



*Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
et des cultures vivrières*

*Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)*



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF

*Les principaux facteurs qui conditionnent
la productivité du riz pluvial et sa sensibilité
à la pyriculariose sur sols rouges ferrallitiques
d'altitude, Goiânia, Centre-Ouest brésilien*

L. Séguy
S. Bouzinac
A. Pacheco

Sommaire

I — Introduction	5
II — Matériel et méthode	6
2.1 — Conditions de l'étude	6
2.1.1 — Les sols	6
2.1.2 — Les conditions climatiques	6
2.1.3 — Histoire parcellaire, mise en place et conduite des essais	6
2.2 — Protocole expérimental	12
2.3 — Paramètres analysés	13
2.3.1 — Sur le profil cultural de chaque mode de gestion	13
2.3.2 — Sur le riz dans chaque traitement	13
III — Résultats	13
IV - Discussions et conclusions	36
Références bibliographiques	41

I - Introduction

La culture de riz pluvial couvre plus de cinq millions d'hectares au Brésil, avec une productivité moyenne très modeste d'environ 1 300 kg/ha (source CFP/DAEP/SUTEC/DISAF, 1986). Ce niveau moyen des rendements progresse très peu et reflète mal les progrès considérables qui ont été réalisés par la recherche au cours des quinze dernières années pour accroître sa productivité et l'adapter aux conditions pédoclimatiques les plus variées ; les travaux conjoints de l'IRAT et de l'EMBRAPA sont très significatifs à cet égard entre 1982 et 1989.

Cette faiblesse des rendements moyens s'explique en grande partie par la conjonction de divers facteurs techniques et économiques qui ne permettent pas au progrès de la recherche de s'exprimer.

→ **Au niveau du développement, tout d'abord, où le riz pluvial occupe deux espaces agricoles principaux très extensifs**

□ Comme culture privilégiée d'ouverture des terres neuves des frontières agricoles dans les Cerrados du Centre-Ouest brésilien, pratiquée par de grands propriétaires sur des sols ferrallitiques de très faible fertilité naturelle, avec un minimum d'intrants.

□ Comme culture essentielle de subsistance dans les Etats du Nord, en association avec maïs, vigna et manioc pratiquée par de petits agriculteurs, la plupart du temps « sans terre ». La culture du riz est réalisée sur brûlis de jachère arbustive, sans intrants ; le rythme des brûlis de ces jachères est en nette augmentation ces dernières années et la fertilité naturelle des sols se dégrade.

Dans les deux cas, les niveaux technologiques employés sont extrêmement extensifs, et ce n'est pas l'incorporation de thèmes techniques isolés tels que de nouvelles variétés ou autres qui peut faire progresser de manière significative. La productivité du riz pluvial dans ces deux situations. En outre, le prix minimum du riz payé aux producteurs est dans tous les cas trop peu incitatif pour promouvoir l'emploi de technologies plus performantes.

→ **Au niveau de la recherche, où l'approche exclusivement thématique et en station, le plus souvent déconnectée complètement des véritables problématiques des milieux d'application, conduit à des analyses très sectorielles et erronées des principales entraves agro-techniques et économiques de la culture**

Il est ainsi fréquent que chaque spécialiste, chaque année, présente son domaine d'intervention comme celui qui résout et explique 50 à 70 % de la productivité de la culture. Ainsi des facteurs limitants tels que pyriculariose, sécheresse, nutrition minérale apparaissent la même année agricole, comme chacun, également responsable et explicatif de 70 % des pertes de productivité.

Une telle situation reflète, à l'évidence, un manque d'approche pluri et interdisciplinaire des problèmes aussi bien en station qu'en milieu réel avec les utilisateurs.

L'application d'une telle démarche a pourtant montré sa pleine efficacité aussi bien au Maranhão, dans le nord du Brésil pour les petits agriculteurs sans terre (L. Séguy, S. Bouzinac, *et al.*, 1983), que dans les Cerrados du Centre-Ouest sur les grands domaines mécanisés des frontières agricoles (L. Séguy, S. Bouzinac, *et al.*, 1988).

Dans ces deux cas, toute l'efficacité de la recherche appliquée pour faire progresser de manière décisive les systèmes de production, réside dans son aptitude à savoir hiérarchiser les principaux facteurs limitants au cours du processus de fixation de l'agriculture, pour mieux orienter les efforts de la recherche à leur résolution.

La hiérarchisation constante des facteurs limitants est, sans conteste un outil indispensable d'orientation préalable des recherches thématiques appliquées.

C'est un travail de ce type que nous présenterons ici, relatif à l'identification et à la résolution des principaux facteurs agro-techniques limitants de la croissance du riz pluvial, lesquels conditionnent son comportement vis-à-vis de la pyriculariose sur sol rouge ferrallitique de la région de Goiânia dans le Centre-Ouest brésilien.

Ce travail constitue la suite logique des perspectives qui avaient été ouvertes par la publication « Etude des interactions sol-variétés de riz-pyriculariose dans l'ouest du Cameroun » (L. Séguy, J.-L. Notteghem, S. Bouzinac, 1981).

II — Matériel et méthode

2.1 — Conditions de l'étude

Les essais ont été réalisés durant deux années consécutives dans la région de Goiânia, sur colline ferrallitique à 700 mètres d'altitude, appartenant à l'écosystème des forêts tropicales.

2.1.1 — Les sols

Ce sont des sols ferrallitiques rouges, argileux, profonds, de faible fertilité chimique naturelle, qui a dû être corrigée progressivement au cours des sept années qui ont précédé l'expérimentation. Au départ de celle-ci, le profil cultural contient : 2 à 2,5 meq/100 g de Ca + Mg, 0,7 à 4,8 ppm de P_2O_5 (méthode Mehlich), 42 à 65 ppm de potasse, soient des conditions voisines de celles recommandées pour les principales cultures de la zone = riz, maïs, soja et haricot (Tableau I).

2.1.2 — Les conditions climatiques

La pluviométrie pour le cycle de culture, du semis à la récolte, a été respectivement de 861 mm en 1986-1987 et de 1 372 mm en 1987-1988. Au cours des deux années, le riz pluvial semé à la fin octobre, a souffert de la sécheresse durant la phase critique de la montaison sur le mode de préparation du sol superficiel (Tableaux II et III).

2.1.3 — Histoire parcellaire, mise en place et conduite des essais

Les terres retenues pour l'expérimentation ont été cultivées durant sept années consécutives en monoculture de riz exclusive, et le sol a été travaillé à l'offset lourd et léger en conditions très humides. Ces pratiques culturales ont provoqué, à la fois la formation d'une semelle de disques, fortement compactée entre 10 et 15 cm de profondeur, et le développement d'un très fort potentiel semencier d'adventices, localisé dans les dix premiers centimètres, très compétitif des cultures (Tableaux IV, V et VI).

Les essais ont été installés les deux années, sur deux modes de gestion des sols et des cultures très différenciés :

— **un travail superficiel à l'offset** en conditions très humides, en système de monoculture continue de riz, ce qui correspond au travail traditionnel que les parcelles ont reçu tous les ans;

— **un travail profond du sol à la charrue à socs**, précédé d'une trituration et préincorporation des résidus de récolte ; le labour a été réalisé en conditions d'humidité proche de la capacité au champ ; il est dressé et fermé, avec une incorporation de la matière organique de 0 à 30 cm de

Tableau I : Analyses de sol⁽¹⁾ sous deux modes de gestion du sol et des cultures, Goiânia, CNPAF, LVE, 1986.

Mode de gestion	Profondeur		pH	Ca + Mg (meq/100 g)	Al (meq/100 g)	P (2) (ppm)	K (ppm)	M.O. (%)
Offset continu x monoculture riz	0-10 cm	Moyenne (CV)	5,4 (4,1 %)	2,3 (5 %)	0,16 (49 %)	4,8 (15,6 %)	65,5 (19 %)	1,46 (27,8 %)
	10-20 cm	Moyenne (CV)	5,1 (3,2 %)	1,9 (14,6 %)	0,25 (41,9 %)	1,1 (38,9 %)	53,0 (16,2 %) --	1,40 (15,7 %)
	20-30 cm	Moyenne (CV)	5,1 (1,6 %)	0,5 (15,5 %)	0,46 (30,9 %)	0,7 (37,2 %)	42,5 (8,6 %) --	1,20 (32,3 %)
Labour profond x rotation riz/légumineuses	0-10 cm	Moyenne (CV)	5,5 (2,4 %)	2,2 (9 %)	0,15 -	3,15 (18,8 %)	54,6 (57,3 %) _	1,50 (8,4 %)
	10-20 cm	Moyenne (CV)	5,5 (2,2 %)	2,4 (15,2 %)	0,20 -	2,00 (36,5 %)	56,8 (26,9 %)	1,40 (14,6 %)
	20-30 cm	Moyenne (CV)	5,5 (1,8 %)	1,9 (34,0 %)	0,10 -	1,80 (22,3 %)	52,0 (23,5 %)	1,40 (20 %)

(1) Moyenne de six répétitions par traitement.

(2) Méthode Mehlich (extraction au double acide).

Tableau II : Pluviométrie, évapotranspiration par décades sur la culture de riz pluvial, Goiânia, 1986-1987.

Mois	Décade	Date de semis 26.10.1986		
		pluviométrie P (mm)	Etc (mm)	P-Etc (mm)
Octobre	troisième	60,8	-	-
Novembre	première	39,9	31,9	+ 8,0
	deuxième	36,7	36,4	+ 0,6
	troisième	13,0	44,1	- 31,1
Décembre	première	45,1	57,9	- 12,8
	deuxième	67,6	42,9	+ 24,7
	troisième	221,5	34,0	- - -
Janvier	première	82,1	52,8	+ 29,3
	deuxième	31,9	47,3	- 15,4
	troisième	91,0	54,2	- 36,8
Février	première	36,0	42,0	- 6,0
	deuxième	127,4	19,7	+ 107,7
	troisième	8,4	27,9	- 19,5

phase critique

Etc : $E_t \text{ culture} = E_{To} \times K_c$ et $E_{To} = E_t \times K_t$.

E_t : évaporation mesurée par bac classe A.

K_t : coefficient du bac classe A (= 0,85).

K_c : coefficient de culture (variant avec les phases de croissance du riz).

Tableau III : Pluviométrie par décade, Goiânia, CNPAF, 1987-1988.

	Première décade	Deuxième décade	Troisième décade	Total mensuel 87-88	Moyenne (8 ans)
Septembre	0,0	2,8	35,0	37,8	52,8
Octobre	77,1	18,0 S	58,3	153,4	164,8
Novembre	93,9	69,9	157,9	321,7	205,5
Décembre	88,3	65,3	69,2	222,8	227,3
Janvier	101,1		(1)	191,1	294,2
Février	191,8	141,5	105,3	438,6	198,8
Mars	197,9	128,5	59,8	386,2	195,1
Avril	75,6	101,5	36,9	214,0	118,8
Total	-	-	-	1 966	1 457

S : Semis

(1) Phase critique de la montaison

Tableau IV : Résistance mécanique à la pénétration mesurée sur deux modes de gestion des sols et des cultures, sous la variété Cabassou, à la floraison, en sol humide⁽¹⁾, Goiânia, CNPAF, 1986-1988.

Monoculture de riz (7 ^e et 8 ^e années) x offset continu				Riz après légumineuses x labour profond continu			
1986-1987		1987-1988		1986-1987		1987-1988	
Profondeur (cm)	W ⁽²⁾ (kg.m/cm)	Profondeur (cm)	W ⁽²⁾ (kg.m/cm)	Profondeur (cm)	W ⁽²⁾ (kg.m/cm)	Profondeur (cm)	W ⁽²⁾ (kg.m/cm)
6,0	0,133	5,5	0,144	11,8	0,068	20,5	0,039
11,8	0,320	12,9	0,444	31,1	0,320	45,0	0,200
15,5	0,686	16,5	0,432	39,5	0,137	52,5	0,229
18,0	0,600	20,5	0,381	49,8	0,178	60,0	0,213
20,3	0,800	25,5	0,276				
23,1	0,436	31,1	0,291				
27,8	0,286	37,5	0,225				
34,8	0,192	46,3	0,149				
44,5	0,145	57,1	0,148				

(1) Humidité supérieure à la capacité au champ. Moyenne de six répétitions.

(2) W : résistance mécanique à la pénétration en kg.m/cm de pénétration.

Tableau V : Vitesses d'infiltration de l'eau en centimètres par heure⁽¹⁾ mesurées sous deux modes de gestion du sol et des cultures, sous la variété Cabassou, à la floraison, en sol humide⁽¹⁾. Goiânia, CNPAF, 1986-1988.

Clonne d'eau infiltrée (en cm)	Monoculture de riz (7 ^e et 8 ^e années) x offset continu		Riz après légumineuses x labour profond continu	
	1986-1987	1987-1988	1986-1987	1987-1988
3	27,42	23,65	114,62	127,66
6	19,34	16,33	87,31	94,24
9	14,18	12,88	71,94	79,30
12	12,61	12,62	63,28	70,59
15	12,13	11,75	57,12	66,17
18	12,13	11,75	57,12	66,17
21	12,13	11,75	57,12	66,17

(1) Humidité supérieure à la capacité au champ, moyenne de six répétitions. Méthode du double anneau.

Tableau VI : Densités apparentes (DA) et racinaires (DR) dans le profil cultural(1) à la floraison du riz pluvial, sous deux modes de gestion des sols et des cultures, variétés Cabassou, CNPAF, Goiânia, 1986-1988.

Profondeur (cm)	Monoculture de riz (6 ^e et 7 ^e années consécutives) x offset continu						Riz après légumineuses x labour profond continu					
	1986-1987			1987-1988			1986-1987			1987-1988		
	DA kg/dm ³	DR g/dm ³	(% T) (2)	DA kg/dm ³	DR g/dm ³	(% T) (2)	DA kg/dm ³	DR g/dm ³	(% T) (2)	DA kg/dm ³	DR g/dm ³	(% T) (2)
0-10	1,18	1,130	(63)	1,04	1,050	(84)	1,04	1,575	(53)	1,04	2,508	(65)
10-20	1,19	0,373	(21)	1,29	0,108	(09)	1,05	0,912	(31)	1,03	0,806	(21)
20-30	1,14	0,145	(08)	1,27	0,042	(03)	1,05	0,270	(09)	1,10	0,258	(07)
30-40	1,02	0,098	(05)	1,10	0,034	(03)	1,05	0,164	(06)	1,08	0,170	(04)
40-50	1,01	0,062	(03)	1,01	0,022	(01)	1,03	0,034	(01)	1,03	0,140	(03)
Total (0-50 cm)		1,808	(100)		1,256	(100)		2 955	(100)		3,846	(100)
VRT (1986-1987) ⁽³⁾		100						163				
VRT (1987-1988) ⁽³⁾				100						306		

(1) Moyenne de six répétitions pour mesures de DA et DR, effectuées sur le même cylindre avec échantillons non remaniés.

