

Convention RPA/CIRAD-IRAT  
Projet Fazenda Progresso  
Lucas do rio verde, Mato Grosso, Brésil

**I - Gestion des sols et des cultures  
dans les zones de frontières agricoles  
des cerrados humides du Centre-Ouest-brésilien**

**1 – Highlights 1992  
et synthèse actualisée 1986-1992**

**2 – Gestion écologique des sols**

Responsables du projet :

Agronomes IRAT : Lucien SEGUY  
Serge BOUZINAC

Producteur : Munefume MATSUBARA

Techniciens : Eider TREVISAN

Everaldo GALVAGNI

1992

**Convention RPA/CIRAD-IRAT  
Projet Fazenda Progresso  
Lucas do rio verde, Mato Grosso, Brésil**

**I - Gestion des sols et des cultures  
dans les zones de frontières agricoles  
des cerrados humides du Centre-Ouest-brésilien**

**1 – Highlights 1992  
et synthèse actualisée 1986-1992**

**2 – Gestion écologique des sols**

**Responsables du projet :**

**Agronomes IRAT : Lucien SEGUY  
Serge BOUZINAC**

**Producteur : Munefume MATSUBARA**

**Techniciens : Eider TREVISAN**

**Everaldo GALVAGNI**

**1992**

## Avis au lecteur

Depuis 1984, notre institut a élaboré de solides références agrotechniques et économiques sur l'optimisation des systèmes de cultures dans les Cerrados humides du Centre-Nord-Mato Grosso, sur les zones de "frontières agricoles" en pleine expansion depuis le début des années 1980.

L'intervention de la recherche a été concentrée essentiellement sur le milieu réel avec et chez les producteurs. Des résultats décisifs ont été obtenus et diffusés sur des milliers d'hectares au cours de ces six dernières années.

Les principaux résultats de ces travaux franco-brésiliens (1) ont fait l'objet de cinq documents de synthèse, une publication en langue portugaise, une publication en langue anglaise (cf. bibliographie en annexe).

Nous présenterons dans ce document 1992, une synthèse actualisée de ces travaux sur le perfectionnement continu des systèmes de cultures pérennisés et les principaux highlights relatifs à chaque culture.

Compte tenu du très grand nombre de données, à la fois agronomiques, techniques et économiques accumulées au cours de six dernières années, les résultats 1992 seront exposés sous la forme la plus concise et synthétique possible, pour faciliter la lecture et la compréhension du lecteur ; toutefois, il est conseillé à ce dernier de se reporter, si nécessaire, aux travaux antérieurs mentionnés dans la liste bibliographique annexée. Il trouvera en outre, dans la seconde partie de ce document, un chapitre entier consacré "Aux nouveaux concepts de gestion écologique du sol pour la fixation d'une agriculture stable dans les régions tropicales humides et équatoriales du Brésil". Ce chapitre résume les principaux cheminements conceptuels et les mises en pratiques correspondantes, maîtrisées, en matière de création de systèmes de cultures stables et préservateurs de l'environnement, qui ont conduits nos travaux sur ce thème dans ces régions entre 1986 et 1992.

Nous proposons enfin courant 1993-1994, de conclure ce premier cycle expérimental de 7 ans, par la rédaction d'un ouvrage de synthèse consistant, dans lequel seront développés notamment les thèmes d'évolution de la fertilité des sols sous cultures dans ce type d'écologie, en fonction de divers modes de gestion, l'évolution de la flore adventice, des pressions parasitaires pour le sol et les cultures, la création et l'adaptation de matériel végétal pour les systèmes de cultures.

---

(1) Equipes IRAT/CIRAD en collaboration avec CNPAF/EMBRAPA et EMPA/Mato Grosso, 1984-1989 ; équipes IRAT/CIRAD et Rhodia Agro Ltda (filiale Rhône Poulenc) à partir de 1989.

## Table des matières

<b>Les systèmes de culture sur les frontières agricoles des cerrados humides du Mato Grosso 1991-92 .....</b>	<b>7</b>
<b>Highlights 1992 .....</b>	<b>7</b>
<b>Synthèse actualisée 1986-1992 .....</b>	<b>7</b>
<b>Conditions climatiques 1991-92 et conséquences sur les pratiques agricoles et le développement des cultures .....</b>	<b>9</b>
<b>La culture de soja .....</b>	<b>11</b>
Highlights 1991-92 .....	11
Résultats confirmés .....	17
<b>Les voies de recherche du futur .....</b>	<b>21</b>
<b>La culture de riz pluvial .....</b>	<b>22</b>
Highlights 1991-92 .....	22
Résultats confirmés .....	38
<b>Les voies de recherche futures .....</b>	<b>43</b>
<b>La culture du maïs .....</b>	<b>44</b>
Highlights 1991-92 .....	44
Résultats confirmés .....	46
<b>Les voies du futur .....</b>	<b>49</b>
<b>Les espèces diverses, en bref .....</b>	<b>50</b>
<b>Les systèmes de culture .....</b>	<b>51</b>
Highlights 1991-92 .....	51
Résultats confirmés et premiers tests de simulation économique .....	53
<b>Les voies de recherche du futur .....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>63</b>
Au plan technique .....	63
Sur le plan méthodologique .....	63
<b>Bibliographie .....</b>	<b>65</b>

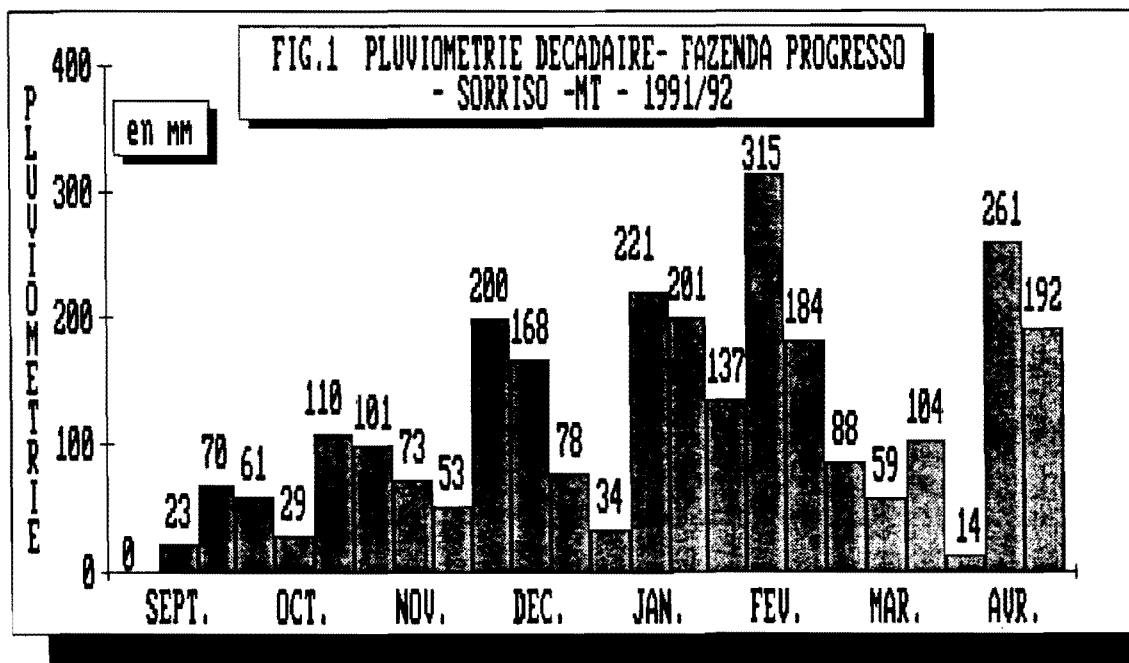
**Les systèmes de culture  
sur les frontières agricoles  
des cerrados humides du Mato Grosso  
1991-92**

**Highlights 1992  
Synthèse actualisée 1986-1992**

## Conditions climatiques 1991-92 et conséquences sur les pratiques agricoles et le développement des cultures

Cette année climatique se caractérise par les points essentiels suivants (Figure 1) :

- un début peu pluvieux, qui a facilité l'implantation des cultures dans de bonnes conditions entre fin septembre et fin novembre ;
- ensuite, permanence d'une forte pluviométrie de décembre à mai, avec onze pluies supérieures à 60 mm, dont six supérieures à 80 mm et deux supérieures à 100 mm ;
- l'excès le plus notable par rapport aux 15 années précédentes, s'est manifesté en février et avril avec respectivement 636 mm et 467 mm ;
- le total annuel par rapport à la moyenne des quinze dernières années est excédentaire = 2 776 mm de septembre à fin avril.



Ces conditions climatiques ont provoqué :

- des difficultés de récolte pour le soja et le riz pluvial qui sont arrivés à maturité en février ;
- des conditions désastreuses d'implantation des cultures de successions : faible capacité de travail des équipements, gâchage des sols ;
- un très forte prolifération d'adventices après la première culture récoltée, qui alimentera le potentiel semencier du sol de manière très significative, dans les prochaines années ;

- les cultures de succession tels que le maïs et le sorgho, et plus récemment le coton et le Guar (*Cyamopsis T.*) ont subi une très forte concurrence des mauvaises herbes ; la culture de coton, sans herbicide a été, ainsi, complètement dominée ;
- de fortes érosions sur les sols mal gérés.

Malgré ces conditions climatiques sévères, le financement précoce de la campagne agricole, par le gouvernement a permis une excellente installation des cultures, en début de cycle, au moment le plus propice. Les rendements moyens des principales cultures devraient, de ce fait, être en hausse notable cette année dans la région.

## La culture de soja

### Highlights 1991-92

La matière active Etephon (régulateur de croissance : produit commercial Carone 720), appliquée à la dose de 100 g/ha de principe actif, sur soja Cristalina cultivé en semis direct et précoce sur précédent céréale, 30 jours après le semis (ou 25 jours après émergence), procure un gain de productivité d'environ 11 % par rapport au témoin non traité (cf. Tableau 1 et Figure 2).

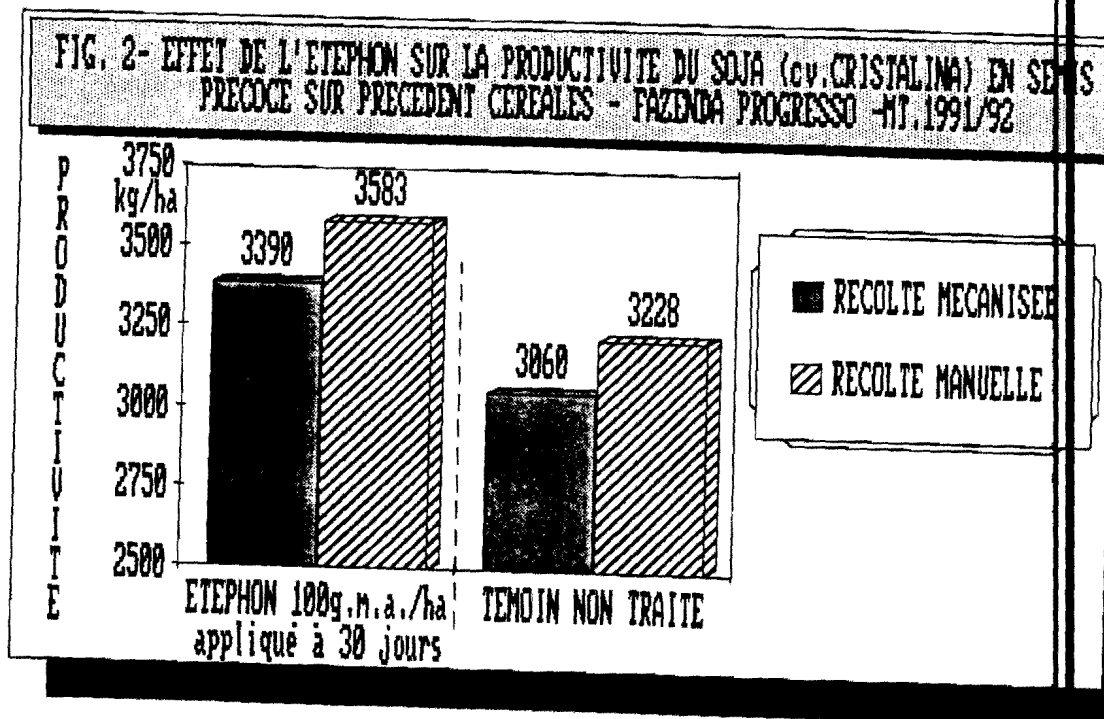
Tableau 1. Effet du principe actif Etephon sur la productivité du soja (cv Cristalina) cultivé en semis direct et précoce sur précédent céréales. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Traitement	(I) Récolte mécanisée à la moissonneuse-batteuse						Productivité moyenne X	% T
	Couple (1)	Couple (2)	Couple (3)	Couple (4)	Couple (5)	Couple (6)		
Etephon 100 g ma/ha	3 781	3 301	3 359	3 169	3 342	3 386	$X_E = 3 3390$	(111)
Témoin non traité (T)	3 457	3 111	2 780	3 090	2 908	3 013	$X_T = 3 060$	(100)
CV % = 3,88931 ETM = 51,2027 ETR = 125,42		Effet Etephon significatif - Gain de productivité = 11,1 %						
Traitement	(II) Récolte manuelle (1)						Productivité moyenne X	% T
	Couple (1)	Couple (2)	Couple (3)	Couple (4)	Couple (5)	Couple (6)		
Etephon 100 g ma/ha	3 631	3 566	3 519	3 586	3 586	3 613	$X_E = 3 583$	(110)
Témoin non traité (T)	3 316	3 435	3 289	3 305	2 898	3 216	$X_T = 3 228$	(100)
CV % = 8,462704 Essai significatif		Effet Etephon significatif - Gain de productivité = 11 %						

1) Six échantillons de 10 m<sup>2</sup> par traitement dans chaque couple.

Ce résultat obtenu sur parcelles de grandes cultures, traitement aérien : 1 ha traité avec un témoin adjacent de 1 ha, non traité (6 répétitions du couple).





Ce gain de 11 % de productivité se traduit, en production par 375 kg/ha de soja et par un gain monétaire de 60,6 US\$/ha, valeur très conséquente pour les grandes exploitations des cerrados.

Gain de 25 % de productivité (cv Cristalina) du **semis précoce** (15-30 octobre) par rapport à un semis tardif de fin novembre (cf. Tableau 2).

Les premiers résultats de

Tableau 2. Effet de la date de semis sur la production de soja, cv SIRIEMA, dans les systèmes de culture à une seule culture annuelle. Fazenda Progresso, Mato Grosso, MT, 1991-92.

Date de semis	Monoculture soja (1)	Soja après riz pluvial (1)	Soja après maïs (1)
30 octobre 1991	3 109 (100)	3 154 (100)	3 172 (100)
30 novembre 1991	2 328 (75)	2 484 (79)	2 922 (92)

(1) Systèmes conduits en semis direct. Correction phosphatée tous les trois ans = 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin + 600 kg/ha de gypse.

Tableau 3. Productivités comparées, en grande culture, du soja (cv. Cristalina) cultivé en semis direct, sur couverture vivante de *Paspalum* et sur résidus de récolte (1). Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Répétitions	Productivité soja sur tapis vivant de <i>Paspalum</i> (kg/ha)	Productivité soja sur résidus de récolte (kg/ha)
R <sub>1</sub>	2 637	3 125
R <sub>2</sub>	2 442	2 930
R <sub>3</sub>	2 930	3 175
R <sub>4</sub>	2 735	2 881
X	2 686 (89)	3 028 (100)

(1) Fertilisation minérale, sous la ligne de semis - 500 kg/ha du mélange (200 kg 2-20-20 + 200 kg superphosphate simple + 80 kg KCl + 20 microéléments).

production de soja en semis direct sur tapis vivant de *Paspalum notatum*, sont très prometteurs : moyenne de productivité de 2 686 kg/ha contre 3 028 kg/ha en semis direct sur résidus de récolte, pour une date de semis relativement tardive, donc peu productive (cf. Tableau 3).

Ce système fait partie des nouveaux systèmes de gestion écologique des sols (voir chapitre II) sur lesquels, chaque année, sont associés production de grains et pâturage en succession.

Importance croissante de la fertilisation minérale pour le maintien de rendements de soja aux environs de **4 tonnes à l'hectare** (maxi à 4 300 kg/ha) dans les systèmes à deux cultures annuelles, utilisant la technique de **semis direct, précoce** (octobre, cf. Tableaux 4, 9, 10 ; Figure 29). Ces systèmes de cultures sont maintenant complètement maîtrisés et reproductibles depuis **1989** ; lorsque l'on sait que la moyenne de productivité du soja dans les cerrados se situe aux environs de 2 t/ha, on mesure l'importance agro-économique de tels systèmes de culture pour les cerrados brésiliens : les marges **nettes** annuelles sont supérieures à 100 US\$/ha et atteignent 170 US\$/ha pour les meilleurs niveaux de fumure (cf. Figure 7, Tableaux 9 et 10).

Tableau 4. Productivité du soja, cv Cristalina, dans les systèmes à deux cultures annuelles en succession. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92 (1).

Précédent cultural		Mode de travail du sol	
1989-90	1991-91	Scarification profonde (ESCAR)	Semis direct (PD)
Soja + sorgho	Soja + sorgho	3 812	4 070
Soja + maïs	Soja + maïs	3 719	3 973
Soja + sorgho	Maïs + sorgho	3 831	4 217
Soja + sorgho	Riz + sorgho	3 783	4 043
		$\bar{X}_{\text{ESCAR}}$ 3 786	$\bar{X}_{\text{PD}}$ 4 076

(1) Correction phosphatée tous les deux ans, pour quatre cultures = 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin Bz + 600 kg/ha gypse.

En terre nouvellement défrichée, l'adoption d'un niveau correct de correction phosphatée : 1 800 kg/ha de thermophosphate Yoorin Bz, associé à 2 000 kg/ha de calcaire dolomitique, permet dès la seconde année de culture après défrichage d'exprimer des rendements de soja, proches du potentiel des variétés utilisées comme le montrent les résultats du tableau 5 ; les variétés Cristalina et Emgopa 306 produisent ainsi respectivement 3 471 kg/ha et 3 720 kg/ha.

Tableau 5. Essai variétal en grande culture, en seconde année après défrichage, sur précédent cultural riz pluvial (1). Fazenda Progresso, MT, 1991-92.

Variété	Productivité (kg/ha)	% T (Doko)
Doko (témoin T, intercalé)	3 016	(100)
Emgopa 306	3 720	(12)
Seriema	3 264	(108)
Garimpo	2 576	(85)
Cristalina	3 471	(115)

(1) Correction sol sur riz pluvial en première année : 2 000 kg/ha calcaire dolomitique + 1 800 kg/ha thermophosphate Yoorin Bz - Fertilisation minérale sur soja, en seconde année = 500 kg/ha du mélange : 200 kg 2-20-20, 200 kg superphosphate simple, 80 kg KCl, 20 kg microéléments.

Tableau 9. Performances agro-économiques de la culture de soja (cv Cristalina) pratiquée en semis direct précoce, dans les rotations soja + sorgho/soja + sorgho et soja + sorgho/riz + sorgho, en fonction de divers niveaux et formes de fertilisation minérale. Fazenda Progresso, Mato Grosso, (MT), 1990-92.

Niveau de fertilisation minérale	Position du sol dans la toposéquence	1990-91			1991-92		
		Productivité (kg/ha)	Coûts de production (US\$/ha)	Marges nettes (US\$/ha (4))	Productivité (kg/ha)	Coûts de production (US\$/ha)	Marges nettes (US\$/ha (4))
(3) • 500 kg/ha/annuel Superphosphate supersimple localisé	sommet	3 954	372	177	3 725	447	155,0
	mi-pente	3 807	368	160	3 407	440	111,0
(3) • 1 500 kg/ha/2 ans Superphosphate simple à la volée	sommet	4 122	422	150	3 628	493	93,5
	mi-pente	3 680	414	97	3 512	490	77,5
• 500 kg/ha Yoorin + T <sub>1</sub> (1) première année • 500 kg/ha 200-2-20-20 200 Supersimple 50 KCl 30 micro-éléments seconde année	sommet	3 725	405	112	3 920	460	173,0
	mi-pente	3 740	406	113	3 847	459	163,0
(3) • 500 kg/ha Yoorin granulé localisé première année • 500 kg/ha Yoorin granulé localisé + 600 kg/ha gypse seconde année	sommet	3 728	366	152	3 948	524	114,0
	mi-pente	3 680	365	146	4 210	530	151,0
(3) • 500 kg/ha Yoorin + T <sub>1/2</sub> (2) première année • 1 000 kg/ha Yoorin + 500 kg/ha Supersimple seconde année	sommet	3 225	356	92	3 935	526	110,0
	mi-pente	3 439	360	117	4 227	533	151,0
(3) • 500 kg/ha Yoorin première année • 500 kg/ha Yoorin + 600 kg/ha gypse seconde année	sommet	3 111	350	80	3 836	509	111,0
	mi-pente	3 483	345	41	3 748	507	99,0

(1) T<sub>1</sub> = 250 kg/ha 0-20-20 + micro-éléments; (2) T<sub>1/2</sub> = 125 kg/ha 0-20-20 + micro-éléments. (3) Toutes formules Yoorin (Thermophosphate Mg) et Superphosphate simple, reçoivent un complément de 100 kg/ha KCl à chaque cycle; les formules 500 Yoorin et Supersimple sont amorties la première année sur la culture de soja; les formules 1 500 Yoorin et Supersimple sont amorties sur deux ans, sur les deux cultures de soja. (4) Marges nettes: recettes (charges proportionnelles de la culture + 20 % de charges fixes).

Tableau 10. Performances agro-économiques de la culture de soja (cv Cristalina) dans les meilleurs systèmes de cultures conduits avec une fertilisation minérale forte à base de thermophosphate Yoorin (1). Fazenda Progresso, Mato Grosso, (MT), 1989-90 et 1991-92.

