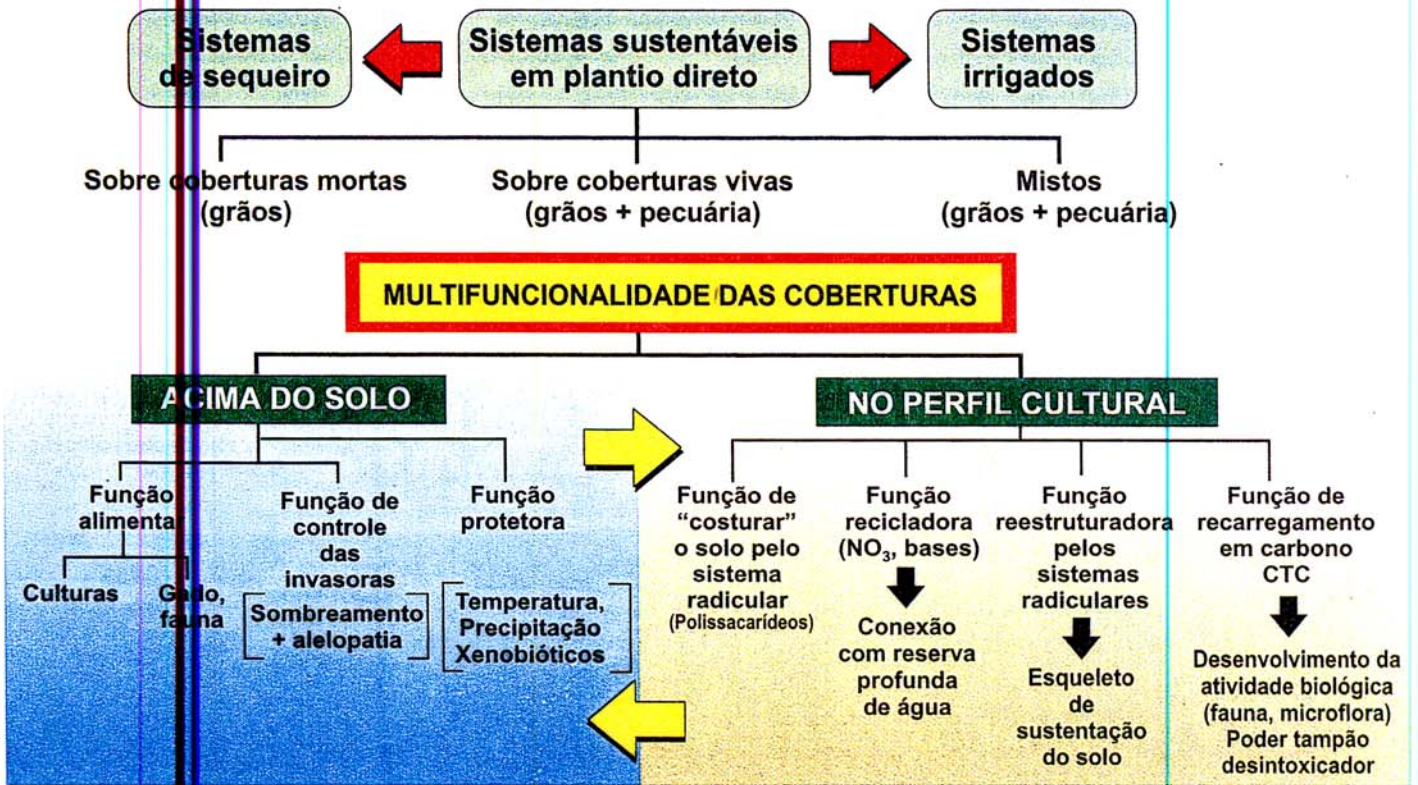
- LAL, R.; LOGAN, T.J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (eds.). **Soil management greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p.293-307.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; WHITMAN, C. World soils and greenhouse effect: An overview. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (eds.). **Soils and global change**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p.1-7.
- LOPES, A.S. **Solos sob Cerrado – características, propriedades e manejo**. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Neutralização da acidez do perfil de solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, POTAFOS, n.92, Dezembro/2000.
- NEUFELDT, H.; AYARZA, M.A.; RESK, D.V.S.; ZECH, W. Distribution of water-stable aggregates and aggregating agents in Cerrado Oxisols. **Geoderma**, v.93, p.85-99, 1999.
- RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.
- REICOSKY, D.C.; KEMPER, W.D.; LANGDALE, G.W.; DOUGLAS Jr., C.L.; RASMUSSEN, P.E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. **J. Soil Water Cons.**, v.50, p.253-261, 1995.
- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R. Plantio Direto – Recupera a matéria orgânica do solo e reduz a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. **Revista Plantio Direto**, n. 59, setembro/outubro de 2000a. p.41-45.
- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; LAL, R.; DICK, W.A.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.; FEIGL, B. Organic matter dynamics and sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 2000b.
- SÉGUY, L. **Contribution à l'étude et à la mise au point des systèmes de culture en milieu réel: petit guide d'initiation à la méthode de création-diffusion de technologies en milieu réel, - résumés de quelques exemples significatifs d'application**. France, Octobre 1994. 191p. (Doc. CIRAD)
- SÉGUY, L. **Les techniques de semis direct sur couvertures végétales dans la région des Hauts Plateaux de Madagascar**. Partie d'un document collectif sur Madagascar à paraître pendant l'année - 34398 Montpellier cedex 5 - France, 2001a. 100p. (Doc. CIRAD provisoire).
- SÉGUY, L. **Quelques éléments simples et utiles: à la compréhension de la démarche du CIRAD-CA en matière d'agroécologie - à la rédaction d'un projet scientifique SCV**. France, 2001b. 23p. (Document CIRAD).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en Semis direct**. France, 1998b. 45p. (Doc. INTERNE CIRAD).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Rapports annuels de recherches sur les fronts pionniers du Mato Grosso. ZTH - 1992/2000**. (Doc. INTERNES CIRAD)
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. **Les plus récents progrès technologiques réalisés sur la culture du riz pluvial de haute productivité et à qualité de grain supérieure, en systèmes de semis direct. Ecologies des forêts et cerrados du Centre Nord de l'Etat du Mato Grosso**. Agronorte - Sinop-MT. France, 1998a. 4p.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. **Semis direct et résistance des cultures aux maladies**. France, 1998b. 4p. (Doc. CIRAD)
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. **Systèmes de culture et dynamique de la matière organique**. France, 2001. 200p. (Doc. CIRAD).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MAEDA, E.; MAEDA, N. Brésil: semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. **Agriculture et développement**, n.17, Mars 1998c. p.3-23.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MAEDA, E.; MAEDA, N. Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil. The ICAC Recorder. **Technical Information Section**, v.16, n.1, march 1998d. p.11-17.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MAEDA, E.; IDEM, A.; TRENTINI, A. **La maîtrise de *Cyperus rotundus* par le semis direct en culture cotonnière au Brésil**. **Agriculture et développement**, n.21, p.87, 1999.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TAFFAREL, W.; TAFFAREL, J. Méthode de défrichement préservant la fertilité du sol. In: **Bois et forêts des tropiques**, n.263, 1<sup>o</sup> trimestre 2000. p.75-79.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTEZ, N.A. **L'agriculture brésilienne des fronts pionniers**. **Agriculture et développement**, n.12, décembre 1996. p.2-61.
- TRIOMPHE, B. **Méthodes d'expérimentation agronomique en milieu paysan. Approche bibliographique**. Collection Mémoires et travaux de l'IRAT 19. CIRAD-CA, 1989. 223p.

# ANEXO

## O CONCEITO DE MULTIFUNCIONALIDADE DAS BIOMASSAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO

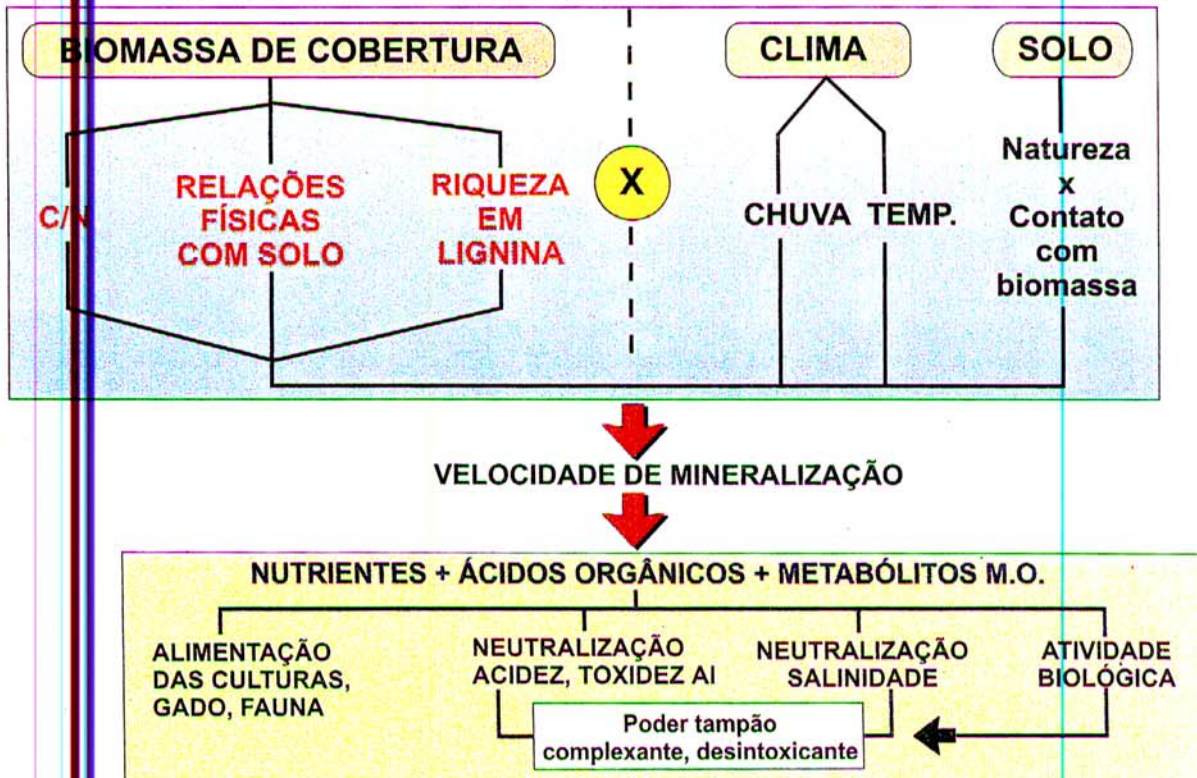


# FIGURA 26. O CONCEITO DE MULTIFUNCIONALIDADE DAS BIOMASSAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO



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

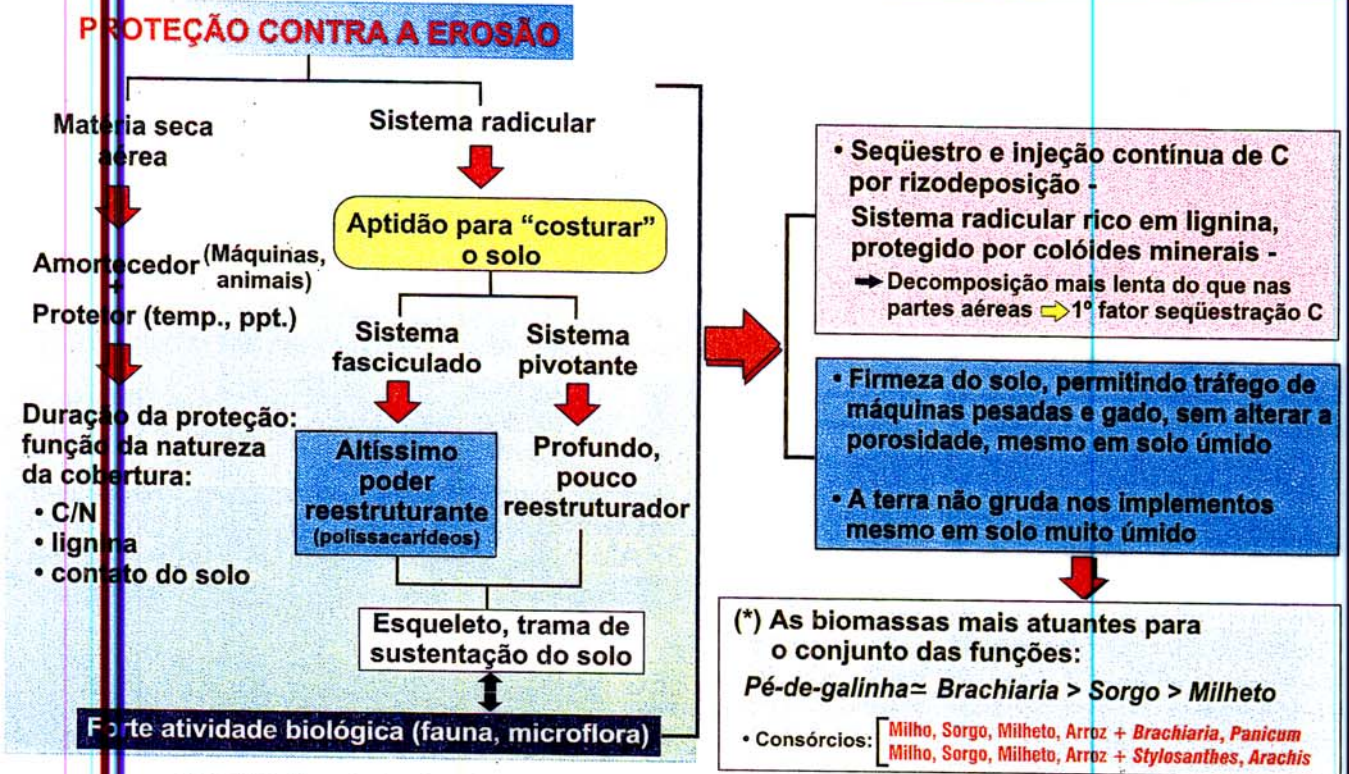
# FIGURA 27. FUNÇÃO ALIMENTAR



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

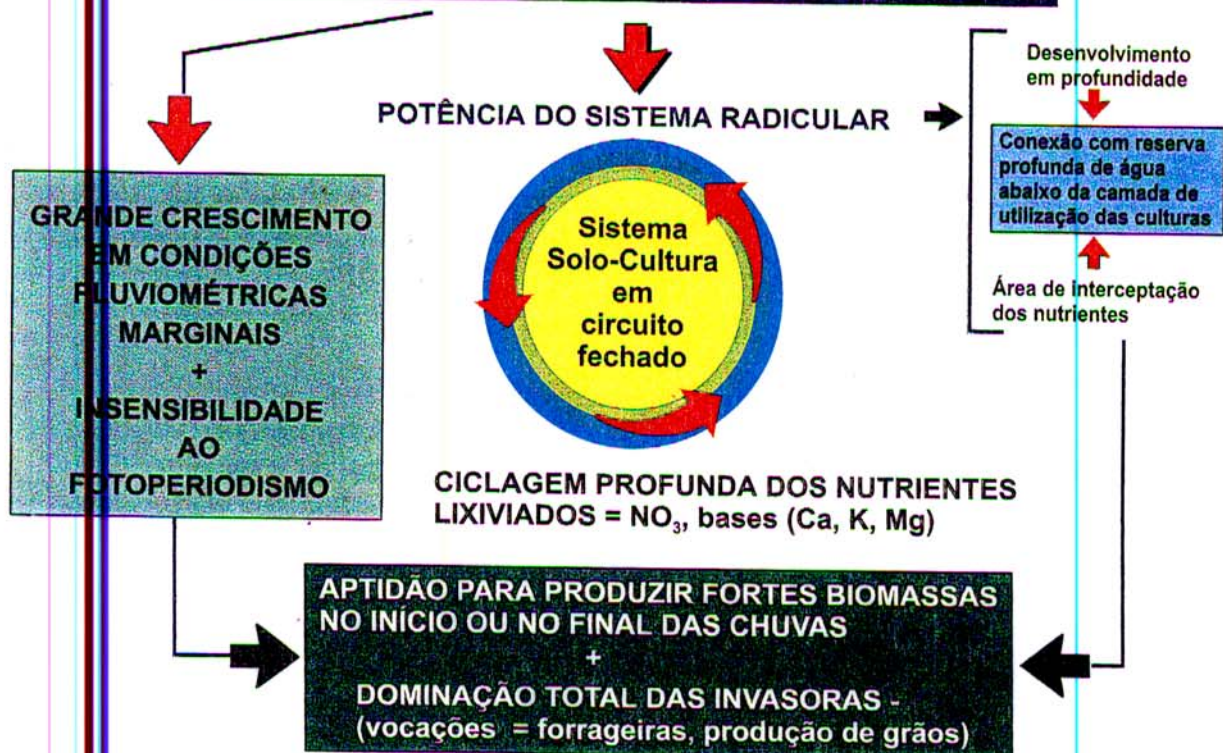
# FIGURA 28. FUNÇÕES

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



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

# FIGURA 29. FUNÇÃO RECICLADORA



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

# FIGURA 30. FUNÇÃO: CONTROLE DAS INVASORAS

BIOMASSAS DOMINANTES, ALTAMENTE COMPETITIVAS,  
EXCLUSIVAS DAS DEMAIS ESPÉCIES

ANUAIS

PERENES,  
INCLUINDO  
ERVAS DANINHAS

- *Eleusine coracana*
- *Sorgo* sp.
- *Milhetos, Setárias, Echinochloa*
- *Crotalárias, Vigna, etc.*

GRAM.