(2) % T : pourcentage de la densité totale 0-50 cm pour chaque horizon.

(3) VRT : variation relative de densité totale entre chaque mode de gestion du sol.

profondeur avec un angle d'inclinaison de 45°, bien mélangée aux éléments structuraux ; sa surface est plane à structure grossière pour lutter contre le phénomène de battance ; le semis de riz est effectué directement sur le labour, sans préparation fine du lit de semences. Cette sole labourée est en rotation depuis 1984 : riz pluvial alterné avec une succession annuelle de légumineuse *Cajanus cajan* suivi de haricot.

Les divers traitements de fumure organique et minérale ont été enfouis lors de la préparation du sol sur les deux modes de gestion retenus.

Le désherbage durant les deux cycles de cultures a été réalisé à la main.

Les semences ont été traitées au Carbofuran liquide contre un foreur de tige très commun en début de cycle : *Elasmoplapus lignosellus*. Des traitements insecticides ont été effectués en cas de nécessité (*Mocis latipes*, *Spodoptera frugiperda*).

2.2 - Protocole expérimental

Le dispositif expérimental est un split-plot répété sur les deux modes de gestion de sol et des cultures précédemment définis.

Sur chacun de ces deux supports sont affectés aux parcelles principales, cinq traitements de fumure :

- 1. NPK : 12,5 N + 75 P₂O₅ + 45 K₂O au semis
+ 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque à 30 jours
+ 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque à 60 jours
- 2. traitement 1 + 600 kg/ha de gypse
- 3. traitement 1 + 30 t/ha de fumier de volaille
- 4. traitement 1 + 30 t/ha de fumier de volaille + 1 500 kg/ha de thermophosphate Yoorin BZ⁽¹⁾
- 5. traitement 1 + 1 500 kg/ha de thermophosphate Yoorin BZ.

Le gypse a été renouvelé à chaque cycle. Le fumier et le thermophosphate n'ont été appliqués qu'au premier cycle de culture.

Aux parcelles secondaires, ont été affectées trois variétés de même cycle, à résistance différenciée à la pyriculariose :

- IAC 47, sensible aux races présentes dans la zone, tant sur feuille que sur cou ;
- Cabassou, de résistance horizontale stable ;
- Araguaia, de résistance verticale.

Les essais ont été mis en place sur des parcelles de grandes cultures supérieures à trois hectares. Ces parcelles ont reçu les deux modes de gestion des sols différenciés sur lesquels ont été implantés les essais. Sur le reste de la surface et sur ces deux modes de gestion a été plantée la variété Cabassou (IRAT 177) avec le niveau 5 de fertilisation (NPK + thermophosphate), soit un traitement commun à celui de l'essai, mais pratiqué en grande culture. Cette méthode permet de vérifier la représentativité agronomique et technique des traitements de l'essai lorsqu'ils sont pratiqués en vraie grandeur. En outre, les grandes parcelles permettent de caractériser le profil cultural et le développement racinaire de la variété commune sur chacun des modes de gestion utilisés, sans perturber les parcelles d'essai.

(1) Engrais phosphaté résultant de la fusion d'un phosphate de roche avec du silicate de magnésium. Il contient en moyenne : 17 % P₂O₅, 20 % Ca, 7 à 12 % Mg + oligo-éléments (Zn, B, Cu, Mo). Très pulvérulent, il se rapproche de nos scories Thomas.

2.3 - Paramètres analysés

2.3.1 - Sur le profil cultural de chaque mode de gestion

Sont enregistrés, à chaque cycle cultural, au stade floraison du riz :

- les densités apparentes ;
- la résistance mécanique à la pénétration (au même taux d'humidité pour les deux supports différenciés) ;
- la vitesse d'infiltration de l'eau ;
- les densités racinaires ;
- les caractéristiques chimiques (pH, Ca, Mg, P_2O_5 , MO) ;
- et l'activité biologique (méthode Egoumeinides, Hcl, 6 N).

2.3.2 - Sur le riz, dans chaque traitement

- Le poids sec de 200 feuilles (sixième feuille), 45 jours après le semis.
- Les analyses de nutrition foliaire sur la sixième feuille du riz portant sur macroéléments (N, P, K, Ca, Mg) et micro-éléments (Zn, Cu, Fe, Mn).
- Les composantes du rendement.
- La productivité en grains.
- L'incidence de la pyriculariose foliaire 50 jours après le semis et sur les panicules à 10 jours avant la récolte (pourcentage de panicules malades sur 300 panicules, par parcelle élémentaire).

III - Résultats

➔ **Effets des modes de gestion du sol et des cultures sur les caractéristiques physico-chimiques, biologiques et hydrodynamiques du profil cultural et leurs conséquences sur l'enracinement du riz pluvial.**

Le comportement des paramètres analysés à la floraison du riz pluvial, tels que densité apparentes et racinaires sur échantillons non remaniés, vitesse d'infiltration de l'eau et la résistance mécanique à la pénétration convergent tous pour aboutir à une première conclusion décisive :

- La pratique du labour profond continu associée à la rotation de cultures céréales-légumineuses crée des conditions de profil cultural beaucoup plus favorables au développement racinaire du riz pluvial (variété Cabassou) que la technique de travail superficiel à l'offset pratiquée en monoculture (Tableaux IV, V et VI) ; elle induit un profil homogène sans discontinuité physique qui offre une faible résistance à la pénétration (Tableau IV) et une vitesse élevée d'infiltration de l'eau (Tableau V).
- A l'inverse, la technique de l'offset continu pratiquée en monoculture et sur sol humide, provoque la formation progressive d'un horizon compact, qui freine la vitesse d'infiltration de l'eau et offre une forte résistance mécanique à la pénétration (Tableaux IV et V).

● En outre, l'examen des paramètres chimiques et biologiques mesurés montre que le labour provoque une redistribution homogène en profondeur des bases, de P_2O_5 , de K_2O , de la matière organique et du N mobilisable, alors que le travail superficiel à l'offset concentre ces mêmes éléments dans les quinze premiers centimètres du sol. Cette redistribution des éléments minéraux et organiques en profondeur constitue aussi un facteur décisif pour l'approfondissement du développement racinaire (Tableaux I et VII).

En conséquences, le développement racinaire est beaucoup plus important sous labour dans tous les horizons du sol, et principalement dans les horizons profonds entre 20 et 50 cm : augmentation de la densité globale (0-50 cm) par rapport à celle mesurée sous travail superficiel de plus de 63 % en 1986-1987 et plus de 206 % en 1987-1988 (Tableau VI).

La distribution du système racinaire apparaît en outre nettement différenciée entre les deux modes de gestion :

— sous travail superficiel 84 % des racines sont concentrées dans les dix premiers centimètres, contre seulement 65 % sous labour (Tableau VI).

Ces résultats ont été plusieurs fois démontrés et confirmés par L. Séguy et S. Bouzinac sur les sols ferrallitiques des Cerrados du Centre-Ouest brésilien (1984-1989).

⇒ Effet des modes de gestion du sol et des cultures sur l'incidence de la pyriculariose foliaire et du cou

L'année 1986-1987 a été la plus favorable au développement de la pyriculariose foliaire et du cou.

Néanmoins, l'incidence et la gravité des attaques foliaires sont les plus sévères sur la variété sensible IAC 47 et ceci d'autant plus que la fertilisation organique est présente (note 6 à 7, Tableau VIII) ; dans les mêmes conditions, la variété Araguaia est pratiquement indemne (note 1), et Cabassou (IRAT 177) à forte résistance horizontale contient l'épidémie à un niveau d'attaque bas, proche de la note 3 (Tableau VIII). Cependant, le niveau d'attaque baisse fortement pour toutes les variétés et particulièrement pour la variété IAC 47, sur le traitement NPK + thermophosphate, où la note tombe à 3.

● En première année, les attaques sur panicules sont aussi les plus importantes et destructrices sur la variété IAC 47, avec un maximum sur le traitement « NPK + fumier x offset continu en monoculture » avec 97 % de cous malades ; toutefois, comme dans le cas de la pyriculariose foliaire, le niveau d'attaque des cous chute fortement sur le traitement « NPK + thermophosphate » quel que soit le mode de gestion du sol : le pourcentage de cous malades tombe à 28 % sur travail superficiel et à 34 % sur labour profond.

● En deuxième année, le niveau d'attaque sur les cous est nettement plus faible qu'en première année ; dans ce cas, le mode de gestion « labour x rotation avec légumineuses » réduit sensiblement le pourcentage de cous malades par rapport au « travail superficiel x monoculture », pour toutes les variétés ; IAC 47 reste cependant la plus sensible (Tableau IX et figure 4). Comme en première année, le traitement « NPK + thermophosphate Yoorin » diminue fortement l'importance de l'attaque sur IAC 47 qui présente seulement 9 % de cous malades contre 38 % sur le traitement « NPK x travail superficiel », le plus atteint.

● Des trois variétés, Araguaia est sans nul doute la plus résistante ; elle peut cependant présenter une sensibilité notable sur les racèmes en cas de forte épidémie sur les modes de gestion des sols qui favorisent le plus les attaques : travail à l'offset en monoculture x niveaux de fumures NPK, « NPK + Gypse », « NPK + fumier ». La variété Cabassou, par son fort niveau de résistance horizontale maintient les attaques les plus sévères sur les cous à des niveaux très voisins de ceux de la variété Araguaia.

Tableau VII : Réserve d'azote mobilisable et utilisable sur deux modes de gestion différenciés des sols et des cultures⁽¹⁾.

Mode de gestion du sol	Horizon	Nhnd-Nhd ⁽²⁾	Nhnd - Nhd/Nt ⁽³⁾
Monoculture riz	0-10 cm	291,2	25,37
x offset continu	10-20 cm	224,0	20,94
	20-30 cm	145,6	20,97
Rotation riz légumineuses	0-10 cm	246,4	26,19
x	10-20 cm	190,4	21,94
labour profond continu	20-30 cm	190,4	24,29

(1) Méthode Egouménides, IRAT-DRN.

(2) Azote hydrolysable non distilable - azote hydrolysable distilable = N mobile, biodégradable.

(3) Pourcentage N hydrolysable.

Tableau VIII : Notes de pyriculariose foliaire, 45 jours après le semis⁽¹⁾ sur trois variétés à résistance différentielle, cultivées sur deux modes de gestion du sol et des cultures, Goiânia, CNPAF, 1986-1988.

Variété	Année	Monoculture de riz x offset continu					Riz après légumineuses x labour profond continu				
		NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin	NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK.. + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin
IAC 47	86-87	5	6	7	6	3	4	5	6	5	2
	87-88	3	4	5	4	2	3	3	4	3	2
Cabassou	86-87	2	2	3	3	1	2	2	3	3	2
	87-88	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1
Araguaia	86-87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	87-88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(1) Echelle de notation de 0 à 9 : 0 = aucune lésion, 9 = 100 % de surface foliaire détruite (Notteghem et al., 1980).

Tableau IX : Notes de pyriculariose du cou en pourcentage de panicules malades dix jours avant la récolte sur trois variétés à résistance différentielle, cultivées sur deux modes de gestion du sol et des cultures, Goiânia, CNPAF, 1986-1988.

Variété	Année	Monoculture de riz x offset continu					Riz après légumineuses x labour profond continu				
		NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin	NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin
IAC 47	86-87	85	84	97	83	28	83	89	84	47	34
	87-88	38	25	14	11	09	07	10	05	10	05
Cabassou	86-87	11	31	10	17	08	33	12	29	13	12
	87-88	06	03	04	03	02	00	01	01	01	01
Araguaia (sur racèmes)	86-87	13	33	34	11	06	20	14	34	12	09
	87-88	02	01	00	00	01	00	01	00	01	00

L'importance des attaques sur le remplissage de la panicule, traduite par le poids des grains pleins de dix panicules (Figure 4), est directement lié aux divers modes de gestion des sols et des cultures : le travail du sol profond allié à la rotation avec légumineuses garantit une augmentation de poids de grains de dix panicules par rapport à celui mesuré sur travail superficiel, qui va de 40 % à plus de 100 % en fonction des divers traitements de fumure ; à cet égard, les traitements « NPK + fumier + thermophosphate » et « NPK + thermophosphate » fournissent les poids de grains pleins pour dix panicules, les plus élevés (Figure 4).