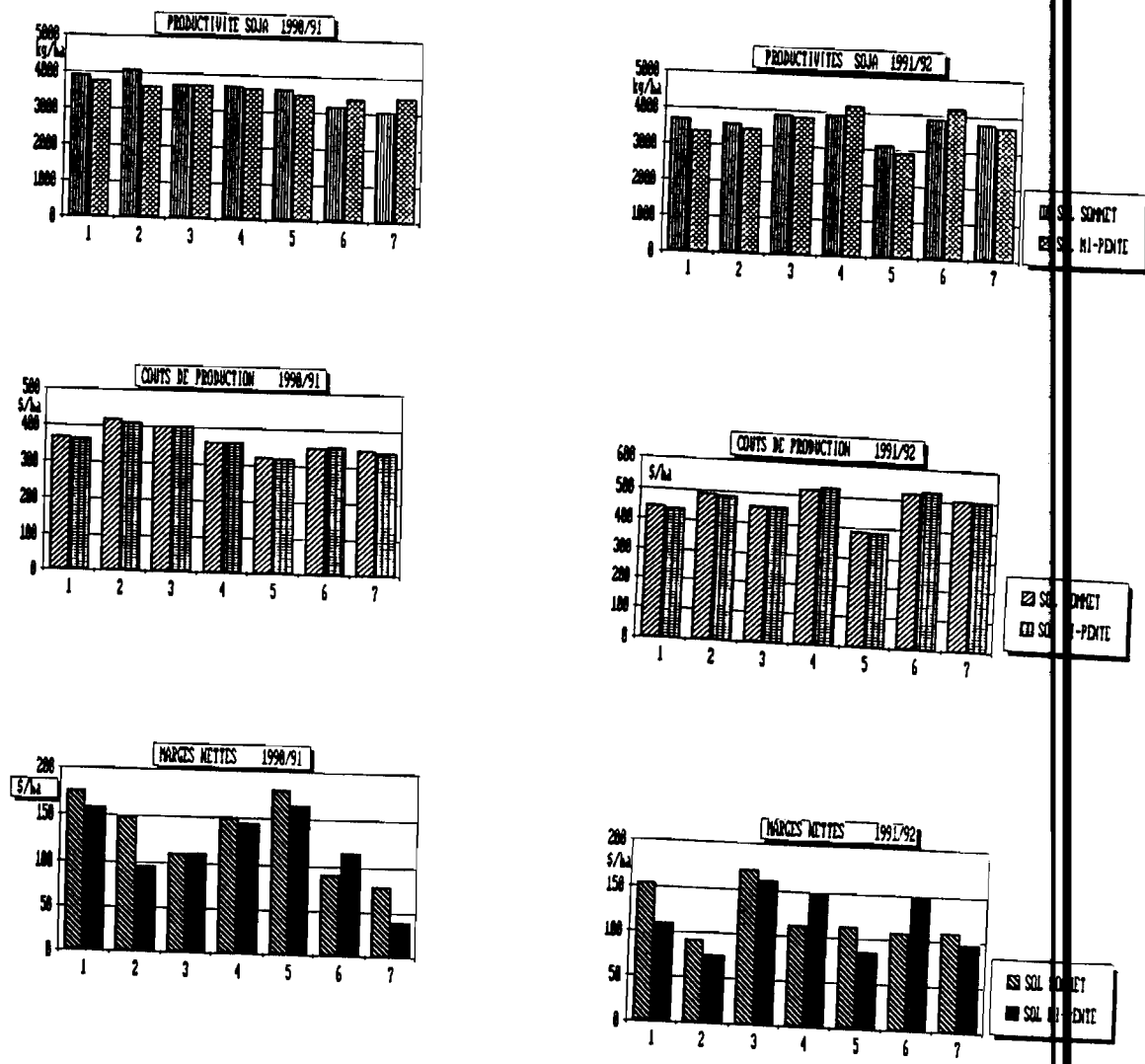
Rotation (quatre dernières années)	Mode de travail du sol	1989-90			1991-92		
		Productivité (kg/ha)	Coûts de production (US\$/ha)	Marges nettes (US\$/ha (2))	Productivité (kg/ha)	Coûts de production (US\$/ha)	Marges nettes (US\$/ha (2))
Soja + sorgho /soja + sorgho	Semis direct	3 040	463	44	4 070	525	132
	Scarification	2 565	451	- 24	3 812	497	119
Soja + maïs /soja + maïs	Semis direct	3 320	470	83	3 973	523	119
	Scarification	3 235	468	71	3 719	495	106
Maïs + sorgho /soja	Semis direct	3 955	489	173	4 299	530	165
	Scarification	3 805	482	152	3 741	496	109
Maïs + sorgho /soja	Semis direct	3 705	480	137	4 136	527	142
	Scarification	3 770	481	147	3 922	500	135
Riz + Cajanus /soja	Semis direct	3 835	483	156	3 943	522	115
	Scarification	3 405	472	95	3 882	499	129
Riz + sorgho /soja + sorgho	Semis direct	4 090	489	192	4 142	527	143
	Scarification	3 415	472	97	3 685	494	101

(1) 1 500 kg/ha de thermophosphate Yoorin + 600 kg/ha de gypse tous les deux ans, pour trois ou quatre cultures successives

• Semis précoce du soja.

(2) Marges nettes par hectare : recettes par hectare (charges variables de la culture + 20 % de charges fixes).

**FIG. 7 PERFORMANCES AGRO-ECONOMIQUES, SUR 2 ANS, DE LA SUCCESSION SOJA + SORGHO EN FONCTION DES 7 MEILLEURS MODES DE GESTION DE LA FERTILITE MINERALE - FAZENDA PROGRESSO - MT 1990/92**

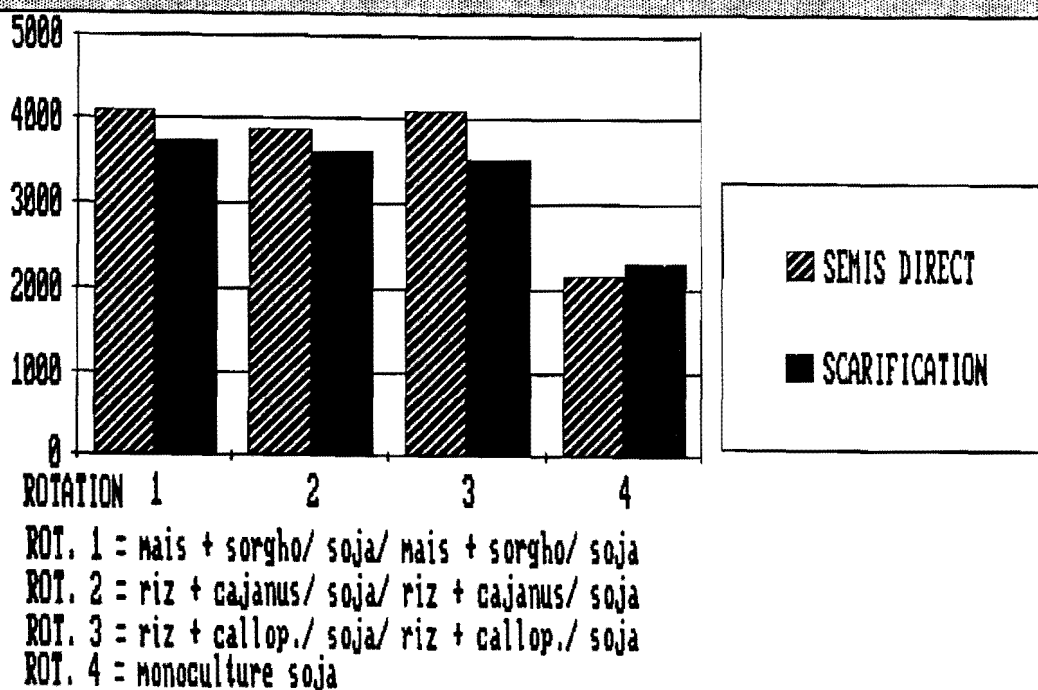


1 = 500 kg/ha/an SUPERPHOSPHATE SIMPLE LOCALISE.  
 2 = 1500 kg/ha/2ans SUPERPHOSPHATE SIMPLE A LA VOLEE.  
 3 = 500 kg/ha YOORIN + 250 kg/ha 0-20-20 (1<sup>o</sup> année),  
 500 kg/ha FORMULATION FAZENDA (2<sup>o</sup> année).

4 = 500 kg/ha/an YOORIN GRANULE LOCALISE  
 (+600 kg/ha GYPSE année 2).  
 5 = FUMURE COMU. (250 kg/ha/an 0-20-20 +micro.).

6 = 500 kg/ha YOORIN + 125 kg/ha 0-20-20 ( 1<sup>o</sup>année),  
 1000 kg/ha YOORIN + 500 kg/ha SUPERSIMPLE (2<sup>o</sup> année).  
 7 = 500 kg/ha/an YOORIN A VOLEE (+600kg/ha GYPSE an 2).

**FIG.29 PRODUCTIVITE MOYENNE DU SOJA DANS DIVERSES SUCCESSIONS ANNUELLES EN PRESENCE DE 2 MODES DE TRAVAIL DU SOL ET UNE FORTE CORRECTION PHOSPHATEE ( 1500 kg/ha/2 ans VOORIN ) - FAZENDA PROGRESSO - 1989/90 et 1991/92**



## Résultats confirmés

Quelle que soit la variabilité climatique, sur 6 ans, le classement des modes de gestion des sols et des cultures pour son influence sur la productivité du soja et sa stabilité, est toujours le même, caractérisant une loi de production dans ces conditions pédoclimatiques :

- le facteur rotation avec céréales est celui qui influence le plus la productivité, avec des gains de rendements qui vont de 42 à 70 % par rapport à ceux obtenus dans les mêmes itinéraires techniques en monoculture (Figure 3, Tableaux 7 et 8) ;
- le facteur "travail du sol" se classe en seconde position, avec des gains de rendement au profit des techniques de labour et semis direct, par rapport au travail à l'offset, qui vont de 6 à 27 % (Figure 4). La combinaison du facteur rotation et du facteur travail du sol, conduit à des gains de rendement de plus de 80 % par rapport à ceux obtenus avec le système offset x monoculture traditionnelle (Figures 5 et 6 ; Tableau 8).

La combinaison des facteurs suivants :

- semis précoce (15-30 octobre) ;
- semis direct ou labour
- rotation avec céréales (maïs ou riz ou maïs + sorgho et riz + sorgho) ;

FIG. 3 EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DU FACTEUR ROTATION SUR LES PRODUCTIVITES RELATIVES DU SOJA - FAZ.PROGRESSO/MT 1986/1992

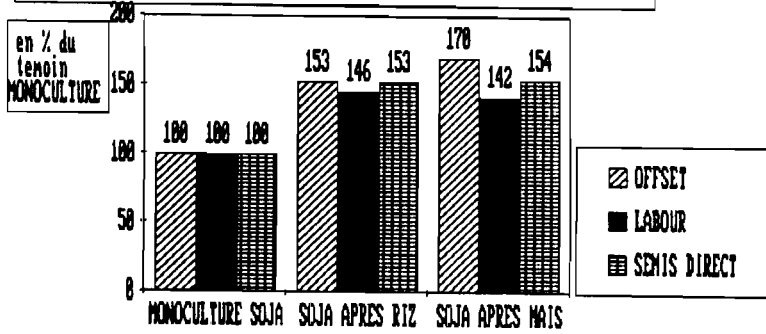


FIG. 4 EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DU FACTEUR TRAVAIL DU SOL SUR LA PRODUCTIVITE DU SOJA - FAZENDA PROGRESSO/MT 1986/1992

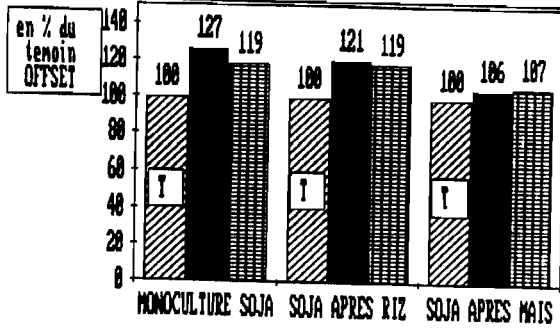


FIG. 5 PRODUCTIVITE MOYENNE DU SOJA, SUR 6 ANS, DANS DIVERS SYSTEMES DE CULTURES - FAZENDA PROGRESSO - SORRISO (MT) -1986/1992

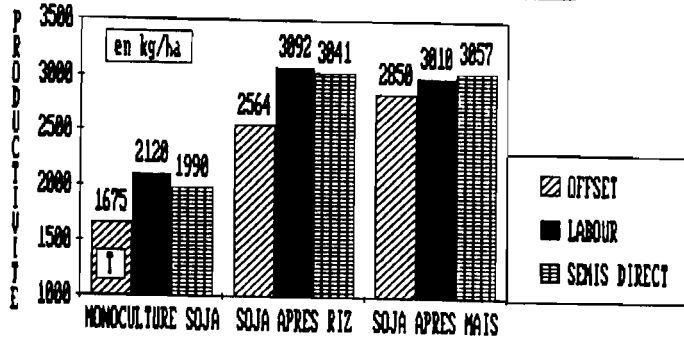


FIG. 6 EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DES FACTEURS TRAVAIL DU SOL x ROTATION SUR LA PRODUCTIVITE DU SOJA - FAZ.PROGRESSO/MT 1986/1992

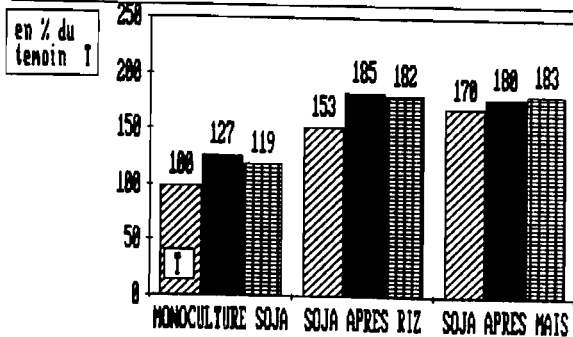


Tableau 7. Productivité du soja (1) dans les systèmes de cultures à une seule culture annuelle en fonction de divers modes de préparation des sols X rotations de 1986 à 1992. Fazenda Progresso, Mato Grosso, (MT), 1992.

Année	Monoculture soja (3)			Soja en rotation avec riz pluvial (3)			Soja en rotation avec maïs (3)		
	GR (T)	ARE	PD	GR (T)	ARE	PD	GR (T)	ARE	PD
1986-87	2 343	2 724	2 784	2 765	2 780	3 110	2 885	3 186	3 280
1987-88	• 1 416	• 2 454	• 1 968	• 2 465	• 3 165	• 2 880	• 3 090	• 3 155	• 2 890
1988-89	1 572	2 220	1 800	3 135	3 940	2 890	2 920	3 965	2 790
1989-90	1 320	1 757	1 470	2 635	2 725	3 740	2 850	2 580	3 300
1990-91	• 1 525	• 2 196	• 1 592	• 2 136	• 3 465	• 3 145	• 3 129	• 2 857	• 3 158
1991-92 (2)	1 872	1 554	2 328	2 250	2 478	2 484	2 136	2316	2 922
<b>X 6 ans</b>	<b>1 675</b>	<b>2 120</b>	<b>1 990</b>	<b>2 564</b>	<b>3 092</b>	<b>3 041</b>	<b>2 850</b>	<b>3 010</b>	<b>3 057</b>
% T	100	127	119	153	185	182	170	180	183

• Correction phosphatée = 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin Bz tous les 3 ans + 100 kg/ha KCl à chaque cycle.

(1) Cultivars 1986-87 : Dok ; 1987-90 : Cristalina ; 1990-92 : Siriema.

(2) Semis trop tardif (30/11/91).

(3) GR : Travail à l'offset ; ARE : Labour profond de début des pluies ; PD : Semis direct.



Tableau 8. Influence moyenne, sur 6 ans, des modes de gestion des sols et des cultures sur la productivité du soja de cycle moyen (1) dans les systèmes à une seule culture annuelle (2). Fazenda Progresso, Mato Grosso (MT), 1991-92.

Rotation	Mode de travail du sol	Effet moyen du facteur travail du sol (offset : base 100)	Effet moyen du facteur rotation (monoculture : base 100)	Effet moyen travail du sol X rotation (offset X monoculture : base 100)
Monoculture de soja				
	Offset	100	100	100
	Labour profond	127	100	127
	Semis direct	119	100	119
Soja en rotation avec riz pluvial				
	Offset	100	153	153
	Labour profond	121	146	185
	Semis direct	119	153	182
Soja en rotation avec maïs				
	Offset	100	170	170
	Labour profond	106	142	180
	Semis direct	107	154	183

(1) Cultivars - 1986-87 : Doko ; 1987-90 : Cristalina ; 1990-92 : Siriema.

(2) Fertilisation minérale - 1986-87 : 350 kg/ha 0-25-25 + micro ; 1987 et 1990 : 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin Bz pour 3 ans + 100 kg/ha de Kcl à chaque cycle.

- fertilisation minérale forte : ou fumure annuelle = 0-80-98 + microéléments ;  
ou base pour 2 ans et 4 cultures = 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin +  
600 kg/ha gypse ;

- variétés : Cristalina, Emgopa 306, Siriema ;

- herbicide : Flex + Fusilade en post ;

- contrôles insecticides comme préconisés par EMBRAPA.

conduit à des productivités annuelles stables, aux environs de 4 000 kg/ha, comme le confirment les résultats exposés dans les tableaux 9 et 10.

L'utilisation du régulateur de croissance Etephon, dans ce type d'itinéraire technique, peut encore élever la productivité de 11 %, soit aux alentours de 4 500 kg/ha, soit plus de deux fois la moyenne nationale.

Pour ce qui concerne le choix entre les meilleures techniques de travail du sol qui sont, pour le soja, le travail profond et le semis direct, le tableau 6 montre que l'alternance de ces techniques un an sur deux, conduit au même niveau de rendement que leur répétition annuelle. Le semis direct peut donc être utilisé de préférence, eu égard à sa capacité de travail supérieure (tout en surveillant de près le niveau de compaction du sol).

Tableau 6. Productions comparées de soja (cv SIRIEMA) sur séquences de travail profond et semis direct dans les systèmes à une seule culture annuelle (1). Fazenda Progresso, Mato Grosso, MT, 1992.

Mode de travail du sol		Monoculture soja		Soja après riz		Soja après maïs	
1990-91	1991-92						
Scarification profonde							
	1/2 scarification profonde	3 212	(100)	3 571	(100)	3 383	(100)
	1/2 semis direct	3 284	(102)	3 285	(92)	3 207	(100)
Labour fin de cycle							
	1/2 labour fin de cycle	2 582	(100)	3 276	(100)	2 975	(100)
	1/2 semis direct	2 935	(114)	3 024	(92)	3 137	(105)

(1) Correction phosphatée tous les trois ans, pour 4 ou 5 cultures : 1 500 kg/ha à thermophosphate Yoorin + 600 kg/ha de gypse.

## Les voies de recherche du futur

Le potentiel de rendement du soja dans cette écologie doit être voisin de 6 tonnes à l'hectare. Plusieurs voies possibles pour se rapprocher de cet objectif 6 000 kg/ha :

### – sur la culture de soja elle-même :

– effet des biostimulants (composantes : effet pompe, effet redistribution, effet vecteur par action conjuguée des cytokinines et des bêtaïnes) ; parmi les produits qui ont déjà montré leur efficacité : la **crème d'algue** GA14 (Goemar), les **lipooxyacides** (Ecobios) associés ou non à l'Etephon,

– création de variétés à potentiel plus élevé (la verse, est, au niveau 400 kg/ha, un facteur limitant sur les variétés du type Cristalina),

### – sur les systèmes de culture :

– créer toutes conditions physico-chimiques et biologiques, favorisant progressivement la formation d'une biostructure stable. Les rotations biennales, quadriennales "production de grains - pâturages" doivent être développées dans ce sens, comme les systèmes annuels construits sur le semis direct sur tapis vivants (voir chapitre II).

## La culture de riz pluvial

### Highlights 1991-92

Pression croissante des borers des tiges (*Diatraea saccharalis*, *Rupella albivella*) au fur et à mesure que se développent les successions annuelles, qui permettent à deux cycles de paille de se succéder dans la même année agricole ; c'est le cas des successions : riz + sorgho, maïs + sorgho. Cette pression augmente encore davantage avec l'utilisation exclusive de la technique de semis direct, qui maintient les résidus de récolte sur le sol et permet ainsi aux borers de se multiplier.

Parmi tous les insecticides essayés (contact systémique), la meilleure protection est assurée à partir du trentième jour par les formules granulées type Carbofuran, appliquées en mélange avec la fumure azotée de couverture, aux stades tallage et montaison (cf. Tableau 22b, Figure 28). Le traitement des semences est, de ce fait obligatoire : il permet de protéger le riz contre les foreurs (*Diatraea*, *Elasmopalpus*), les "cigarrinhos" pendant une trentaine de jours. A cet égard, le Thiodicarb à la dose de 1,5 l/100 kg de semences, de produit commercial, se montre très efficace et légèrement supérieur aux Carbofuran (Tableau 11).

Fortes attaques précoces de Fusarium, sur riz resemé sur riz, la seconde année après le défrichement. A cet égard, réaction différentielle variétale forte :

- IRAT 219, CIAT 20, CIAT 18, CIAT 24 sont sensibles au Fusarium ; les pertes, après la levée, peuvent atteindre 50 à 60 % de la population initiale ;
- les variétés n<sup>os</sup> 185, 285, 287, 288, 289, 291, 296, 141, Ciwini, Diwoni sont résistantes.

Forte pression des maladies du grain, en particulier *Drechslera O.*, *Phoma* sp., *Curuvularia* sp., notamment quand il y a conjonction, d'un temps pluvieux continu, faible insolation associé à une fraîcheur nette de la température (remontées des fronts froids du pôle sud).

Réaction différentielle variétale forte :

- CIAT 20, CIAT 18, CIAT 24, IRAT 216, 285, 291, Diwoni sont résistantes ;
- le N<sup>o</sup> 183 y est très sensible (cf. Tableaux 12, 13, 22a).

Tableau 22b. Influence de diverses matières actives insecticides granulées et liquides sur l'incidence du borer *Diatraea saccharalis* dans une culture de riz pluvial de semis tardif (janvier 1992, cv. N° 183). Fazenda Progresso, MT, 1991-92.

Traitement (1)	Nombre de panicules par m <sub>2</sub> (2)	Nombre de panicules détruites par borer/m <sup>2</sup> (2)	% panicules détruites	Productivité kg/ha (3)	Productivité relative % T
Témoin non traité	258	68	26	2 075	100
1. Fenitrothion 800 g/ha	266	27	10	2 250	113
2. Fenitrothion 600 g/ha	269	34	13	2 120	112
3. Trichlorfon 100 g/ha	245	20	8	2 310	129
Témoin	249	79	32	1 700	100
4. Trichlorfon 750 g/ha	255	33	13	2 375	143
5. <i>B. thuringiensis</i> 750 g/ha	240	28	12	1 800	111
6. <i>B. thuringiensis</i> 500 g/ha	250	29	12	1 675	105
Témoin	255	84	33	1 550	100
7. <i>B. thuringiensis</i> 250 g/ha	258	34	13	1 400	85
8. Phorate 2 000 g/ha	263	26	10	2 275	139
9. Phorate 1 500 g/ha	225	18	8	1 995	122
Témoin	246	92	37	1 525	100
10. Phorate 1 000 g/ha	270	36	14	1 650	107
11. Disulfoton 2 000 g/ha	248	32	13	2 000	130
12. Disulfoton 1 500 g/ha	227	29	13	1 550	100
Témoin	249	77	31	1 560	100
13. Disulfoton 1 000 g/ha	255	16	6	2 110	138
14. → Carbofuran (400 g/ha × 2)	247	14	6	2 205	148
15. → Carbofuran (800 g/ha × 2)	232	5	2	2 900	199
Témoin	250	97	39	1 420	100

(1) Appliqués sur 1 000 m<sup>2</sup>, chacun.