*Brachiaria, Cynodon, Paspalum, Pennisetum, Stenotaphrum, Axonopus, etc.*

LEG.

*Trifolium, Stylosanthes, Cassia, Arachis, Pueraria, Calopogonium, Desmodium, etc.*

ERVAS DANINHAS

*Mimosa, Chromolaena, Imperata, Cyperus, etc.*

- CAMADA PROTETORA → VELOCIDADE DE DECOMPOSIÇÃO (C/N, teor em lignina)
  - Sombreamento
  - Proteção total dos solos contra moléculas xenobióticas
- EFEITOS ALELOPÁTICOS

DESENVOLVIMENTO DE CENÁRIOS DE  
PRODUÇÃO DE GRÃOS INTEGRADOS  
OU NÃO COM A PECUÁRIA

- Sem herbicidas → Agricultura biológica
- Somente com herbicidas totais em baixa dosagem, num solo coberto, protegido

# ALTERNATIVAS PARA COBERTURAS DO SOLO, VIAVEIS PARA O CERRADO

Lucien Séguy<sup>1</sup>  
Serge Bouzinac<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

No início deste novo milênio, a agricultura mundial deverá efetuar uma verdadeira revolução para se adaptar, simultaneamente, à globalização dos mercados e do conhecimento, à pressão crescente dos consumidores que exigem produtos sadios e de qualidade, e a dos pesquisadores e da sociedade civil em geral para a salvaguarda do planeta.

As estratégias e os modelos de desenvolvimento terão de levar em conta a necessidade de produzir mais por unidade de recursos naturais, e assim sendo, será imperativo reduzir e até suprimir os efeitos negativos provocados pela atividade agrícola na natureza. Atualmente, estimativas oriundas de pesquisas recentes (*LAL et al., 1995; IPCC, 1996*) evidenciam que o volume de CO<sub>2</sub> emitido do planeta para a atmosfera contribui com 50% para o efeito estufa e que a atividade agrícola representa mais de 23% do CO<sub>2</sub> total emitido.

Há mais de 20 anos no Brasil, mais de 15 anos na ilha da Réunion, mais de 10 anos em Madagascar e mais recentemente na Ásia (*Vietnam e Laos*), o CIRAD constrói, com seus parceiros de pesquisa e de desenvolvimento no Sul, diversos sistemas de cultivo em Plantio Direto que devem responder a essas exigências.

• A análise das performances comparadas dos sistemas de cultivos praticados com preparo convencional e em Plantio Direto em várias grandes eco-regiões do mundo tropical levam a algumas conclusões de âmbito geral<sup>3</sup>:

- Se a destruição da matéria orgânica (M.O.) dos solos submetidos a modos de gestão inadaptados, pode acontecer de modo muito rápido, sua recuperação pode andar na mesma velocidade em Plantio Direto, praticando os sistemas construídos para este fim (*Fig. 1, 2 e 3*).
- O poder de seqüestração do carbono depende, em primeiro lugar, da natureza dos sistemas de cultura criados em cada eco-região. Os mais atuantes a esse respeito são aqueles que produzem o máximo de matéria seca de resíduos tanto na superfície do solo quanto no perfil cultural durante toda a estação chuvosa, mas também na época seca quando as condições de mineralização da M.O. estão quase parando. A escolha das

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> do CIRAD-CA, sediado em Goiânia-GO, coordenador da Rede Plantio Direto do Programa GEC. Telefone: (62) 280-6286. E-mail: lseguy@zaz.com.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> do CIRAD-CA, trabalha em equipe com L. Séguy no Brasil e na Rede Plantio Direto do Programa GEC. E-mail: lseguy@zaz.com.br

<sup>3</sup> Para mais informações, o leitor poderá consultar o Dossiê "Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica" de L. Séguy, S. Bouzinac e A.C. Maronezzi, 2001. 203p. (Documento Interno CIRAD-CA) 34398 - Montpellier Cedex 5 França, 2001, ou o encarte in "Informações Agronômicas" da POTAFOS, nº 96, Dez. 2001.



plantas de cobertura também é determinante: as mais eficientes são as que são mais possantes e capazes de melhor desenvolver simultaneamente as funções de proteção da superfície, de reestruturação do perfil, de reciclagem profunda dos nutrientes, a qual exige a utilização de água profunda do solo, aumentando assim a capacidade de produção de matéria seca desses sistemas, até durante a estação seca, a exemplo do ecossistema florestal (*Fig. 12*).

- Nos melhores sistemas de cultivo em PD, os níveis de M.O. podem então logo alcançar e até ultrapassar os dos ecossistemas naturais, mesmo partindo de condições iniciais muito degradadas (*Fig. 2 e 3*).
- A evolução das performances da produção agrícola que interessa em primeiro lugar os agricultores, acompanha a da M.O. = os sistemas de cultivo mais produtivos, mais estáveis, mais atrativos economicamente e de menor risco, são os que mais seqüestram carbono (*Fig. 4 e 5*). Nesses sistemas, a parte da fertilidade gratuita construída em PD por via organo-biológica se torna mais importante na capacidade produtiva do solo com o passar do tempo: a produtividade aumenta com menos adubos minerais, e o potencial de produção cresce.
- Se todos os exemplos apresentados são demonstrativos a esse respeito, o dos latossolos dos Trópicos Úmidos (TU), que são "vazios quimicamente", revela hoje capacidades de produção sustentáveis, não igualadas em nenhum outro lugar do globo, na presença de níveis baixíssimos de adubação mineral: num mesmo ano agrícola, se pode produzir (e reproduzir) 6 a 7 t/ha de arroz de sequeiro de grão agulhinha ou 4 a 5 t/ha de soja, seguidos em safrinha, de 3 a 5 t/ha de cereais "bombas biológicas", consorciadas com espécies forrageiras que formarão uma pastagem durante toda a estação seca, a qual pode alimentar 1,5 a 2,0 cabeças de gado por ha nesses 3 meses; estas 3 culturas anuais sucessivas, que abrangem os 12 meses do ano, são obtidas em Plantio Direto, consomem no total 50 a 115 N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> conforme a cultura de cabeceira (*soja ou arroz, respectivamente*), 100 a 110 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, 110 a 130 K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (*Fig. 19*).
- Também é possível produzir entre 3.000 e 5.200 kg/ha de algodão (200 a 350 @/ha) em plantio direto após possantes biomassas de cobertura, em rotação com sucessões precedentes (*Fig. 19*).
- Os melhores sistemas em Plantio Direto produzem entre 26 e 32 t/ha/ano de resíduos de matéria seca (*Fig. 12*); os sistemas mais fáceis a serem praticados (e geralmente menos atuantes) conquistaram mais de 6 milhões de hectares em menos de 10 anos nos cerrados do Centro Oeste brasileiro.

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

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

As técnicas de Plantio Direto (PD), sem nenhum preparo de solo, desenvolvidas em regiões subtropicais (*Brasil*) e temperados (*Estados Unidos*), que estão construídas basicamente sobre restevras, são insuficientes em clima tropical quente e úmido para restaurar rapidamente, e depois manter a fertilidade global do solo, ao menor custo (*Séguy L. et al., 1996*):

- O "reator - mineralização da M.O." consome mais húmus do que recebe dos sistemas de cultivo (*exceto pastos e fornecimentos exógenos de M.O.*);
- A reestruturação do espaço poral a partir tão somente dos sistemas radiculares das culturas comerciais é insuficiente para o desenvolvimento favorável e duradouro da maioria das culturas;
- A cobertura do solo não é mais assegurada após algumas semanas, deixando exposto as agressões climáticas, a passagem dos implementos, e facilita a proliferação das invasoras .

A partir destes fatos comprovados, o CIRAD-CA concebeu e colocou em prática novas técnicas de PD, inspiradas diretamente do funcionamento do ecossistema florestal: o Plantio Direto sobre Cobertura Permanente do Solo.

Se na construção destes sistemas, a pesquisa do CIRAD toma como modelo global de funcionamento o do ecossistema florestal, ela teve, para conseguir chegar lá, de desenvolver uma série de conceitos fundamentais complementares, relativos a gestão da M.O.

### 2.1 O CONCEITO DE BIOMASSA RENOVÁVEL, CHAMADA "BOMBA BIOLÓGICA"

Esta biomassa "de intercultura" garante, a cada ano, a cobertura permanente do solo, até nas condições mais propícias a mineralização ativa da MO. (*pluviometria e temperaturas elevadas nos Trópicos Úmidos*) e possui múltiplas funções essenciais e complementares que podem ser expressadas através dos princípios e conceitos de multifuncionalidade das coberturas (*Fig. 6 e 7*):

#### • ACIMA DO SOLO

- \* **Proteção total** e permanente da superfície contra os excessos climáticos e controle total da erosão (*papel regulador para a água e a temperatura, protetor para a fauna e as moléculas de pesticidas, amortecedor para as passagens de máquinas e animais pesados*),
- \* **Função alimentar** para a cultura principal (*regida pela relação C/N e pelo teor em lignina das partes aéreas e radiculares*) e função alimentar para os animais

(*integração da pecuária, vocação forrageira das biomassas*), para a fauna e a microflora do solo (*Fig. 8 e 9*);

- \* **Função de controle das invasoras** por sombreamento e/ou alelopatia (*Fig. 14*).

## • ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SOLO

- \* **Reestruturação do solo** através de um alto poder agregante do sistema radicular (*Trama emaranhada radicular = estrutura de sustentação do solo, a exemplo do vergalhão no concreto armado*), que lhe dá propriedades físicas e biológicas muito atuantes = qualidade do espaço poral que é simultaneamente muito filtrante, arejado, propiciando um enxugamento rápido do perfil cultural (*escoamento rápido dos excessos*) e uma boa capacidade de retenção em água (*microporosidade*), e que se mostra muito resistente a deformação por pressão exercida pelas máquinas ou pelo gado (*Fig. 7*). A reestruturação eficaz do perfil cultural faz-se graças a produção de substâncias muito eficientes para agregar: os polissacarídeos, as endomicorizas vesículo-arbusculares (*Doss D. D. et al., 1989*); as espécies *Eleusine coracana*, *Brachiaria ruziziensis*, *decumbens*, *humidicola* são exemplares a esse respeito, pois as raízes apresentam umas espessas bainhas protetoras de microagregados.
- \* **Reciclagem dos nutrientes lixiviados** em profundidade, especialmente os nitratos, o potássio e o cálcio (*fechamento do sistema "solo-cultura"*), os quais são recolocados na superfície a cada ano graças aos sistemas radiculares das biomassas "bombas biológicas" muito potentes tanto na sua capacidade de desenvolvimento em profundidade quanto no seu alto poder de interceptação dos nutrientes minerais e das moléculas orgânicas (*Vide Fig. 10 e 11*).
- \* **Utilização da água profunda** do solo, abaixo da área de bombeamento das culturas comerciais, a exemplo do ecossistema florestal na estação seca. Esta capacidade de se conectar com a reserva de água profunda permite produzir biomassa verde na estação seca, de injetar carbono de modo contínuo no perfil cultural e de sustentar uma atividade biológica intensa no ano todo (*Cf. Fig. 12*).
- \* **Capacidade em mobilizar a fertilidade:** extração de nutrientes pelo sistema radicular, que em seguida são recolocados a disposição das culturas pela mineralização da matéria seca, e isto, sobretudo em condições de solos considerados improdutivos para a maioria das culturas comerciais alimentares e/ou industriais (*As espécies dos gêneros Eleusine e Brachiaria fixam nitrogênio nas suas rizosferas através de bactérias livres, não simbióticas e são capazes graças a endomicorização vesículo-arbuscular de mobilizar também formas insolúveis de fósforo*).
- \* **Desenvolvimento de uma forte atividade biológica** constante durante o ano todo: os potentes sistemas radiculares de sustentação do solo constituem ambientes privilegiados, pois são protegidos e nunca remanejados e propiciam assim o desenvolvimento e a atividade da fauna e da microflora.
- \* **Poder desintoxicante das biomassas vegetais** de cobertura ("*biorremediação*"): contra a toxidez em alumínio por exemplo (*gênero Brachiaria*) ou contra a salinidade

*(ácidos orgânicos diversos liberados durante a mineralização das biomassas de cobertura que exercem um forte poder neutralizador, complexante) [Miyazawa M., Pavan M.A., Franchini J. C. 2000].*

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

**Costurando realmente o solo** por tramas radiculares potentíssimas e estruturadoras, o risco de perdas dos colóides e dos demais componentes do solo é completamente eliminado (*controle perfeito das externalidades sólidas, excetos os solutos*).

**O espesso tapete protetor**, sempre mantido acima da superfície do solo, intercepta totalmente os produtos pesticidas (*sempre coexiste na superfície, mesmo nos Trópicos Úmidos onde o "reator mineralização" é mais ativo em intensidade e duração, ao mesmo tempo: resíduos mais ricos em lignina em via de humificação sobrando dos ciclos anteriores, e as "bombas biológicas" verdes e em pé que produzem entre 7 e mais de 15 t/ha de matéria seca, seja um protetor verde, vivo, com 35 a mais de 70 t/ha de matéria verde na hora da dessecação com herbicidas de manejo*); portanto, a superfície do solo está fora do perigo de um contato direto com os pesticidas.

**Os volumes de caldas de herbicidas totais** podem ser reduzidos para menos de 50 l/ha e são absorvidos em totalidade pela biomassa verde antes de tocar o solo.

**Desenvolvendo uma fortíssima atividade biológica** no horizonte nutritivo 0-5 cm, sempre protegido da agressão antrópica o sistema de PD sobre cobertura morta ou viva dispõe de um possante aparelho de degradação para algumas moléculas que poderiam eventualmente atravessar o protetor da superfície; o Plantio Direto sobre cobertura permanente mostra-se, sem dúvida, um modo de produzir mais limpamente.

### **3. APLICAÇÃO E ADAPTAÇÃO DESTES PRINCÍPIOS A REGIÃO DO OESTE DA BAHIA - Recomendações para a construção dos Sistemas em PD**

Estes princípios e regras básicas de construção de sistemas de cultivo em PD, estáveis e lucrativos, devem ser adaptados as condições pedoclimáticas e socioeconômicas do oeste da Bahia.