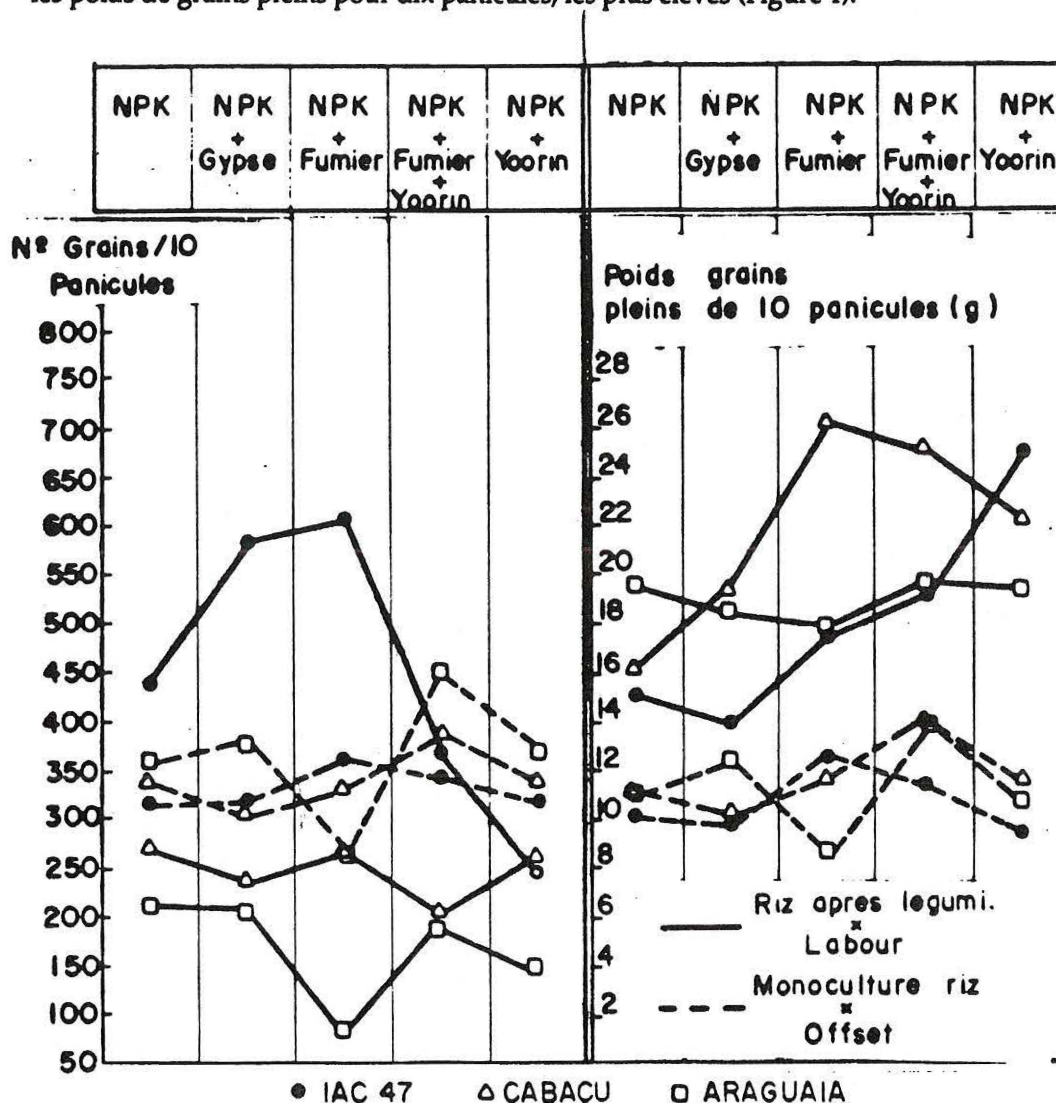


FIG. 4 NOMBRE DE GRAINS/10 PANICULES ET POIDS DE GRAINS PLEINS DE 10 PANICULES DE RIZ PLUVIAL SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

⇒ Effet des modes de gestion des sols et des cultures sur l'alimentation minérale du riz pluvial

Les résultats d'analyses foliaires obtenus les deux années consécutives sur la sixième feuille du riz, quarante-cinq jours après le semis, complétées par les analyses d'exportation par les pailles à la récolte en 1988, sont résumés dans les figures 6 à 23 et les tableaux X et XI et attirent les conclusions suivantes :

Tableau X : Macro et micro-éléments en pourcentage et ppm respectivement dans la paille sèche de riz de trois variétés cultivées sur deux modes de gestion des sols et des cultures. CNPAF, 1986-1988.

Variété	Eléments minéraux	Monoculture de riz x offset continu					Riz après légumineuses x labour profond continu				
		NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin	NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin
IAC 47	N (%)	0,98	0,77	0,98	1,12	0,67	0,81	0,60	0,85	0,74	0,77
	P (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	K (%)	1,20	1,60	1,70	3,20	1,40	1,70	1,70	1,30	2,00	2,00
	Ca (%)	0,20	0,22	2,27	0,30	0,20	0,20	0,27	0,27	0,28	0,44
	Mg (%)	0,23	0,25	0,28	0,32	0,25	0,14	0,29	0,30	0,25	0,39
	Zn (ppm)	25	38	30	26	33	56	32	40	29	45
	Cu (ppm)	05	08	08	07	06	05	03	08	05	05
	Mn (ppm)	220	160	200	150	150	490	250	340	300	280
	Fe (ppm)	2 250	2 450	2 650	936	1 500	1 550	1 650	1 250	2 900	1 650
Cabassou (IRAT 177)	N (%)	0,64	0,88	0,70	1,02	0,70	1,05	1,02	1,02	1,47	0,77
	P (%)	0,05	0,05	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05
	K (%)	1,90	2,20	2,40	3,40	1,70	1,80	2,30	2,70	2,70	1,80
	Ca (%)	0,32	0,32	0,26	0,26	0,25	0,31	0,30	0,21	0,40	0,28
	Mg (%)	0,23	0,28	0,25	0,29	0,25	0,23	0,22	0,21	0,31	0,25
	Zn (ppm)	34	24	24	33	27	42	41	48	32	48
	Cu (ppm)	06	06	04	06	04	05	06	06	06	06
	Mn (ppm)	300	130	110	150	220	410	440	350	430	360
	Fe (ppm)	2 600	1 900	1 650	1 600	2 050	1 000	1 650	1 000	2 000	1 200
Araguaia	N (%)	0,77	0,91	0,77	1,40	0,77	0,95	0,77	0,87	0,70	0,81
	P (%)	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	K (%)	1,80	1,40	2,20	2,20	1,90	1,80	1,90	2,10	2,40	2,00
	Ca (%)	0,26	0,31	0,32	0,31	0,30	0,33	0,30	0,28	0,23	0,20
	Mg (%)	0,26	0,29	0,35	0,25	0,29	0,25	0,25	0,22	0,25	0,17
	Zn (ppm)	30	25	27	21	36	59	62	41	33	32
	Cu (ppm)	04	04	05	04	04	07	04	05	04	03
	Mn (ppm)	230	180	130	150	290	440	250	350	230	320
	Fe (ppm)	2 350	1 500	1 050	1 200	2 050	2 450	1 500	1 070	1 800	1 450

Tableau XI : Niveaux de déficiences critiques, adéquates et toxiques des divers éléments minéraux dans la plante riz.

Elément	Partie de la plante analysée	Stade de croissance	Déficiência	Critique	Adéquat	Excès toxique
N	* Feuille	* Différentiation paniculaire	< 1,8 %	1,8-2,6 %	2,6-4,2 %	—
	* Feuille paniculaire	* Etamines apparentes	11,8-12,2 %	—	2,4-2,6 %	—
P	* Toute partie supérieure	* à 75 jours	< 0,15 %	0,15-0,25 %	0,25-0,26	> 0,81 %
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	0,05-0,08 %	—	0,1-0,2	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	—	—	—	> 1 %
K	* Toute partie supérieure	* à 75 jours	< 1 %	1-1,5 %	1,5-4,0 %	> 5 %
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	0,4-0,7 %	—	0,8-0,2 %	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 1 %	—	—	—
Ca	* Toute partie supérieure	* à 100 jours	< 0,2 %	0,2-0,25 %	0,25-0,4 %	> 0,65 %
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	0,08-0,12 %	—	0,15-0,2 %	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 0,15 %	—	—	—
Mg	* Toute partie supérieure	* à 100 jours	< 0,12 %	0,12-0,17 %	0,17-0,30 %	> 0,30 %
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	0,04-0,06 %	—	0,13-0,17 %	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 0,1 %	—	—	—
S	* Feuille	* Tallage	< 0,1 %	0,10-0,20 %	0,20-0,60 %	> 0,60 %
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	—	—	0,13-0,17 %	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 0,1 %	—	—	—
Fe	* Toute partie supérieure	* Tallage	< 50 ppm	580-70 ppm	70-300 ppm	> 300 ppm
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	< 70 ppm	—	—	300 ppm
	* Pailles	* Récolté à maturité	—	—	—	—
Zn	* Toute partie supérieure	* Tallage	< 10 ppm	10-20 ppm	20-150 ppm	> 150 ppm
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	< 10 ppm	—	—	300 ppm
	* Pailles	* Récolté à maturité	—	—	—	—
Mn	* Toute partie supérieure	* Tallage	< 20 ppm	20-30 ppm	30-600 ppm	> 1 000 ppm
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	< 20 ppm	—	—	> 7 000 ppm
	* Pailles	* Récolté à maturité	—	—	—	> 1 500 ppm
B	* Feuilles supérieures	* Tallage	< 15 ppm	15-20 ppm	20-100 ppm	> 200 ppm
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	< 3-4 ppm	—	—	> 100 ppm
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 12 ppm	—	—	> 100 ppm
Cu	* Feuilles supérieures	* Tallage	< 4 ppm	4-5 ppm	5-20 ppm	> 20 ppm
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	—	—	—	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 6 ppm	—	—	> 30 ppm
Mo	* Toute partie supérieure	* Tallage	< 0,1 ppm	0,1-0,5 ppm	0,5-2 ppm	—
	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	—	—	—	—
Al			—	—	—	—
SiO ₂	* Feuilles paniculaires	* Etamines apparentes	< 3 %	—	5 %	—
	* Pailles	* Récolté à maturité	< 10 %	—	—	—

Source : Chapman, 1964 ; Tanaka et Yoshida, 1970 ; Mikkelsen et Hunziker, 1971 ; Fageria, 1976c ; IRAT, 1976.

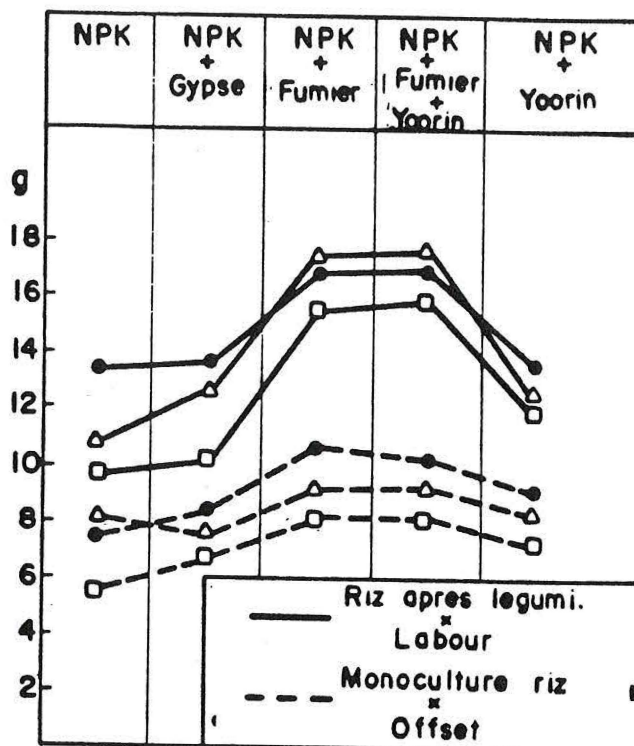


FIG. 6 POIDS DE MATIERE SECHE DE 200 FEUILLES 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

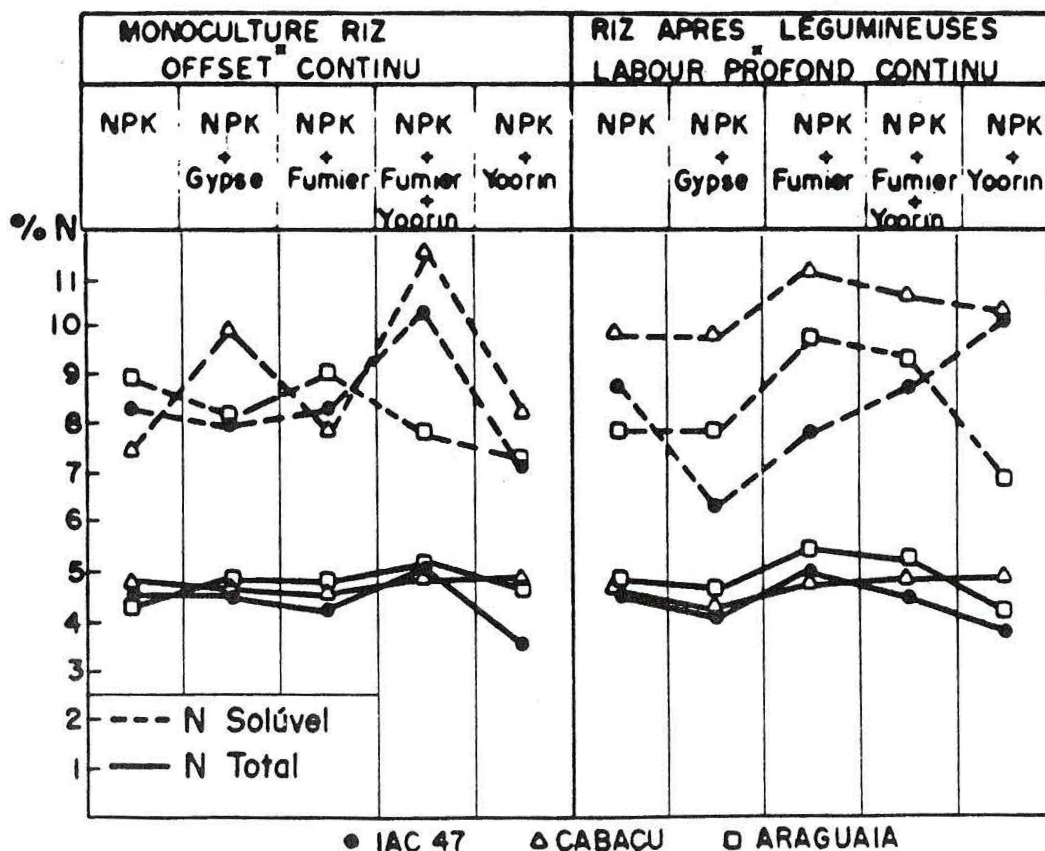


FIG. 7 - % N SOLUBLE ET N TOTAL DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