(2) Six répétitions de 10 m linéaires par parcelle.

(3) Six répétitions de 10 m<sup>2</sup> par parcelle.

à Le Carbofuran appliqué en deux fois (tallage à 30 jours et montaison à 60 jours) en mélange avec la couverture azotée assure la meilleure protection.

Tableau 11. Influence de divers traitements insecticides associés à un traitement fongicide sur l'incidence des attaques d'insectes et de fusariose sur la culture de riz pluvial (cv IRAT 216), en début de cycle. Fazenda Progresso. Terre en seconde année de culture (riz sur riz), 1991-92.

Traitement de semences (*)	Nombre de pieds/m <sup>2</sup> 30 jours après semis (1)	Nombre de pieds/m <sup>2</sup> attaqués par borer 30 jours après semis (1)	Nombre de pieds/m <sup>2</sup> éliminés par Fusarium (1)	Productivité	
				kg/ha (2)	(% T)
Semevin + Rhodiauram (T)	160	1	5	2 527	(100)
Furazin + Rhodiauram	161	9	2	2 015	(82)
Rhodiauram seul	136	19	4	1 790	(76)
Semevin + Rhodiauram (T)	167	2	3	2 285	(100)

(\*) Semevin : 1,5 l/100 kg semences, Furazin : 1,5 l/100 kg semences, Rhodiauram : 300 g/100 kg semences.

(1) Cinq répétitions de 2 m linéaires par traitement.

(2) Expérimentation conduite en conditions d'exploitation réelles, 850 m<sup>2</sup>/traitement (récolté à la moissonneuse-batteuse).

Tableau 12. Performances variétales du riz pluvial, en semis précoce, en fonction du niveau de fertilité du sol et du mode de semis dans la micro-région de Lucas do rio verde (1), Mato Grosso, 1991-92.

Productivité (kg/ha) (2)

Variété *	Sols de basse fertilité (2 sites)								Sol de bonne fertilité (2 sites)								Productivité moyenne régionale (4 sites) (4)	
	Espace ment 50 cm				Espace ment 25 cm				Espace ment 50 cm				Espace ment 25 cm					
	(3) P. kg/ha	Py. c.	MG	V	P. kg/ha	Py. c.	MG	V	P. kg/ha	Py. c.	MG	V	P. kg/ha	Py. c.	MG	V	kg/ha	(% T)
Araguaia T	2 630	3	5	1	3 110	4	6	2	4 660	2	2	8	4 890	1	3	10	3 822	A (100)
Araguaia T'	2 700	3	6	1	3 360	5	5	2	4 050	2	3	7	4 650	2	2	9	3 690	A (97)
CIAT 20 (5)	2 140	2	4	0	2 620	3	4	0	4 730	2	2	0	5 000	3	2	0	3 622	A (95)
CIAT 18 (5)	2 840	3	4	0	3 380	6	3	0	4 010	3	1	0	4 030	5	1	0	3 565	A (93)
CIAT 24 (5)	2 130	3	4	0	2 420	4	4	0	4 370	3	2	0	4 780	4	3	0	3 425	A (90)
IRAT 216	2 290	3	6	0	2 660	4	6	0	4 250	3	4	0	4 400	4	4	0	3 400	A (89)
Guarani T'	2 790	4	4	4	2 450	5	6	6	4 360	4	2	10	3 480	6	3	10	3 270	AB (86)
Guarani T	2 700	4	3	4	2 140	5	4	6	3 490	6	3	10	3 670	6	4	10	3 000	AB (78)
N° 183 (5)	1 930	4	60	0	2 100	6	70	0	2 980	5	44	0	2 760	5	37	0	2 442	B (64)
49/2/10	1 600	2	7	0	2 260	9	6	0	2 720	3	9	1	3 020	2	9	2	2 400	B (63)

\* T : fumure fournie par la recherche (sur toutes les variétés) ; T' : fumure du producteur (seulement sur témoins Araguaia et Guarani).

• Semis du début novembre 1991 (semis des 4 sites dans la même semaine).

(1) Essais conduits par les propres agriculteurs assistés des agronomes des coopératives et de l'EMATER.

(2) 100 m<sup>2</sup> par traitement élémentaire.

(3) Py. c. : Pyriculariose du cou (% de panicules malades) ; MG : taches des grains (Drechslera, Phoma, etc.) % de grains tachés (10 panicules) ; V : verse, 0 = 0%, 1 = 10 %... 10 = 100 %.

(4) Classement variétal de Newman-Kuls - CV % = 11,2361 - sig. F(10) = 1,6e-27 - F(1) = 0,5700

(5) Les variétés CIAT20, CIAT18, CIAT24, N° 183, présentent toutes un format de grain long et fin (type irrigué), la variété 183 est la plus belle. Les rendements à l'usinage de ces variétés sont supérieurs à 70 % dont 56 à 63 % de grains entiers.

Tableau 13. Performances variétales du riz pluvial, en semis précoce, en fonction de deux espacements de semis dans les micro-régions de Sorriso et Sinop, Centre-Nord du Mato Grosso, 1991-92.

Productivité et comportement (1)

Variété	Région de Sorriso (cerrado) (2 sites)								Région de Sinop (forêt) (2 sites)							
	Espacement 50 cm				Espacement 25 cm				Espacement 50 cm				Productivité moyenne régionale			
	(2) P. kg/ha	Py. c.	MG	V	P. kg/ha	Py. c.	MG	V	P. kg/ha	Py. c.	MG	V	(4)	P. kg/ha	(% T)	
CIAT 20 (3)	5 250	3	2	0	5 383	4	3	0	3 740	3	2	0	a	4 791	177	
N° 183 (3)	3 112	2	35	0	3 297	5	42	0	4 520	2	6	0	a	3 643	135	
IRAT 216	3 306	4	6	0	3 441	6	7	0	3 401	6	6	0	ab	3 401	126	
CIAT 24 (3)	3 860	3	4	0	3 437	8	4	0	2 905	8	4	0	ab	3 400	126	
CIAT 18 (3)	3 623	6	3	0	3 461	10	2	0	2 900	8	4	0	ab	3 328	123	
Araguaia (T)	2 626	4	7	1	2 792	6	7	2	2 695	6	5	2	b	2 714	100	
Guarani	2 368	7	4	2	2 298	9	5	2	2 778	4	3	6	b	2 481	92	

• Semis du début novembre - variété Araguaia témoin.

(1) Essais conduits par les propres agriculteurs assistés des agronomes des coopératives et de l'EMATER et bureaux d'études privés - 100 m<sup>2</sup> par traitement élémentaire.

(2) Py. c. : Pyriculariose du cou (% de panicules malades) : MG : taches des grains (Drechslera, Phoma, etc.) % de grains tachés (10 panicules) ; V : verse, 0 = 0 %, 1 = 10 %... 10 = 100 %.

(3) Les variétés CIAT20, CIAT18, CIAT24, N° 183, présentent toutes un format de grain long et fin (type irrigué), la variété 183 est cependant la plus belle. Les rendements à l'usinage de ces cultivars sont supérieurs à 70 % dont 56 à 63 % de grains entiers.

(4) Analyse statistique, tous sites confondus : CV % = 18,89 ; effet variété significatif, effets micro-région et site non significatif ; test de Newman-Keuls appliqué au classement des moyennes par variété.

En dehors de la résistance génétique, les facteurs nutritionnels semblent aussi avoir une importance capitale comme le montrent l'état sanitaire correct des grains du N° 183 pourtant sensible, sur les andains brûlés (forte concentration de fertilité organo-minérale) et la productivité mesurée sur et entre les andains (sujet de recherche pour 1992-93) (cf. Tableau 22a).

Tableau 22a. productivité de la variété de riz pluvial N° 183, en semis très tardif (fin janvier 1992), en fonction de l'application ou non du fongicide Mancozèbe X diverses conditions de fertilité. Fazenda Progresso, MT, 1991-92.

Traitement (1)	Conditions différenciées de fertilité (2)			
	Fumure NPK		Fumure à base thermophosphate Yoorin	
	Entre andains	Sur andains brûlés	Entre andains	Sur andains brûlés
Témoin sans Mancozèbe (T)	1 100 (100) (3)	- (3)	- (3)	
Mancozèbe une application (floraison)	1 521 (139) (100)	2 942 (193)	1 917 (126)	2 855 (188)

(1) 1 600 g/ha de matière active.

(2) Seconde année après défrichement, productivité mesurée sur 4 répétitions de 1 000 m<sup>2</sup> par traitement. Forte attaque de taches de grains, cependant plus atténuées sur andains brûlés et fumure Yoorin.

(3) Non réalisé.

La création et l'adaptation variétale avancent à grands pas : les essais variétaux multilocaux réalisés dans quatre écologies, dont trois dans les cerrados humides (Lucas do rio verde, Nova mutum, Sorriso) et une de forêt amazonienne (Sinop), grâce à la l'intervention conjointe des agriculteurs, des coopératives, de la recherche et de la vulgarisation sur une zone de plus de 6 000 m<sup>2</sup>, révèlent, par rapport aux variétés témoins vulgarisées (Guarani, Araguaia) :

- l'excellent comportement des variétés déjà identifiées les années précédentes comme CIAT 20, CIAT 24, CIAT 18 (1), IRAT 216, qui sont, pour l'ensemble, des **caractères désirables** nettement supérieurs aux témoins (Tableaux 12, 13 et 14, Figures 8 à 16). La variété CIAT 20 se montre la plus stable en toutes écologies ; la variété CIAT 18 révèle une meilleure adaptation que les autres aux sols de faible fertilité. Toutes ces variétés sont résistantes à la **verse**, aux principales maladies (excepté au *Fusarium* sp. en monoculture riz), de très belle qualité de grain, long et fin (rendement en grains entiers à l'usinage compris entre 55 et 63 %). Leur productivité peut atteindre, lorsque la maîtrise technique est excellente, plus de **5 000 kg/ha** en grande culture (cf. Tableau 15 et Figure 13).

(1) Noms d'origine de ces cultivars : CIAT 20 : CT 6196-33-11-1-B ; CIAT 18 : CT 6196-33-11-2P-6-B ; CIAT 24 : CT 6241-19-2-5-2-B.

Tableau 14. Performances variétales du riz pluvial (I), en semis précoce (début novembre) et semis tardif (début janvier) dans la micro-région de Nova Matum, Mato Grosso, 1991-92.

Productivité (kg/ha) (1)															
Variété *	Date de semis précoce**				Productivité moyenne régionale		Variété	Date de semis tardive**					Productivité moyenne		
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	X <sub>p</sub>	(% T <sub>1</sub> )		Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	X <sub>p</sub>	(% T)	cl
CIAT 20 .....	2 090	2 780	3 942	3 865	3 124	(110)	N° 291 (4).....	4 740	4 453	4 615	3 770	4 062	4 328	(127)	a
CIAT 24 .....	2 180	2 455	3 761	3 596	2 998	(106)	N° 289 .....	4 470	3 997	4 485	3 510	3 770	4 048	(119)	a
Araguaia T .....	1 830	3 065	3 227	3 228	2 838	(106)	N° 285 (4).....	4 380	4 035	3 738	3 607	3 060	3 764	(110)	ab
Guarani T .....	2 925	2 218	2 958	2 860	2 740	(96)	Araguaia (T).....	3 728	3 478	3 542	3 348	2 937	3 407	(100)	bc
N° 183 .....	2 370	1 435	3 094	2 665	2 391	(84)	N°164 .....	3 690	3 432	3 627	2 665	2 811	3 245	(95)	bcd
CIAT 18 .....	1 575	1 987	2 829	2 964	2 339	(82)	N° 174 .....	3 420	3 300	3 280	2 632	3 063	3 139	(92)	cd
IRAT 216 .....	1 515	2 140	2 645	2 910	2 303	(81)	290 .....	3 182	3 152	1 807	2 762	3 062	2 793	(82)	cd
Guarani T' (3).....	2 220	2 680	2 174	1 980	2 264	(80)	Araguaia T'.....	2 863	3 030	2 067	2 160	3 249	2 674	(78)	d
Araguaia T'.....	1 185	3 080	2 490	2 100	2 214	(78)									

(\*\*) CV % = 19,6, effets variétés, site, non significatif.

(\*\*) CV % = 10,6, effet variété significatif.

\* T : fumure fournie par la recherche sur toutes les variétés ; T' : fumure du producteur - Variété Araguaia prise comme témoin.

•Semis du début novembre 1991 (semis de divers sites dans la même semaine).

(1) Essais conduits par les propres agriculteurs assistés des agronomes des coopératives et de l'EMATER.

(2) 100 m<sup>2</sup> par traitement élémentaire. Toutes les variétés testées avec la fumure T. Classement variétal réalisé par le test de Newman-Keuls (cl).

(3) Influence du facteur fumure : sur Araguaia, semis précoce = + 22 % ; sur Araguaia, semis tardif = + 27 % ; sur Guarani, semis précoce = + 21 %.

Les variétés CIAT20, CIAT18, CIAT24, N° 183, sont toutes classées dans la catégorie de qualité supérieure de grain long et fin. Le N° 183 est cependant la plus belle. Les rendements à l'usinage de ces cultivars sont supérieurs à 70 % dont 57 à 63 % de grains entiers.

(4) La variété N° 285 et à un degré moindre le cultivar N° 291, présentent d'excellente qualité de grain : très long et fin pour la variété N° 285, avec, aussi d'excellents rendements à l'usinage.



FIG. 8 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL ,EN SEMIS PRECOCE, DANS LA MICROREGION DE LUCAS DO RIO VERDE -MT (4 sites:tous types de sol confondus)- 1991/92

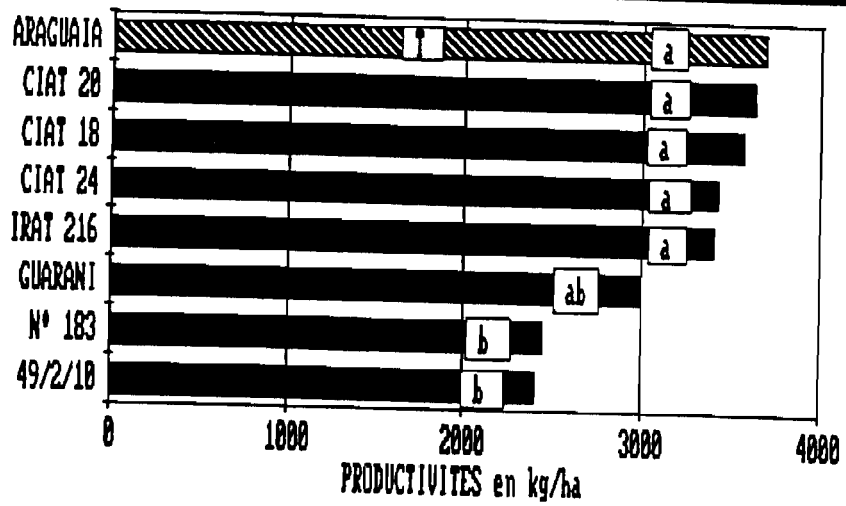


FIG. 9 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION DE 2 ESPACEMENTS DE SEMIS SUR SOLS DE BASSE FERTILITE , EN SEMIS PRECOCE, DANS LA MICROREGION DE LUCAS DO RIO VERDE -MT(2 sites)-1991/92

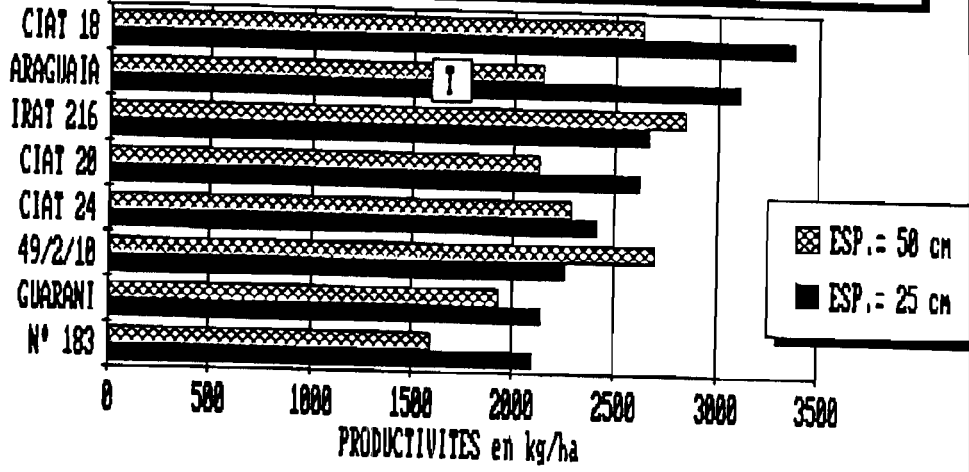


FIG. 10 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION DE 2 ESPACEMENTS DE SEMIS SUR SOLS DE BONNE FERTILITE , EN SEMIS PRECOCE, DANS LA MICROREGION DE LUCAS DO RIO VERDE -MT (2 sites)- 1991/92

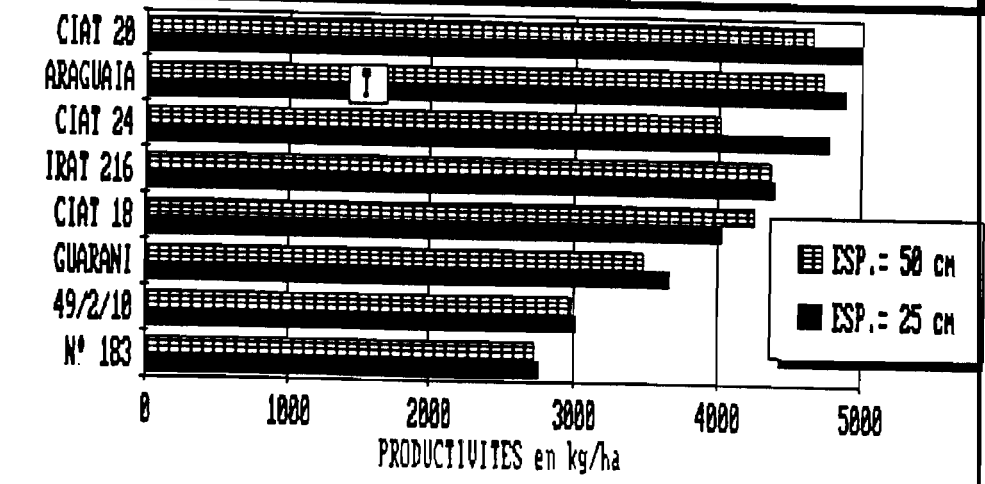


FIG. 11 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS PRECOCE (novembre)  
-MOYENNE DE 4 SITES DANS REGION DE NOVA MUTUM /MT -1991/92

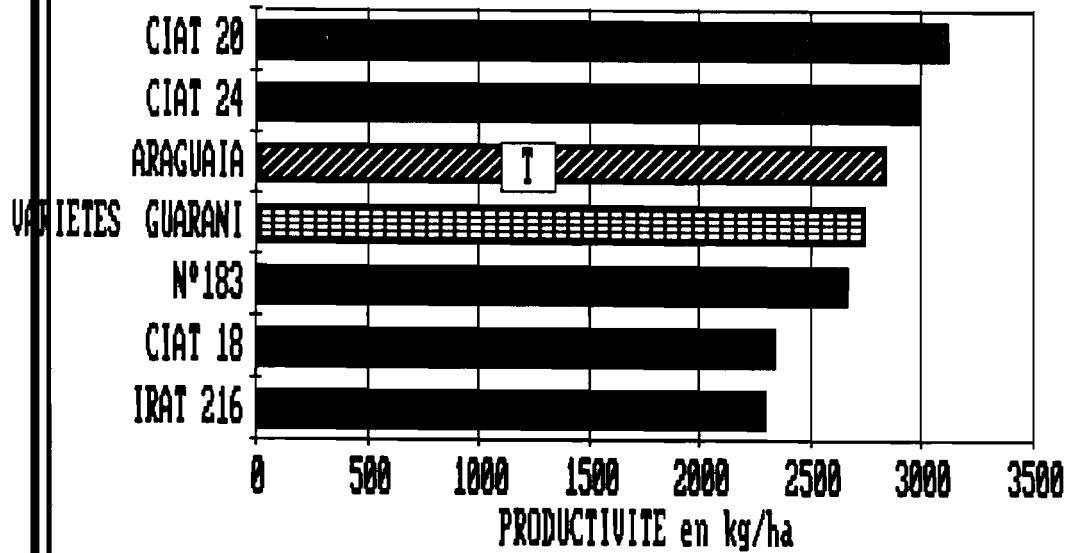


FIG. 13 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN CONDITIONS DE GRANDES CULTURES.  
(SEMIS PRECOCE) - FAZENDA RANCHO - NOVA MUTUM /MT 1991/92

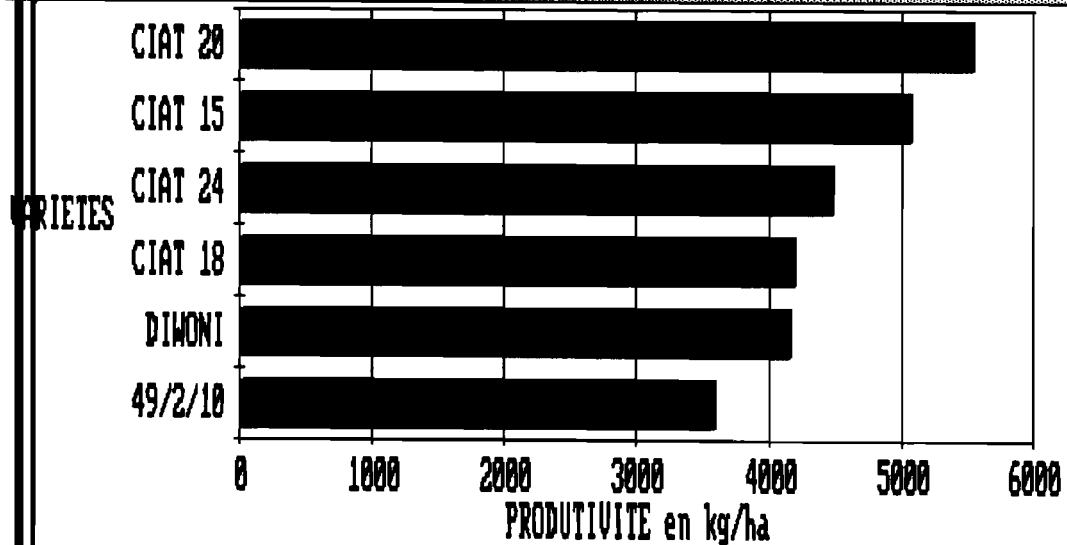


FIG. 14 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS PRECOCE DANS LES MICROREGIONS NORD : SORRISO ET SINOP(4 sites)-MT 1991/92