- 3.1. **Nas microrregiões, onde o risco climático é mínimo** = chuvas entre 1.200 e mais de 1.600 mm, sobre 5,5 à 6,5 meses e solos de textura argilosa a franca-argilosa com boa capacidade de retenção de água e nutrientes, os sistemas de cultivos em PD, desenvolvidos no centro norte do Mato Grosso podem ser aplicados com êxito (*Fig. 13, 15, 16, 17 e 18*).

### Na cultura da Soja

Soja de ciclo curto à intermediário, de plantio direto precoce, seguido de =

- a) entre 20/01 e 10/02 ⇒ milho variedade consorciada com *Brachiaria ruziziensis*, ou com *Stylosanthes g.*
  - b) entre 10/02 e final de fevereiro ⇒ sorgo variedade ou híbrido, ou milheto, consorciados com *Brachiaria ruziziensis* ou com *Stylosanthes g.*  
⇒ Pé de Galinha em cultura pura ou consorciado com *Crotalaria spectabilis*
  - c) entre final de fevereiro e final de março ⇒ Milheto (*Variedade insensível ao fotoperiodismo*)
- . biomassa de milheto ou sorgo guinea ou Pé de Galinha, plantado nas primeiras chuvas e seguido de PD Tardio, de soja de ciclo médio (*e/ou de algodoeiro*)

### Na cultura do Milho

Híbrido de Plantio Precoce em PD, seguido de:

- a) milho variedade consorciada com a leguminosa *Stylosanthes*, ou com Pé de Galinha, ou com Guandú, ou com *Brachiaria ruziziensis*.
- b) *Crotalaria spectabilis*, *Juncea*, *Cajanus cajan* (Guandú)

### Na cultura do Algodoeiro

Plantio Direto, um ano em 2 ou um ano em 3 na mesma gleba, em rotação com os sistemas precedentes a base de soja ou milho

(\*) Nestes sistemas, as espécies = *Brachiaria ruziziensis*, *Stylosanthes guyanensis*, *Cajanus cajan* (Guandú) ficam verdes na estação seca, produzindo matéria seca e injetando carbono no perfil de solo; elas podem ser utilizadas como feno, pastoreio durante a estação seca e por isto são **espécies chaves da integração lavoura-pecuária em PD.**

- 3.2. Nas microrregiões onde o risco climático é forte = chuvas muito irregulares de um ano para o outro (fatores quantidade e distribuição, aleatórios) e solos de textura arenosa dominante. Estas características pedoclimáticas amplificam o risco e os prejuízos da seca; além disto, estes solos, pobres em matéria orgânica, apresentam uma estrutura extremamente frágil, quando preparado mecanicamente, que facilita a formação de crosta superficial, e o endurecimento - cimentação do perfil de solo quando em via de dessecação; estas características físicas negativas podem ser muito

prejudiciais ao desenvolvimento das culturas, ao limitar a reserva útil de água e nutrientes. Mais do que qualquer outro solo, estes devem ser protegidos por uma biomassa permanente na superfície e sempre reestruturados, tanto nas camadas superficiais como em profundidade pelo uso anual de "bombas biológicas" potentes. Um plantio Direto construído sobre estes princípios essenciais, aumentará a eficiência da água, minimizará os efeitos dos excessos climáticos (*seca, excesso d'água*) sobre a produtividade das culturas que deverão ser praticadas em rotação. Nestes solos, pobres em matéria orgânica e de textura arenosa dominante, deverá ser dada muita atenção, na construção dos sistemas de cultivo em PD, as seguintes recomendações (*Tabela 1*):

- Respeitar, na escolha das safrinhas que sucedem a cultura principal (*soja, milho*), as mesmas sequências de culturas que no capítulo precedente em função das disponibilidades decrescentes de água em final de ciclo chuvoso, ou seja =
  - . final de janeiro - início de fevereiro, na presença de forte disponibilidade de água, a safrinha de milho variedade.
  - . entre 10/02 e final de fevereiro a safrinha de sorgo variedade, (*sem taninos - maior valor agregado por ser um produto de alimentação humana*) e depois, em março, a safrinha de milheto.
- Dentro das espécies com aptidões agrônômicas excelentes para o sucesso e a perenização do PD, e que podem ser consorciadas com as safrinhas de grãos (*milho, sorgo, milheto*), deverão ser experimentadas :
  - . No lugar, ou em comparação da *Brachiaria ruziziensis*, o capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* cultivares Biloela, Gayndah, Americano) .
  - . O *Stylosanthes guyanensis* (*chamata, humilis*) deverá ter uma presença preponderante, pois, como o capim buffel, é muito resistente a seca; Buffel e *Stylosanthes* poderão também ser utilizados em mistura.
  - . Do mesmo modo, o Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) pelas mesmas razões deverá ser experimentado nos consorcios com safrinhas de grãos (*milho, sorgo, milheto*), ou puro, ou em mistura com o capim Buffel.
  - . A leguminosa *Dolichos lablab*, também, deverá ser experimentada: resistente a seca, ela tem um ciclo longo, bem mais longo que o ciclo do milho e faz pouca competição para ele quando plantados juntos (*híbrido de milho plantado em linhas alternadas com Dolichos*)
  - . É óbvio que o milheto terá um papel sempre importante no PD sobre estes solos arenosos, pela sua excelente adaptação, resistente a seca e capacidade em explorar a reserva de água profunda do solo, não utilizada pelas culturas comerciais -

(\*) as leguminosas propostas dos gêneros *Stylosanthes, Macroptilium, Dolichos*, são todas fixadoras eficientes de N.

- Para ganhar tempo de maquinário, e principalmente mais água acessível as safrinhas em cultura pura ou consorciadas, a técnica de sobresemeadura pode constituir uma ferramenta preciosa; esta técnica é recomendada para implantar as safrinhas na soja no início da desfolha; quando se usam sementes pequenas, tipo Pé de Galinha, *Crotalaria*, Milheto, Sorgo, *Brachiaria*, Siratro, *Stylosanthes*, uma peletização destas sementes traz sempre benefícios significativos na implantação da safrinha.

A peletização pode ser efetuada com fosfato natural ou melhor com termofosfato Yoorin master = 180 a 200 gr de pó/kg de sementes, adicionada de uma pequena quantidade de inseticidas e fungicidas que são peletizados nas sementes com goma arábica; esta técnica, aumenta o peso das sementes facilitando o seu semeio aéreo, e garantindo excelente condições de germinação (*L. Séguy et al., 1992/95*).

- Como no caso das microrregiões com risco climático mínimo (*favorecidas*), as rotações de culturas são obrigatórias (*critérios agrônômicos e de estabilidade econômica, gestão do risco*); diversas estratégias de construção do sistema de PD, podem ser adotadas :

- Para os agricultores que querem explorar só os grãos e fibras, as propostas de sistemas em rotações (*descritas no capítulo 3.1, são recomendadas : rotações entre sistemas em PD, à base de soja e milho + safrinhas e algodoeiro*)
- para os agricultores que querem integrar a produção de grãos e fibras com a pecuária (*carne, leite*), neste tipo de solo arenoso de baixa fertilidade =

- Instalar as espécies forrageiras, ao menor custo, junto com as safrinhas de grãos, em PD: gêneros *Brachiaria r.*, *Stylosanthes g.*, Siratro, Buffel, em consórcio com milho ou sorgo ou milheto, após soja de PD precoce ;

- Dividir a fazenda entre as duas atividades = pecuária e produção de grãos + fibras, que serão em rotação a cada 2-4 anos; a área reservada a produção de grãos + fibras terá sempre parte cultivada com espécies forrageiras consorciadas com as safrinhas de grãos (*milho, sorgo, milheto*), para complementar a alimentação do gado na estação seca.

#### 4. CONCLUSÃO

- A capacidade dos sistemas de cultivo em sequestrar carbono, como suas performances agrônomicas e técnico-econômicas dependem em primeiro lugar da capacidade dos atores da Pesquisa e do Desenvolvimento (*produtores, associações de produtores, extensão*) em construir, juntos e no campo, sistemas de cultivo cada vez mais atuantes.
- Em todas as grandes eco-regiões, qualquer que seja o tipo de agricultura, os sistemas em PD controlam totalmente a erosão e são sempre nitidamente mais estáveis, lucrativos do que os sistemas com preparo do solo; as economias de mão de obra ou de máquinas e combustível são espetaculares sempre a favor do Plantio Direto (PD).

Mais do que qualquer outro tipo de solo, a exemplo dos resultados obtidos pelo CIRAD nas regiões secas e arenosas do sudoeste de Madagascar, o sistema de plantio é também incortornável no oeste da Bahia, para construir uma agricultura performante, sustentável e ao menor custo.

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

#### 5. BIBLIOGRAFIA

DOSS, D.D.; BAGYARAJ, D.J.; SYAMASUNDAR, J. Morphological and histochemical changes in the roots of finger millet *Eleusine coracana* colonized by VA mycorrhiza, **Proc. India Natl. Sci. Acad.**, v.54, p.291-293, 1989.

IPCC. **Climate change 1995. Working group 1**, Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

LAL, R.; LOGAN, T.J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (eds.), **Soil management greenhouse**. Boca Raton: CRC Press, 1995, p.293-307.

LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; WHITMAN, C. World soils and greenhouse effect: An overview. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (eds.). **Soils and global change**, Boca Raton: CRC Press, 1995. p.1- 7.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Neutralização da acidez do perfil de solo por resíduos vegetais, **Informações Agrônomicas**, POTAFOS, n.92, Dezembro/2000,

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Rapports annuels de recherches sur les fronts pionniers du Mato Grosso. ZTH -1992/2000.** (Doc. INTERNES CIRAD).

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTEZ, N.A. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers **Agriculture et développement**, n.12, décembre 1996, p.2-61.



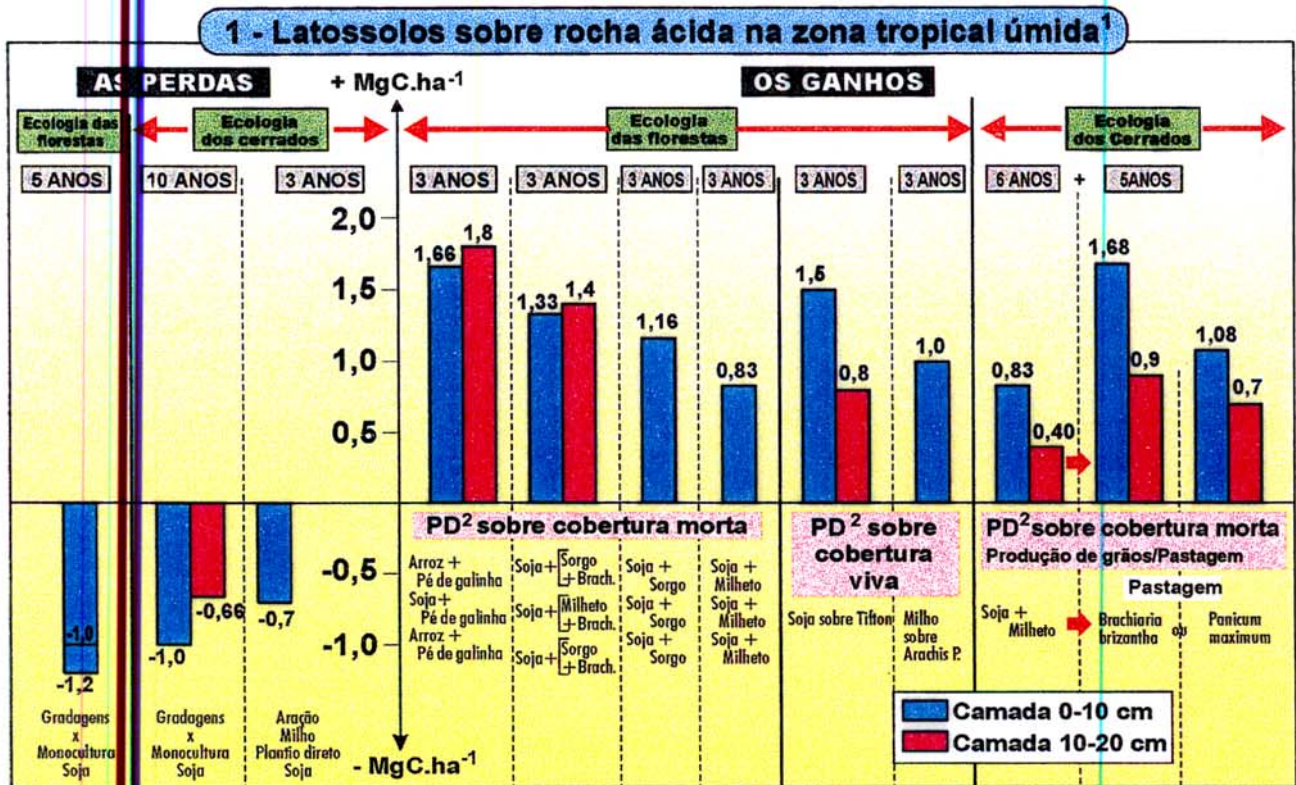
SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en Semis direct**, France, 1998 a, 45p. (Doc .INTERNE CIRAD).

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MAEDA, E.; MAEDA, N. Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil, The ICAC Recorder, **Technical Information Section**, v,16, n.1, march 1998 b, p.11-17.

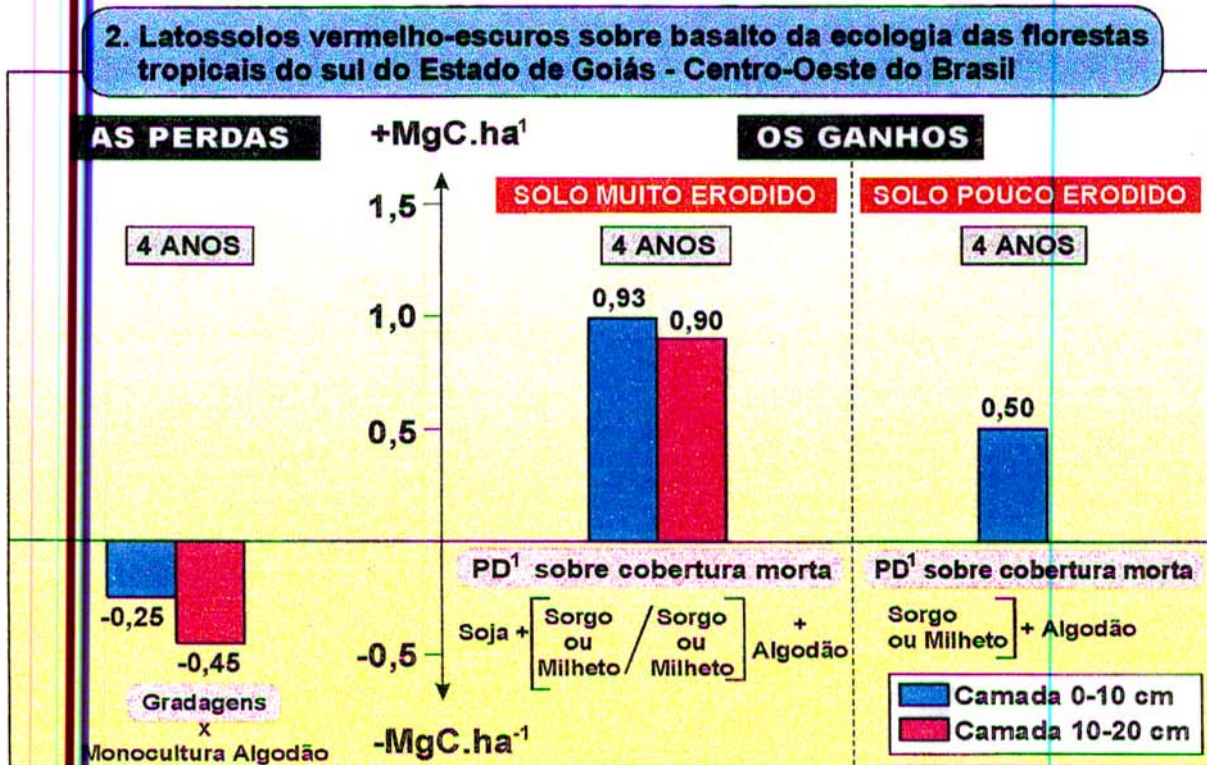
SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. Systèmes de culture et dynamique de la matière organique, France, 200 p. (Doc, e CD Rom em francês e português - CIRAD 200 ).

SECUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. Sistemas de cultivo e dinâmica da materia orgânica in **Informações Agronômicas** n. 96, dezembro 2001: Encarte técnico de 32 páginas.

**FIG. 1 - RESUMO DAS TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES MÉDIOS ANUAIS DE CARBONO DO SOLO (em MgC.ha<sup>-1</sup>), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS -**

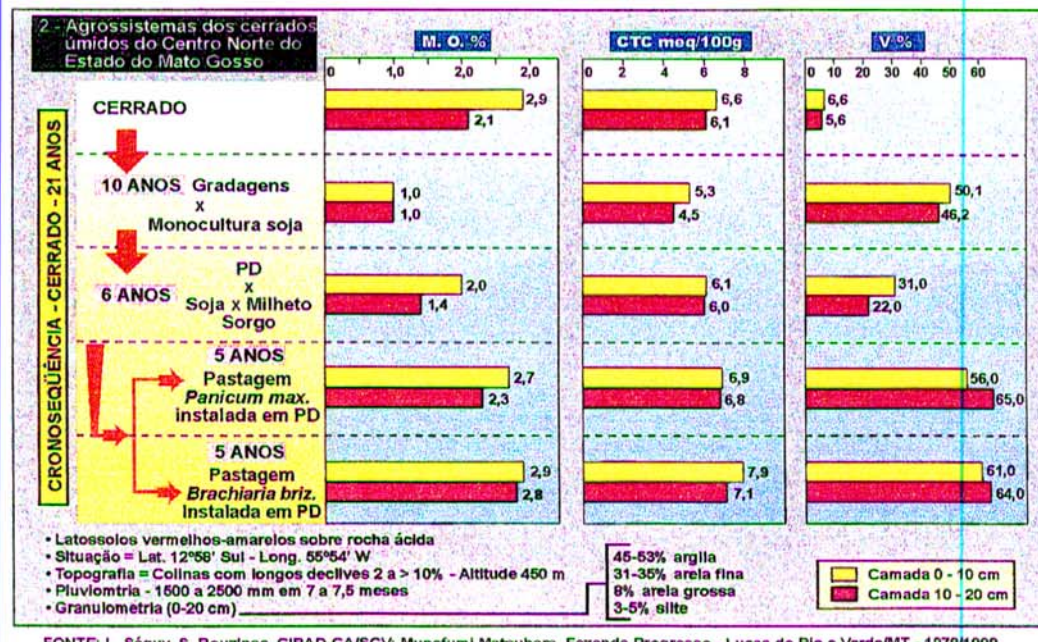
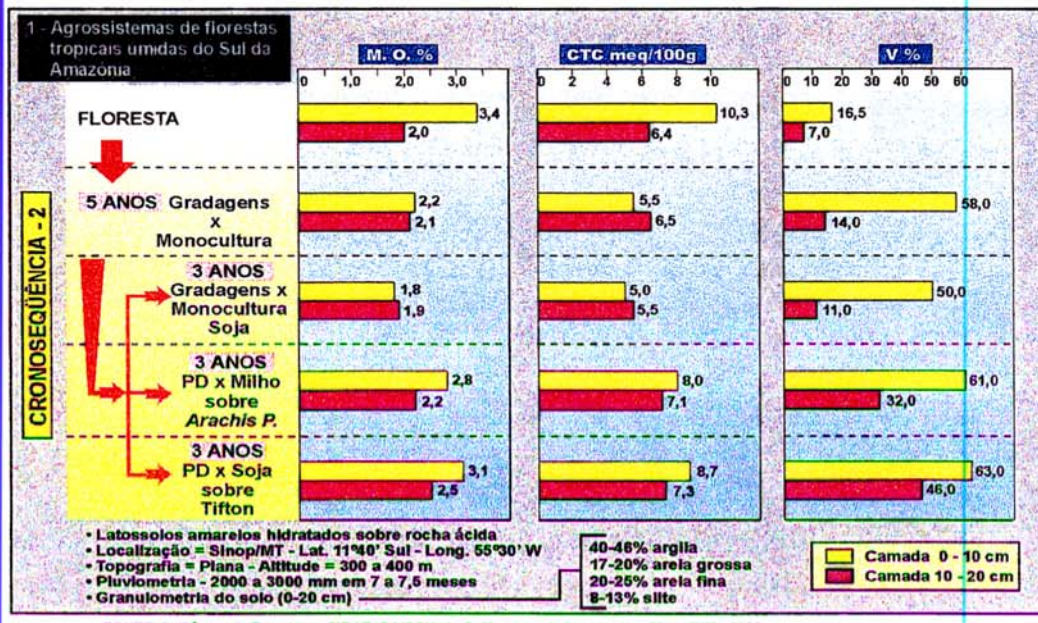
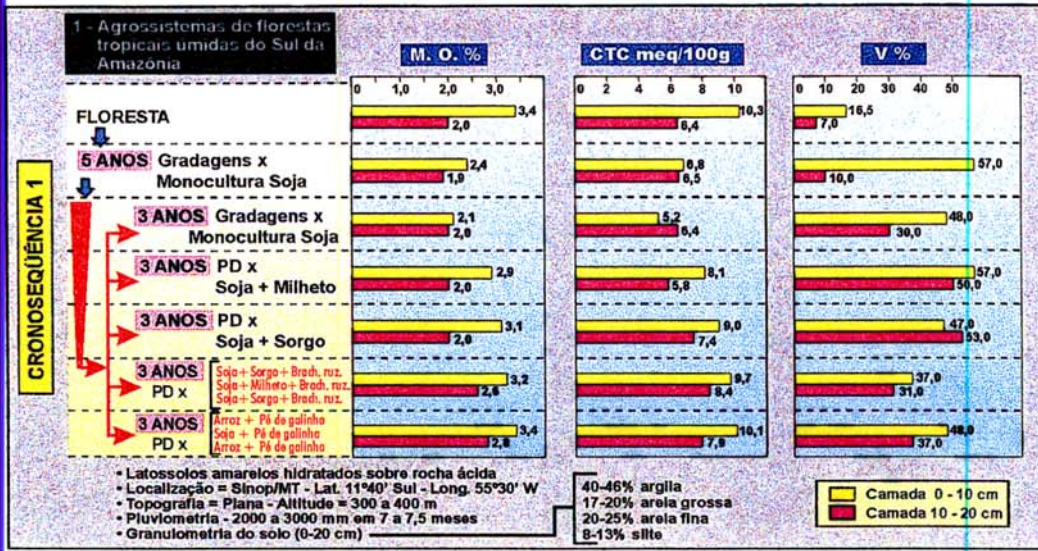


FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; M. Matsubara, Faz. Progresso; A. C. Maronezzi, Agronorte; S. Boulakia et al., CIRAD - 1994/99 - Sinop/MT

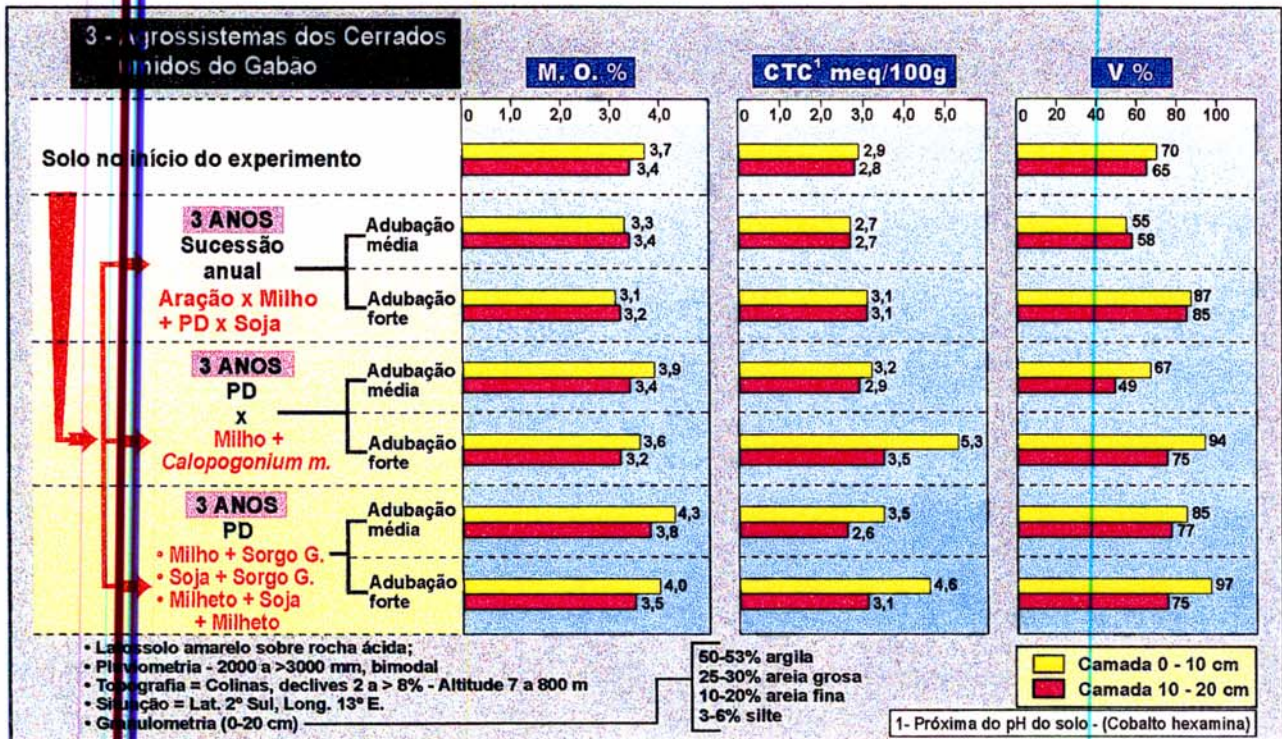


1- PD = Plantio direto  
 FONTE: E. Maeda, M. Esaki, Grupo Maeda; L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC; Porteira/GO, 1995/1999

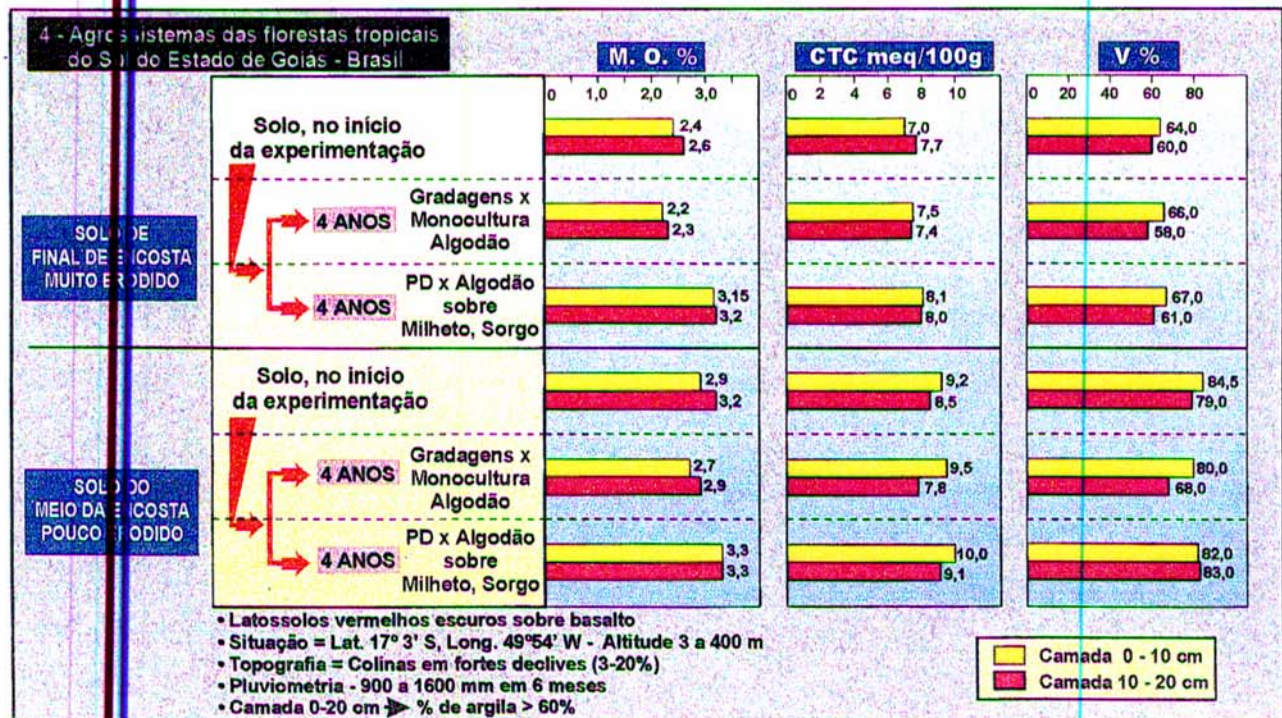
**FIG. 2 TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. em %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC em meq/100g) E DA TAXA DE SATURAÇÃO DE BASES (V em %), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS EM VÁRIOS AGROSSISTEMAS CONTRASTADOS, TROPICAIS E SUBTROPICAIS -**



**FIG. 3 TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA (M. O. em %), DA CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (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 -**

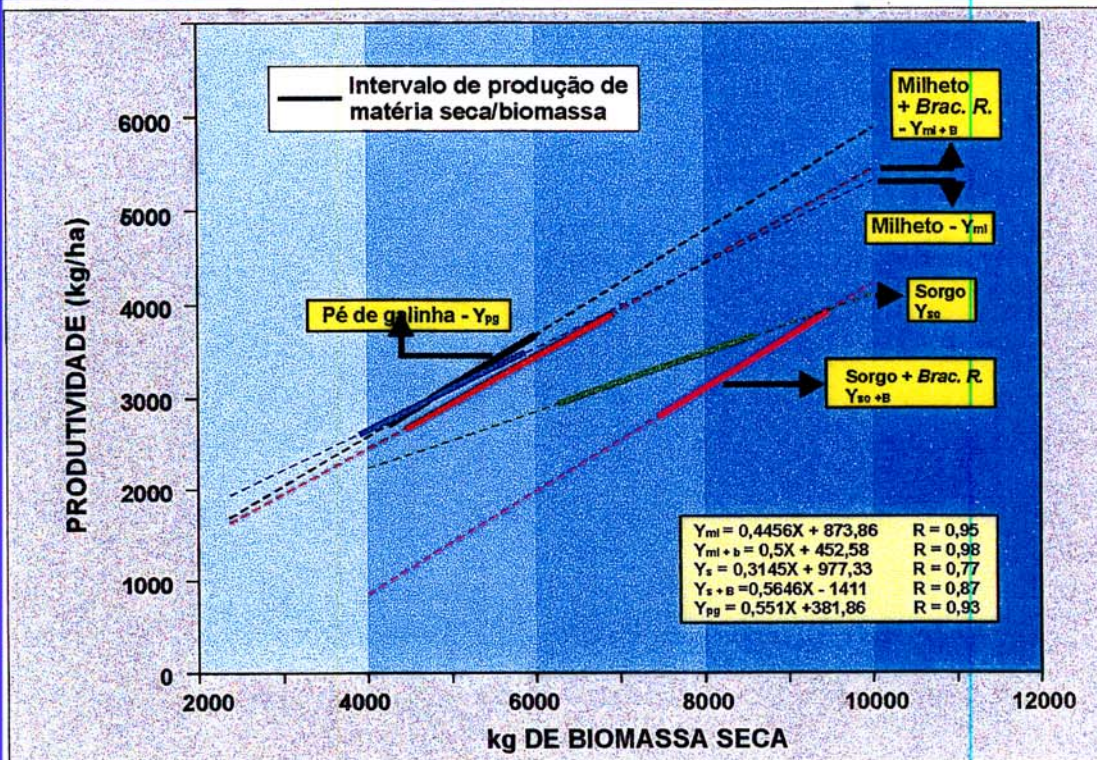


FONTE: S. Boulakia, L. Séguy, CIRAD; C. Madjou, CRAB; Franceville, Gabão - 1999 -