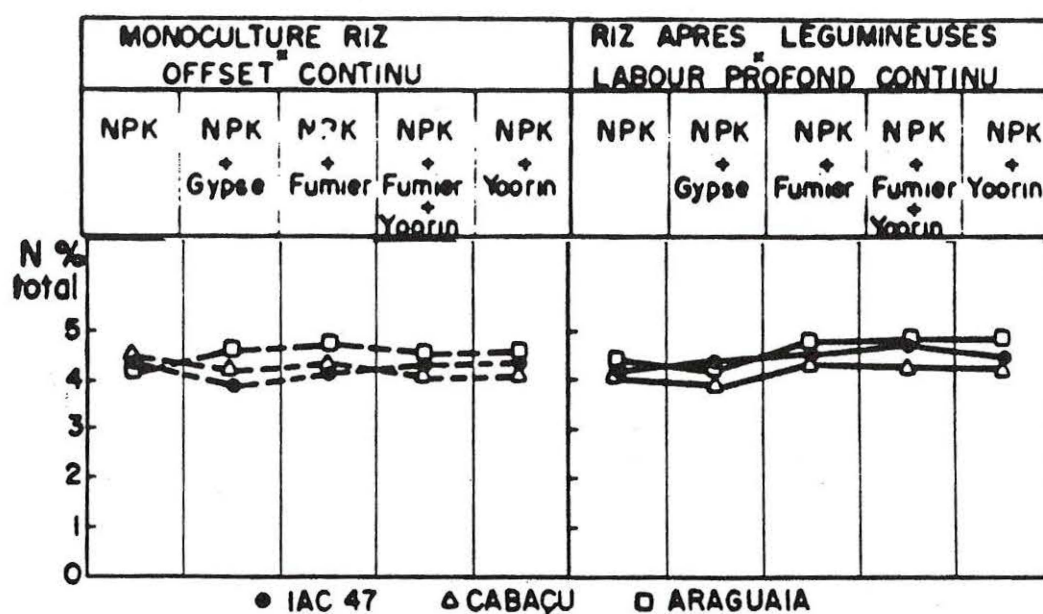


FIG. 8 - %N TOTAL DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

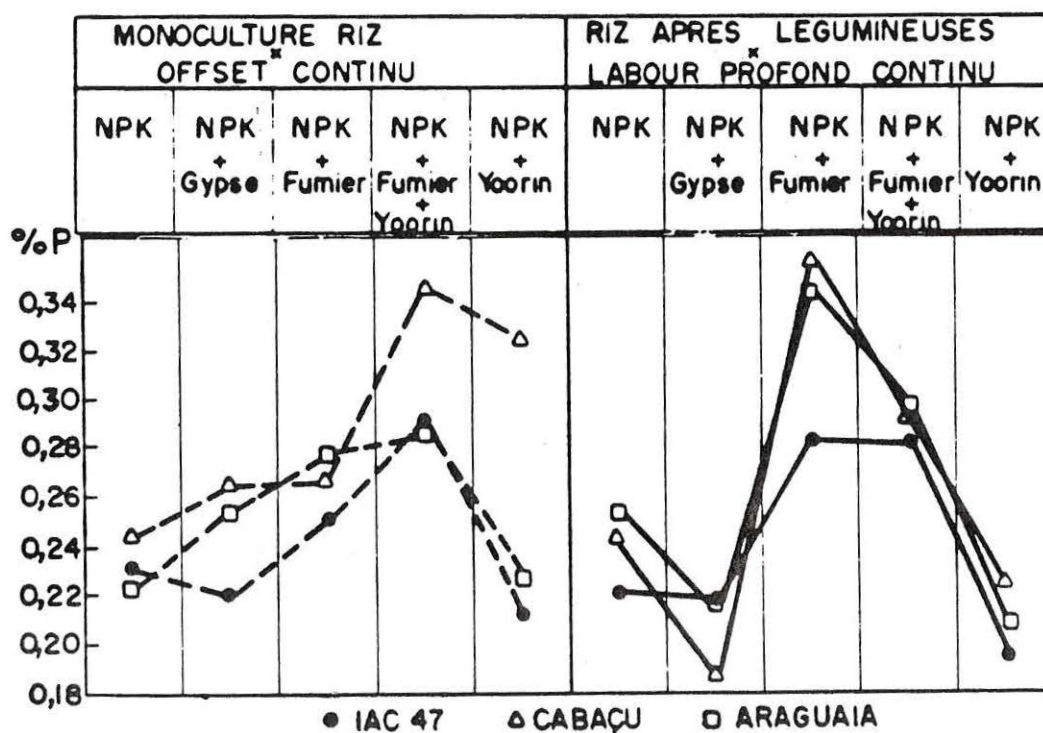


FIG. 9 - %P DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

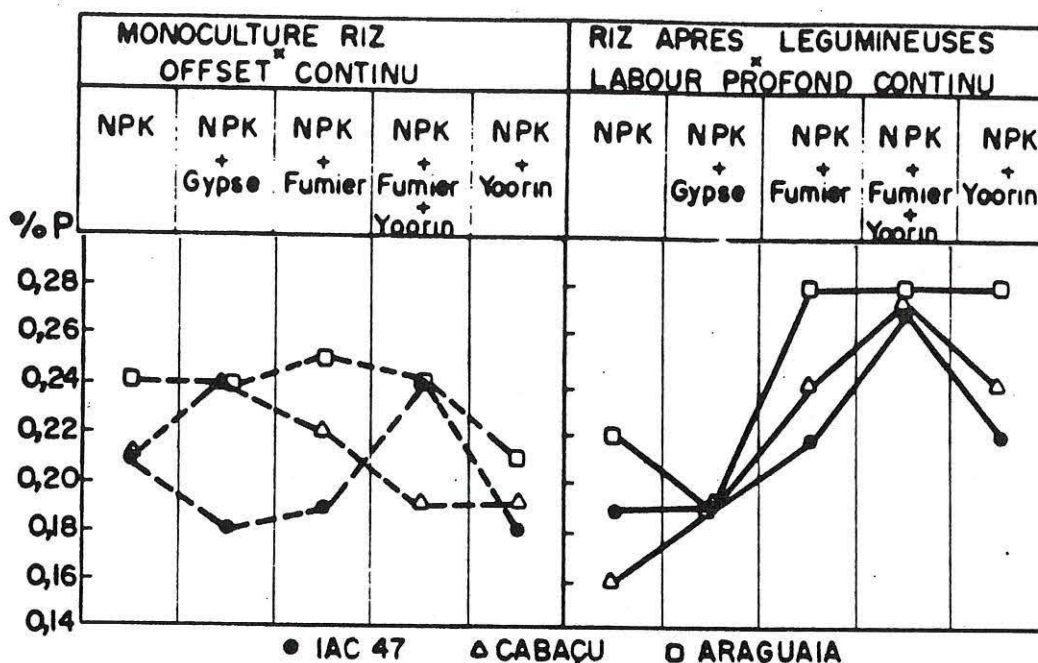


FIG.10 - %P DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS
APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION
DU SOL - GOIANIA, 1988.

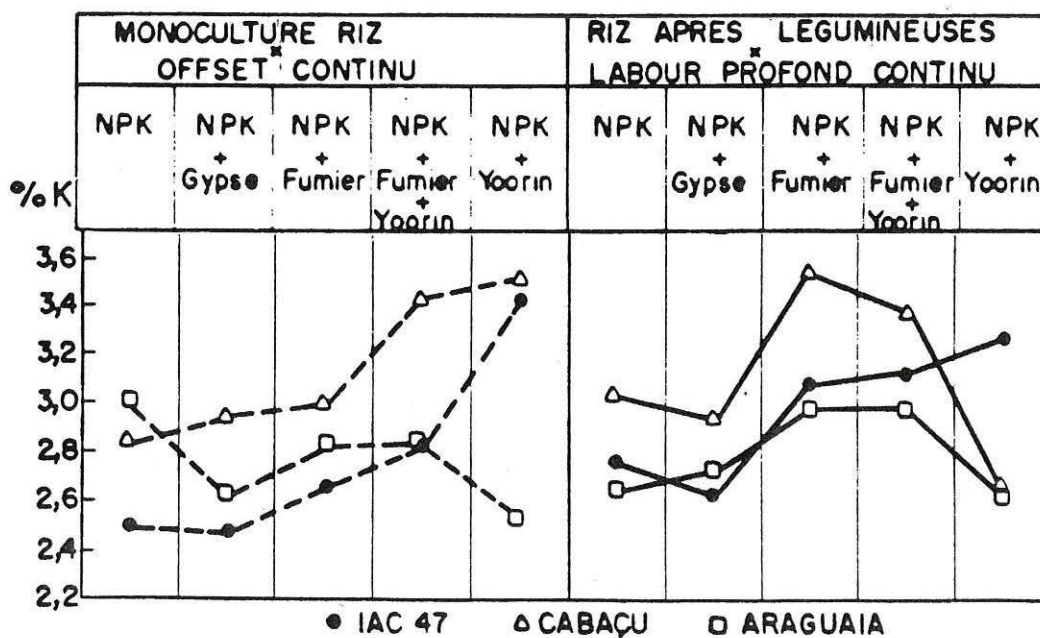


FIG.11 - %K⁺ DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS
APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION
DU SOL - GOIANIA, 1987.

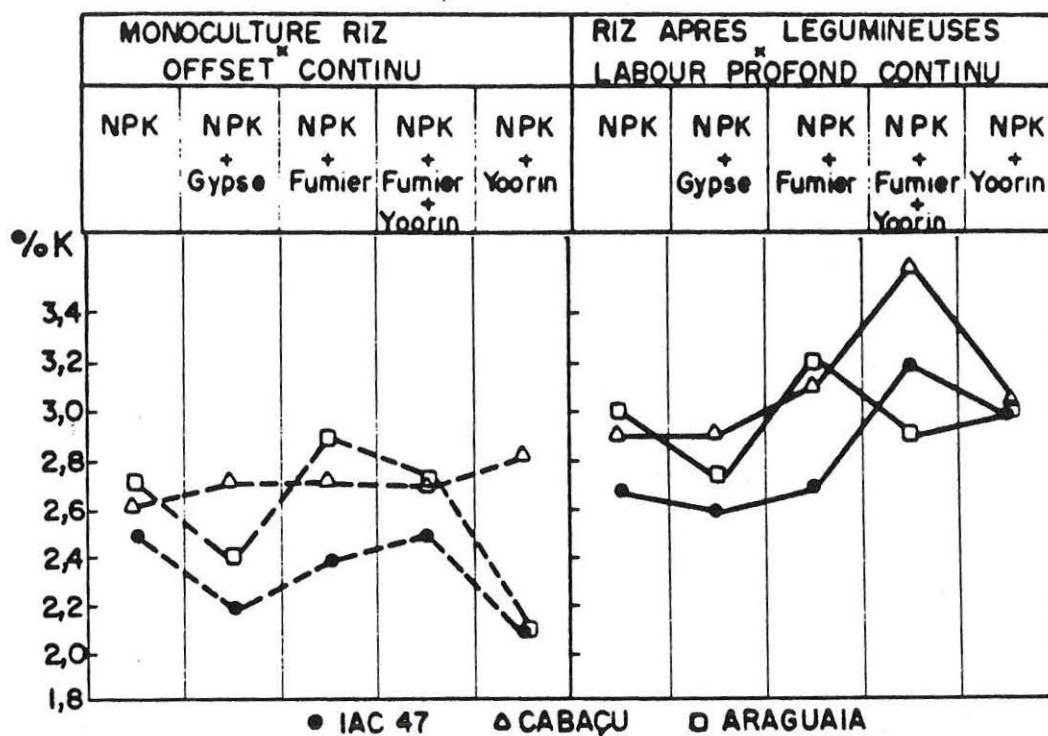


FIG.12 - %K⁺ DANS LA 6^o FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

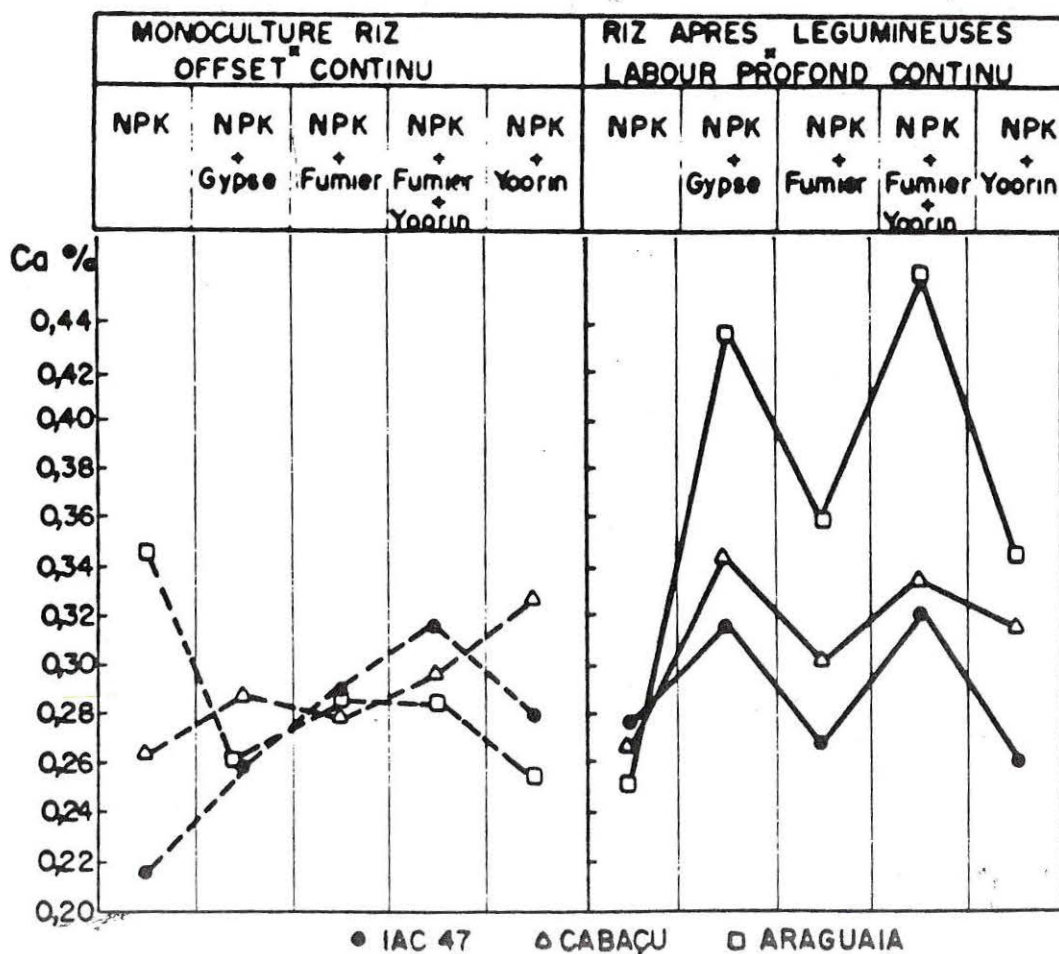


FIG. 13 % Ca⁺⁺ DANS LA 6^o FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