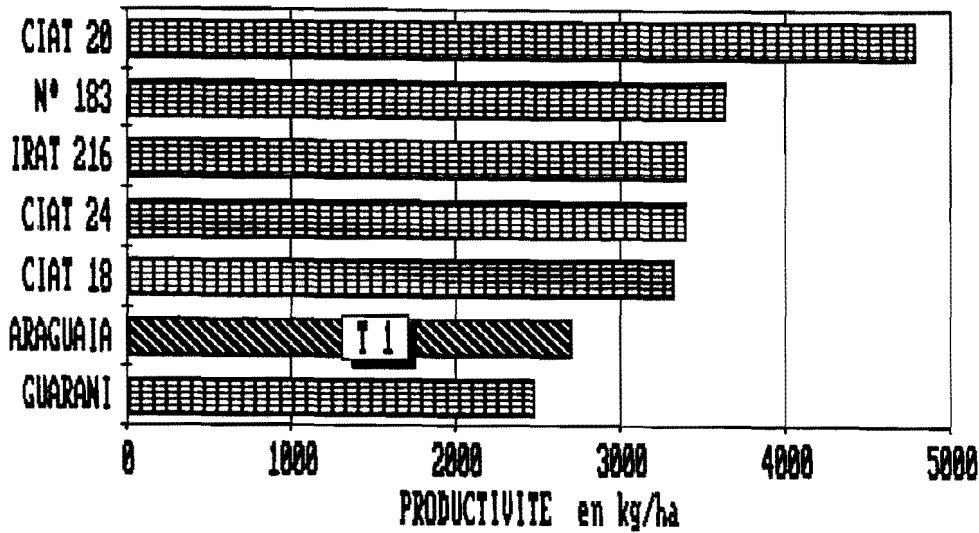


FIG. 15 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL ,EN SEMIS PRECOCE ,EN FONCTION DE 2 ESPACEMENTS DE SEMIS DANS MICROREGION DE SORRISO - MT (2 sites)- 1991/92

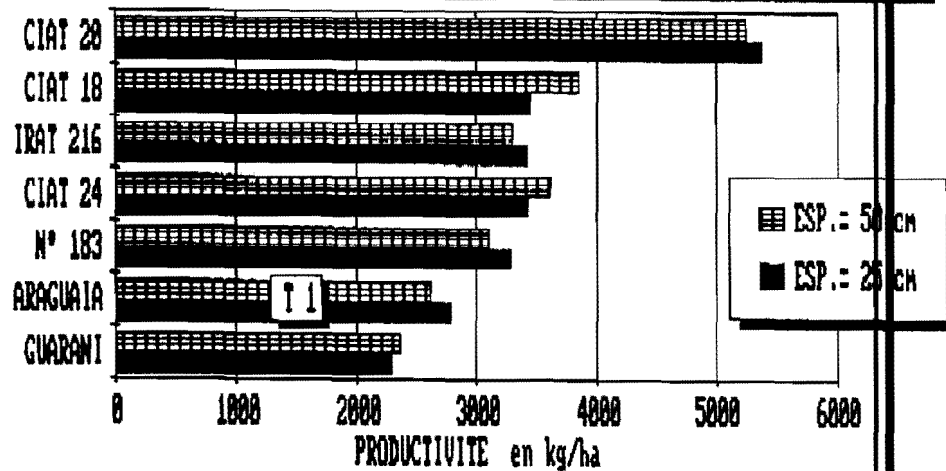


FIG. 16 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS PRECOCE (novembre) DANS LA MICROREGION DE SINOP -MT (2 sites) - 1991/92

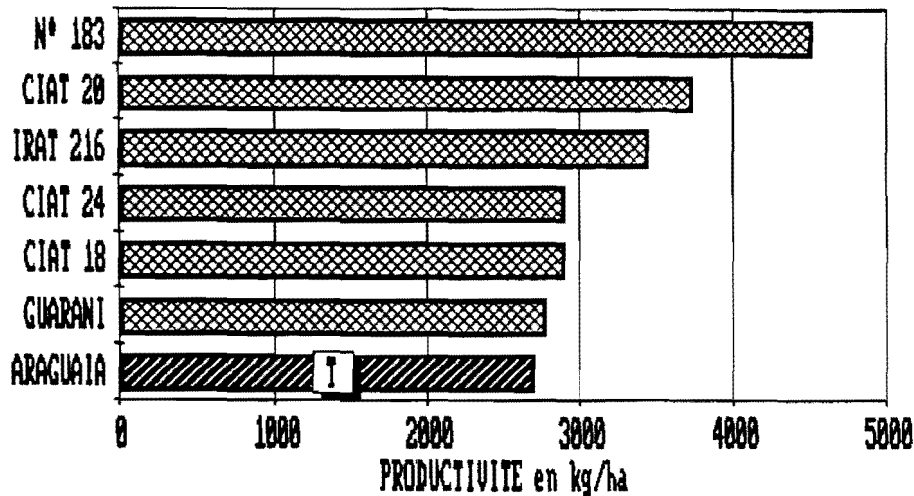


FIG. 16-C SYNTHÈSE DES PERFORMANCES VARIÉTALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS PRÉCÔCE  
DANS LA RÉGION CENTRE NORD DU MATO GROSSO: SORRISO, SINOP, LUCAS DO RIO VERDE  
ET NOVA MUTUM (14 sites) - 1991/92

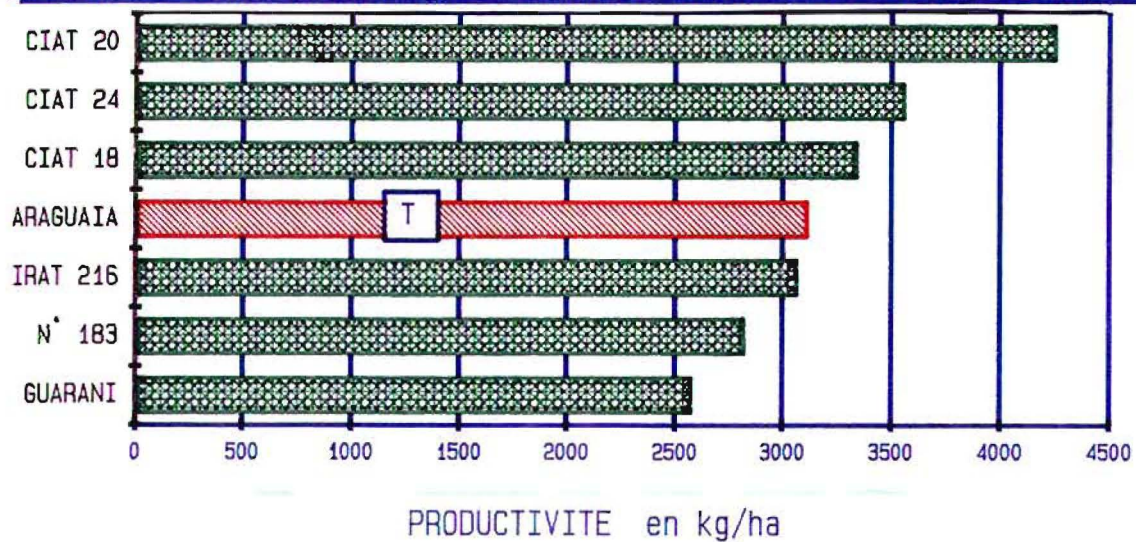


FIG. 10-A PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS TARDIF (decembre)  
EN FONCTION DE 2 ESPACEMENTS DE SEMIS - MOYENNE DE 4 SITES DANS  
LA MICROREGION DE LUCAS DO RIO VERDE /MT -1991/92

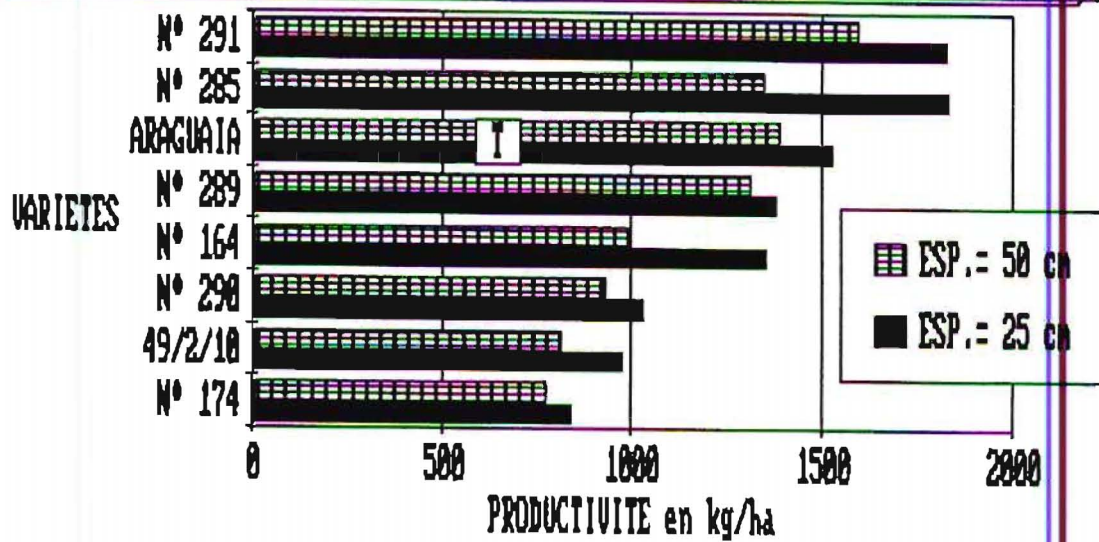
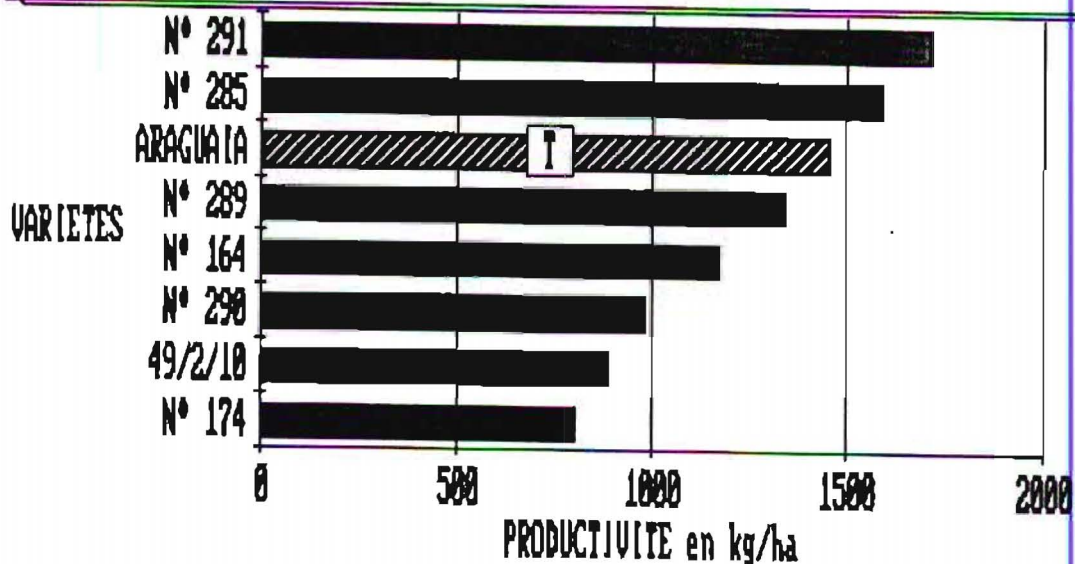
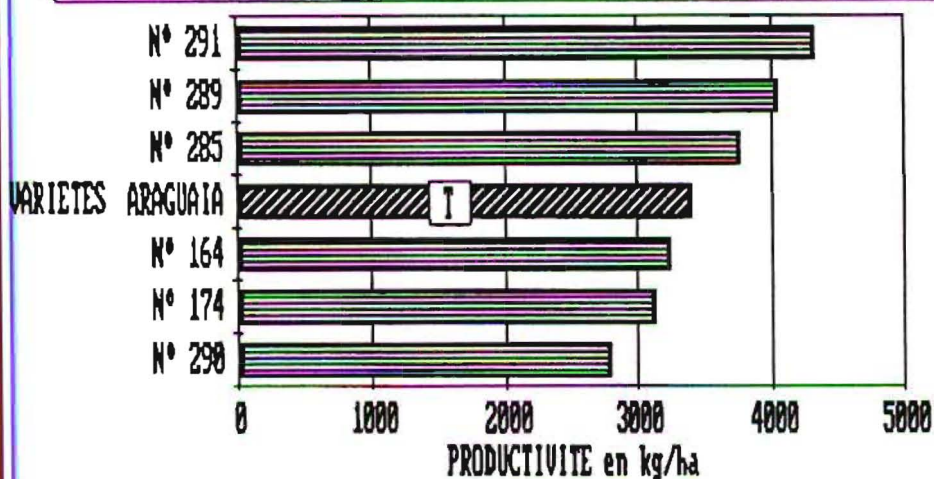


FIG. 10-B PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS TARDIF ( janvier )  
-MOYENNE DE 4 SITES DANS REGION DE LUCAS DO RIO VERDE /MT -1991/92

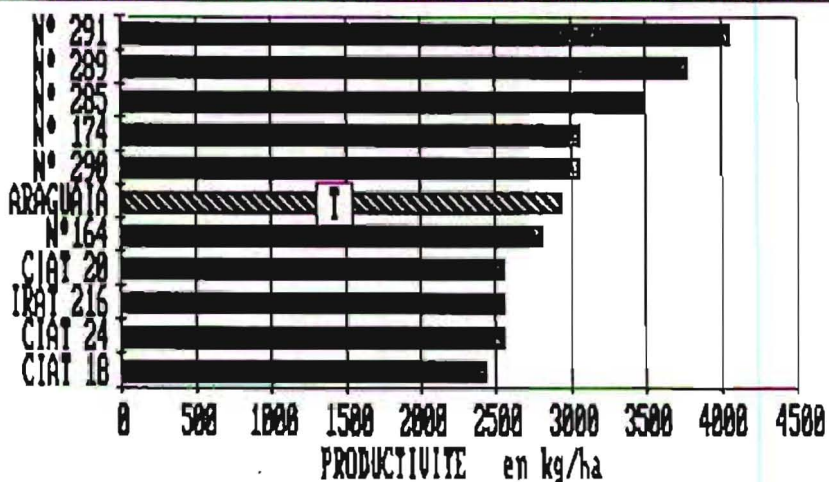




**FIG. 12 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS TARDIF (janvier)  
- MOYENNE DE 4 SITES DANS REGION DE NOVA MUTUM /MT -1991/92**



**FIG. 13-A PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS TARDIF (decembre)  
- FAZENDA DE GERVASIO - REGION DE NOVA MUTUM (MT) - 1991/92**



**FIG. 16-B PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS TARDIF  
(janvier) - FAZENDA SANTA RITA - SINOP /MT -1991/92**

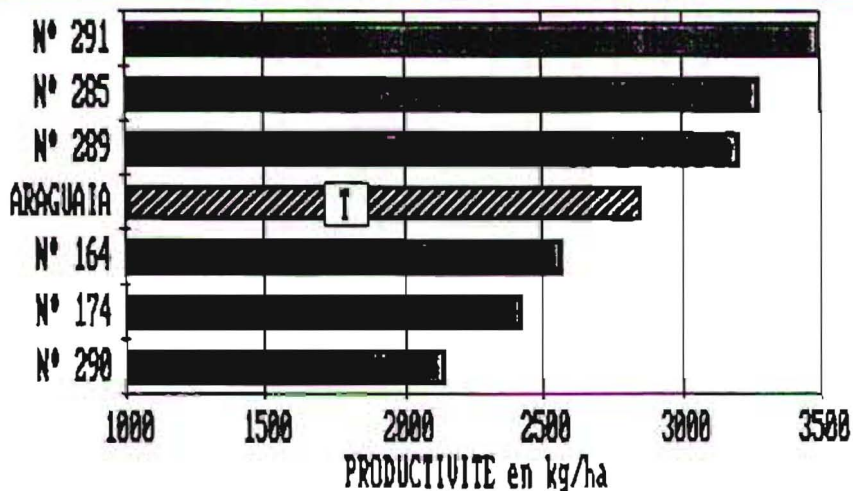
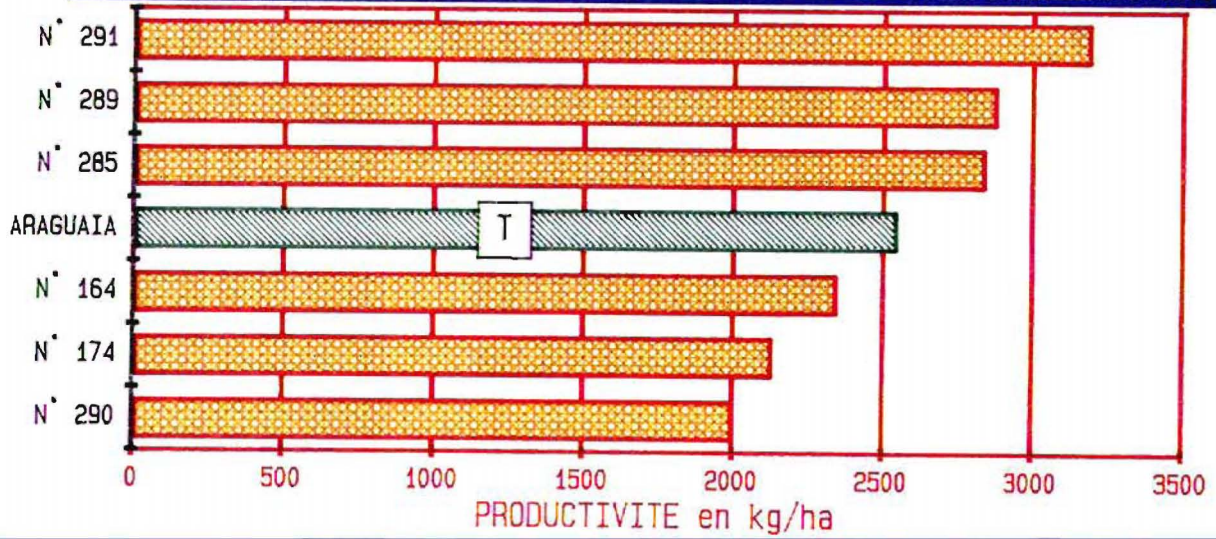


FIG.16-D SYNTHÈSE DES PERFORMANCES VARIÉTALES DU RIZ PLUVIAL EN SEMIS TARDIF (janvier) DANS RÉGION CENTRE NORD DU MATO GROSSO : LUCAS DO RIO VERDE, NOVA MUTUM, SINOP ET SORRISO (10 SITES) -1991/92



Parmi les variétés récemment fixées (série 285... 296, 141, 142, 183, etc.), dont la sélection est effectuée dans trois écologies bien différenciées (Etats du Piauí, Maranhão et Mato Grosso), trois cultivars se montrent extrêmement stables et significativement supérieurs au témoin dans les essais multilocaux : le N° 285 (à qualité de grains exceptionnelle), le N° 291 (dont 60 % des grains passent dans la catégorie long et fin), le plus productif est le N° 289 intermédiaire. Ces variétés, malgré une date de semis très tardive, peu propice à de hautes productivités les années précédentes (1), se montrent significativement supérieures au témoin Araguaia et atteignent une productivité moyenne mesurée sur dix sites dans les trois microrégions du Centre-Nord Mato Grosso, qui va de 2 800 kg à 3 200 kg/ha (Figure 16d). Sur divers sites, comme la Fazenda Gervario et quatre autres sites de la région de Nova Mutum, ces trois nouveaux cultivars produisent de 3 500 kg à plus de 4 000 kg/ha (Figure 13a et 12).

Même dans les pires conditions, où les semis ont été trop tardifs (fin janvier), comme dans les quatre sites de la région de Lucas do rio verde, les numéros **291** et **285** dominent nettement la variété témoin Araguaia (Tableau 16 et figures 10b et 10a).

Dans tous les cas, ces nouveaux cultivars sont plus stables et plus productifs que la variété Araguaia, ils ne versent pas, et présentent une qualité de grain excellente, voire exceptionnelle, très longue et fine, comme c'est le cas du cultivar **285**. C'est probablement une des futures variétés qui sera lancée dans le Centre-Nord Mato Grosso dans les années à venir (Tableau 16, Figures 10 b, 12, 13a, 16b, 16d).

Quant au cultivar N° 183, il constitue, sans aucun doute, une variété exceptionnelle (précocité, qualité de grain, productivité) dans les Etats du Nord du Brésil (Piauí, Maranhão) et dans l'écologie forestière du Mato Grosso (cf. microrégion du **Sinop**, tableau 13 et figure 16) soit dans toutes les écologies où les températures minimales sont toujours élevées. Par contre, en régions de Cerrados où les fronts froids du Sud peuvent se manifester, elle présente une forte sensibilité aux maladies des grains (*Drechslera oryzae* en particulier : analyse du laboratoire de l'EMPA) ; compte tenu de son potentiel et de ses qualités par ailleurs exceptionnelles, il est nécessaire d'étudier en 1992-93, les moyens de contrôle de ces maladies, à un niveau économique accessible aux agriculteurs de pointe (fongicides types Manzate, x niveaux de fertilisation).

Tableau 15. Performances variétales du riz pluvial, en conditions de grande culture (1), dans la microrégion de Nova Mutum. Fazenda Ranchão, MT, 1991-92.