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA/SCV; E. Maeda, N. Maeda, M. A. Ide, Grupo Maeda, Fazenda Canadá - Portelrão/GO - 1999

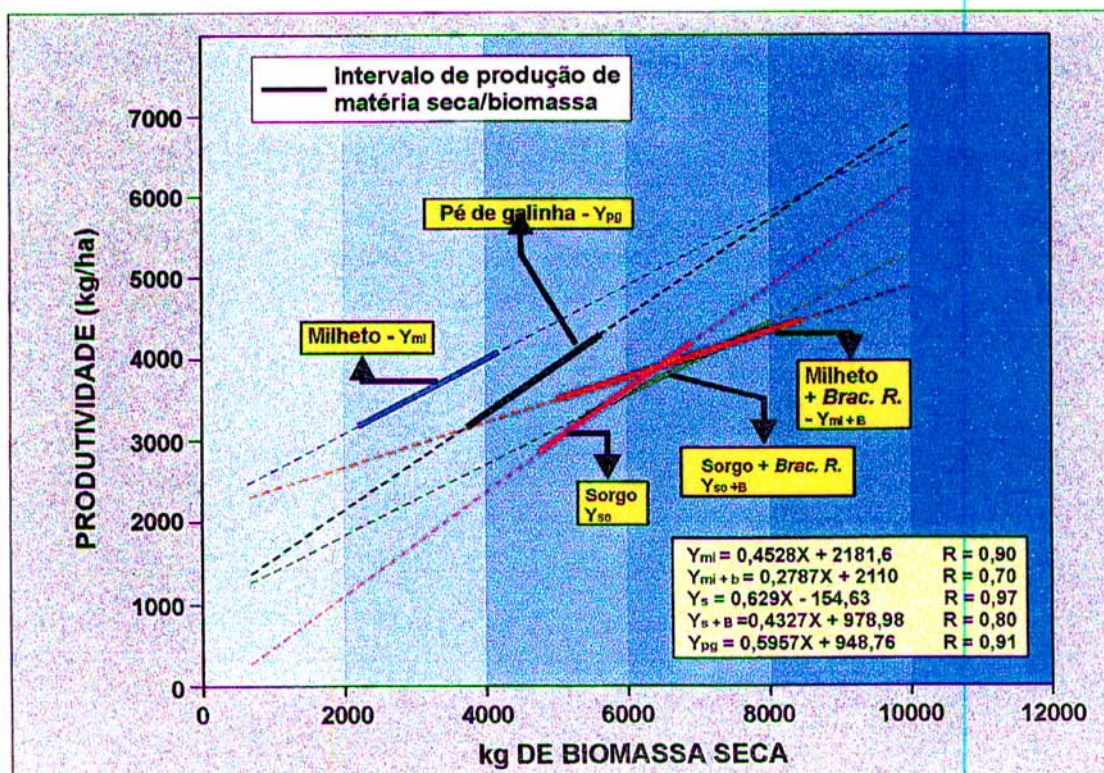
FIG. 4 REGRESSÕES<sup>1</sup> ENTRE A QUANTIDADE E NATUREZA DA BIOMASSA SECA E A PRODUTIVIDADE DA SOJA DE CICLO INTERMEDIÁRIO (CV. Conquista) SOBRE 3 ANOS DE PLANTIO DIRETO - (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000



(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

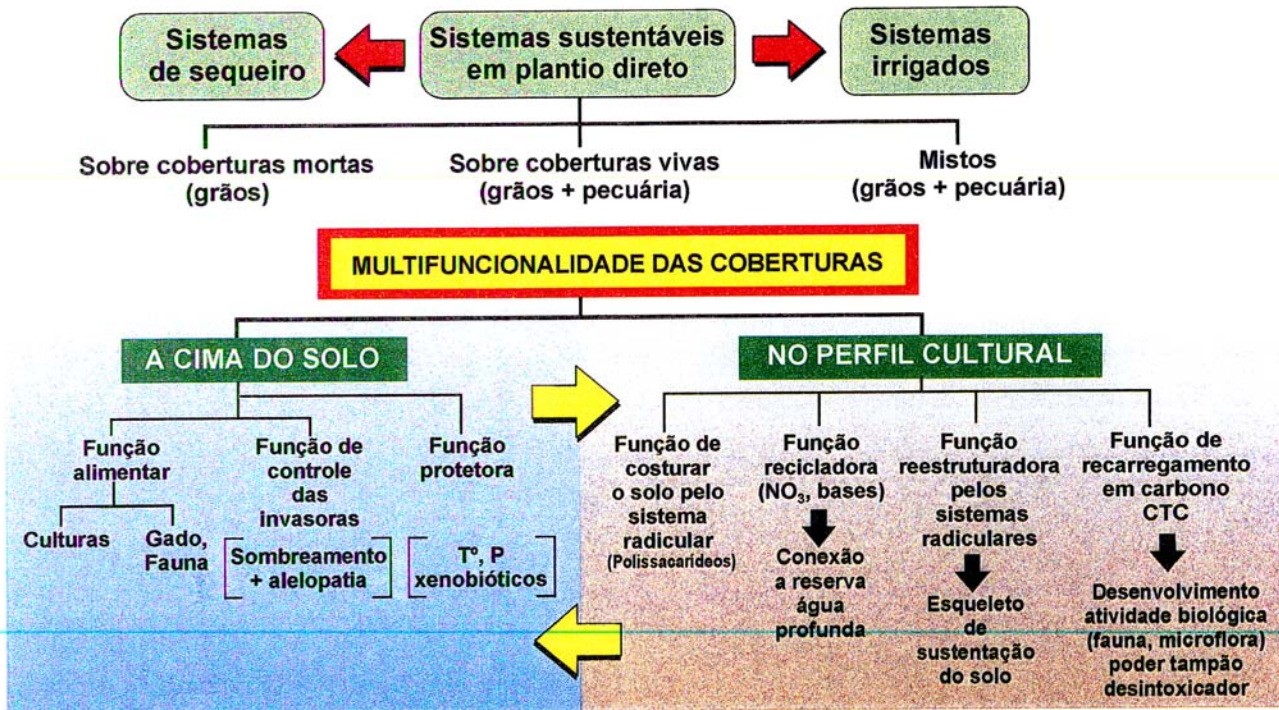
FIG. 5 REGRESSÕES<sup>1</sup> ENTRE A QUANTIDADE E NATUREZA DA BIOMASSA SECA E A PRODUTIVIDADE DA SOJA DE CICLO MÉDIO (FT 114) SOBRE 3 ANOS DE PLANTIO DIRETO - (1997/2000) - AGRONORTE - SINOP/MT, 2000



(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. 6 O CONCEITO DE MULTIFUNCIONALIDADE DAS BIOMASSAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO**

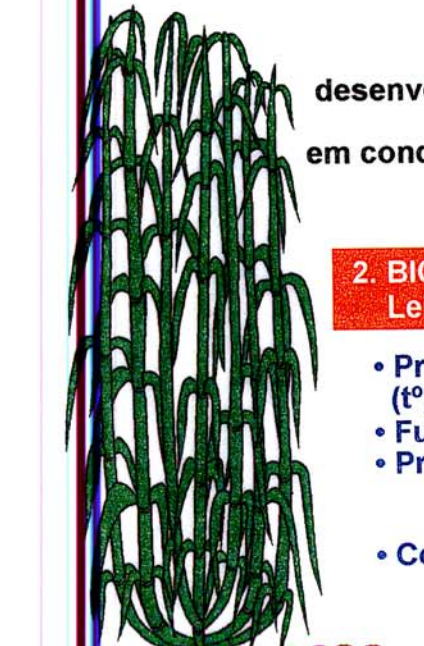


FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

**FIG. 7 ANATOMIA, PROPRIEDADES E FUNÇÕES DAS PLANTAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO - Bombas biológicas como interculturas -**

**Exemplo: *Eleusine coracana* (Pé de galinha)**

**1. NA EMERGÊNCIA**



- Forte vigor e desenvolvimento vegetativo rápido em condições pluviométricas aleatórias

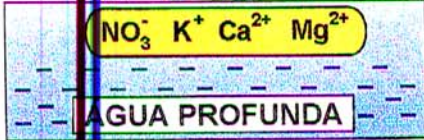
- Controle das invasoras (dominância)
- Reciclagem do pico inicial de mineralização M. O.

**2. BIOMASSA DESSECADA**  
Leito das culturas

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

- Regulação hídrica térmica
- ↓
- Alimentação mineral regulada das culturas
  - Recarregamento em Carbono

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costurar a superfície</li> <li>• Reestruturar o perfil cultural</li> </ul>	↔	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar a emergência de sementes pequenas em sobressemeadura</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorecer o desenvolvimento durável da vida biológica (Fauna, Microflora)</li> </ul>	↔	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enxugamento rápido (macroporosidade) + Forte retenção de água (microporosidade)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recarregar o perfil cultural em carbono "protegido"</li> </ul>	↔	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilização e manutenção da fertilidade por via Organo-biológica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade elevada de colonização radicular</li> <li>• Área elevada de interceptação dos fluxos de nutrientes</li> <li>• Capacidade elevada em bombear a água profunda e reciclar os nutrientes</li> </ul>	↔	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fechamento do sistema "Solo-Culturas"</li> </ul>



**FIG. 8 MINERALIZAÇÃO DAS COBERTURAS MORTAS = MILHETOS E SORGO GUINEA DEBAIXO DA CULTURA DE ALGODÃO - FAZENDA RECANTO - ITUMBIARA/GO, 1997**

Macro nutrientes	Milheto <sup>(3)</sup>		Sorgo guinea <sup>(3)</sup>	
	Quantidade mineralizada (kg/ha) <sup>(1)</sup>	Quantidade restante (kg/ha) <sup>(2)</sup>	Quantidade mineralizada (kg/ha) <sup>(1)</sup>	Quantidade restante (kg/ha) <sup>(2)</sup>
<b>N</b>	69,0	30,0	47,0	31,0
<b>P</b>	3,4	0,4	4,1	0,5
<b>K</b>	97,0	2,9	41,0	28,0
<b>Ca</b>	5,6	11,4	7,7	15,3
<b>Mg</b>	8,2	1,8	5,9	3,3
<b>S</b>	3,0	0,9	3,0	1,9

1 - Diferença entre elementos minerais contidos na biomassa na dessecação logo antes do plantio direto e elementos minerais restantes na biomassa, 1 mês antes da colheita do Algodão.

2 - Elementos minerais restantes na biomassa, 1 mês antes da colheita do Algodão.

3 - • Milheto forrageiro ⇒ Biomassa seca na dessecação = 3830 kg/ha; Biomassa restante = 1360 kg/ha (35%)

• Sorgo guinea ⇒ Biomassa seca na dessecação = 4600 kg/ha; Biomassa restante = 2780 kg/ha (60%)

- Taxa de mineralização do Milheto debaixo do Algodão = 65%;

- Taxa de mineralização do Sorgo debaixo do Algodão = 40%

FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD CA - GEC; Grupo Maeda, Itumbiara/GO, 1997

**FIG. 9 FUNÇÕES = ALIMENTAR, NEUTRALIZAÇÃO DA ACIDEZ**

	Velocidade de decomposição após dessecação	Imobilização N no início do ciclo <sup>2</sup>	Neutralização da acidez	Valor forrageira
Milheto <sup>(1)</sup>	Rápida	Fraca (C/N = 22 a 27) (10-15N/ha localizados no plantio)	-	Bom (pastoreio, silagem)
Sorgos <sup>(1)</sup>	Lenta	Forte (C/N = 41 a 49) (30N/ha localizados no plantio)	-	Bom (pastoreio após 40 dias, silagem)
<i>Eleusine C.</i> <sup>(1)</sup>	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.</i> <i>Tifton 85</i>	Lenta	Média (20-25N/ha Localizados no plantio)	-	excelente (pastoreio, feno)
<i>Arachis P.</i> <i>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  
• Sorgos Africanos, CIRAD

• Sementes disponíveis

{ GRUPO MAEDA - Ituverava - SP  
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. 10 TEORES EM MACRO E MICRO NUTRIENTES RECICLADOS NAS COBERTURAS MORTAS (*Bombas biológicas*), NA COLHEITA - LATOSSOLOS OXIDADOS - ECOLOGIA DE FLORESTA - SINOP/MT, 1998**

Natureza da cobertura morta	Macro nutrientes(kg/ha)							Micro nutrientes (g/ha)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	C	C/N %	Zn	Cu	Fe	Mn	B
<b>1. PARTE AÉREA</b> <sup>(1)</sup>													
• <i>Eleusine C.</i> (CV 5352)	65	2,5	145	60	17	8	2275	35	115	34	915	205	12
• Sorgo (CIRAD 321) + <i>Brachiaria R.</i> (100 dias)	104	4	120	29	15	5	3830	37	132	63	1912	293	51
<b>1. RAÍZES</b> <sup>(2)</sup>													
• <i>Eleusine C.</i> (CV 5352)	44	2	6,4	12,8	2	3,6	2240	51	94	52	23592	138	135
• Sorgo (CIRAD 321) + <i>Brachiaria R.</i> (100 dias)	52	2,4	24,8	12,8	4	2,8	2000	38	104	46	7532	114	57

(1) - Produtividade de matéria seca aérea → *Eleusine C.* = 5t/ha; Sorgo + *Brachiaria R.* = 8t/ha

(2) - Produtividade de matéria seca radicular → *Eleusine C.* = 4t/ha; Sorgo + *Brachiaria R.* (100 dias) = 4t/ha

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

**FIG. 11 FUNÇÃO RECICLADORA DAS RAÍZES**

	Velocidade de enraizamento	Biomassa radicular (90 dias)	poder reestruturador	Recarregamento em carbono do perfil cultural
Milheto <sup>(1)</sup>	Rápida 2,0-3,0 cm/dia	Média (C/N = 41)	médio	Médio (90 dias)
Sorgos <sup>(1)</sup>	Rápida 2,0-3,0 cm/dia	Elevada (C/N = 60)	Alto	Forte (90-110 dias)
<i>Eleusine C.</i> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2)</sup> (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.</i> <i>Tifton 85</i>	Rápida	Muito elevada (Rizomas + Estolões)	Altíssimo	Forte (contínuo)
<i>Arachis P.</i> <i>Anárrillo</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%)