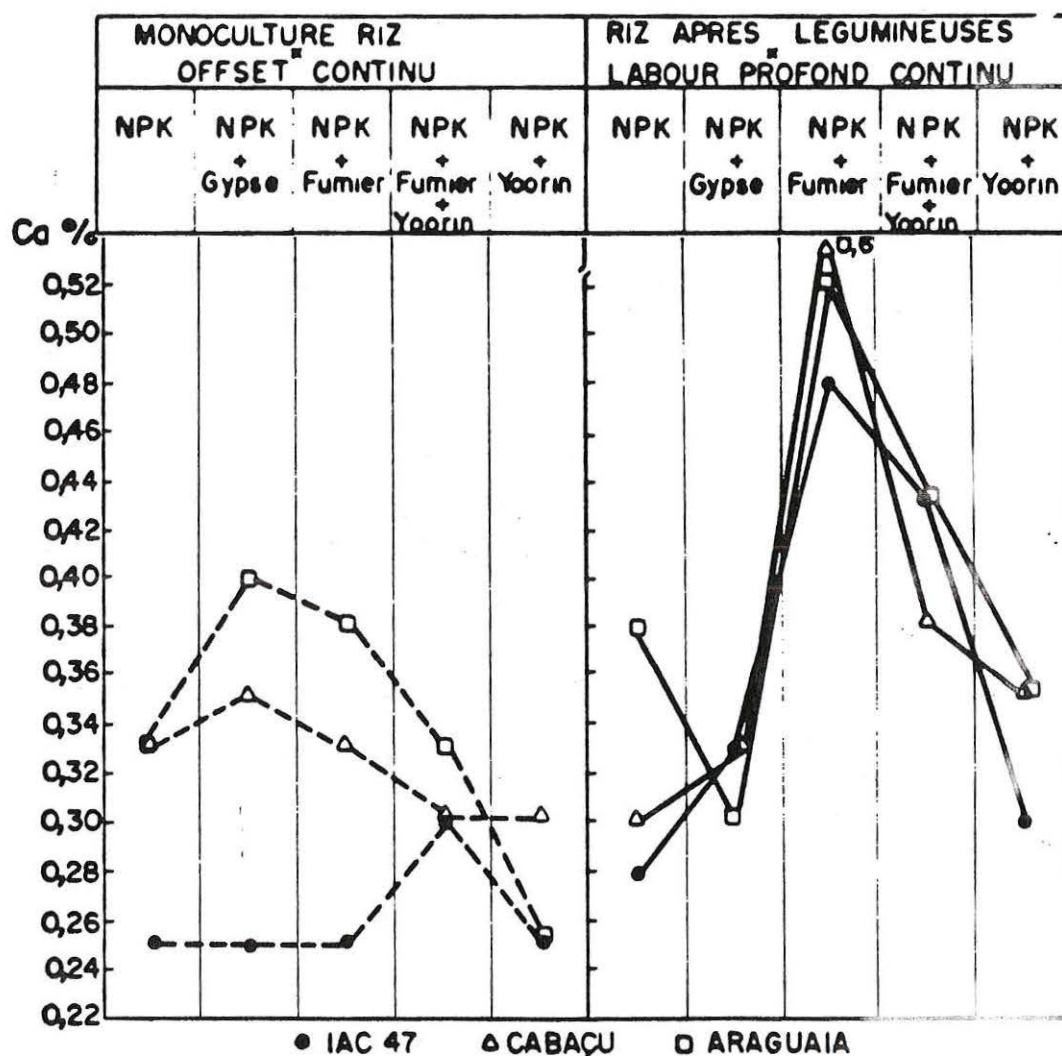


FIG. 14

%Ca DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIFFERENTS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

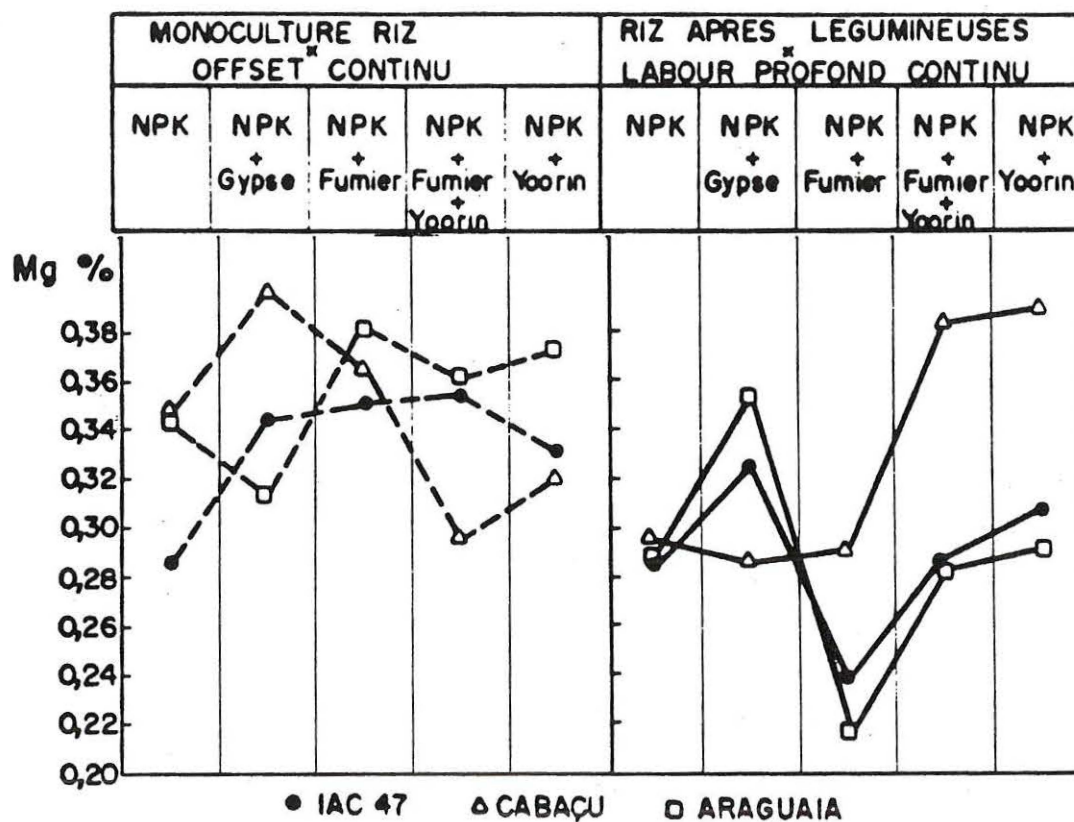


FIG. 15 % Mg DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

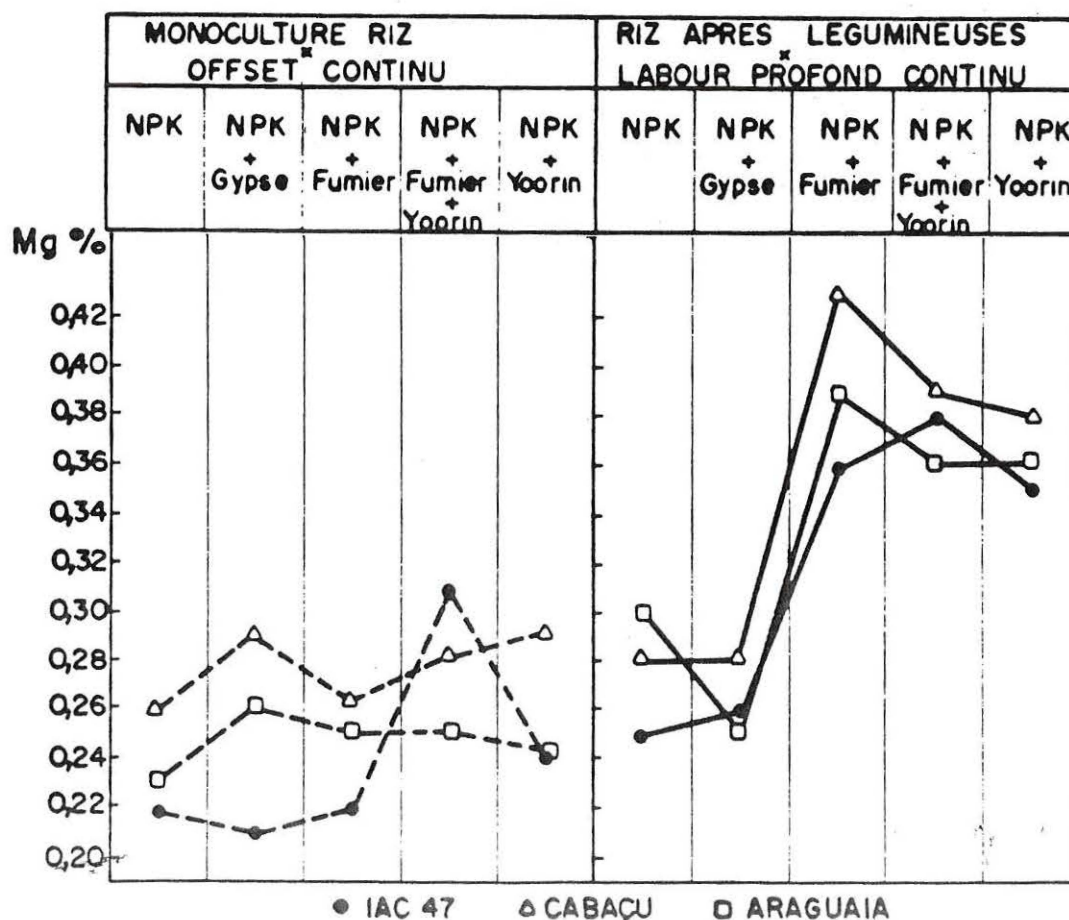


FIG. 16 %Mg DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA. 1988.