Variété	Productivité (kg/ha)
CIAT 15	5 020
CIAT 18	4 156
CIAT 20	5 498
CIAT 24	4 436
49/2/10	3 544
Diwoni	4 116

(1) 15 000 m<sup>2</sup> par variété; espacement entre lignes : 16 cm ; rotation avec soja ; fumure : 200 kg/ha de 04-20-20 + 150 kg/ha 2-50-25 en couverture ; pas d'herbicide ; semis précoce (début décembre).

(1) Cette année la pluviométrie a été particulièrement favorable pour les semis effectués fin décembre (cas de Nova Mutum).



Tableau 16. Performances variétales du riz pluvial (1), en semis tardif en fonction de deux espacements de semis dans la micro-région de Lucas do rio verde, Mato Grosso, 1992.

Variété	Productivité (kg/ha) (2)										Productivité relative générale		
	Site 1		Site 2		Site 3		Site 4		Productivité moyenne		kg/ha	(% T)	cl
	Espacement 50 cm	Espacement 25 cm	Espacement 50 cm	Espacement 25 cm	Espacement 50 cm	Espacement 25 cm	Espacement 50 cm	Espacement 25 cm	Espacement 50 cm	Espacement 25 cm			
N° 291	2 196	2 371	935	726	2 081	2 252	1 172	1 954	1 596	1 826	1 700	(117)	a
N° 285 (6)	2 171	2 583	915	1 520	1 698	2 326	594	891	1 345	1 830	1 588	(109)	ab
Araguaia (T)	1 082	1 398	1 195	517	2 289	2 541	990	1 656	1 389	1 528	1 459	(100)	ab
N° 289	2 252	2 262	553	330	1 746	1 737	684	1 186	1 309	1 379	1 344	(92)	ab
N° 164	1 757	1 693	888	792	907	2 095	433	819	996	1 350	1 173	(80)	ab
Araguaia (T) (3)	1 936	1 890	1 209	623	959	1 052	550	1 030	1 164	917	1 040	(71)	ab
N° 290	1 359	1 777	823	403	940	791	595	1 159	929	1 032	981	(67)	ab
49/2/10 (5)	1 738	1 607	194	279	837	982	479	1 035	812	976	894	(61)	ab
174 (4)	1 057	1 168	277	207	1 386	1 260	374	730	773	841	807	(60)	b

\* T : fumure fournie par la recherche sur toutes les variétés ; T' : fumure du producteur - La variété Araguaia sert de témoin.

• Semis de début janvier (très tardif).

(1) Essais conduits par les propres agriculteurs assistés des agronomes des coopératives et de l'EMATER.

(2) 100 m<sup>2</sup> par traitement élémentaire. Toutes les variétés testées avec la fumure T. Effets variétés et espacements significatifs. - cl : classement Newman-Keuls.

(3) Influence du facteur fumure : sur Araguaia = + 29 %.

(4) Sensibilité à la pyriculariose du cou (+/- 20 %).

(5) Sensibilité aux borer (*Diatraea sac.*)

(6) La variété N° 285 présente une qualité de grain exceptionnelle : long et fin de luxe.

Parmi le lot de nouvelles variétés testées en 1991-92, excellent comportement général (productivité, qualité de grain, résistance aux maladies, verse) des cultivars :

– **CIAT 100, CIAT 200, CIAT 300, Super IRAT 216** (mutant de IRAT 216 sélectionné sur la Fazenda Progresso) ; leur productivité, malgré une date de semis tardive de décembre 1991, se montre régulièrement supérieure à 3 000 kg/ha avec des pointes à plus de 4 000 kg/ha (Tableau 20).

Tableau 20. Productivité de quelques variétés prometteuses de riz pluvial (1). MT, 1991-92.

Variétés	Nova Mutum	Fazenda Progresso
Ciwini blanc (3)	-	3 870
CIAT 100 (2)	3 120	3 575
CIAT 200 (2)	1 980	3 098
CIAT 300 (2)	3 750	4 232
Super IRAT 216	-	<b>4 246</b>
CIAT 19	4 500	-

(1) Semis tardif de fin décembre 1991.

(2) Généalogie inconnue.

(3) Sélection fixée dans Ciwini. Cultivar à qualité de grain exceptionnelle.

Parmi les lignées **fixées** au cours de cycle, signalons, le matériel très prometteur suivant :

- 1 Ciwini blanc (sélection dans Ciwini jaune), 3 Ciwini jaunes précoces (**90 jours**) ;
- MN1 et MN2, variétés exceptionnelles à très belle qualité de grain ;
- une quarantaine de lignées dont une dizaine **précoces**, issues de divers croisements.

Tout ce matériel génétique, nouvellement fixé, et en cours de fixation, sera exploité à partir de 1992-93 en collaboration avec l'EMBRAPA et l'EMPA au Mato Grosso ; tout ce matériel leur sera intégralement remis par expérimentation dans d'autres écologies brésiliennes.

Parmi les herbicides riz efficaces et non phytotoxique, signalons le Ronstar SC, à partir de la date **1,5 l/ha** de produit commercial, en préémergence. Une application de 2-4 D amine (25-30 jours après semis) est nécessaire pour compléter son action ; à noter que l'adventice *Physalis angulata* est la seule résistante au traitement 2-4 D amine (Tableau 18).

Tableau 18. Essai herbicide sur culture de riz pluvial, en terre de vieille culture (16 ans de culture continue) à très fort potentiel semencier d'adventices. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92

Traitement herbicide (doses de matières actives et époques d'application)	Effet herbicide					
	Sur les adventices : efficacité			Sur la culture : phytotoxicité (1)	Productivité (kg/ha) (2)	
	% contrôle	Evaluation (1)				
120 g ia/ha Fenoxa Prop 25 jours après semis	+ 670 g ma/ha 2-4D 1 semaine après (T)	2	98	(3)	4	430
600 g ma/ha Oxadiazon préémergent	+ 670 g ma/ha 2-4 D (25-30 jours après semis)	2	98	(4)	2	176
800 g ma/ha Oxadiazon préémergent	+ 670 g ma/ha 2-4 D (25-30 jours après semis)	2	98	(4)	2	< 400
1 000 g ma/ha Oxadiazon préémergent	+ 670 g ma/ha 2-4 D (25-30 jours après semis)	2	98	(4)	2	< 400
1 500 g ma/ha Pendimethaline préémergent	+ 670 g ma/ha 2-4 D (25-30 jours après semis)	2	98	(5)	2	858
1 335 g ma/ha Trifluraline préémergent	+ 670 g ma/ha 2-4 D (25-30 jours après semis)	3	95	-	5	1 700
3 000 g ma/ha Propanil en post	+ 600 g ma/ha Oxadiazon (25-30 jours après semis)	5	80	-	6	-
120 ia/ha Fenoxa Prop en post	+ 115 g ma/ha Dicamba (25-30 jours après semis)	5	80	(6)	4	-
1 000 g ma/ha Oxadiazon préémergent		3	95	(7)	2	< 400
120 g ma/ha Fenoxa Prop 25 jours après semis	+ 670 g ma/ha 2-4 D une semaine après (T)	2	98	(3)	2	450

(1) Echelle d'évaluation des effets herbicides de EWRC.

(2) Fortes attaques de borers (*Diatraea saccharalis*) qui ont masqué l'effet des traitements.

(3) Phytotoxicité notable, bon contrôle général de la flore, exceptée *Physalis angulata*.

(4) Bon contrôle général, légère faiblesse sur *Cenchrus echinatus*.

(5) Bon contrôle général, comparable à Oxadiazon + 2-4 D.

(6) Mélange de faible contrôle et phytotoxicité notable.

(7) Faiblesses sur *Commerlina diffusa* et *Euphorbia heterophylla*.

Sur les parcelles non traitées, adjacentes à chaque traitement herbicide, la flore adventice locale, étouffe le riz pluvial à partir de 30 jours après le semis.

Parmi les adventices les plus compétitives, on citera :

- chez les graminées : *Cenchrus echinatus*, *Digitaria ciliaris*, et *sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria insularis* (plus récemment) *Rynchelitrum repens* ;

- chez les dicotylédones : diverses *Ipomea*, *Commerlina diffusa*, *Acanthospermum australe*, *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, diverses *Sida*, diverses rubiacées (genres *Richardia*, *Borreria*, *Mitracarpus*).

## Résultats confirmés

Pression croissante des borers avec la présence continue de paille dans les successions annuelles et la technique de semis direct (*Elasmopalpus lignosellus*, *Diatraea saccharalis*, *Rupella albinella*). Les dégâts causés par ces insectes peuvent être catastrophiques et dépasser 70 % de la production (cf. Tableau 19) ; leur contrôle passe, outre l'utilisation du labour profond avec l'implantation de la culture et des

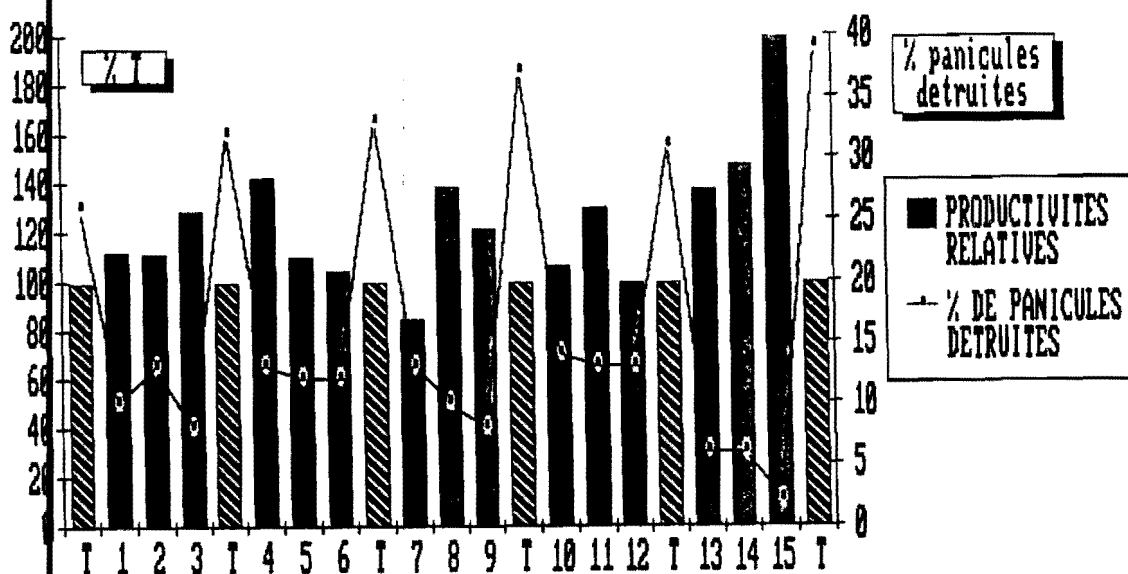
Tableau 19. Productivité du riz pluvial (kg/ha) en fonctions de divers mode de gestion des sols et des cultures. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

(I) Semis précoce - variété N° 183 (1)		
Mode de travail du sol	Rotation	
	Riz après soja	Riz après soja + sorgho
Scarification	619	765
Semis direct	635	810
Labour de fin de cycle	795	—

(1) 70 à 90 % de la production détruite par les borers (*Diatraea saccharalis*) par suite des traitements insecticides inefficaces (Methamidorphos 600 g/ha).

(II) Semis tardif - variété IRAT 216 (1)	
Mode de travail du sol	Riz après soja
Offset continu	367
Labour profond	1 150
Semis direct	1 058

(1) 70 à 90 % de la production détruite par les borers (*Diatraea saccharalis*) par suite des traitements insecticides inefficaces (Methamidorphos à la dose de 600 g ma/ha).



T : témoin non traité. (1) Fenitrothion, 800 g/ha ; (2) Fenitrothion, 600 g/ha ; (3) Trichlorfon, 1 000 g/ha ; (4) Trichlorfon, 750 g/ha ; (5) *B. thuringiensis*, 750 g/ha ; (6) *B. thuringiensis*, 500 g/ha ; (7) *B. thuringiensis*, 250 g/ha ; (8) Phorate, 2 000 g/ha ; (9) Phorate, 1 500 g/ha ; (10) Phorate, 1 000 g/ha ; (11) Disulfoton, 2 000 g/ha ; (12) Disulfoton, 1 500 g/ha ; (13) Disulfoton, 1 000 g/ha ; (14) Carbofuran (400 g/ha × 2) ; (15) Carbofuran (800 g/ha × 2).

Figure 28. Influence de diverses matières actives insecticides granulées et liquides sur l'incidence du borer *Diatraea saccharalis* dans une culture de riz pluvial de semis tardif (janvier 1992, cultivar N° 183). Fazenda Progresso, MT, 1991-92.

rotations avec légumineuses, par d'abord un traitement de semences (Thiodicarb), puis si nécessaire, l'utilisation de carbamates ou systémiques granulés (Carbofuran, Diazinon) qui protègent pendant environ un mois et peuvent être appliqués en mélange avec la fumure azotée de couverture (30 et 60 jours après le semis, tableau 22 b, figure 28).

Tableau 17. Influence de divers niveaux de fertilisation minérale associés ou non à des traitements de pelletisation de semences, sur la productivité du riz pluvial, en terre neuve. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Traitement de semences (1)	Productivité (kg/ha) (*)		
	2 t/ha calcaire dolomitique	2 t/ha calcaire dolomitique + 250 kg/ha 5-30-15 (2)	2 t/ha calcaire dolomitique + 500 kg/ha 5-30-15 (2)
Semences non pelletisées	0	1 248 (100) (4)	1 037 (100) (4)
Semences pelletisées avec Yoorin Bz (3)	325	2 393 (192)	1 573 (152) (4)
Semences non pelletisées	0	1 018 (100) (4)	944 (100) (4)
Semences pelletisées avec superphosphate simple (3)	146	1 584 (156) (4)	1 535 (163) (4)

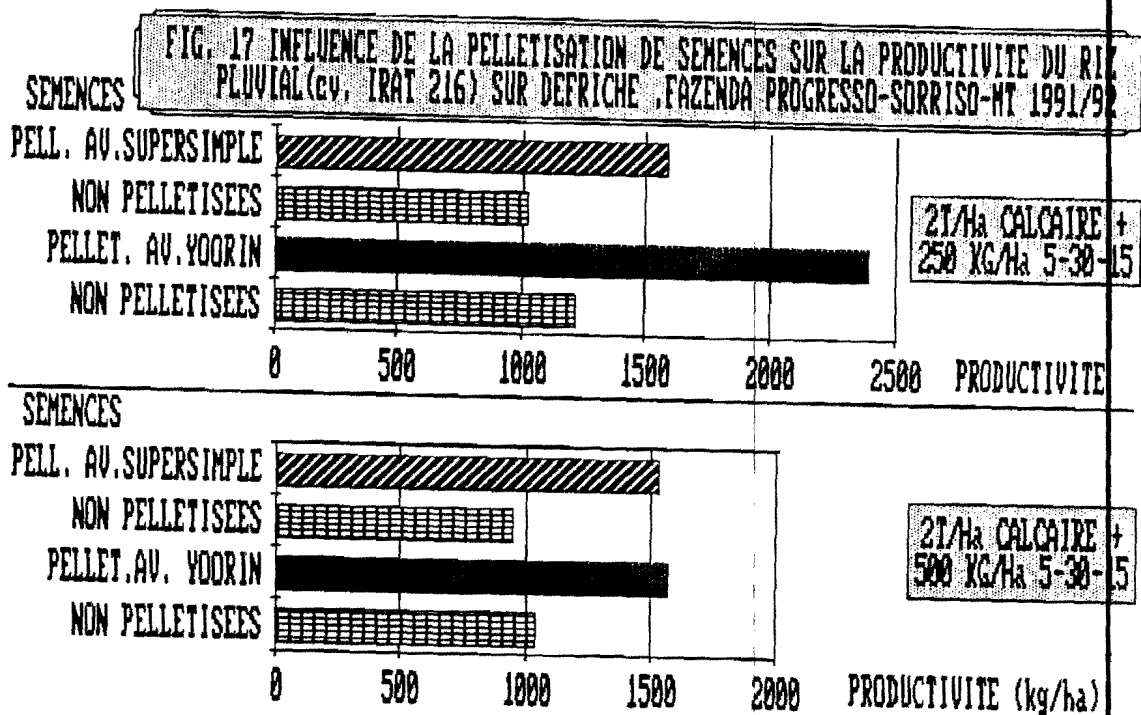
(\*) Essai conduit en conditions d'exploitation réelles, mécanisées. Productivité mesurée sur six répétitions de 10 m<sup>2</sup> par traitement.

(1) Semences traitées avec Rhodiauram (300 g/100 kg) + Semevin (1,5 l/100 kg) ;

(2) 60 N couverture (en deux applications : tallage, montaison).

(3) Pelletisation effectuée avec Peridiam (produit Rhodia Agro SA, en test expérimental), 200 g/kg de semences.

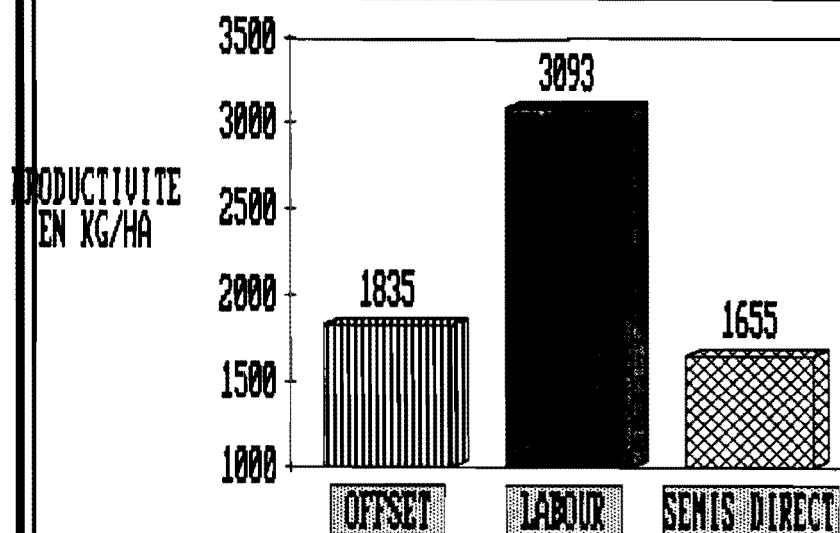
(4) Carence en zinc.



Confirmation de l'intérêt de la pelletisation de semences de riz, en terre neuve, avec le thermophosphate Yoorin Bz ; cette technique permet d'augmenter la

productivité du riz de 52 à 93 % par rapport au témoin semences non traitées en présence des mêmes niveaux de fertilisation NPK + calcaire ; la même technique, avec utilisation de superphosphate simple apporte des gains de rendement compris entre 56 et 63 % dans les mêmes conditions (cf. Tableau 17 et figure 17).

FIG. 18 PRODUCTIVITE MOYENNE (5 ANS) DU RIZ PLUVIAL EN ROTATION AVEC SOJA SUR DIVERS MODES DE TRAVAIL DU SOL, FAZENDA PROGRESSO -SORRISO-MT-1986/91



Le traitement pelletisation se fait avec du **Peridian** (produit Rhodia Agro, filiale Rhône Poulenc).

Cette technique est promise à un grand avenir pour les terres nouvellement défrichées en sols bruts.

Le riz pluvial est toujours la culture la plus sensible au facteur travail du sol (Figure 18), l'obtention de hautes productivités passe nécessairement par la reconstitution d'une forte macroporosité (labour profond, scarification). Le semis direct conduit encore, même dans le meilleur des cas où la macrofaune est très active, à des rendements limités aux environs de 2 300 kg/ha (cf. Tableau 21). Le traitement herbicide de post-émergence, Fenoxaprop éthyl (25 jours après semis) suivi de 2-4 D amine, une semaine après, constitue une valeur sûre, malgré une nette phytotoxicité ; la dose de Fenoxaprop éthyl peut être encore réduite (de 120 g ma/ha à 96 g ma/ha) en avançant la date d'application de 5-6 jours, soit avec des adventices moins développées.

Les rendements du riz pluvial, maintenant bien maîtrisés et reproductibles, sont régulièrement supérieurs à 4 000 kg/ha lorsque les itinéraires techniques recommandés sont strictement appliqués ; des pointes de rendements supérieurs

Tableau 21. Productivité des cultures de soja, maïs, riz pluvial, dans les meilleurs systèmes de cultures conduits avec labour profond continu (5 ans) et semis direct continu (5 ans) sous deux formes de fertilisation minérale, Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Culture et cultivar	Précédent cultural	Labour profond de début des pluies continu		Semis direct continu	
		Fertilisation NPK (1)	Thermophosphate Yoorin Bz	Fertilisation NPK (1)	Thermophosphate Yoorin Bz
Soja Cristalina	Soja + sorgho	3 037 (100)	2 998 (100)	3 390 (112)	3 648 (122)
Maïs Pioneer 3210	Soja	3 425 (100)	4 913 (100)	5 220 (152)	5 754 (117)
Riz IRAT 216 (3)	Soja	703 (100)	851 (100)	1 611 (229)	2 102 (247)

- (1) Sur soja : 500 kg/ha du mélange : 200 kg 2-20-20  
 200 kg Supersimples + 2 t/ha de calcaire dolomitique/3 ans  
 80 kg KCl  
 20 kg micro-éléments
- Sur maïs : 500 kg/ha du mélange : 200 kg 4-20-20 + 2 t/ha de calcaire dolomitique/3 ans, 200 kg/ha urée en couverture  
 200 kg Yoorin granulé  
 70 kg KCl  
 30 kg micro-éléments
- Sur riz : idem maïs + 60 N couverture en deux applications (tillage, montaison)
- (2) Sur les trois cultures : 1 500 kg/ha de thermophosphate Yoorin + 600 kg (à 1 000 kg/ha) de gypse/2 ans, soit pour 3 à 4 cultures  
 130 kg/ha de KCl à chaque cycle  
 mêmes couvertures en N qu'en (1) sur riz et maïs
- (3) Riz pluvial : sur labour, la culture a été dominée par *Calopogonium N.* (démonstration)  
 sur semis direct fortes attaques de boreres (*Diatraea saccharalis*)  
 32 % de dégâts sur NPK  
 41 % sur thermophosphate

à 5 000 kg/ha sont assez fréquentes (cf. Tableau 15). Ces chiffres de productivité, associés à une très belle qualité du produit garantissent sa pérennité comme composante stable des systèmes de culture de la région.

Enfin, comme pendant toutes les années précédentes, le semis précoce garantit toujours les productivités les plus élevées ; l'utilisation de thermophosphate Yoorin B<sub>2</sub> sur les semis très tardifs (décembre, janvier au lieu d'octobre) permet de réduire l'écart de rendement entre semis précoce et semis tardif.