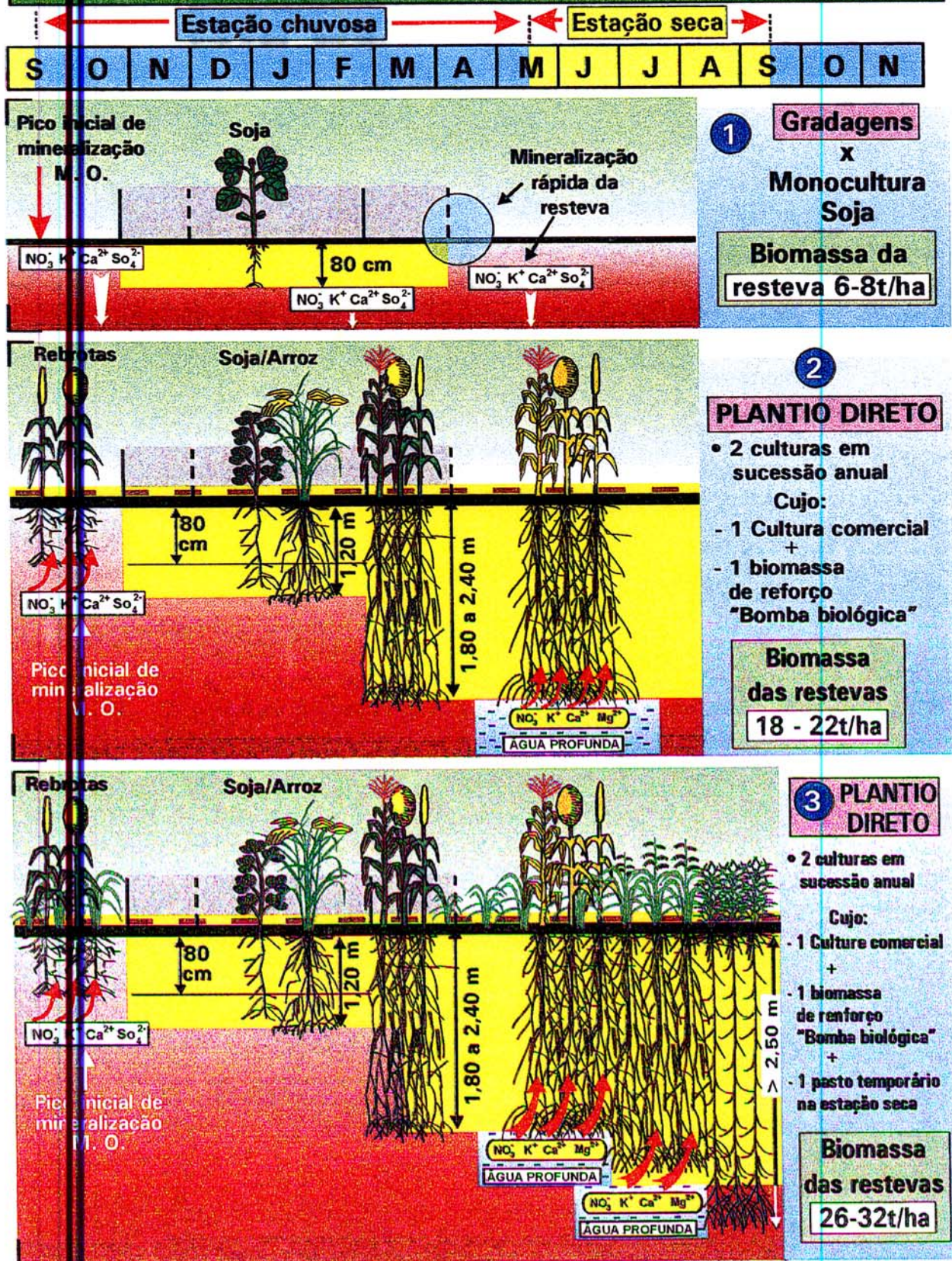
• Milhetos CIRAD, Índicos } Sementes disponíveis { GRUPO MAEDA - Ituverava - SP  
• Sorgos Africanos, CIRAD } AGRONORTE - Sorriso, MT  
EMGOPA - Goiânia, GO

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

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

**FIG. 12 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO, DA BIOMASSA DAS RESTEVAS E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS -**

Ecologia dos cerrados e florestas úmidas do Centro Norte Mato Grosso - 1986/2000



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

**FIG. 13 CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO, PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA**

	Condições de instalação	Modo de plantio (kg/ha)	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA <sup>(2)</sup>			Possibilidade de rebrotação, após a estação seca, dentro da cultura no início das chuvas	
			Início das chuvas		Final das chuvas		
			Palhas (após 45-60 dias) (t/ha)	Palhas (t/ha)	Grãos (kg/ha)		
<b>Milheto <sup>(1)</sup></b>	Muito fácil	• PD(7-10) • Lanço(20)	4 - 6	PP = 4 - 6 PT = 3 - 4	1300 - 2100 800 - 1500	Forte (pelos grãos)	
<b>Sorgos <sup>(1)</sup></b>	Muito fácil	• PD(7-10) • Lanço(20)	4 - 6	PP = 6 - 10 PT = 4,5 - 6	1500 - 4000 700 - 1500	Forte (rebrota + grãos)	
<b>Eleusine C. <sup>(1)</sup></b>	Muito fácil	• PD(2 - 3) • Lanço(5-7)	5 - 8	PP = 6-12 <sup>(3)</sup> PT = 3 - 4	1800 - 2200 1000 - 1300	Forte (pelos grãos)	
<b>Milho, Milhetos, Sorgos + Brachiaria R. Stylosanthes G.</b>	Muito fácil	• PD(7 - 10) + Brachiaria R. (6 - 10)	Rebrota Brachiaria total > 10	PP = 7 a > 10t PT = 6 a 8t	1300 - 2000 400 - 1200	Brachiaria fica verde na estação seca. Rebrota rápida após fogo acidental, pastoreio	
<b>Cynodon D. Tifton 85</b>	Difícil onerosa	Mudas	Estimativa final estação seca > 8t/ha			• Biomassas verdes na estação seca	
<b>Arachis P. Amarillo</b>	Difícil onerosa	Sementes mudas	Estimativa final estação seca > 8t/ha			• Rebrota rápida, após fogo acidental pastoreio. Verde na estação seca	

PD = Plantio direto, PP = Plantio Precoces, 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. 14 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
<b>Milheto</b> <sup>(1)</sup>	Média	Média	Baixa	Médio (grãos)	Fácil Roundup + 2.4D	Média a alta
<b>Sorgos</b> <sup>(1)</sup>	Elevada	Muito elevada	Muito elevada	Forte (grãos + rebrotas)	Fácil Roundup	Baixa <sup>(2)</sup> a baixíssima
	EFEITOS DE SOMBREAMENTO + ALELOPATIA					
<b>Eleusine C.</b> <sup>(1)</sup>	Elevada	Elevada	-	Forte (grãos)	Fácil Roundup + 2.4D	Média
<b>Milho, Milhetos, Sorgos + <i>Brachiaria R.</i> <i>Stylosanthes G.</i></b>	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada	Baixíssimo até nulo	Fácil Roundup	Baixa <sup>(2)</sup> a nula
	EFEITOS DE SOMBREAMENTO + ALELOPATIA					
<b><i>Cynodon D. Tifton 85</i></b>	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada	Fortíssimo	Fácil Paraquat sequencial	Baixa
	EFEITOS DE SOMBREAMENTO					
<b><i>Arachis P. Amarello</i></b>	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 { GRUPO MAEDA - Ituverava - SP  
 • Sorgos Africanos, CIRAD { • Sementes disponíveis { 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. 15 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 x Data de plantio direto	Níveis de adubação aplicados na cultura principal <sup>1</sup>		
	250 kg/ha	500 kg/ha	500 kg/ha + termofosfato ym 1500 kg/ha/3 anos
<b>APÓS SOJA CICLO CURTO → Plantio direto entre 10-25/02</b> Adubação baixa <sup>2</sup>			
• 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
<b>APÓS ARROZ CICLO CURTO → Plantio direto entre 10-25/02</b> Adubação baixa <sup>2</sup>			
• Pé de galinha (PG 5352) + <i>Crotalaria spectabilis</i>	500 - 700 200 + 400	700 - 900 400 + 600	900 - 1200 600 + 800
<b>APÓS SOJA CICLO MÉDIO → Plantio direto entre 10-20/03</b> 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. 16 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 <sup>1</sup>	INTERVALO DE PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA (t/ha)					
	Adubação baixa <sup>2</sup>		Adubação média <sup>2</sup>		Adubação alta <sup>2</sup>	
	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 <sup>3</sup>	-	-	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 ⇒ 40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 40 K<sub>2</sub>O na Soja; 56 N + 38 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62 K<sub>2</sub>O no Arroz e Milho

- Adubação média ⇒ 80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O na Soja; 89 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 119 K<sub>2</sub>O no Arroz e Milho

- Adubação alta ⇒ 80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O na Soja; 89 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 119 K<sub>2</sub>O 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. 17 PRODUTIVIDADE DAS BIOMASSAS "BOMBAS BIOLÓGICAS" EM DEZEMBRO 1999, ANTES DO PLANTIO DIRETO DAS CULTURAS DE ARROZ, ALGODÃO SAFRINHA E MILHO SAFRINHA**

AGRONORTE - SINOP/MT - 2000

BIOMASSA <sup>1</sup>	INTERVALO DE PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA (t/ha)		
	Adubação baixa <sup>2</sup>	Adubação média <sup>2</sup>	Adubação alta <sup>2</sup>
<i>Brachiaria r.</i>	4,3 - 8,0	6,0 - 8,1	7,6 - 10,4
Pé de galinha (CV 5352)	4,8 - 7,6	6,2 - 8,0	8,3 - 10,0
Pé de galinha (CV 5352) + <i>Crotalaria spectabilis</i>	4,2 - 6,4	4,6 - 6,7	5,8 - 8,9

1. Sem nenhuma adubação, nem herbicida

2. Níveis de adubação aplicados a cultura principal que segue =

- Adubação baixa ⇒ 40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 40 K<sub>2</sub>O na Soja; 56 N + 38 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 62 K<sub>2</sub>O no Arroz e Milho

- Adubação média ⇒ 80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O na Soja; 89 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 119 K<sub>2</sub>O no Arroz e Milho

- Adubação alta ⇒ 80P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 K<sub>2</sub>O na Soja; 89 N + 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 119 K<sub>2</sub>O no Arroz e Milho + 1500 kg Termofosfato ym/3 anos

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

**FIG. 18 SISTEMAS DE CULTURAS DIVERSIFICADAS NOS TRÓPICOS ÚMIDOS, NO PLANTIO DIRETO**

Integração: Produções alimentares e industriais com a pecuária

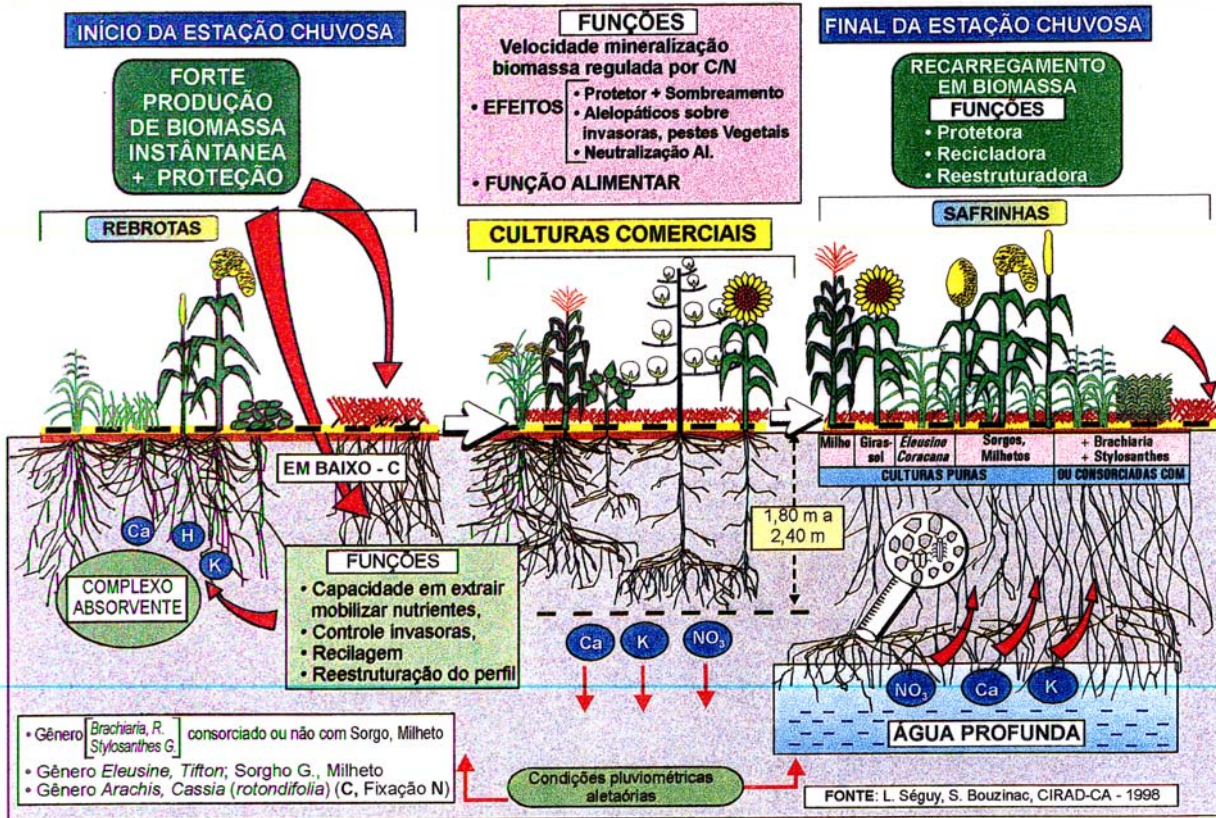
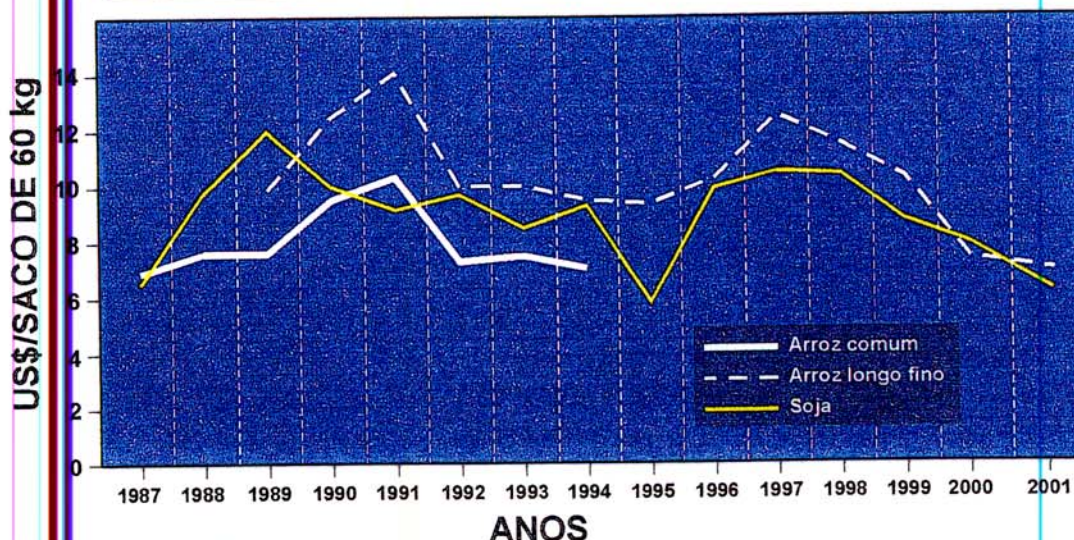




FIG. 19

**EVOLUÇÃO DOS PREÇOS PAGOS AOS PRODUTORES<sup>1</sup> PARA AS PRODUÇÕES PRINCIPAIS DE ARROZ E SOJA SOBRE AS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DO CENTRO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2001**



1 - Período Fevereiro - Março, a cada ano

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

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

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

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

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

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

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

**TABELA 1 PROPOSTAS DE ROTAÇÕES E SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO PARA O OESTE DA BAHIA**

**OPÇÕES DE SAFRINHAS** → PG = Pé de Galinha; Mi = Milheto; M = Milho variedade; BR = *Brachiara ruziziensis*; SO = Sorgo (*variedades sem taninos*); ST = *Stylosanthes guyanensis*; CB = Capim Buffel (*Cenchrus ciliaris*); SIR = Siratro (*Macropitilium atropurpureum*); DL = Dolichos lab lab

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4
<b>PRODUÇÃO DE GRÃOS E FIBRAS</b>	SOJA + $\begin{matrix} PG \\ M \\ SO \\ Mi \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR \\ ST \\ CB \\ SIR \\ DL \end{matrix}$ Mi + Soja SO + Algodão	ALGODÃO ou MILHO HÍBRIDO + $\begin{matrix} PG \\ M \\ SO \\ Mi \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR \\ CB \end{matrix}$	SOJA + $\begin{matrix} PG \\ M \\ SO \\ Mi \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR \\ ST \\ CB \\ SIR \\ DL \end{matrix}$ Mi + Soja SO + Algodão	ALGODÃO ou MILHO HÍBRIDO + $\begin{matrix} PG \\ M \\ SO \\ Mi \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR \\ CB \end{matrix}$
<b>INTEGRAÇÃO PRODUÇÃO DE GRÃOS, FIBRAS E PECUÁRIA</b>	SOJA + $\begin{matrix} M \\ SO \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR^1 \\ ST^1 \\ CB^1 \\ SIR^1 \end{matrix}$	<b>2 - 4 anos</b>		SOJA + $\begin{matrix} PG \\ M \\ SO \\ Mi \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR \\ ST \\ CB \\ SIR \\ DL \end{matrix}$ ALGODÃO ou MILHO HÍBRIDO + $\begin{matrix} PG \\ M \\ SO \\ Mi \\ Mi \end{matrix}$ + $\begin{matrix} BR \\ CB \end{matrix}$
		BR	BR	
		CB	CB	
		ST	ST	
		SIR	SIR	

(1) Em cultura pura ou consorciados (*Capim Buffel e Brachiaria r. em consórcio com Stylosanthes g. ou Siratro*)  
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac., CIRAD - CA - 2002

# SISTEMAS DE CULTIVO E DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA

Lucien Séguy<sup>1</sup>  
Serge Bouzinac<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

No início deste novo milênio, a agricultura mundial deverá efetuar uma verdadeira revolução para se adaptar, simultaneamente, à globalização dos mercados e do conhecimento, à pressão crescente dos consumidores que exigem produtos saudáveis e de qualidade, e a dos pesquisadores e da sociedade civil em geral para a salvaguarda do planeta.