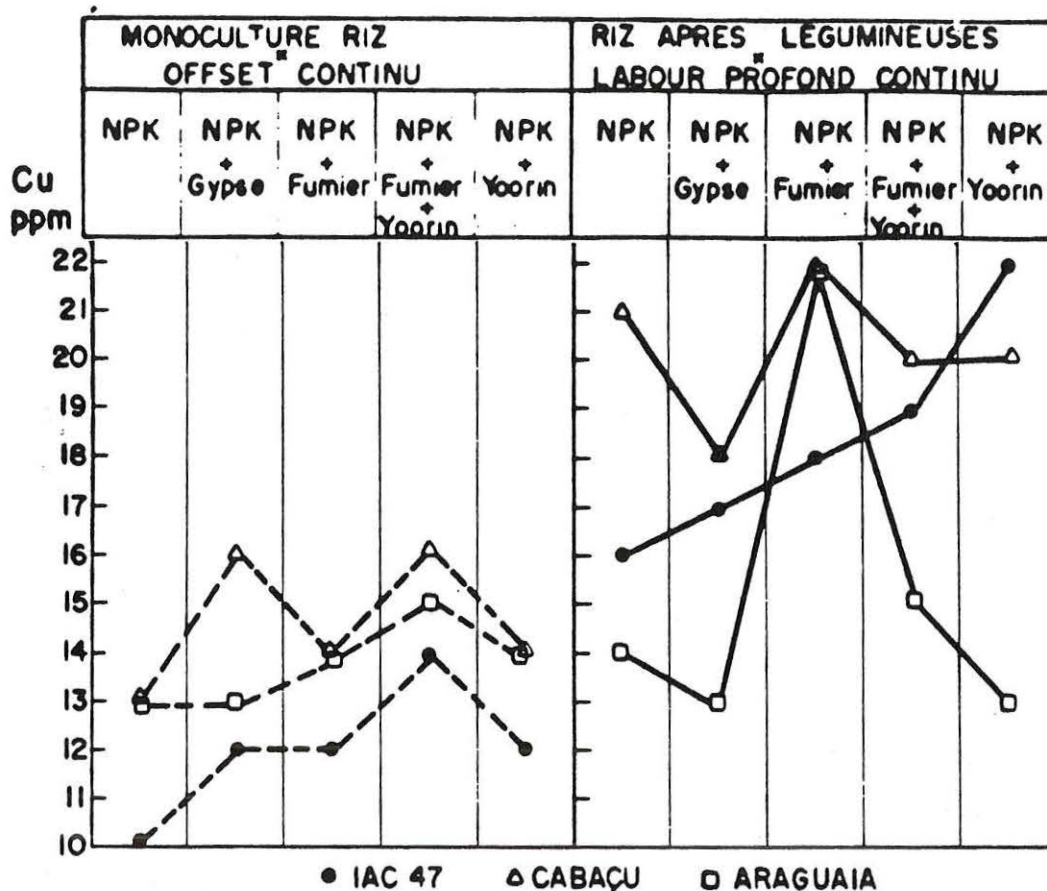


FIG. 17

ppm DE Cu DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

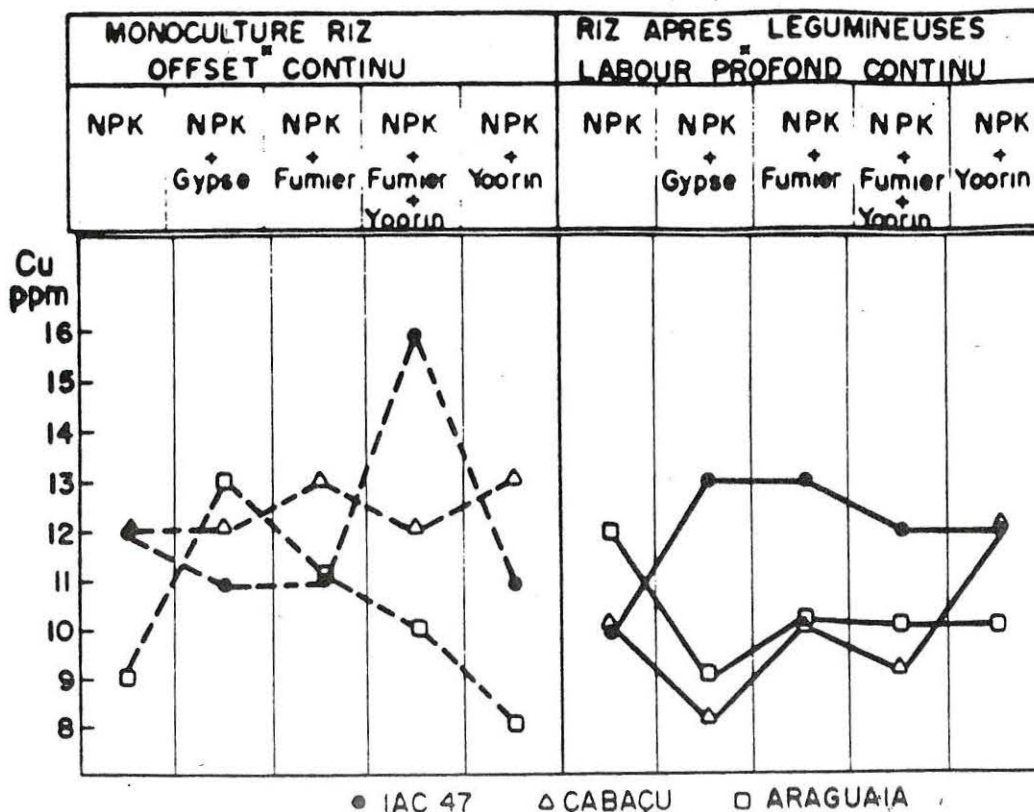


FIG. 18

ppm DE Cu DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

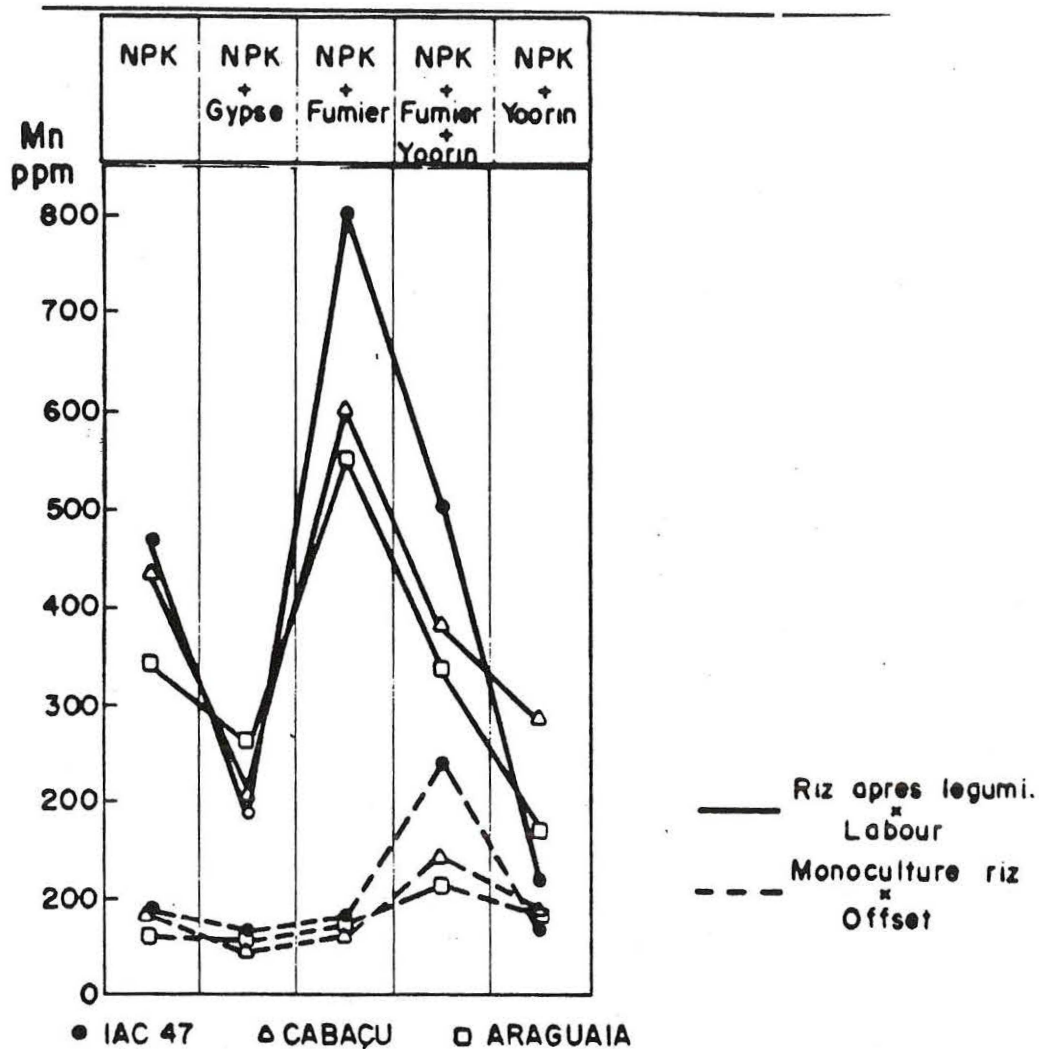


FIG. 19 ppm DE Mn DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

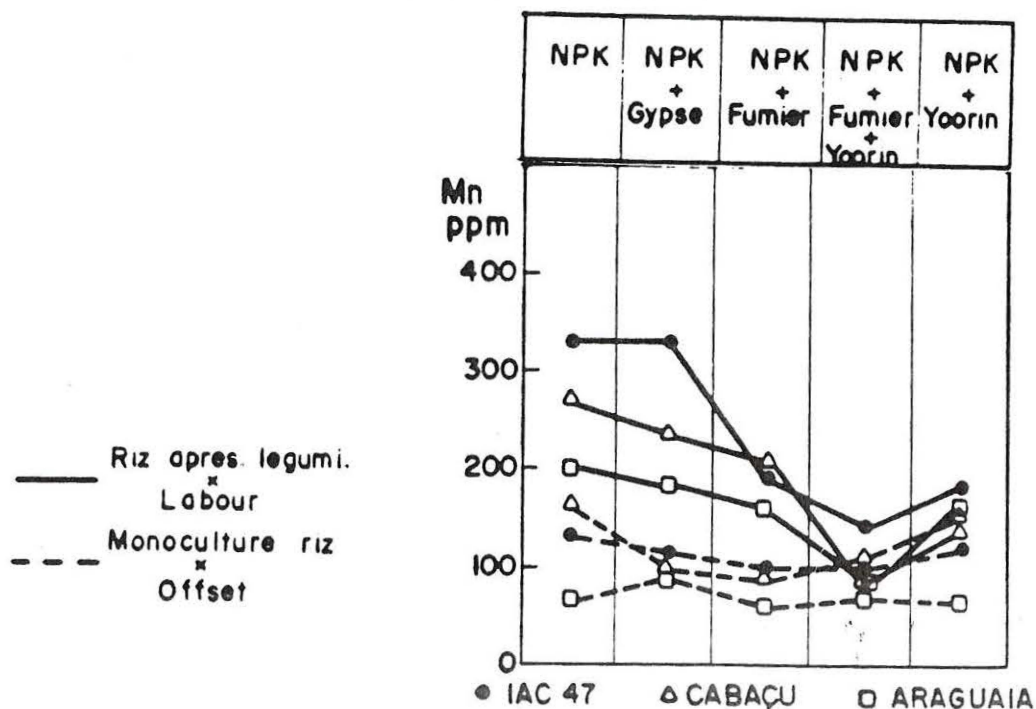


FIG. 20 ppm DE Mn DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL 45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

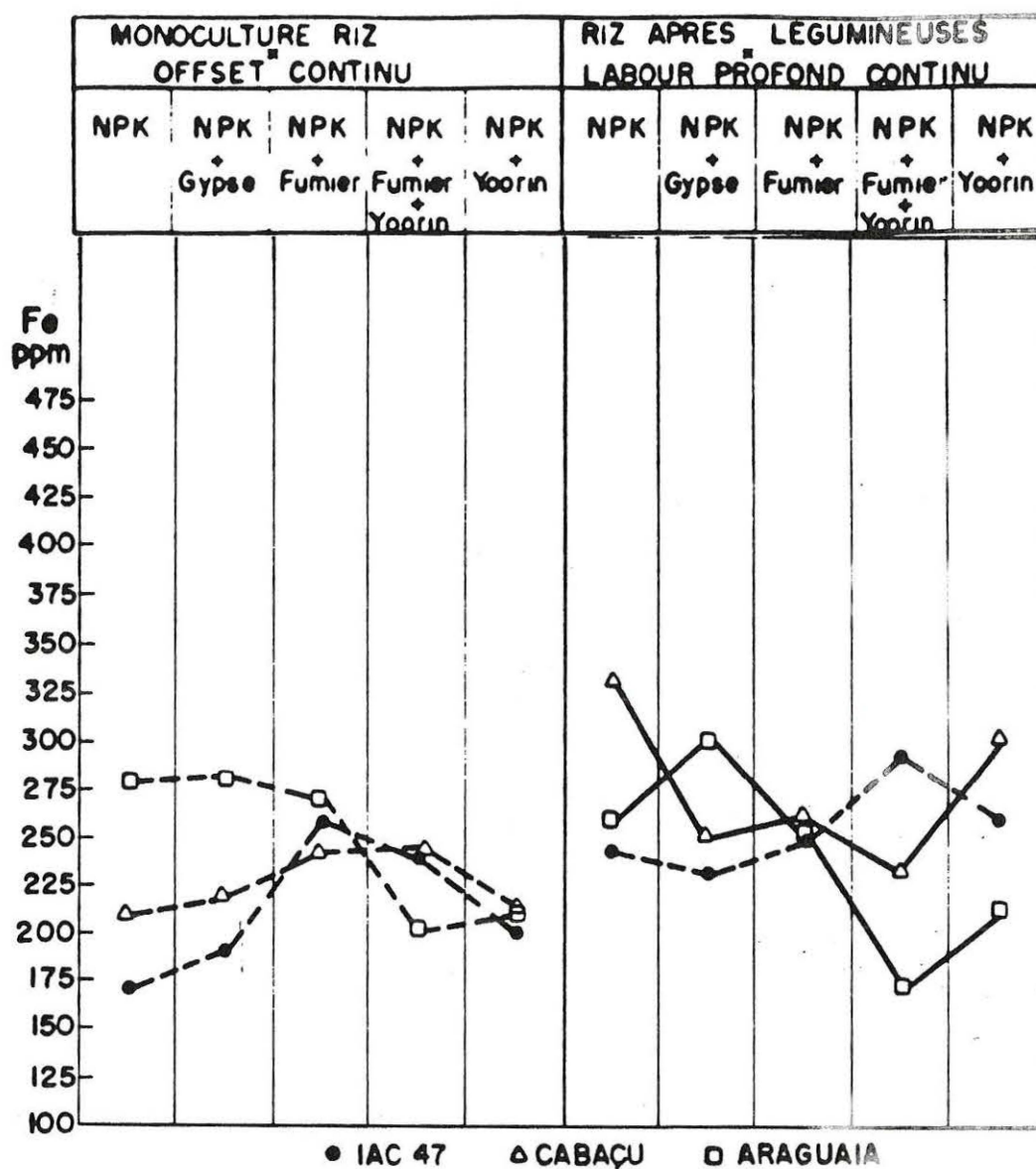


FIG. 21 ppm DE Fe DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1987.

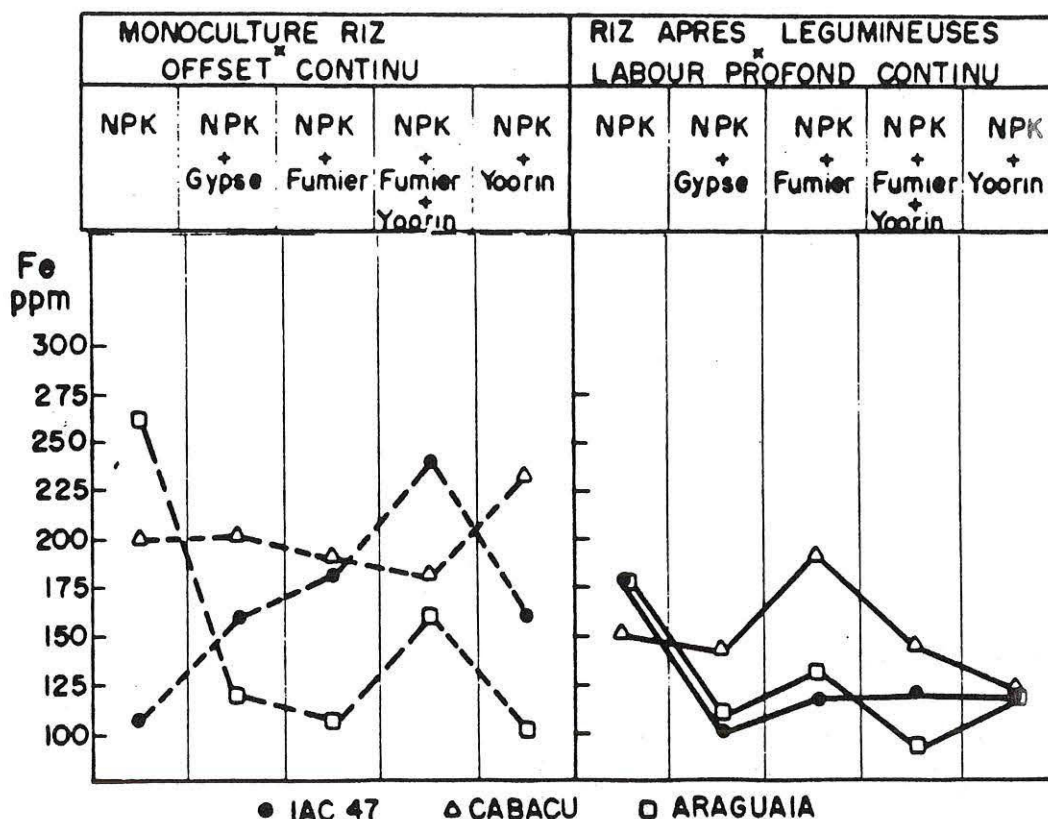


fig. 22 ppm DE Fe DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ PLUVIAL
45 JOURS APRES SEMIS SOUS DIVERS MODES
DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

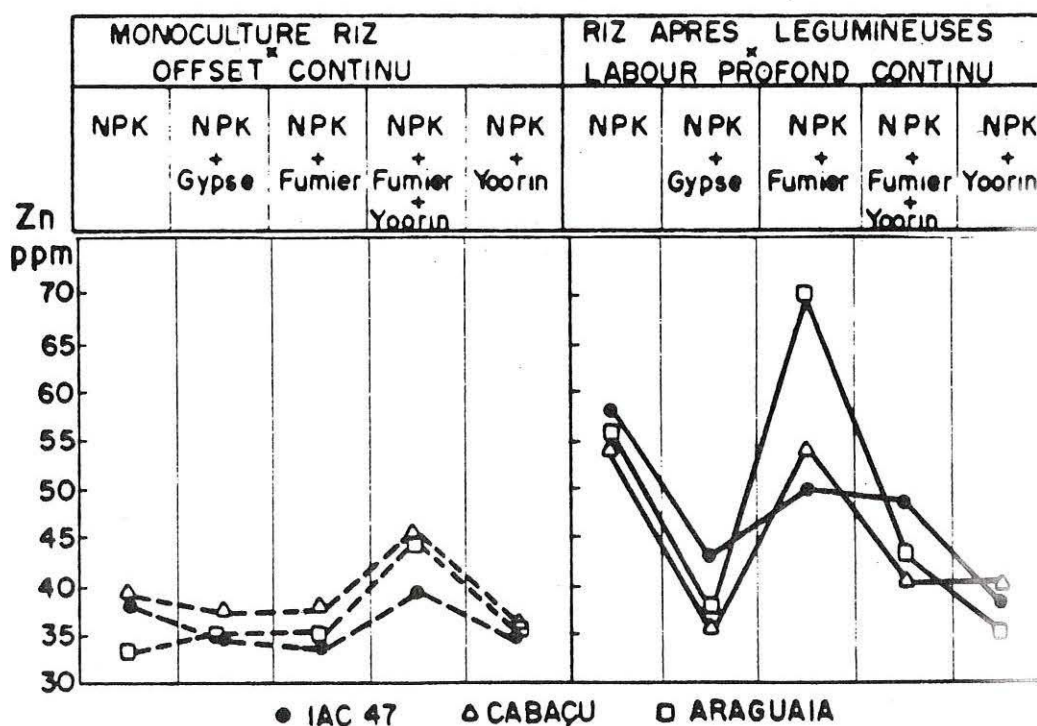


FIG. 23 ppm DE Zn DANS LA 6^e FEUILLE DE RIZ
PLUVIAL A 45 JOURS APRES SEMIS SOUS
DIVERS MODES DE GESTION DU SOL
GOIANIA, 1987.