## Les voies de recherche futures

Poursuite **active** de l'amélioration variétale, en portant l'accent, outre les critères de sélection déjà connus (résistances à la verse, pyriculariose, rhynchosporiose, maladies des grains) :

- sur la résistance aux borers (Ciwini et Diwoni sont sources de résistance) ;
- sur l'amélioration constante de la qualité du grain : format long et fin **obligatoire** plus qualité à la cuisson et **goût** ; à cet égard, une liste de riz "parfumés", à qualité de grain exceptionnelle (Basmati 900, 1099, 6178) qui présentent par ailleurs une assez bonne adaptabilité depuis deux ans dans la région seront utilisés en croisement ; seule la qualité supérieure du grain garantit des prix attractifs et stables pour le producteur car ce sont ceux du riz irrigué ;
- résistance aux maladies des grains (drechslera et phoma en particulier) et à la fusariose.

Contrôle des borers des tiges et des suceurs (*Tibraca limbativentris*) par lutte intégrée : biologique (*Troichogrammes*, *Metharizium anisophae*, *Bacillus thuringensis*) associé à la lutte par voie chimique et technique culturales.

Sur les riz de très haute qualité de grains, productifs, mais sensibles à la pyriculariose et aux maladies des grains :

- utilisation de fongicides x niveaux de fertilisation minérale (le prix payé pour ce type de riz peut compenser très largement le coût d'utilisation des fongicides).

Optimisation de la fertilisation minérale x incidences des maladies (pyriculariose, maladies des grains) notamment par l'utilisation de thermophosphate yoorin, et formules composées d'oligo-éléments à base **Zn, Cu, B**.



## La culture du maïs

### Highlights 1991-92

Deux phénotypes très intéressants et productifs, parmi les nouveaux hybrides de cycle court : Pioneer 3069 et Pioneer 3072 ; ce dernier atteint une productivité de près de 6 000 kg/ha, en rotation avec soja et technique de semis direct (cf. tableau 27).

Parmi les hybrides de cycle moyen, fournis par la Rhodia (essai coopératif variétal), l'hybride IR 4002 se montre équivalent à Pioneer 3210 avec une productivité de 5 130 kg/ha malgré une très forte pression de borers ; bon comportement également pour les hybrides Rhodia, IR 3004, IR 3006, IR 3012, IR 2008, IR 3013 dont les productivités sont équivalentes et supérieures à 4 500 kg/ha (cf. Tableau 23 et Figure 19).

Sur les itinéraires techniques gérés en semis direct continu, le niveau moyen de rendements est supérieur à 5 tonnes à l'hectare, soit un gain de rendement de plus de 10 % par rapport au même itinéraire avec labour (cf. Tableau 2 ) ; l'hybride AG612 se montre équivalent à Pioneer 3210 avec une productivité supérieure à 5 500 kg/ha (cf. Tableau 25).

Parmi les herbicides, le Triamex (simazine + atrazine) utilisé en postémergence précoce, constitue le meilleur traitement.

La pression des borers des tiges et des épis (respectivement *Diatraea saccharalis* et *Heliothis zea*) est en progression constante (conjugaison de l'extension des techniques de semis direct et des successions culturales type maïs-sorgho, riz-sorgho, qui sont des hôtes privilégiés de ces parasites) ; aucun traitement insecticide n'est réellement efficace pour l'instant : les meilleurs traitements laissent encore **plus de 35 %** de pieds minés et fragilisés (cf. Tableau 28) ; par contre, les traitements de semences avec thiodicarb et carbofuran + oxyde de zinc permettent

Tableau 27. Productivité du maïs dans les systèmes à deux cultures annuelles en succession en fonction de deux modes de travail du sol. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Précédent cultural	Cultivar	Productivité (kg/ha) (1)	
		Scarification profonde	Semis direct
Soja + sorgho	Pioneer 3072	4 554	5 356
	Pioneer 3210	4 970	4 911

Fertilisation : 1 500 kg/ha de thermophosphate Yporin Bz + 600 kg/ha de gypse/2 ans, soit 4 cultures ; 100 kg/ha de Kcl à chaque cycle ; 150 kg/ha N couverture (urée).

Herbicide : Triamex 5 l/ha (postémergent précoce) =  
(1) Fortes attaques de borers (*Diatraea saccharalis*) 20-30 % de dégâts.

de maintenir la population initiale par hectare pendant les trente premiers jours après le semis (cf. Tableau 29), ils sont équivalents.

Tableau 29. Influence de deux traitements insecticides appliqués sur les semences du maïs hybride Pioneer 3210, en rotation avec soja. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Traitement de semences (1)	Nombre de pieds 30 jours après semis (2)	Productivité (kg/ha) (3)
Furazin	53 150	4 360
Semevin	54 400	4 357
Furazin	51 380	4 345

(1) Furazin (Fiac du Brésil) : 2,25 l/100 kg de semences ; Semevin (Rhodia Agro Brésil) = 2 l/100 kg de semences.

(2) Moyenne de 20 répétitions de 1 m linéaire par traitement.

(3) Mesurée en conditions d'exploitation réelles de la grande culture commerciale mécanisée (1 ha par traitement) :

- herbicide : Triamex 5 l/ha en postémurgence précoce ;

- fertilisation : 500 kg/ha du mélange :

- 200 kg 4-20-20

- 200 kg Yoorin granulé

- 70 kg Kcl

- 30 kg microéléments

- 160 kg urée en couverture.

Tableau 23. Essai variétal maïs hybrides (convention IRAT/Rhodia Agro SA). Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Hybrides	Productivité (kg/ha)	Classement des rendements par test de Newman-Keuls
IR4002	5 130,25	A
P3210 (1)	5 065,75	A
IR3004	4 885,00	AB
IR3006	4 679,25	AB
IR3012	4 627,00	AB
IR2008	4 600,75	AB
IR3013	4 394,25	AB
IR3001	4 213,25	AB
Test P3072 (1)	4 213,00	ABC
IR3014	4 209,75	ABC
IR3011	4 058,75	ABC
IR3009	4 017,50	ABC
IR3003	3 982,50	ABC
IR3005	3 903,50	ABC
AG612	3 828,00	ABC
IR4001	3 801,75	ABC
Dina 170	3 696,50	ABC
IR3002	2 946,50	ABC
IR31	2 791,50	BC
IR30	3 168,25	C

(1) Hybrides utilisés dans les expérimentations systèmes de culture

Fertilisation minérale : au semis : 8-74-70 + microéléments + 74 N couverture

Contrôle borers avec Methylparathion (2 x 600 ml).

FIG. 19 ESSAI D'HYBRIDES DE MAÏS-FAZENDA PROGRESSO-SORRISO/MT-1991/92

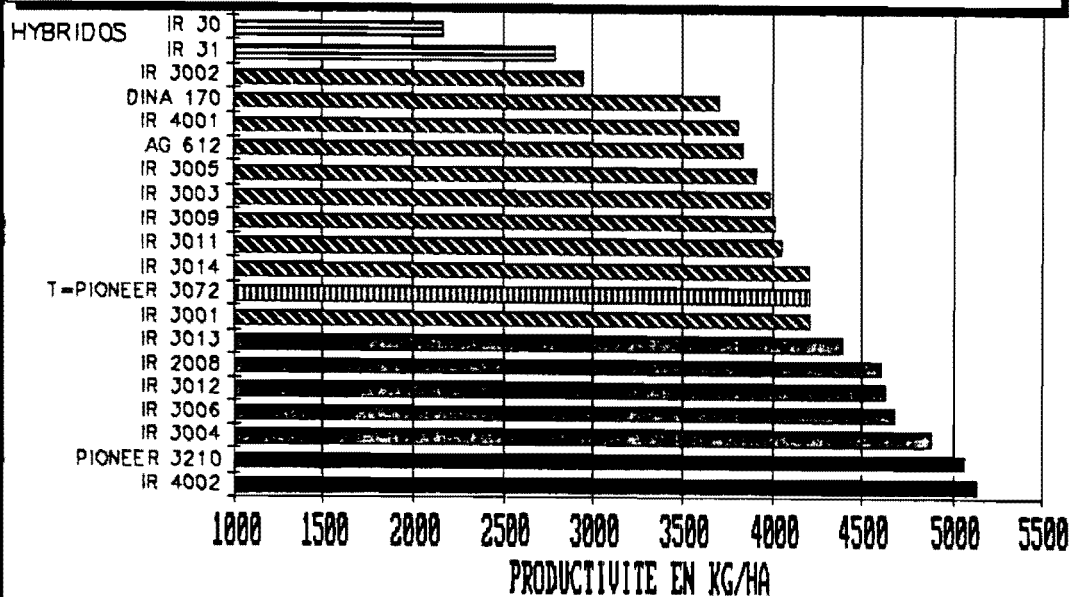


Tableau 25. Productivité de cinq hybrides maïs, en rotation avec soja et technique de semis direct continu, en fonction de deux formes de fertilisation minérale. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Hybride	Productivité (kg/ha) (1)				Influence fertilisation minérale (fertilisation NPK = 100)
	Fertilisation NPK (2)		Thermophosphate Yoorin BZ (2)		
		(% T)		(% T)	
Pioneer 3210 (T)	5 220	(100)	5 754	(100)	110
AG122	4 484	(86)	4 936	(86)	110
AG510	4 315	(83)	4 840	(84)	110
AG514	5 002	(96)	5 514	(96)	110
AG612	5 401	(103)	5 502	(96)	102

(1) Culture commerciale (2 ha par hybride).

(2) Fertilisation minérale :

• NPK = 500 kg/ha au semis du mélange :

- 200 kg 4-20-20

- 200 kg Yoorin gran.

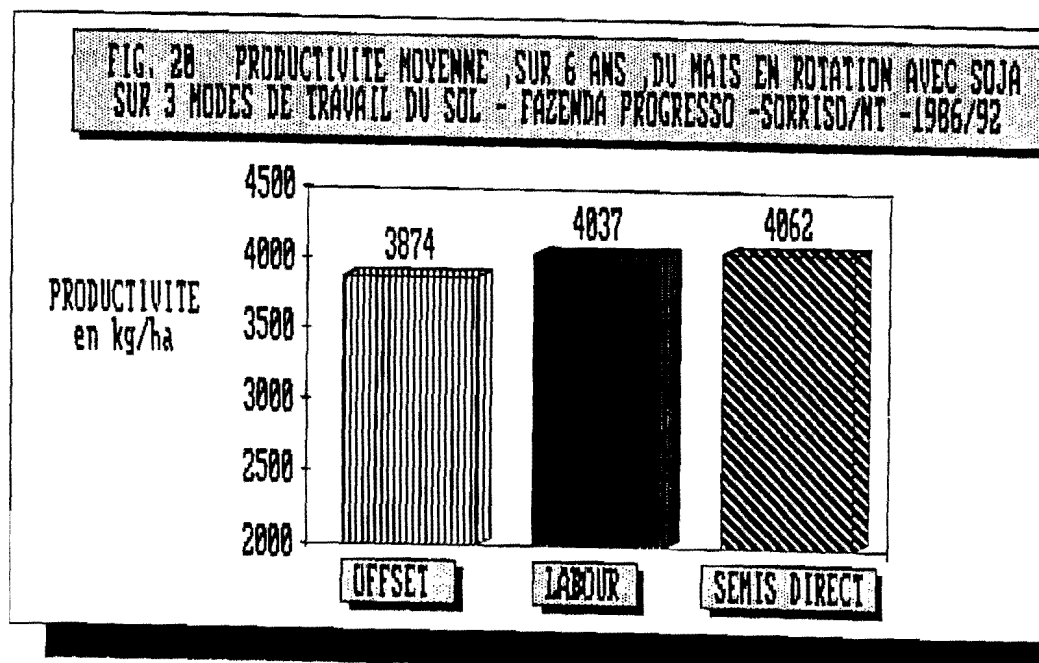
- 70 kg Lcm

- 30 kg microéléments

- + 160 kg/ha urée en couverture

• Thermophosphate Yoorin Bz = 1 500 kg/ha + 600 kg/ha gypse/2 ans, soit pour 3-4 cultures + 100 kg/ha Kcl à chaque cycle + 160 kg/ha urée en couverture.

Herbicide : Triamex (5 l/ha) en postémergence précoce.



## Résultats confirmés

Comme les années antérieures, le maïs est peu sensible au facteur travail du sol : labour profond et semis direct se montrent équivalents sur six ans (cf. Tableau 26) quels que soient les cultivars utilisés. Le rendement dans le meilleur itinéraire technique, avec semis direct, atteint 5 856 kg/ha (Pioneer 3072) malgré 20 à 30 % de pertes dues aux bokers (Tableau 27).

Tableau 28. Essai insecticides pour le contrôle des borers du maïs (*Diatraea saccharalis*, *Heliothis zea*), Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1991-92.

Traitements (1)	Nombre de pieds par hectare à la récolte	Nombre de pieds attaqués par borers (3)				% totaux pieds attaqués par hectare	Productivité (kg/ha) (2)
		Au-dessus de l'épi		Au-dessous de l'épi			
		Nombre de pieds	% total	Nombre de pieds	% total		
Parathion methyl (Folidol) (1) 360 g/ha	50 000	10 400	21	7 600	15	36	4 340
Carbaryl (Sevin 480 sc) 480 g/ha	47 800	16 400	34	8 000	17	51	4 341
Carbaryl (Sevin 480 sc) 960 g/ha	48 400	13 000	27	6 800	14	41	4 325
Parathion methyl (Folidol) (1) 360 g/ha	48 800	11 200	23	8 700	19	42	4 310
Carbaryl (Sevin 480 sc) 1 200 g/ha	53 200	12 800	24	9 000	17	41	4 354
Carbaryl (Sevin 480 sc) 1 440 g/ha	48 800	11 600	24	7 600	15	39	4 343
Parathion methyl (folidol) 360 g/ha	46 800	14 200	30	8 000	17	47	4 333

(1) Dosages de principe actif - Parathion methyl utilisé comme témoin (360 g/ha).

(2) Surfaces évaluées par traitement : 2 000 m<sup>2</sup>.

(3) Moyennes de six répétitions de 18 m<sup>2</sup> par traitement (20 m x 0,9 m).

• Conditions d'exploitation réelles. Traitements insecticides effectués par barre de pulvérisation au stade sorties des soies de l'épi.

• Fertilisation - au semis : 8-74-70 + micro-éléments + 74 N couverture.

• Herbicide : Triamex 5 l/ha en postémergence précoce.

Tableau 26. Productivité du maïs en rotation avec soja, en fonction de divers modes de préparation des sols. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1986-92.

Année	Cultivar	Offset continu (témoin = 100)		Labour profond continu (entrée de saison des pluies)		Semis direct continu	
1986-87	Braskalb 876	3 360	(100)	3 720	(111)	3 606	(107)
1987-88	Cargill 115	4 488	(100)	4 404	(98)	3 960	(88)
1988-89	Cargill 111-5	4 326	(100)	4 032	(93)	3 606	(83)
1989-90	Pioneer 6875	3 840	(100)	4 350	(113)	4 240	(110)
1990-91	AG 405	3 860	(100)	4 648	(120)	4 548	(118)
1991-92	Pioneer 3210	(1) 3 373	(100)	(1) 3 070	(109)	(1) 4 415	
Moyenne 1986-1992		3 874	(100)	4 037	(104)	4 062	(105)

## Fertilisation :

- 1986-87 = 350 kg/ha 5-30-15 + 30 kg/ha FTE Briz + 150 kg/ha urée en couverture.

- 1987-92 = 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin Bz + 600 kg/ha gypse/3 ans, 100 kg/ha KCl à chaque cycle, 150 kg/ha N couverture (urée).

(1) Fortes attaques de borers (*Diatraea saccharalis*) 35 à 50 % de dégâts.

Herbicide : Triamex (5 l/ha) en postémergence précoce.

Tableau 24. Productivité des hybrides maïs en conditions d'exploitation réelles, dans la rotation avec soja-maïs. Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1986-92.

Hybride	Nombre de pieds par hectare à la récolte (1)	Nombre de pieds attequés par les borers (2)		Productivité (kg/ha) (3)	% T
		Au-dessus de l'épi	En-dessous de l'épi		
Pioneer 3210 (T)	52 400	10 200	4 800	4 345	(100)
Pioneer 3069	56 400	20 400	8 600	4 521	(104)
IR30	49 200	18 000	13 000	3 933	(90)
Pioneer 3210 (T)	47 800	12 000	9 800	4 354	(100)

(1) Moyenne de 5 répétitions de 10 m<sup>2</sup>.

(2) Borers : *Diatraea saccharalis* (tiges) + *Heliothis zea* (épis)

(3) Surface plantée : 1 ha/hybride.

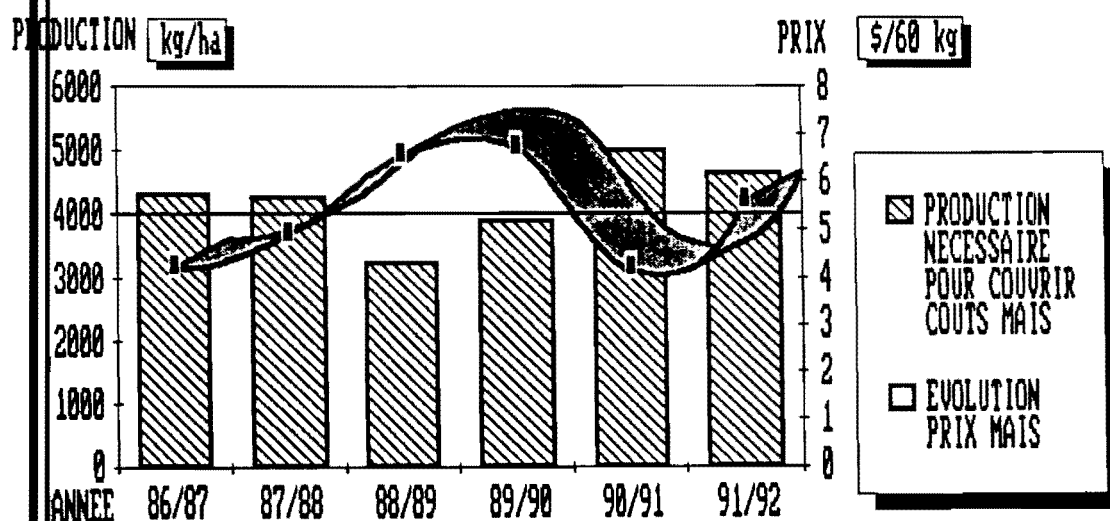
• Fertilisation minérale : au semis = 8-74-70 + microéléments + 74 N couverture.

• Herbicide : Triamex 5 l/ha en postémergence précoce.

• Contrôle borers avec Methyparathion (2 x 600 ml).

Comme les années précédentes, le prix payé au producteur est beaucoup trop bas, pour être incitatif, il faut, en effet aux environs de 4 500 kg/ha pour couvrir les coûts de production (Figure 23). Pour cette limitation essentielle, tant que nous n'avons pas, à la fois, d'hybride capable de produire 7 à 8 000 kg/ha dans ces conditions pédoclimatiques et un contrôle satisfaisant des borers (voies génétique, lutte intégrée), la culture de maïs ne peut être qu'une culture extensive : semis de **variétés rustiques**, avec intrants minimums (+/- 50 US\$/ha) **en succession** de soja ou riz de semis précoce (octobre) ; dans de tels itinéraires, au prix payé actuel de 5,6 US\$ par sac de 60 kg, une production, même faible de 20 sacs/ha (1 200 kg) permet de payer les coûts modestes investis (+/- 50 US\$/ha) et de réaliser un gain de +/- 50 US\$/ha tout en bénéficiant des avantages agronomiques et techniques de ces successions : protection du sol, contrôle des adventives, recyclage éléments minéraux des horizons profonds vers la surface, meilleure utilisation du parc mécanisé, production diversifiée à vocation multiple (grains, élevage) et surtout **gestions de moindre risque** économique et agronomique.

FIG. 23 EVOLUTIONS COMPAREES DES PRIX PAYES POUR LE MAIS ET DES PRODUCTIONS NECESSAIRES POUR COUVRIR LES COUTS DE PRODUCTION - FAZENDA PROGRESSO - MT 1986/1992



## Les voies du futur

Itinéraires techniques de moindre risque : développer les introductions de **variétés** rustiques telles que IRAT 33, IRAT 34, IRAT 171, IRAT 200, IRAT 340, BR105, BR106, BR107, BR136, BR201 pour les successions annuelles soja + maïs, dans lesquelles le maïs est pratiqué au niveau d'intrants minimums (+/- 50 à 60 US\$/ha).

Itinéraires techniques intensifs : poursuivre les introductions d'hybrides. Sélectionner sur productivité, résistance aux borers × optimisation de la fertilisation minérale, notamment azotée.

Dans tous les cas : mise au point de la lutte intégrée contre les borers (biologique + insecticide, idem stratégie riz pluvial × modes de gestion des sols).

## Les espèces diverses, en bref

Un grand nombre d'espèces cultivées ont été testées pour assurer la progression des systèmes de culture, à la fois à vocation stricte de production de grains et à vocation "production de grains - élevage".

Parmi ces espèces citons :

– chez les graminées :

- sorgho, mil → vocations : production grains, ensilage, fabrication bière, pâtes alimentaires, couverture morte,
- genre *Paspalum* (diverses espèces), *Agrostis*, *Chrysopogon*, *Cynodon* → vocations : tapis vivants des systèmes annuels "production de grain - pâturage" (cf. chapitre II),

– chez les légumineuses :

- Guar (*Cyanopsis tetragonoloba*) → vocations : engrais vert, production de gomme, tourteaux (produit stratégique de Rhône Poulenc),
- genre *Stylosanthes* (*Hamata*, *Guianensis*, *Scabra*, *Humilis*), *Desmodium*, *Arachis*, *Macroptilium* → vocations : pâturage de succession annuelle après soja et riz semés précocement (complément alimentaire protéique du bétail en saison sèche),

– chez les crucifères :

- genre *Raphanus* → vocations : engrais vert, couverture morte, pâturage, dans les successions annuelles après soja et riz de semis précoce.

Parmi les collections de matériel végétal, les variétés qui se comportent le mieux dans les vocations définies et pour leur niveau de productivité, sont :

– chez les sorghos → Diabarino, CSR335, CSR273, CSR388, BF 80/9/8/12, CSR644, IS21-02, IS12321, IS10648, IS10626, IS10620, IS10616, IS10592, IS10430, IS10402, IS9310, IS8536, IR8661, IS8289, IS8082, IS2927, IS2855, IS2323, IS856, IS505, IS418, IS401, IS161, IS163, IS112, IS1627 ;

– chez les mils → IP1048, IP10463 (2), IP9271, IP9319, IP8897, IP9868, IP8844, IP8827, IP7393 (2), IP7424, IP8808, IP6465, IP6444, IP6269, IP6167, IP6133, IP5942, IP5999 (2), IP5870 (2), IP5823 (2), IP5786 (2), IP5778, IP5477 (1), IP5560, IP5693, IP5763, IP5217, IP5156, IP5127, IP5131, (2), IP5137, IP5035, IP4997, IP4984, IP4942, IP4919, IP4852 (2), IP3771 (1), IP3571.