As estratégias e os modelos de desenvolvimento terão de levar em conta a necessidade de produzir mais por unidade de recursos naturais, e assim sendo, será imperativo reduzir e até suprimir os efeitos negativos provocados pela atividade agrícola na natureza. Atualmente, estimativas oriundas de pesquisas recentes (*LAL et al., 1995; IPCC, 1996*) evidenciam que o volume de CO<sub>2</sub> emitido do planeta para a atmosfera contribui com 50% para o efeito estufa e que a atividade agrícola representa mais de 23% do CO<sub>2</sub> total emitido.

Há mais de 20 anos no Brasil, mais de 15 anos na ilha da Réunion, mais de 10 anos em Madagascar e mais recentemente na Ásia (*Vietnam e Laos*), o CIRAD constrói, com seus parceiros de pesquisa e de desenvolvimento no Sul, diversos sistemas de cultivo em Plantio Direto<sup>3</sup> que devem responder a essas exigências.

Levando em consideração os inúmeros resultados já acumulados no que diz respeito às performances dos sistemas de cultivo na "Rede Plantio Direto do CIRAD-CA", só trataremos neste trabalho de alguns exemplos mais destacados nos planos ecológicos e sócio-econômicos que tiveram comprovação efetiva, e que alimentam ativamente e significativamente a difusão e a apropriação pelos agricultores dos sistemas de cultivo preservadores do meio-ambiente.

Dentro deste estudo, três grandes ecologias foram escolhidas a título de exemplos demonstrativos. Elas são muito diferentes nos planos geomorfológico, pedológico, climático e sócio-econômico, porém, todas são submetidas a uma erosão intensa quando os solos forem preparados.

• **Os Trópicos Úmidos (TU)** foram representados pela região das frentes pioneiras do Sul da Bacia Amazônica no Brasil (*de 11 a 12° de latitude Sul*) e a região de Bourmango, no Gabão, no Oeste da África (*2° de latitude N*). Elas correspondem ao domínio dos Latossolos sobre rocha ácida, altamente dessaturados, sob clima quente com alta pluviometria anual, com uma ou duas estações chuvosas, variando entre 2.000 e mais de 3.000 mm, distribuídas em 7 a 8 meses. As unidades geomorfológicas mais

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> do CIRAD-CA, sediado em Goiânia-GO, coordenador da Rede Plantio Direto do Programa GEC. Telefone: (62) 280-6286. E-mail: lseguy@zaz.com.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> do CIRAD-CA, trabalha em equipe com L. Séguy no Brasil e na Rede Plantio Direto do Programa GEC. E-mail: lseguy@zaz.com.br

<sup>3</sup> Para mais informações, o leitor poderá consultar o Dossiê "Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica" de L. Séguy, S. Bouzinac e A.C. Maronezzi, 2001. 203p. (Documento Interno CIRAD-CA) 34398 - Montpellier Cedex 5 França, 2001, ou o encarte in "Informações Agronômicas" da POTAFOS, nº 96, Dez. 2001.

representativas são as colinas em meia-laranja, cujo declive vai de 2% até mais de 6%. Dois grandes ecossistemas estão lado a lado: o das FLORESTAS e o dos CERRADOS (*savannas*).

- **Região das FLORESTAS TROPICAIS do Centro-Oeste brasileiro** (*17° de latitude Sul*), representativa dos Latossolos Vermelho-Escuros eutróficos com fortes potencialidades sobre rochas basálticas (*os "trapps basálticos" cobrem 750.000 km<sup>2</sup> no Brasil*); o clima é mais fresco na estação seca e a pluviometria variável de um ano para outro, oscila entre 900 e 1.600 mm, em 6 meses. As unidades geomorfológicas são constituídas de "dedos" basálticos com fortes declives (*6 a 20%*).

*Nessas duas grandes ecologias abertas para a agricultura no final dos anos 70 desenvolveu-se uma agricultura mecanizada, praticada em grandes fazendas dominantes, e baseada em monoculturas industriais, tais como soja, algodão, ou em culturas alimentares, como arroz e milho, ou ainda a pecuária extensiva.*

- **Região das Altas Terras da ilha de Madagascar**, que se beneficia de condições climáticas subtropicais, frescas e úmidas (*19° de latitude Sul*), com altitude entre 1.200 e 2.000 m, e submetida a um regime ciclônico de chuvas; a pluviometria varia de 1.200 a 1.800 mm e as chuvas podem ser excepcionalmente agressivas durante os ciclones. Os solos são Latossolos sobre maciços cristalinos (*localidade de Ibity*), ou sobre aluviões lacustres antigos (*localidade de Sambaina*), e são geralmente ricos em matéria orgânica de baixíssima atividade. Se a agricultura concentra suas atividades na rizicultura irrigada dos vales de altitude, praticada manualmente ou com tração animal, a densidade crescente de ocupação dos solos leva à colonização cada vez maior das colinas com fortíssimo declive, cobertas de latossolos húmiferos fortemente dessaturados; a agricultura praticada manualmente é de baixíssima produtividade, sem insumos químicos, os solos são "arados" com pá tradicional (*Angady*).

## 2. RESULTADOS

### 2.1. DINÂMICA DO CARBONO, DA CTC E DO TEOR DE SATURAÇÃO (V%)

Em todas as cronosequências estudadas em latossolos vazios quimicamente no início e com CTC efetiva baixa (*LOPES, 1984*), as tendências de evolução da CTC acompanham estritamente as da M.O.: nos sistemas de cultivo que perdem M.O. (*com preparo de solo x monocultura*), a CTC dos horizontes de superfície decresce; pelo contrário, ela cresce junto com a M.O., quando o teor desta aumenta nos sistemas em Plantio Direto. Com as técnicas de Plantio Direto, cria-se um poder de retenção dos adubos minerais proporcional ao nível de seqüestração do C, e se pode assim reduzir suas perdas por lixiviação (*SÉGUY et al., 2001*).

- O Plantio Direto influencia igualmente, de modo significativo, o teor de saturação das camadas superiores do perfil cultural e principalmente na camada 10-20 cm onde as variações se mostram mais sensíveis (*SÉGUY et al., 2001*). Para um mesmo nível de adubação mineral aplicado, o teor de saturação acompanha as variações da M.O. e da C. T.C.. O caso mais demonstrativo a esse respeito é o da cronosequência Cerrado dos Tropicóides Úmidos, na qual as espécies forrageiras implantadas em Plantio Direto, para 5 anos, em rotação com as sucessões anuais soja + safrinhas, têm o papel de "bombas de

cátions" e fazem crescer fortemente o teor de saturação das camadas superficiais, como se fossem aplicadas calagens em altas dosagens, enquanto nenhuma adubação mineral nem calagem foram aplicadas durante esses 5 anos

- A taxa de sequestração de C nos sistemas de Plantio Direto mais atuante pode ser tão rápida e importante quanto são as perdas sob gestão inadequada com preparo do solo. Os sistemas em Plantio Direto mais eficientes a esse respeito são os que usam safrinhas a base de "biomassas de cobertura" ou "bombas biológicas", possantes fornecedoras de biomassa (*matéria seca aérea e radicular*) tais como milhetos ou sorgos, consorciados com *Brachiaria ruziziensis*, *Eleusine coracana*, *Cynodon dactylon*, nos Trópicos Úmidos, e as espécies forrageiras perenes dos gêneros *Pennisetum (clandestinum)*, *Desmodium (intortum)* nas regiões subtropicais de altitude. Estes sistemas levam, até em períodos curtos de 3 a 5 anos, a recuperar as taxas de M.O. dos ecossistemas originais e até a ultrapassá-las.

- O recarregamento em carbono, a curto prazo, do perfil cultural com os melhores sistemas de Plantio Direto interessa, de modo preferencial, a camada 0-10 cm, mas também a camada 10-20 cm, quando espécies forrageiras forem usadas em rotação, dos gêneros *Brachiaria*, *Eleusine*, *Cynodon*, *Pennisetum* (Fig. 1).

## 2.2. PERFORMANCES AGRONÔMICAS, TÉCNICAS E ECONÔMICAS DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONFRONTADAS COM A DINÂMICA DA M.O.

### 2.2.1. ECO-REGIÃO DOS TRÓPICOS ÚMIDOS (TU)

- Num mesmo ano agrícola, pode-se produzir hoje (*e reproduzir*) 6 a 7 t/ha de arroz de sequeiro de grão agulhinha ou 4 a 5 t/ha de soja, seguidos em safrinha, de 3 a 5 t/ha de cereais "bombas biológicas", consorciadas com espécies forrageiras que formarão uma pastagem durante toda a estação seca, a qual pode alimentar 1,5 a 2,0 cabeças de gado/ha nesses 4 meses (*produção de 50 a 90 kg/ha de carne*); estas três culturas anuais sucessivas, que abrangem os 12 meses do ano, conduzidas em Plantio Direto, consomem muito pouca adubação mineral: 50 a 115 kg N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no total, conforme a cultura de cabeceira (*soja ou arroz, respectivamente*), 100 a 110 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, 110 a 130 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Fig. 3).

Também é possível produzir entre 3.000 e 5.200 kg/ha de algodão (200 a 350 @/ha) em plantio direto após possantes biomassas de cobertura, em rotação com sucessões precedentes (Fig. 3).

No total, a produtividade das principais culturas quase triplicou em 15 anos; os progressos marcantes realizados são imputáveis mais aos avanços decisivos, que foram progressivamente construídos e conquistados na gestão dos solos e das culturas em Plantio Direto do que aos do melhoramento varietal (SÉGUY & BOUZINAC, 1992/2000; SÉGUY et al., 1996). -

- As conseqüências técnico-econômicas da utilização dos sistemas de cultivo em PD ou em solo preparado refletem as suas performances agronômicas.

As melhores performances técnico-econômicas são sempre obtidas em plantio direto; elas permitem, apesar da situação econômica muito instável nas fronteiras agrícolas, construir distribuição anual das diversas culturas na fazenda mais estáveis e de menor risco econômico. Em função do nível de risco escolhido pelo agricultor, os custos de produção podem variar de US\$ 300 a 600/ha nos sistemas em PD com base em arroz, soja, milho + safrinhas seguidas de engorda na estação seca, ou praticados sobre coberturas vivas e até US\$ 1.300/ha com a cultura algodoeira de alta tecnologia (*PD + nível alto de insumos*). As margens líquidas por hectare podem variar de 100 a mais de US\$ 600/ha, apesar da penalização econômica, e em função das escolhas e dos preços pagos aos produtores (Fig 2).

Os encargos de mecanização puderam ser reduzidos drasticamente com a adoção do PD: o número de tratores e de plantadeiras pode ser dividido por dois, assim como o consumo de combustível.

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

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

- Na presença de um nível de adubação mineral médio de 85 N + 50 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 100 K<sub>2</sub>O + micros, os sistemas em Plantio Direto (PD) são sempre mais produtivos do que os sistemas em solo preparado: a diferença de produtividade do algodão em rotação a favor do PD varia de +15 a +18% nos anos climáticos favoráveis, qualquer que seja o estado de degradação do solo no início, a mais de 30% em solo pouco degradado, e até mais de 65% em solo muito erodido nos anos climáticos muito desfavoráveis ao algodoeiro, tais como 1997/98 e 1998/99.

- **NO PLANO ECONÔMICO**, os custos de produção do PD, cada vez mais dominados, revelam-se, em média, 5 a 10% inferiores aos dos preparos convencionais; como nas frentes pioneiras do Mato Grosso, o número de máquinas pode ser reduzido em 50%, assim como o consumo de combustível (SÉGUY et al., 1998d).

As margens sempre são, como as produtividades, mais estáveis e nitidamente maiores no PD do que no preparo convencional: de 30 a 50% em função dos anos.

### **2.2.3. ECO-REGIÃO DAS ALTAS TERRAS DE MADAGASCAR**

Nas propriedades dos agricultores das Terras Altas, as performances agro-econômicas e técnicas dos sistemas de cultivo tradicionais praticados nos Tanety (colinas), com solos ácidos, são irrelevantes: para a cultura do milho, por exemplo, a qual é importantíssima nesta região, a produtividade nos solos ácidos, varia entre 700 e 1.000 kg/ha com 5 t/ha de esterco e um calendário cultural extremamente carregado com mais de 200 dias/homem/ha em cultivo manual (De RHAM et al., 1995 ; FEYT et al., 1999). Estes

números indicam bem, ao mesmo tempo, um calendário cultural muito constrangedor e condições de baixíssima fertilidade dos solos quando se usa tão somente a adubação orgânica (*o rendimento do milho cai para menos de 400 kg/ha sem nenhuma adubação*).

- Os sistemas de cultivo em PD sobre as culturas de milho, soja e feijão produzem mais a cada ano, qualquer que seja o nível de adubação; com aração, a produtividade fica estagnada ou se mostra muito flutuante em presença dos mesmos níveis de insumos.

- Nos solos ácidos, improdutivos com as técnicas tradicionais de aração, o plantio direto permite alcançar, no 4º ano, de 3.000 até 6.000 kg/ha de milho dependendo do nível de adubação utilizado, de 1.400 a 2.300 kg/ha de feijão, e de 1.800 a 3.000 kg/ha de soja, nessas mesmas condições.

- Os sistemas de plantio direto consomem muito menos mão-de-obra do que os sistemas com aração: os manejos técnicos relativos às culturas de trigo, milho, arroz de sequeiro, feijão e soja necessitam respectivamente, em média: 74, 84, 96 e 90 dias/homem/ha qualquer que seja o tipo de solo, contra 190 a mais de 220 dias/homem/ha para os manejos das mesmas culturas com aração;

- O Plantio Direto proporciona, portanto, uma grande economia de mão-de-obra em relação à aração, e justamente nas operações mais penosas do calendário cultural: preparo do solo e capinas. A aração faz uso de 50 dias/ha, em média, contra somente 4 dias/ha para tratar as biomassas da parcela ou com herbicida total de pré-plantio, ou para trazer biomassa seca exógena e assim reforçar a cobertura do solo.

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

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

### 3. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

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

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

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

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

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

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

- **Na ecologia das florestas tropicais do Centro-Oeste do Brasil**, sobre latossolos oriundos de basaltos, com fortes declives, o plantio direto, em cultivo moderno e mecanizado, propicia o controle total da erosão, o acréscimo de 10 a 30% nas produtividades do algodoeiro e da soja em rotação, e a diversificação da produção, controlando a peste vegetal "tiririca" (*Cyperus rotundus*).