● De manière générale, les niveaux d'alimentation minérale sont excessivement fluctuants, et largement variables d'une année sur l'autre, sur le mode de gestion « travail à l'offset x monoculture » quels que soient les fumures et les variétés ; ces fortes fluctuations d'alimentation minérale, assez anarchiques, reflètent vraisemblablement les hétérogénéités de développement racinaire provoquées par ce mode de gestion ; cependant, les niveaux nutritionnels mesurés tant pour les macro que pour les oligo-éléments sont toujours supérieurs aux seuils critiques cités dans la littérature (Chapman, 1964 ; Tanaka et Yoshida, 1970, Mikkelsen et Hunziker, 1971, Fageria, 1966c, IRAT, 1976) et ne traduisent ni déficience, ni carence (Tableau XI).

● Sur le mode de gestion « labour x rotation avec légumineuses », les réponses variétales aux traitements sont plus cohérentes et homogènes, traduisant des similitudes et des tendances d'absorption minérale voisines pour les trois variétés, tant pour les macroéléments N, P, K, Ca, Mg que pour les oligo-éléments Zn et Mn ; par contre, les niveaux d'absorption du Fe et du Cu varient toujours de manière assez anarchique d'une année sur l'autre en fonction des différents traitements fumures.

● Le mode de gestion labour favorise durant les deux années et pour les trois variétés une plus forte absorption du Mn, Ca, Mg et K surtout en deuxième année sur les traitements « NPK + fumier », « NPK + fumier + thermophosphate », « NPK + thermophosphate ».

● Ce même mode de gestion induit, par rapport au mode de gestion offset, une assimilation plus forte à l'azote soluble sur la variété Cabassou, un niveau moyen d'absorption nettement plus faible pour la variété IAC 47, excepté pour le niveau de fumure « NPK + thermophosphate ».

● On enregistre cependant des réponses variétales différenciées en fonction des traitements « mode de gestion x niveau de fumure » (Figures 6 à 23) :

— ainsi IAC 47 absorbe plus de potasse que les autres variétés sur le traitement fumure « NPK + thermophosphate » sur les deux modes de gestion des sols en 1987, et sur les traitements « NPK + fumier + thermophosphate » en 1988 (Figures 11 et 12) ;

— cette même variété absorbe davantage de Mn que les deux autres, quel que soit le mode de gestion, sur le traitement fumure « NPK + fumier » en 1987, et sur les traitements NPK et « NPK + gypse » en 1988 (Figures 19 et 20) ;

— la variété Araguaia absorbe davantage de Ca que les deux autres sur le mode de gestion labour combiné aux traitements fumures NPK + gypse et NPK + fumier + thermophosphate Yoorin (Figures 13 et 14) ;

— la variété Cabassou présente une nette tendance à absorber plus de K et de Mg que les autres (Figures 11, 12, 15 et 16).

● Sur le mode de gestion labour, on observe pour toutes les variétés une variation en sens inverse, des niveaux d'absorption en Mg et Zn en 1987 :

— les maximums d'absorption de Mg sont enregistrés sur les traitements « NPK + gypse », « NPK + thermophosphate », « NPK + thermophosphate + fumier » ;

— les minimums sont obtenus sur NPK, « NPK + fumier » (Figures 15, 16 et 23).

Les niveaux d'absorption de Zn suivent la tendance inverse.

● Sur ce même mode de gestion, Mg et Ca varient dans le même sens durant les deux années, avec des maximums d'absorption sur « NPK + gypse », « NPK + thermophosphate », « NPK + fumier + thermophosphate » la première année et seulement sur les deux dernières fumures en seconde année. Les éléments P et K montrent au cours des deux années des maximums d'absorption sur les fumures « NPK + fumier », « NPK + fumier + thermophosphate » et « NPK + thermophosphate » (Figures 9, 10, 11 et 12).

⇒ Effets des modes de gestion des sols et des cultures sur la croissance et la production de grains du riz pluvial

Les résultats relatifs aux paramètres : poids de matière sèche de 200 feuilles par parcelle élémentaire (sixième feuille) à 45 jours après le semis, nombre de panicules par mètre carré, et production en grains sont réunis dans le tableau XII et les figures 1 à 6 permettent de tirer les conclusions suivantes :

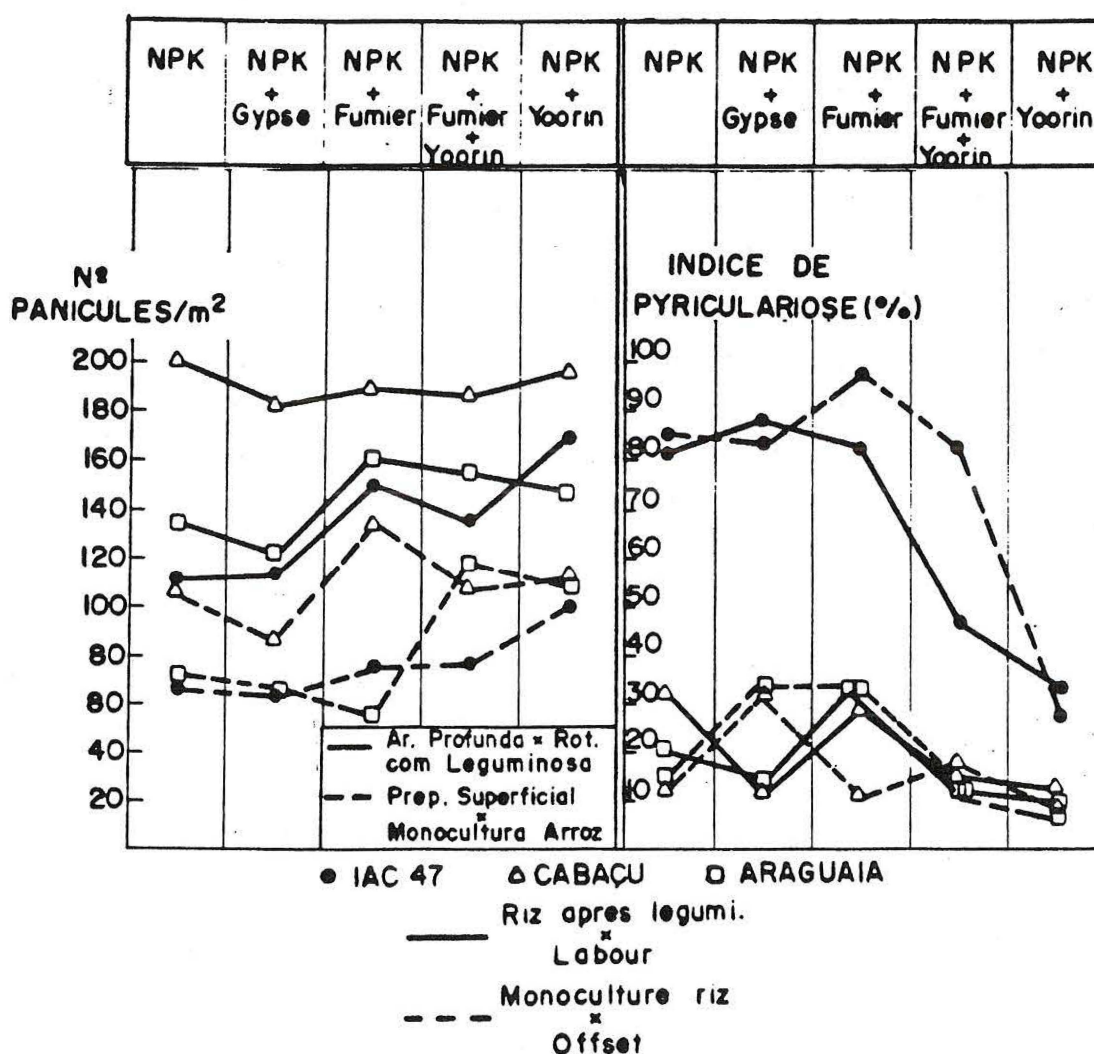


FIG. 1 NOMBRE DE PANICULES/m² ET INDICE DE PYRICULARIOSE DU RIZ PLUVIAL A LA RECOLTE SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL GOIANIA, 1987

● Quarante-cinq jours après le semis, la croissance du riz est conditionnée tout d'abord par le mode de gestion du sol « labour x rotation avec légumineuses », qui permet pour toutes les variétés de doubler en moyenne le poids de matière sèche par rapport au mode de gestion « offset x monoculture » ; ce sont ensuite les traitements fumures « NPK + fumier » et « NPK + fumier + thermophosphate » qui impriment la croissance la plus forte sur chaque mode de gestion, avec des augmentations de matière sèche de 50 à 60 % sur labour et environ 30 % sur offset ; c'est la variété Araguaia qui produit le moins de matière sèche, quel que soit le traitement ; sur offset, IAC 47 est la plus productive, et Cabassou sur le mode de gestion labour (Figure 6).

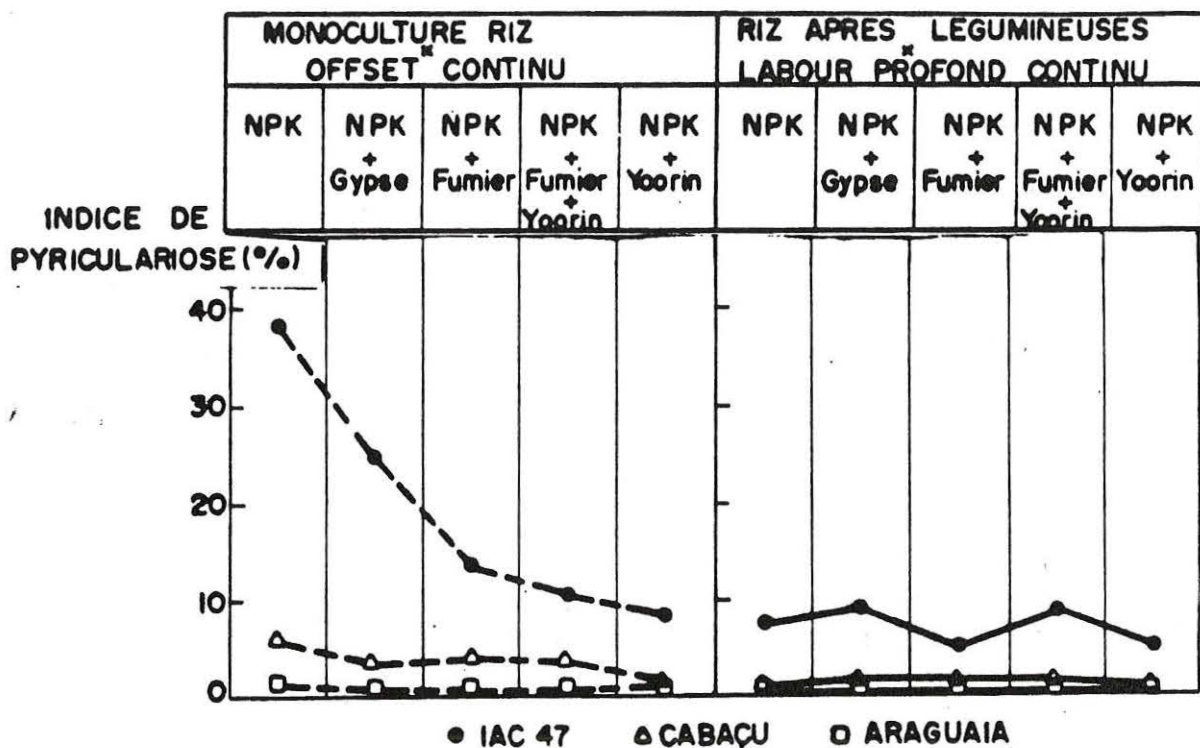


FIG. 2 INDICE DE PYRICULARIOSE DU COU A LA RECOLTE DU RIZ PLUVIAL - SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL - GOIANIA, 1988.

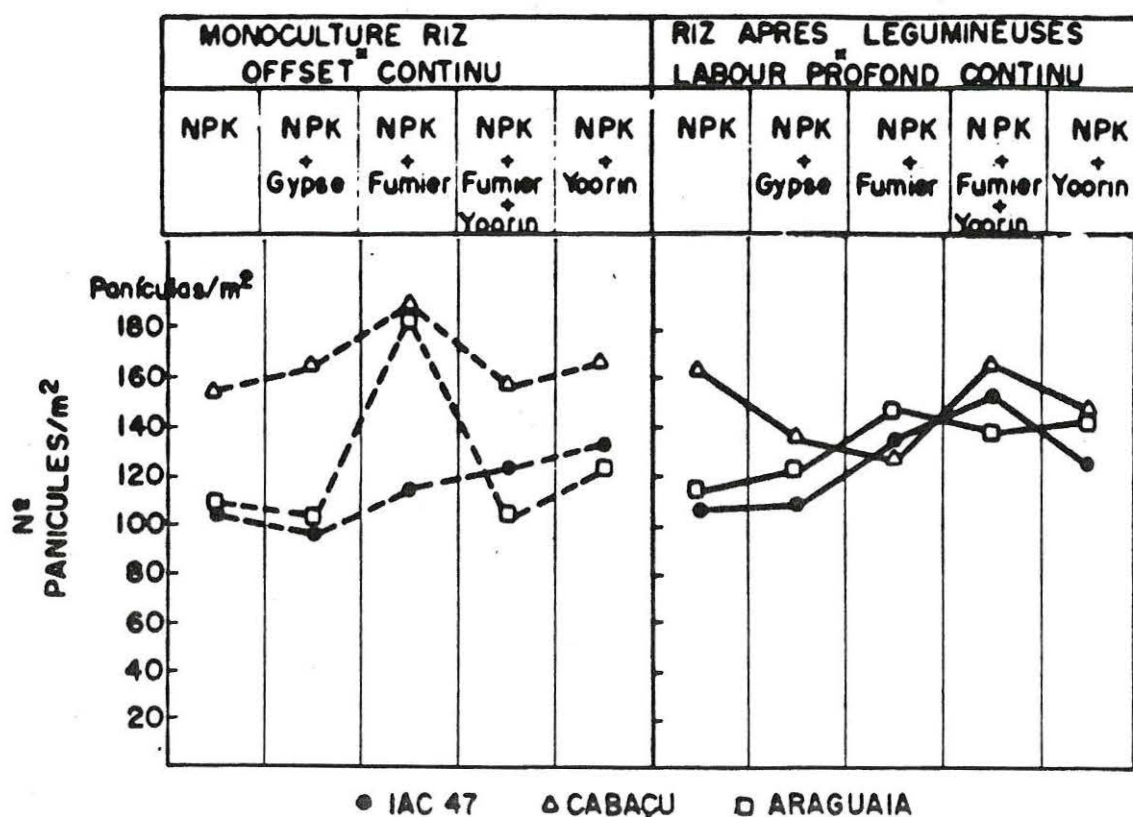


FIG. 3 NOMBRE DE PANICULES/m² DE RIZ PLUVIAL SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL GOIANIA, 1988

Tableau XII : Productivités en kilogrammes de grains par hectare de trois variétés de riz pluvial à résistance différentielle à la pyriculariose, cultivées sur deux modes de gestion des sols et des cultures⁽¹⁾. CNPAF, 1986-1988.