(2) Les plus beaux phénotypes.

## Les systèmes de culture

### Highlights 1991-92

Diverses avancées décisives dans la maîtrise et la reproductibilité de divers systèmes très performants tant au plan agrotechnique, qu'économique :

– le système soja de semis **direct**, précoce (octobre) suivi, en succession de :

- maïs variété → semis direct 20/01 au 15/02,
- puis sorgho variété → semis direct 20/02 au 5/03,
- puis mil variété → semis direct 5/03 au 30/03,

permet de produire 3 600 kg/ha à 4 200 kg/ha de soja, suivis de 1 300 à 2 500 kg de graminées en succession, avec investissement minimal sur la seconde culture : 50 à 70 US\$/ha, soit une gestion "du risque minimal".

Les cultures de soja et maïs semées précocement (en octobre) avec la **technique de semis direct continue sur cinq ans**, sont en constante progression, comme l'indiquent les résultats du tableau 21 : rendements de soja compris entre 3 400 et 4 200 kg/ha et productivité de maïs comprises entre 5 200 et près de 6 000 kg/ha, sont maintenant bien dominées depuis trois ans.

L'**utilisation continue** de la technique de **semis direct**, avec **couverture permanente du sol**, permet le développement croissant d'une macrofaune extrêmement active qui, par ses galeries, accroît d'année en année, la perméabilité en grand profil cultural ; en particulier, un "bousier" du genre *Onthophagus*, se multiplie de façon spectaculaire au cours des ans : à la fin du cinquième cycle cultural, il creuse de 16 à 18 galeries en moyenne par mètre carré (cf. Tableau 33), sur plus de 1,20 m d'épaisseur de sol, **redistribuant en profondeur la matière organique** concentrée dans les quinze premiers centimètres. **Ce travail biologique**, absolument considérable, sur une épaisseur moyenne qui dépasse 80 cm de profondeur, **constitue**, dès lors que la larve de ce coléoptère ne deviennent pas nuisible pour les cultures, un allié incomparable pour la pérennisation de cette technique de semis direct, de loin la plus efficace contre l'érosion, et maintenant bien maîtrisée pour les cultures de soja, maïs, sorgho qui obtiennent les rendements les plus élevés et les plus stables (ce développement exceptionnel et extraordinaire de la macrofaune, mériterait une recherche suivie ; ses retombées peuvent être considérables : élevage d'insectes, pour travail biologique sur sols fragiles, sensibles à la compaction, etc.).



**Une constante** : forte pression parasitaire pour les cultures de second cycle en succession annuelle.

La pression parasitaire et spécialement des insectes (**borers** : *Diatraea s.*, **punaises** : *Tibraca l.*, *Nezara v.*, **coléoptères** : *Diabrotica s.*, *Cerotoma sp.*) constitue sans aucun doute, le premier facteur limitant du succès des cultures de succession qui sont implantées entre les mois de janvier et mars. Cette pression négative peut être extrêmement sévère sur une culture de soja par exemple dans la succession riz + soja, dans laquelle le soja peut être détruit à 100 % par *Diabrotica speciosa* en particulier. La plupart des légumineuses cultivées comme seconde culture dans les successions annuelles sont ainsi très fortement attaquées : genres *Dolichos*, *Phaseolus*, *Crotalaria*, la plus résistante, de manière constante, est sans aucun doute le **Guar** (*Cyanopsis tetragonoloba*) ; cette culture présente en outre un intérêt économique certain et Rhodia Agro est prête à investir sur ce produit.

Parmi les autres espèces plus résistantes à la pression des insectes en second cycle annuel, citons les **crucifères** (genres *Raphanus*, *Sinapis*).

Les premiers résultats obtenus dans la mise au point des systèmes annuels "production de soja - pâturage" sont très prometteurs : le soja cultivé sur tapis vivant de *Paspalum not.*, en semis direct, produit plus de 2 600 kg/ha ; 45 jours après la récolte, le pâturage est reconstitué et prêt à accueillir le troupeau.

Echec de la culture de coton en succession du riz pluvial et du soja de semis précoce, due aux excès pluviométriques entre février et avril (1 565 mm) qui ont favorisé une concurrence incontrôlable des adventices.

Tableau 33. Comptages du nombre de galeries verticales creusées par les larves de coléoptères "bousiers" du genre *Onthopagus* (1) sous semis direct continu avec couverture permanente depuis cinq ans (2). Fazenda Progresso, 1991-92

Répétition	Nombre de galeries par mètre carré		
	Sous soja	Sous riz pluvial	Sous maïs
1 .....	20	14	17
2 .....	14	18	16
3 .....	16	21	25
4 .....	17	13	21
5 .....	16	15	19
6 .....	17	18	21
7 .....	18	15	22
8 .....	14	19	16
9 .....	15	10	20
10 .....	20	13	9
11 .....	15	17	8
12 .....	18	17	24
13 .....	15	15	6
14 .....	21	16	9
15 .....	17	19	11
16 .....	20	14	6
17 .....	19	13	8
18 .....	10	18	7
19 .....	15	16	6
20 .....	13	19	1
	$\bar{X}_S = 16$	$\bar{X}_R = 16$	$\bar{X}_M = 19$

(1) Les larves de ce coléoptères ne s'attaquent pas, pour l'instant, aux cultures, ni aux racines ni aux parties aériennes (sujet de recherche très important).

(2) Mesures effectuées 20 jours avant la récolte. Galeries verticales de 1,5 à 2 cm de diamètre, verticales sur les cinquante premiers centimètres, ensuite bifurquent légèrement jusqu'à 1,20 m environ. Parfois tapissées de matière organique, accumulation fréquente de matière organique fraîche en profondeur, indiquant une sortie nocturne de la larve pour chercher sa nourriture. Cependant, entre les galeries, la structure du sol est **relativement compacte, avec une faible macroporosité**. Les racines des diverses cultures sont peu ramifiées en surface et empruntent fréquemment les galeries pour s'enfoncer en profondeur. Elles se ramifient ensuite très finement à partir de 50, 60 cm de profondeur, zone où le profil cultural reste constamment frais et humide.

## Résultats confirmés et premiers tests de simulation économique

La maîtrise sur au moins cinq ans des itinéraires techniques et des systèmes de culture qui nous assurent maintenant une bonne reproductibilité des performances des cultures quelle que soit la variabilité climatique (sauf accident exceptionnel, bien entendu), nous permet aujourd'hui de pouvoir simuler différentes hypothèses de **prix** par rapport à la situation actuellement en vigueur. Cet exercice de simulation revêt une importance capitale comme outil d'aide à la prise de décision pour les autorités gouvernementales régionales et les producteurs.

L'examen du tableau 34 et des figures 21 à 26, qui récapitulent sur les six dernières années, les évolutions comparées des prix payés au producteur et des coûts de production, montrent de très importantes fluctuations interannuelles ; la région étant éloignée des principaux grands centres de vente et de transformation, et des ports pour l'exportation, les prix payés au producteur sont pénalisés des coûts de transport jusqu'à leur destination finale (+/- 1 500 km). Les prix payés au producteur les plus stables sont sans conteste ceux du soja (Figures 21 et 24), filière agro-alimentaire la plus structurée et en partie destinée à faire rentrer des devises à l'exportation ; par contre, les prix payés pour le riz et le maïs sont extrêmement fluctuants (Figures 22, 25 et 23, 26) ; pour le riz par exemple, les variations ont été du **simple au double** (en US\$ par sac de 60 kg) au cours de ces six dernières années, entre moins de 7 US\$ en 1986-87 jusqu'à 14 US\$ en 1990-91. Le facteur qualité de grain est essentiel pour garantir les prix les plus élevés et les plus stables, ce que montre la figure 22, où, à partir de 1989-90, la qualité du grain (grain long) améliorée a permis d'offrir des prix entre 10 et 14 US\$ par sac de 60 kg. Le lancement de variétés (déjà disponibles) à grain long et fin, concurrentielles des meilleurs irrigués est le plus sûr gage de prix stables et élevés.

FIG. 21 EVOLUTIONS COMPAREES DES PRIX PAYES POUR LE SOJA ET DES PRODUCTIONS NECESSAIRES POUR COUVRIR LES COÛTS DE PRODUCTION - FAZENDA PROGRESSO - MT 1986/1992

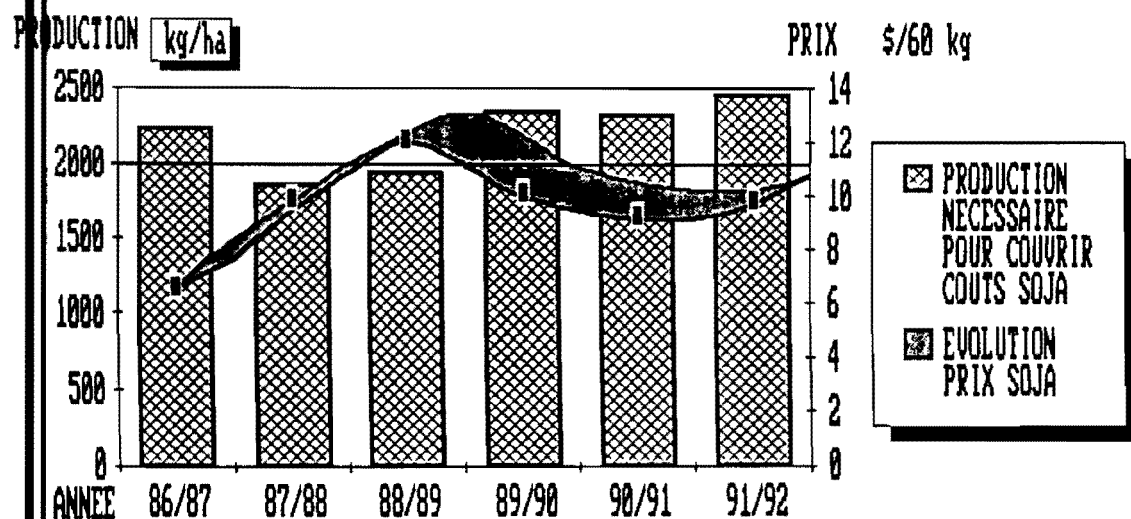


Tableau 34 : Evolution du coût des intrants et des produits, Fazenda Progresso, Mato Grosso, 1986-1992 (US\$/ha).

Intrants et produits	Spécification	Unité	Prix	Prix	Variation %	Prix	Variation %	Prix	Variation %	Prix	Variation %	Prix	Variation %	Prix	Variation %
			1986-1987	1987-1988	1987-1988	1988-1989	1988-1989	1989-1990	1989-1990	1990-1991	1990-1991	1991-1992	1991-1992	1992-1993	1992-1993
Amendements	• Calcaire	tonne	13,70	—	—	—	—	—	—	14,58	106	28,00	204	192	
	• Thermophostae Yoorin Bz	tonne	142,06	172,30	121	152,10	107	228,20	160	147,50	104	190,00	133	129	
Engrais minéraux	• Formule soja (0-25-25)	tonne	228,63	212,86	93	205,70	90	230,45	101	190,00	83	220,30	96	116	
	• Formule riz-mais (5-30-15)	tonne	208,50	214,80	103	222,50	107	276,54	133	247,50	119	322,33	154	130	
	• FTE BR 12	tonne	346,30	640,50	183	254,80	74	—	1	353,56	102	406,00	117	115	
	• Chlorure de potasse	tonne	192,20	173,50	90	185,00	96	236,00	123	227,05	116	264,28	137	116	
	• Sulfate d'ammoniaque	tonne	—	137,70	100	136,10	99	—	—	162,34	118	233,65	170	144	
• Urée	tonne	214,10	157,90	74	202,50	94	350,92	164	—	—	245,00	114	—		
Insecticides	• Furadan	litre	11,60	26,50	229	15,00	129	22,50	194	13,14	113	16,98	146	129	
	• Tecto	kilo	—	11,40	100	7,00	62	10,00	88	8,84	(77)	—	—		
	• Azodrin	litre	4,90	4,20	86	6,40	130	7,89	160	7,42	57	—	—		
	• Ponce	litre	—	—	—	—	—	40,50	—	32,14	(79)	—	—		
	• Thiodan	litre	—	—	—	—	—	8,70	—	—	—	—	—		
Herbicides	• Alachlor (LACQ)	litre	7,00	4,25	61	6,60	94	7,30	104	—	—	—	—		
	• Pendiméthaline (HEMBADOX)	litre	10,10	7,30	72	8,50	84	13,42	133	—	—	—	—		
	• 2,4 D amine	litre	4,20	4,90	117	3,94	94	6,56	156	4,42	105	6,97	157		
	• Atrazine + Métholchlor (PRIMESTRA)	litre	7,60	7,10	93	5,05	66	7,69	101	6,01	77	—	—		
	• Smazine (GÉSATOR)	litre	—	4,70	100	4,90	104	—	—	—	—	—	—		
	• Paraquat (Gramoxone)	litre	—	6,53	100	5,12	78	9,00	138	6,09	(93)	8,47	130		
	• Glyphosate (Roucoupe)	litre	—	12,63	100	9,48	75	10,90	86	9,46	(75)	13,00	103		
	• Fomesafen (Flex)	litre	—	—	—	—	—	21,32	—	19,27	(90)	27,61	—		
	• Fluazifop-butyl (Fuzilade)	litre	—	—	—	—	—	21,80	—	14,36	(66)	21,00	—		
	• Fenoxaprop-éthyl (Furore)	litre	—	—	—	—	—	36,82	—	28,29	(77)	28,65	—		
Semences	• Riz	sac 60 kg	18,86	15,83	84	16,20	86	30,00	159	17,22	91	24,00	127		
	• Mais	sac 60 kg	48,12	34,29	71	49,80	103	90,00	187	61,98	129	48,24	100		
	• Soja	sac 60 kg	18,86	19,16	102	33,00	175	24,00	127	17,58	93	18,12	96		
	• Sorgho	sac 60 kg	—	—	—	—	—	108,00	—	139,20	(129)	12,00	—		
	• Callopogonium	sac 60 kg	68,60	91,50	133	91,50	133	95,60	139	67,86	99	—	—		
	• Cajanus	sac 60 kg	37,10	34,43	143	34,43	143	38,50	104	—	—	—	—		
Produits	Riz	prix IRAT 216*	60 kg	—	—	(9,88)	(143)	(12,46)*	(181)	14,04	204	10,0	—		
		prix minimal	60 kg	6,88	7,60	110	7,61	110	9,51	138	10,332	150	7,3		
	Soja	prix marché	60 kg	6,49	9,78	151	12,00	185	10,00	154	9,155	141	(8,3-9,7)		
	Mais	prix minimal	60 kg	4,21	4,90	116	6,52	155	6,71	159	4,175	99	5,6		
	prix minimal	60 kg	3,58	4,37	128	4,15	116	4,73	133	4,59	129	4,0			

\* Prix payé pour le grain fin (IRAT 216).

( ) variation avec la première année ou le produit a été utilisé

FIG. 22 EVOLUTIONS COMPAREES DES PRIX PAYES POUR LE RIZ ET DES PRODUCTIONS NECESSAIRES POUR COUVRIR LES COUTS DE PRODUCTION - FAZENDA PROGRESSO - MT 1986/1992

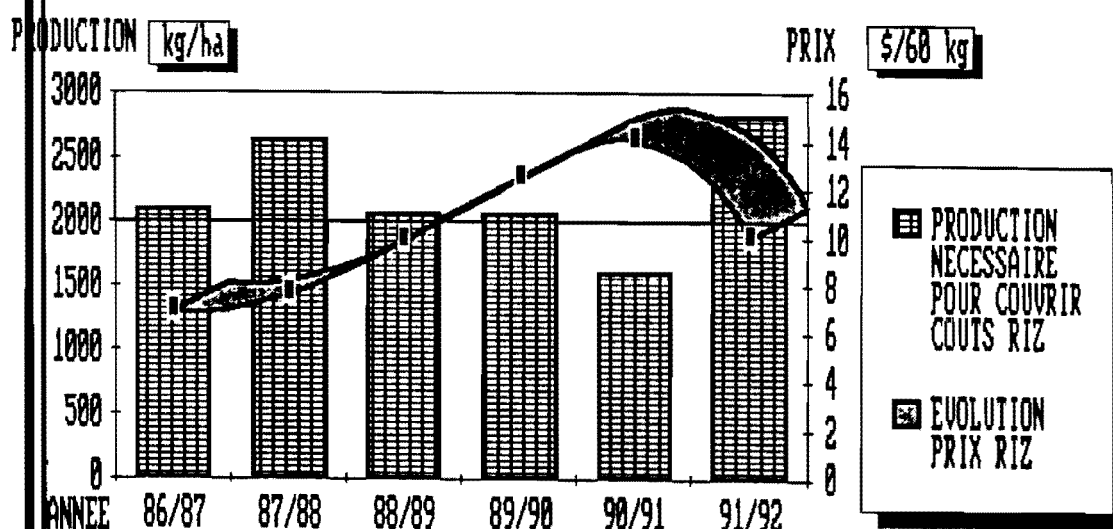
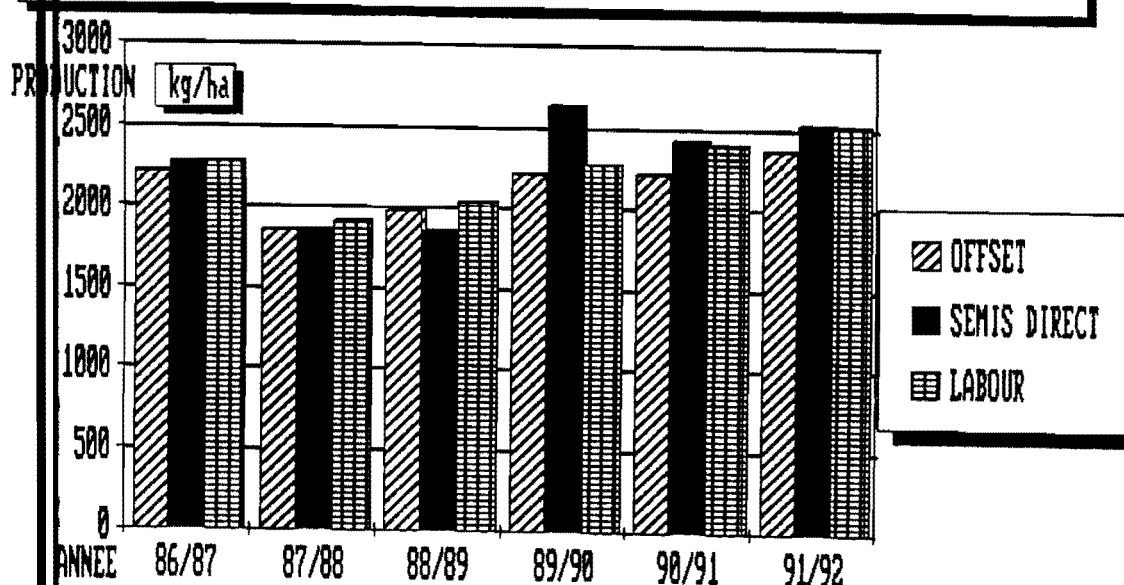


FIG. 24 EVOLUTION DES PRODUCTIONS NECESSAIRES POUR COUVRIR LES COUTS DE PRODUCTION DU SOJA - FAZENDA PROGRESSO - MT 1986/1992



A partir de ces données réelles, nous avons simulé, à partir des meilleurs systèmes de cultures, sur trois ans, deux hypothèses de prix :

- les prix payés en 1991-92, en baisse par rapport à 1990-91 pour le riz le sorgho, soit par sac de 60 kg = 10 US\$ pour le riz, 9 US\$ pour le soja et 4 US\$ pour le sorgho ;
- les prix souhaitables pour le riz de belle qualité en prenant comme base les prix de 20 % inférieurs à ceux payés au producteur pour le riz irrigué à Rio

Grande do sul, diminués du fret routier, soit, par sac de 60 kg = 12 US\$ pour le riz, 10 US\$ pour le soja et 5 US\$ pour le sorgho (cf. Tableau 6 et figure 27).