- **Na eco-região subtropical de altitude das terras altas de Madagascar**, local com erosão catastrófica, onde se pratica pequena agricultura familiar, manual e com tração animal com insumos mínimos, a produtividade dos sistemas em PD é de 2 a 5 vezes superior à dos sistemas com preparo do solo para as culturas principais de milho, feijão e soja.

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



Estes resultados obtidos em eco-regiões muito diferenciadas evidenciam que o Plantio Direto na cobertura vegetal permanente do solo propicia maior produção de modo mais estável e mais limpo, dando uma parte crescente para a fertilidade de origem orgânico-biológica na capacidade do solo em produzir. Este tipo de agricultura que integra a noção de "biomassa anual", "bomba biológica" como "reforço" das culturas comerciais, pode agir como armazenador líquido de CO<sub>2</sub> e não mais como produtor líquido.

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

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

#### 4. BIBLIOGRAFIA

IPCC. **Climate change 1995. Working group 1.** Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

LAL, R.; LOGAN, T.J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (eds.). **Soil management greenhouse.** Boca Raton: CRC Press, 1995. p.293-307.

LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; WHITMAN, C. World soils and greenhouse effect: An overview. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (eds.). **Soils and global change.** Boca Raton: CRC Press, 1995. p.1-7.

LOPES, A.S. **Solos sob Cerrado - características, propriedades e manejo.** Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162p.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Rapports annuels de recherches sur les fronts pionniers du Mato Grosso. ZTH - 1992/2000.** (Doc. INTERNES CIRAD).

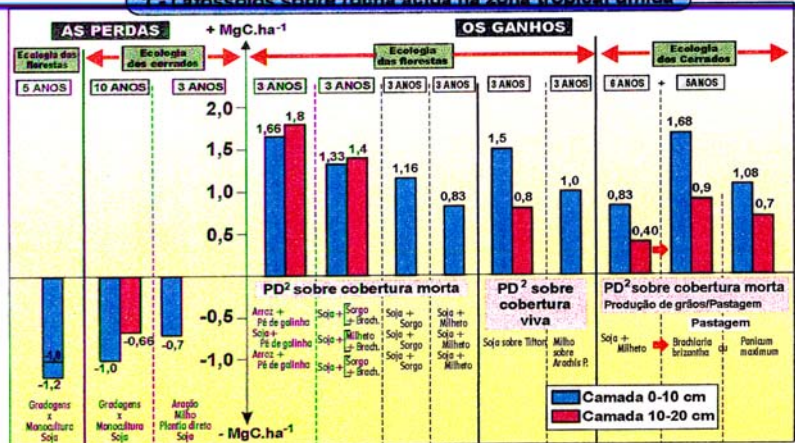
SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTEZ, N.A. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. **Agriculture et développement**, n.12, décembre 1996. p.2-61.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MAEDA, E.; MAEDA, N. Large scale mechanized direct drilling of cotton in Brazil. The ICAC Recorder. **Technical Information Section**, v.16, n.1, march 1998d. p.11-17.

SÈGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. Systèmes de culture et dynamique de la matière organique. France, 200 p. (Doc. CIRAD).

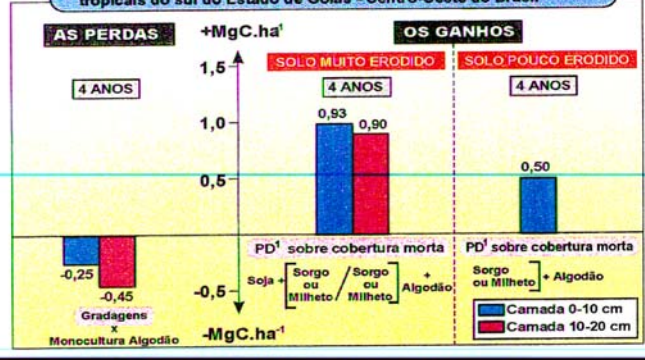
SÈGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica. in **Informações Agronômicas** n. 96, dezembro 2001: Encarte técnico de 32 páginas.

**FIG. 1 RESUMO DAS TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DOS TEORES MÉDIOS ANUAIS DE CARBONO DO SOLO (em MgC.ha<sup>-1</sup>), EM FUNÇÃO DA NATUREZA DOS SISTEMAS DE CULTIVO PRATICADOS -**



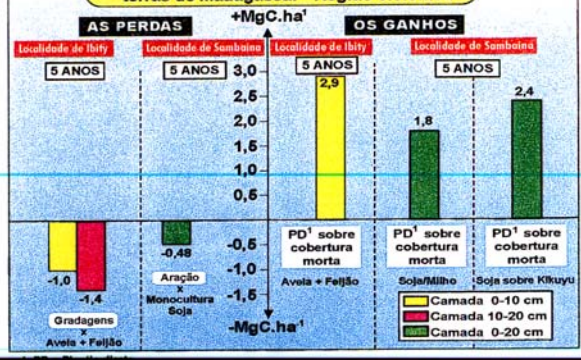
1- Brasil e Gabão; 2 - PD = Plantio direto  
 FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CAIGEC, M. Matsubara, Faz. Progresso, A. C. Maronezzi, Agronorte, S. Boujakia et al., CIRAD - 1994/99 - Sinop/MT

**2. Latossolos vermelho-escuros sobre basalto da ecologia das florestas tropicais do sul do Estado de Goiás - Centro-Oeste do Brasil**



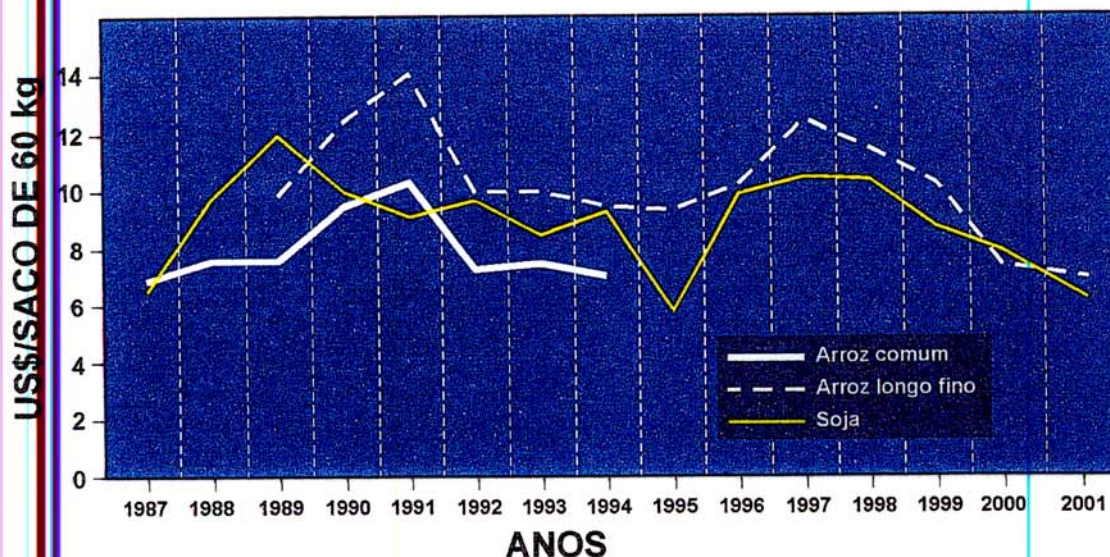
FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CAIGEC, M. Matsubara, Faz. Progresso, A. C. Maronezzi, Agronorte, S. Boujakia et al., CIRAD - 1994/99 - Sinop/MT

**3. Latossolos sobre rocha ácida das altas terras de Madagascar - Região ciclônica**



FONTE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CAIGEC, M. Matsubara, Faz. Progresso, A. C. Maronezzi, Agronorte, S. Boujakia et al., CIRAD - 1994/99 - Sinop/MT

**FIG. 2 EVOLUÇÃO DOS PREÇOS PAGOS AOS PRODUTORES<sup>1</sup> PARA AS PRODUÇÕES PRINCIPAIS DE ARROZ E SOJA SOBRE AS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS DO CENTRO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO - Sinop/MT - 1987/2001**



1 - Período Fevereiro - Março, a cada ano

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

**FIG. 3 INTEGRAÇÃO DE TODAS AS CULTURAS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO DIVERSIFICADOS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS OU INTEGRADOS COM A PECUÁRIA.**

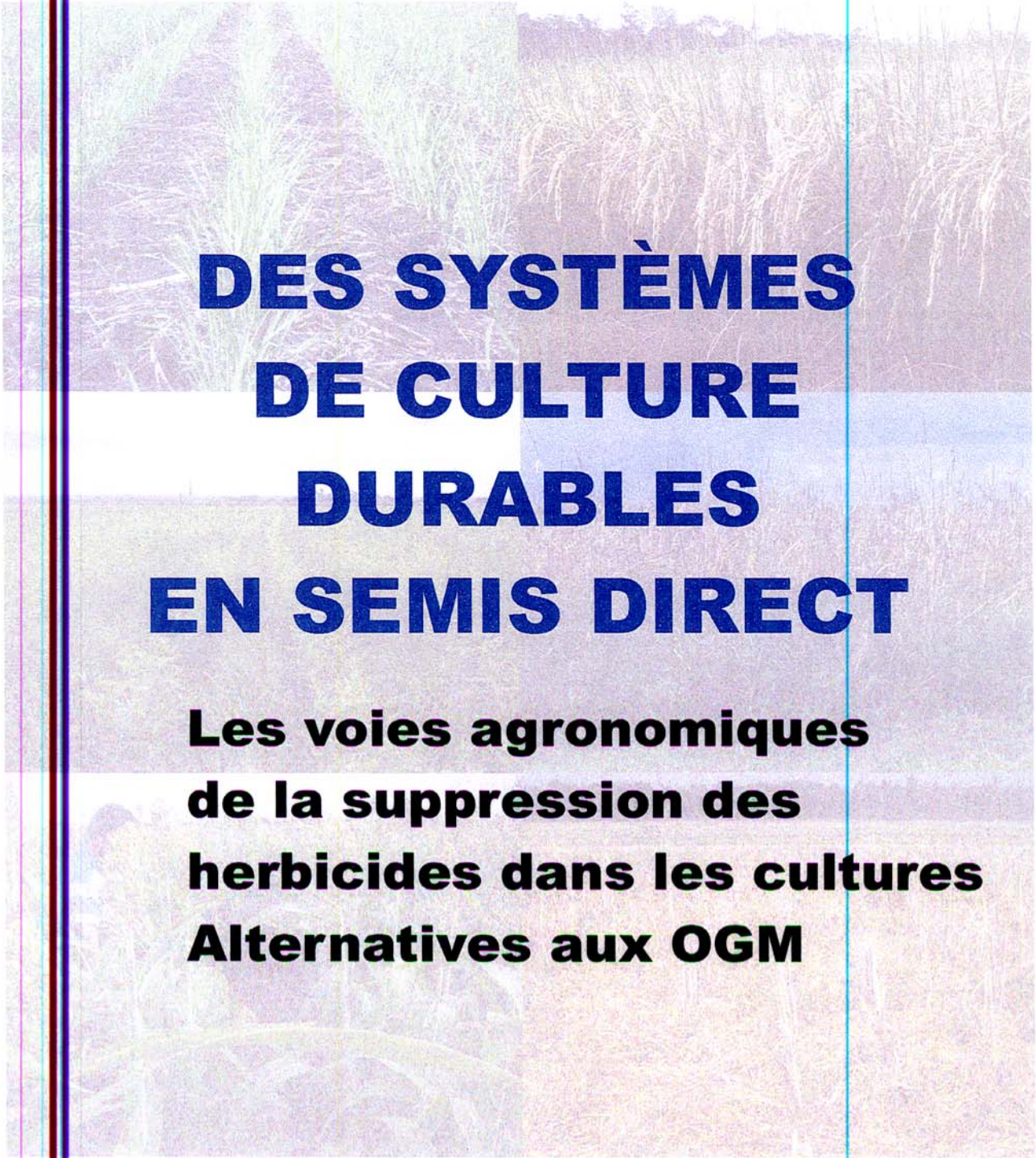
- +
- CRIAÇÃO DE MATERIAL GENÉTICO COM ALTO VALOR AGREGADO NOS SISTEMAS DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO
- Ecologia das florestas e cerrados do Mato Grosso - MT/2000

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

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

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

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



**DES SYSTÈMES  
DE CULTURE  
DURABLES  
EN SEMIS DIRECT**

**Les voies agronomiques  
de la suppression des  
herbicides dans les cultures  
Alternatives aux OGM**

## UN DÉFICIT HYDRIQUE SÉVÈRE



## LES VOIES AGRONOMIQUES DU SEMIS DIRECT SANS HERBICIDE POST - DESSICATION



Sorgho IRAT 202 + *Brachiaria r.*



Mil Nangagolo + *Brachiaria r.*



Riz pluvial sur paille d'*Éleusine*



Riz pluvial sur paille de Sorgho  
+ *Brachiaria ruziziensis*



Riz pluvial sur paille de Sorgho  
+ *Brachiaria ruziziensis*



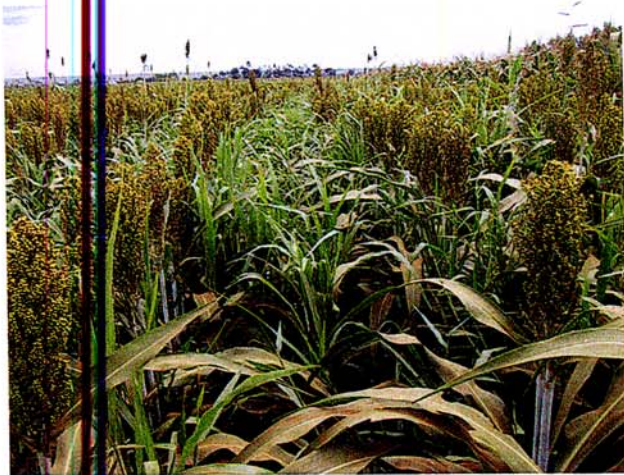
Riz pluvial sur couverture  
de *Stylosanthes g.*



Riz à la récolte sur paille *Stylo*.



Sol couvert à 100% à la récolte du Riz



Sorgho Hybride + *Brachiaria r.*



*Éleusine c.* + *Crotalaria sp.*



*Éleusine c.* + *Cajanus c.*



Sorgho IRAT 203 + *Stylosanthes g.*



Sorgho IRAT 203 + *Stylosanthes g.*



Dessication du Sorgho + *Brachiaria r.*



**UN PATRIMOINE GÉNÉTIQUE TRÈS  
IMPORTANT CRÉÉ PAR LE CIRAD,  
DANS DES SYSTÈMES DE CULTURE  
EN SEMIS DIRECT, DURABLES ET  
TRÈS DIVERSIFIÉS, PROTECTEURS  
DE L'ENVIRONNEMENT**

**• PLUS DE 250 VARIÉTÉS DE RIZ  
PLUVIAL DE HAUTE TECHNOLOGIE**

- ➔ Des rendements qui peuvent atteindre 10 tonnes/ha, en conditions favorables de culture
- ➔ Des Riz à très haute productivité adaptés aussi bien aux conditions de culture pluviale qu'irriguée (*par aspersion, avec lame d'eau*)
- ➔ Une source précieuse de Riz restaurateurs pour la création d'hybrides
- ➔ Une très large gamme de qualités qui porte aussi bien sur le format (*grain long à très long fin*) que sur comportement à la cuisson et le goût (*Riz plus ou moins fermes, Riz aromatique*)

**• DES VARIÉTÉS DE SOJA TRÈS  
PERFORMANTES EN SEMIS DIRECT,  
DONT LES MEILLEURES PRODUISENT  
ENTRE 4,5 ET 7 tonnes/ha**

# FORMATS ET QUALITÉS