FIG. 25 EVOLUTION DES PRODUCTIONS NECESSAIRES POUR COUVRIR LES COÛTS DE PRODUCTION DU RIZ PLUVIAL - FAZENDA PROGRESSO - MT 1986/1992

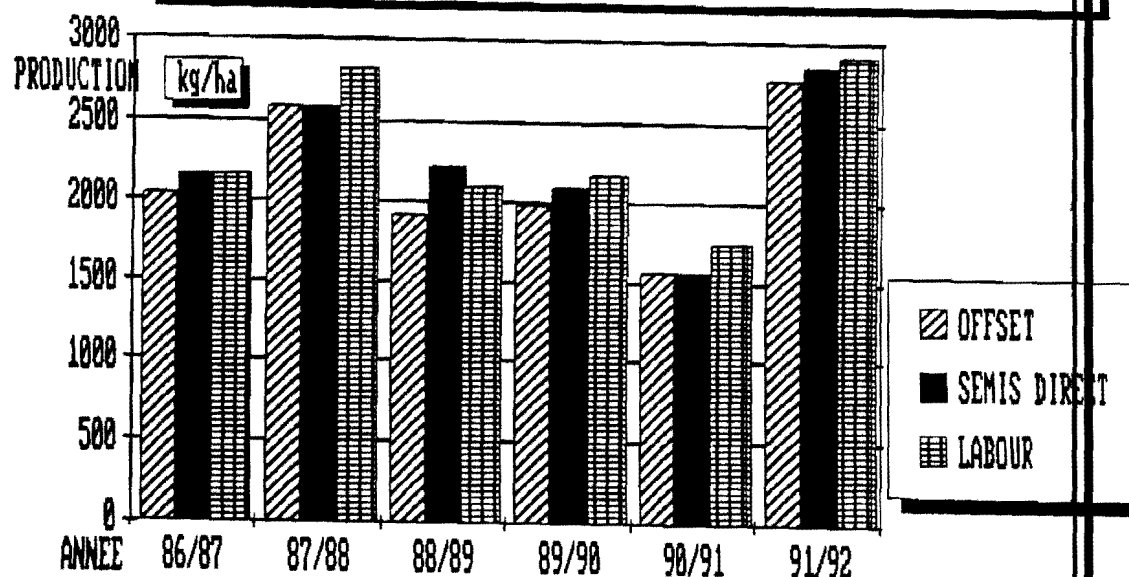
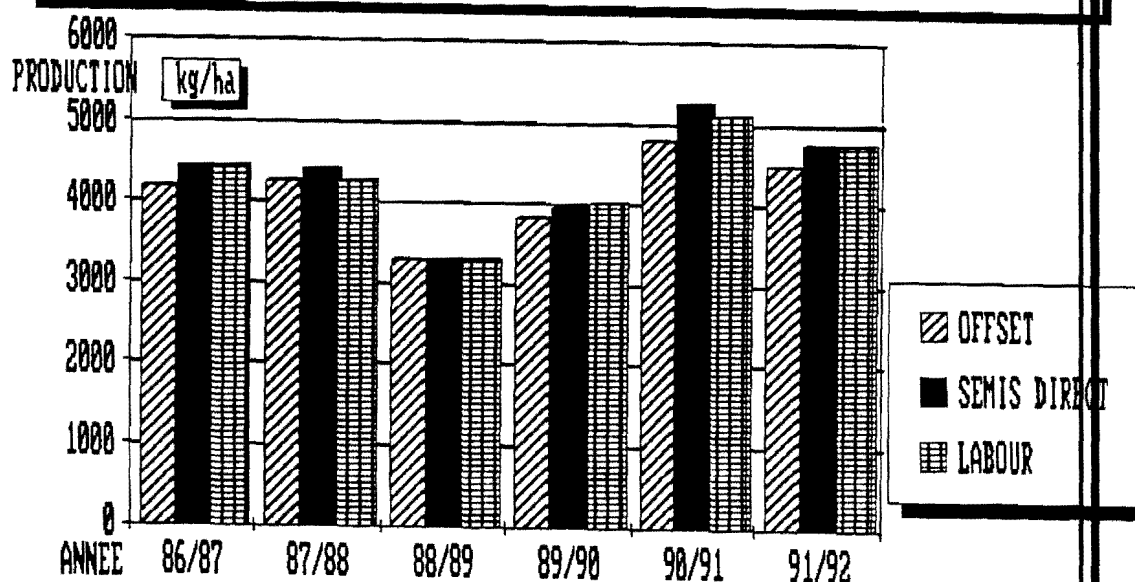


FIG. 26 EVOLUTION DES PRODUCTIONS NECESSAIRES POUR COUVRIR LES COÛTS DE PRODUCTION DU MAÏS - FAZENDA PROGRESSO - MT 1986/1992



Ces deux hypothèses de prix ont été appliquées sur deux et trois ans, aux rotations :

- riz + sorgho en année 1 ;
- soja + sorgho en année 2 ;
- soja + sorgho en année 3.

La fumure phosphatée de correction a été étudiée sous deux cas d'amortissement différents :

- amortissement total sur la culture de riz la première année ;
- amortissement sur deux et trois ans correspondant aux rotations, sur deux et trois ans.

Les résultats agroéconomiques de cette simulation sont réunis dans les tableaux 35, 36 et 37 et la figure 27 et mettent en évidence :

- **avec les prix actuellement pratiqués**, dès lors que la fumure de correction en  $P_2O_5$  est amortie sur trois ans, les marges nettes à l'hectare sont attractives pour le producteur, les deux premières années : elles varient de 100 à plus de 200 US\$/ha avec une nette supériorité des niveaux de correction les plus élevés en  $P_2O_5$  sur les autres formules, la fumure NPK étant la moins intéressante, par contre en troisième année, les niveaux de revenus sont très bas, compris entre 60 et 80 US\$/ha ;
- **avec les prix considérés comme souhaitables**, les niveaux de marges nettes deviennent très lucratives sur les trois ans, même si la première année est toujours la mieux payée : les marges nettes vont de 150 à 170 US\$/ha au minimum en troisième année, à plus de 400 US\$/ha sur les niveaux de correction en  $P_2O_5$  les plus élevés. Toutes les formules à base de thermophosphate de correction sont plus lucratives que la fumure annuelle NPK. Sur le plan agronomique, il est aussi certain que ces formules de fumure à base thermophosphate et principalement les niveaux de correction les plus élevés sont les plus aptes à augmenter la fertilité de ces sols de manière équilibrée (le thermophosphate Yoorin Bz présente une composition voisine de nos scories Thomas). Avec ces prix souhaitables, même l'hypothèse d'amortissement de la fumure en  $P_2O_5$  toute réalisée en année 1, devient extrêmement intéressante, particulièrement les années 2 et 3, où les marges nettes vont de 230 à 380 US\$/ha ;
- avec les mêmes rotations pratiquées sur deux ans, les tendances précédentes restent valables avec toutefois des marges nettement moins attractives.

Les possibilités montrées dans cette courte analyse militent en faveur de la mise en place de système de financements de la fumure phosphatée sur trois ans. Ce mécanisme permettrait, à la fois, de récupérer rapidement la fertilité des sols pour valoriser le potentiel variétal considérable, créé ces quatre dernières années (riz, soja, sorgho, maïs, etc.) et d'assurer des marges nettes : lucratives et incitatives pour les producteurs.

## Les voies de recherche du futur

Developper les systèmes "rotations quadriennales : production de grains - pâturage", les successions **annuelles** "production de grain - pâturage" (cf. chapitre II).

Tableau 35. Essai de synthèse des résultats agro-économiques : quelques cas de simulations réalistes. Fazenda Progresso, MT, 1991-92.

Cas	Portée de la simulation	Système de culture	Type d'amortissement de la fumure phosphatée	Prix payés au producteur	
Premier cas	Trois ans de culture	Première année : riz (1) + sorgho – labour sur riz, semis direct sur sorgho Deuxième année : soja + sorgho Troisième année : soja + sorgho	les 4 cultures en semis direct	1.1 Fumure P toute amortie sur culture riz première année	(2) Riz = 10 US\$/sac 60 kg Soja = 9 US\$/sac 60 kg Sorgho = 4 US\$/sac 60 kg
				1.2. Fumure P amortie sur 3 ans sur les 3 cultures principales : riz, soja, soja	
Second cas	Deux ans de culture	Première année : riz + sorgho – labour sur riz, semis direct sur sorgho Seconde année : soja + sorgho – les 2 cultures en semis direct		2.1 Fumure P toute amortie sur culture riz première année	(2) Riz = 10 US\$/sac 60 kg Soja = 9 US\$/sac 60 kg Sorgho = 4 US\$/sac 60 kg
				2.2. Fumure P amortie sur 2 ans sur les 2 cultures principales : riz, soja	

(1) Riz : variété à grains d'excellente qualité, long et fin, le mieux payé sur le marché brésilien.

(2) Prix réels 1991-92 dans la région

(3) Prix subsidiaires

Tableau 36. Premier cas simulé → 3 ans de cultures avec 6 cultures successives première année : riz + sorgho  
deuxième année : soja + sorgho  
troisième année : soja + sorgho

- 2 types d'amortissement de la fumure phosphatée : (A) Fumure P toute amortie sur riz, la première année  
(B) Fumure P amortie sur 3 ans, sur les 3 cultures principales : riz, soja, soja
- 2 conditions de prix payés au producteur (1) Prix payés actuels, par sac de 60 kg → riz = 10 US\$ ; soja = 9 US\$ ; sorgho = 40 US\$  
(2) Prix souhaitables, par sac de 60 kg → riz(3) = 12 US\$ ; soja = 10 US\$ ; sorgho = 5 US\$

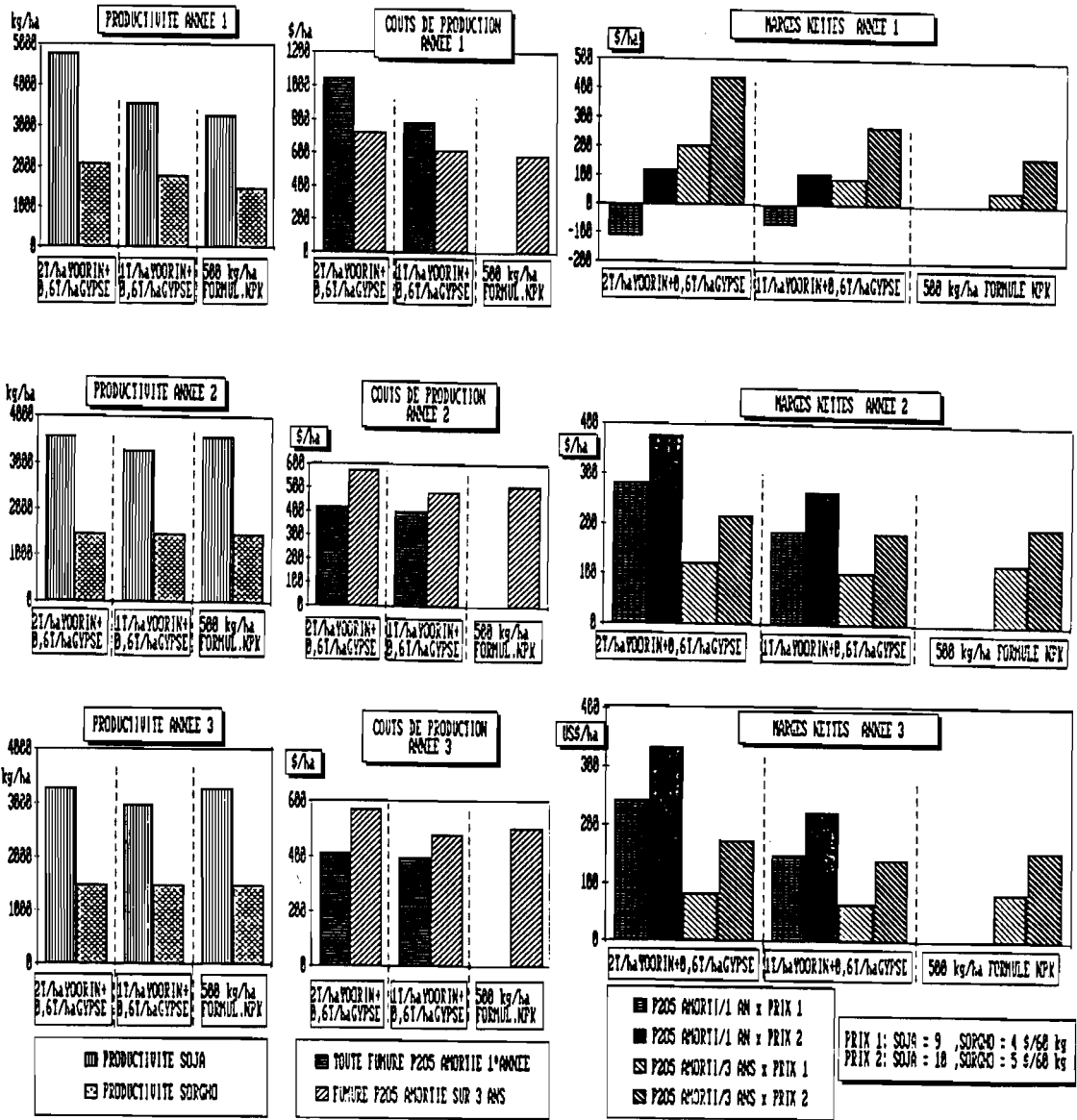
Données économiques		Formules de fertilisation phosphatée (1)						Fumure NPK soluble (2) (référence)
		2 000 kg/ha Yoorin + 600 kg/ha gypse	1 500 kg/ha Yoorin + 600 kg/ha gypse	1 500 kg/ha Yoorin + 500 kg/ha sup.*	1 000 kg/ha Yoorin + 600 kg/ha gypse	1 000 kg/ha Yoorin + 500 kg/ha sup.*	500 kg/ha formule NPK (2)	
Productivité espérée des cultures - en sac de 60 kg/ha	Année 1 - riz + sorgho (R + So)	R = 80	R = 70	R = 75	R = 60	R = 70	R = 55	
		So = 35	So = 30	So = 35	So = 30	So = 30	So = 25	
	Année 2 - soja + sorgho (S + So)	S = 60	S = 65	S = 65	S = 55	S = 60	S = 60	
		So = 25	So = 30	So = 30	So = 25	So = 25	So = 25	
	Année 3 - soja + sorgho (S + So)	S = 55	S = 60	S = 60	S = 50	S = 55	S = 55	
		So = 25	So = 30	So = 30	So = 25	So = 25	So = 25	
Coûts de production annuels en US\$/ha	(A) Fumure P amortie année 1, sur riz	1. 1 051	916	1 001	788	879	-	
		2. 421	413	421	407	421	-	
		3. 415	407	415	400	407	-	
	(B) Fumure P amortie sur 3 ans, sur cultures principales riz, soja, soja	1. 732	676	689	624	643	595	
		2. 581	533	578	489	532	514	
		3. 575	527	572	482	525	508	
Marges nettes annuelles en US\$/ha (4)	(A) Fumure P amortie année 1 sur riz	(1) Prix payés actuels	1. -111	-96	-111	-68	-59	-
			2. 284	227	284	188	219	-
			3. 245	188	245	150	188	-
		(2) Prix payés souhaitables	1. 124	109	112	112	146	-
			2. 379	312	379	268	304	-
			3. 335	268	335	225	268	-
	(B) Fumure P amortie sur 3 ans	(1) Prix payés actuels	1. 208	144	201	96	177	55
			2. 124	107	127	106	108	126
			3. 85	68	88	68	70	87
		(2) Prix payés souhaitables	1. 443	349	424	276	382	172
			2. 219	192	222	186	193	200
			3. 175	148	178	143	150	158

(1) Yoorin : thermophosphate Yoorin Bz ; Supersimple : superphosphate simple ; (2) Formule NPK annuelle (pour 2 cultures annuelles) → sur soja = 500 kg/ha du mélange (200 kg 2-20-20 ; 200 kg Supersimple ; 80 kg KCl ; 20 kg micro-éléments) → sur riz = 480 kg du mélange (200 kg 4-20-20 ; 200 kg Yoorin granulé ; 50 kg KCl ; 30 kg micro-éléments) amortie annuellement ; (3) Qualité de grain supérieure (long, type irrigué) ; (4) Marges nettes = recettes - (coûts de production de la culture + 20 % charges fixes) → charges proportionnelles ; \* sup. : Supersimple.





FIG. 27. PERFORMANCES AGRO-ECONOMIQUES ACTUELLES ET SIMULEES DE LA ROTATION TRIMENNALE SOJA + SORGHO / SOJA + SORGHO / SOJA + SORGHO, EN FONCTION DE 2 HYPOTHESES DE PRIX ET DE 2 DUREES D'AMORTISSEMENT DE LA FUMURE PHOSPHATEE - FAZ. PROGRESSO-1992



Dans les systèmes à production de grains, mettre l'accent sur les **crucifères** comme cultures de succession après cultures de riz et soja de semis précoce (colza canolas à très basse teneur en glucosinolates).

Mettre au point également les successions annuelles : soja + coton, riz + coton.

Dans tous les cas, une **prospection des marchés locaux** est absolument indispensable pour valoriser certains produits des systèmes qui sont très intéressants au plan agronomique (maïs, sorgho, mil) mais qui, actuellement sont très mal payés au producteur (voir aussi possibilités de **transformation locale de ces produits** pour l'élevage, la fabrication de bière, de pâtes alimentaires, de farine pour mélange à la farine de blé, etc.).

## Conclusion

### Au plan technique

Les avancées technologiques conquises au cours de cette campagne agricole sont nombreuses et significatives, aussi bien dans la progression des systèmes de cultures que dans l'amélioration variétale du riz pluvial.

Dans les meilleurs systèmes de cultures élaborés, reproductibles, les itinéraires technique conduisent à des productivités supérieures à 4 000 kg/ha pour le riz pluvial (avec maximums à 5 400 kg/ha), des rendements voisins aussi de 4 tonnes à l'hectare pour le soja de semis précoce pour lequel l'application du régulateur de croissance Etephon permet un gain supplémentaire de 11 % de rendement (application à 30 jours après semis de 100 g de matière active à l'hectare) ; le maïs, en rotation avec soja et techniques de semis direct, produit près de 6 000 kg/ha ; un hybride IR4002, issu du programme de création variétale IRAT/RHODIA, se montre supérieure à l'excellent hybride Pioneer 3210.

Les systèmes de cultures se diversifient rapidement, passant des vocations exclusives de grains jusqu'alors en vigueur, à des systèmes à vocations "production de grain-élevage", soit annuels, avec de nouvelles méthodes de cultures écologiques sur tapis vivants, soit à partir d'assolement tri ou quadriennaux.

La double culture annuelle pluviale est maintenant une réalité pratiquée par de nombreux agriculteurs dans la région grâce aux techniques de semis direct sur soja, sorgho et maïs ; ces successions s'enrichissent rapidement avec des espèces qui se montrent beaucoup mieux adaptées et tolérantes aux pressions croissantes d'insectes, sur la seconde moitié du cycle des pluies : c'est le cas de la légumineuse à vocation industrielle *Cyamopsis t.* (Guar), du genre stylosanthes, des crucifères en général (ce qui ouvre une perspective intéressante pour les cultures de colza, les choux fourragers, etc.).

### Sur le plan méthodologique

La méthode d'intervention de la recherche, qui a été élaborée et ajustée pour le milieu réel, est certainement plus importante que les propres résultats eux-mêmes. Divers enseignements précieux pour la reproductibilité d'une telle démarche, peuvent être mis en relief comme les années antérieures, rappelons-les :

- le **choix** des facteurs d'études des **futurs systèmes** doit provenir d'un **diagnostic préalable**, rigoureux en milieu réel ;
- l'étude mise au point des systèmes de cultures ne peut se faire rigoureusement qu'à partir d'unités expérimentales conduites en conditions d'**exploitation réelles**, et  **pérennes**, pour, à la fois ;
  - **dégager** les lois de la production végétale sur un **laps de temps climatique** suffisamment **représentatif** (durée et variabilité),
  - fournir **prévisionnellement** à la **prise de décision** des agriculteurs, un **large choix d'assolements** optimisés, pour **mieux s'adapter** aux **fluctuations climatiques** et **économiques**,
- l'élaboration de ces assolements doit se faire **avec, pour et chez les producteurs** pour **intégrer** de manière **continue**, à la fois, les critères de choix des chercheurs et des agriculteurs ;
- l'approche des possibilités de fixation de l'agriculture, par les systèmes de cultures se confirme comme une condition **nécessaire**, mais aussi **suffisante**, pour **prétendre modifier positivement et rapidement les systèmes de production régionaux** (L. SÉGUY *et al.*, 1,2) ;
- il **n'est pas nécessaire** de connaître les **antécédents d'une situation agricole** pour la **faire progresser**, à condition de pouvoir, partant d'elle, la modifier et rapidement la précéder. Cette fonction de la **recherche**, de **précéder le développement agricole** est d'une **importance fondamentale**, pour promouvoir un développement rationnel, diversifié, à moindre coût ;
- si la **mise au point** des facteurs d'études décisifs et leurs **combinaisons** dans les systèmes expérimentaux appartiennent à la **recherche**, c'est la **nature elle-même** qui **déterminera** ensuite les **modalités d'évolution des systèmes**. La **fonction créatrice de la recherche** consiste donc à **fournir à la nature**, sous une **forme systématisée** et par conséquent **interprétable et contrôlable scientifiquement**, les éléments essentiels **agrotechniques et économiques du changement** ;
- cette fonction **créatrice**, doit aussi s'exprimer dans sa **capacité à reproduire** sur un laps de **temps minimal**, des conditions de **profil cultural les plus différenciées**, qui, en offrant une **large gamme** correspondant de **relations eau-sols-plantes**, préfigureront des évolutions de comportement qui nécessitent des périodes beaucoup plus longues pour s'accomplir dans des conditions normales de la **nature**. C'est donc aussi dans sa **capacité à réduire l'espace temps**, tout en y **intégrant un maximum de variabilité contrôlée** que l'**apport prévisionnel de la recherche** peut être **déterminant** pour ses applications ;
- enfin, cette étude confirme très clairement, que les choix de développement **ne peuvent plus être aujourd'hui, exclusivement économiques ou techniques ou agronomiques**. Le succès de la fixation de l'agriculture passe nécessairement par un **choix raisonné et permanent d'un ensemble de facteurs** à la fois **agronomiques, techniques et économiques** qui constitue le **pouvoir de décision de l'agriculteur**. Ce dernier doit, en effet, être capable à la fois de mieux tirer parti de son milieu physique en préservant et améliorant sa fertilité, comme de mieux s'adapter aux fluctuations climatiques et surtout économiques en constante mutation. Le **rôle de la recherche appliquée dans cette aide prévisionnelle à la décision** est aujourd'hui, **plus que jamais, prioritaire**.

## Bibliographie

1. SÉGUY L., BOUZINAC S., PACHECO A., KLUTHCOUSKI J., 1989. Des modes de gestions mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliquées aux cerrados du centre-ouest brésilien. Doc. interne IRAT-EMBRAPA, 156 p. + photos.
2. SÉGUY L., BOUZINAC S., *et al.*, 1989. Première évolution de l'adoption par les agriculteurs du centre-ouest brésilien, des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne. Doc. interne IRAT-MAE.
3. SÉGUY L., BOUZINAC S., PACHECO A., 1989. Une nouvelle technologie très lucrative et de moindre risque, adaptée aux cerrados humides du Mato Grosso : la succession annuelle soja de cycle court suivi de sorgho, semé par avion un mois avant la récolte de soja, ou en semis direct au fur et à mesure de la récolte de soja. Doc. interne IRAT.
4. SÉGUY L., BOUZINAC S., 1990. Gestion des sols et des cultures dans la zone des frontières agricoles des cerrados humides du centre-ouest brésilien. Synthèse actualisée 1986-1990 et Highlights 1990.
5. SÉGUY L. (1), BOUZINAC S. (1), YOKOYAMA L. (2), 1990. Evaluation de l'adoption par les agriculteurs du centre-ouest brésilien des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne. Seconde phase 1989-1990.
6. SÉGUY L. (1), BOUZINAC S. (1), MUNEFUME MATSUBARA (3), 1991. Gestion des sols et des cultures dans la zone des frontières agricoles des cerrados humides du centre-ouest brésilien. Synthèse actualisées 1986-91 et Highlights 1991.

---

(1) Chercheurs de l'IRAT-CIRAD.

(2) Chercheur du CNPAF/EMBRAPA.

(3) Promoteur de la recherche pour le développement dans la région centre-nord Mato Grosso.

**La Goutte d'Encre .**

**ATELIER DE REPROGRAPHIE**

**67.65.30.96**