Année	Variété	Monoculture de riz x offset continu				
		NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin
86-87	IAC	942(100)	733(78)	653(69)	867(92)	1 333(141)
	Cabassou	1 667(100)	1 567(94)	2 367(142)	2 501(150)	2 133(128)
	Araguaia	633(100)	900(142)	1 187(186)	1 167(184)	1 231(194)
	Moyenne 3 variétés	1 081(100)	1 067(98)	1 402(130)	1 512(140)	1 566(145)
87-88	IAC 47	1 105(100)	1 040(94)	1 442(130)	1 515(137)	1 400(127)
	Cabassou	1 695(100)	1 740(103)	2 132(126)	2 110(124)	2 022(119)
	Araguaia	1 255(100)	1 582(122)	1 505(120)	1 520(121)	1 442(115)
	Moyenne 3 variétés	1 352(100)	1 454(108)	1 693(125)	1 715(127)	1 621(120)
Année	Variété	Rotation riz-légumineuses x labour continu				
		NPK	NPK + gypse	NPK + fumier	NPK + fumier + Yoorin	NPK + Yoorin
86-87	IAC 47	1 367(145)	1 943(206)	1 867(198)	2 880(306)	3 733(396)
	Cabassou	3 400(204)	4 593(275)	3 653(219)	4 473(269)	4 267(256)
	Araguaia	1 967(311)	2 531(400)	2 293(362)	4 371(691)	3 587(567)
	Moyenne 3 variétés	2 245(208)	3 022(280)	2 604(241)	3 908(362)	3 862(357)
87-88	IAC 47	1 727(156)	1 620(147)	2 495(226)	2 817(255)	2 427(220)
	Cabassou	2 675(158)	2 645(156)	3 345(197)	4 150(245)	3 277(193)
	Araguaia	2 340(186)	2 245(179)	2 597(207)	2 705(216)	2 717(216)
	Moyenne 3 variétés	2 247(166)	2 170(161)	2 812(208)	3 224(238)	2 807(208)

(1) Entre parenthèses, productivités relatives en pourcentage du traitement NPK x offset continu (témoin traditionnel). Les rendements de la variété Cabassou, cultivée en grandes parcelles (> 3 ha) sur les modes de gestion au cours des deux années, en présence de fumure NPK + thermophosphate Yoorin, ont été les suivants : en 1986-1987 sur labour : 4 244 kg/ha, sur offset : 1 976 kg/ha ; en 1987-1988 sur labour : 3 695 kg/ha, sur offset : 1 748 kg/ha. Résultats similaires à ceux obtenus sur l'essai dans les mêmes conditions.

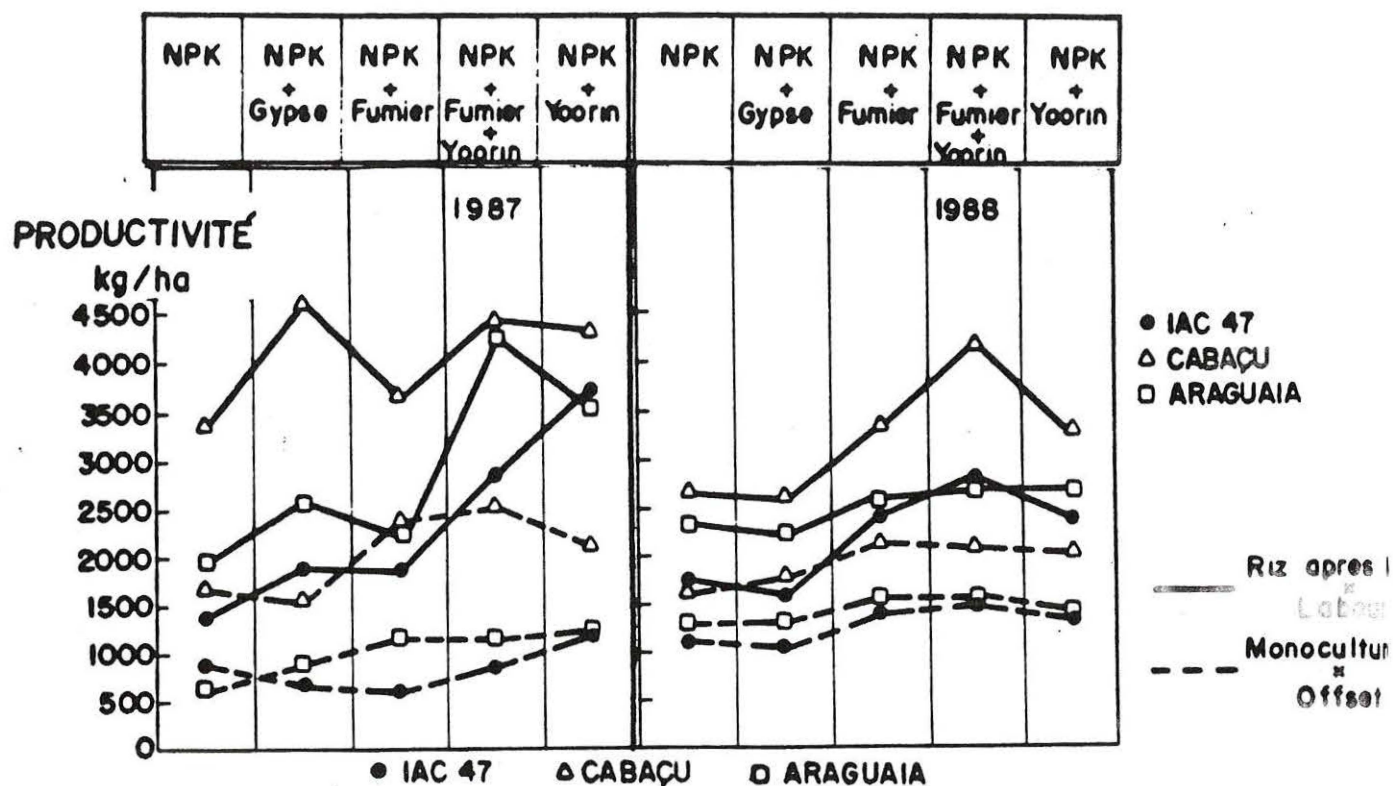


FIG. 5 PRODUCTIVITES DE RIZ PLUVIAL SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL GOIANIA, 1987 - 1988.

● A la récolte, en 1987, l'examen du paramètre « nombre de panicules par mètre carré » (Figures 1 et 3) indique que le mode de gestion labour est le facteur qui influence le plus ce paramètre en doublant quasiment le nombre de panicules par mètre carré pour toutes les variétés par rapport au mode de gestion à l'offset ; la variété Cabassou présente toujours un nombre de panicules nettement plus élevé que les deux autres variétés.

● En 1988, cet effet déterminant du mode de gestion labour sur l'accroissement du nombre de panicules disparaît, mais se reporte sur l'augmentation du poids de grains pleins de dix panicules (Figure 4) avec des gains de 40 % par rapport au mode de gestion offset. Le mode de gestion labour conditionne donc très largement et la croissance végétative à 45 jours après le semis et le nombre ou le poids des panicules à la récolte.

● Sur la productivité de grains, le facteur mode de gestion du sol est le plus important de la formation de la production ; l'augmentation moyenne des rendements due au mode de gestion labour par rapport à l'offset, toutes variétés et traitements fumures confondus, est de plus de 136 % en 1987 et de plus de 69 % en 1988. Dans le même temps, les augmentations de rendements dues aux facteurs variétés et fumures sont respectivement de plus de 83 % et de plus de 58 % en 1987 et de 47 % et 41 % en 1988 (Tableaux XII et XIII, Figure 5). Les traitements fumure « NPK + fumier », « NPK + fumier + thermophosphate » et « NPK + thermophosphate » sont générateurs des rendements moyens les plus élevés, toutes variétés et tous modes de gestion confondus.

● La variété Cabassou se classe au cours des deux années nettement au-dessus des deux autres, quels que soient le mode de gestion et le niveau de fumure, de part ses niveaux de rendements, sa stabilité et sa rusticité, exprimés sur tous les traitements (Tableau XIII et Figure 5) :

Tableau XIII : Analyse statistique des effets principaux des divers traitements.

A - Traitements fumures

Année 1986-1987				Année 1987-1988			
Classement Tukey (PPDS = 424,45)				Classement Tukey (PPDS = 138,26)			
Traitement	Productivité (kg/ha)	Classe	Productivité relative (%)	Traitement	Productivité (kg/ha)	Classe	Productivité relative (%)
NPK + Yoorin	2 787	A	158	NPK + Yoorin	2 716	A	141
NPK + fumier + Yoorin	2 425	A	137	NPK + fumier + Yoorin	2 581	AB	134
NPK + fumier	1 981	B	123	NPK + fumier	2 477	B	129
NPK + gypse	1 946	B	110	NPK	1 952	C	101
NPK	1 767	B	100	NPK + gypse	1 927	C	100
CV = 18,78 %				CV = 9,15 %			

B - Variétés

Année 1986-1987				Année 1987-1988			
Classement Tukey (PPDS = 279,6)				Classement Tukey (PPDS = 92,8)			
Variété	Rendement (kg/ha)	Classe	Productivité relative (%)	Variété	Rendement (kg/ha)	Classe	Productivité relative (%)
Cabassou	3 076	A	183	Cabassou	2 911	A	147
Araguaia	1 972	B	118	IAC 47	2 095	B	124
IAC 47	1 676	C	100	Araguaia	1 986	C	100

* Coefficient de régression production x pyriculariose pour IAC 47 : R = 0,70609.

C - Effet moyen du facteur mode de gestion du sol et des cultures sur la productivité (kg/ha).

	Année 1986-1987	Année 1987-1988
I Monoculture x offset	1 326	1 567
II Rotation riz légumineuse x labour	3 128	2 652
II/I Pourcentage	236	169

— sur le mode de gestion « offset x monoculture », sa production moyenne durant les deux années est voisine de 2 000 kg/ha contre des rendements moyens dérisoires pour IAC 47 et Araguaia de 1 000 kg/ha en 1987, et de près de 1 300 kg/ha en 1988 ;

— sur le mode de gestion « labour x rotation avec légumineuses » la productivité moyenne de Cabassou est voisine de 4 000 kg/ha en 1987 et proche de 3 500 kg/ha en 1988 (Tableaux XII et XIII, Figure 5).

● En 1987, année des plus fortes attaques de pyriculariose, la variété Araguaia atteint une productivité moyenne supérieure à celle de IAC 47. Cependant, dans le cas du traitement combinant le mode de gestion labour avec la fumure thermophosphate, IAC 47 produit 3 733 kg/ha, soit près de 200 kg/ha de plus que Araguaia. Lorsque la pression d'attaque de pyriculariose est moins sévère, comme en 1988, la productivité moyenne de IAC 47 dépasse celle d'Araguaia (Tableau 12 et Figure 5).

● Les meilleurs rendements sont obtenus au cours des deux années, pour les trois variétés, sur le mode de gestion labour combiné aux traitements fumures « NPK + fumier », « NPK + fumier + thermophosphate » et « NPK + thermophosphate ».

● Les meilleures combinaisons des facteurs étudiés et notamment celles qui allient la pratique du labour associé à la fumure NPK + fumier + thermophosphate Yoorin permettent de tripler les rendements obtenus sur le mode de gestion offset x NPK seul (Témoin), pour les trois variétés (Tableaux 12 et 13 et figure 5).

IV - Discussions et conclusions

Essai de synthèse

Les modes de gestion des sols et des cultures conditionnent à très court terme des évolutions très différenciées du profil cultural et par conséquent influencent de manière décisive les conditions de croissance du riz pluvial, sa résistance à la pyriculariose, sa productivité et sa stabilité de rendement.

La technique de labour profond continu, associée à la pratique de rotations avec légumineuses, et à l'utilisation de variétés adaptées, à bonne résistance horizontale et stable à la pyriculariose, constitue sans aucun doute, le premier facteur de minimisation des risques climatiques et donc économiques. Son action est déterminante pour la création d'un profil cultural profond, homogène, sans discontinuité physique, dans lequel les bases K, P₂O₅, la matière organique et l'activité biologique sont redistribués en profondeur. Il favorise à la fois l'infiltration verticale de l'eau, une faible résistance mécanique à la pénétration et en conséquence un très puissant développement racinaire dans les horizons profonds.

Des observations fines des profils culturaux sous ce mode de gestion montrent que la densité racinaire reste forte jusqu'à plus d'un mètre de profondeur, assurent ainsi une réserve utile de plus de quinze jours en phase reproductive critique, contre les risques de sécheresse (Séguy *et al.*, 1988).

Outre l'augmentation de la réserve utile d'eau, ce puissant système racinaire détermine une surface de contact sol racine considérable et décisive pour l'interception des éléments minéraux, donc pour une meilleure nutrition minérale. Il permet enfin de diluer les effets allélopathiques très négatifs pour la productivité qui sont liés à la pratique de la monoculture sur ce type de sol (Séguy *et al.*, 1988) [Tableau XIV].

Au contraire, le mode de gestion « offset x monoculture » limite l'infiltration verticale de l'eau, donc la réserve utile, le développement racinaire en profondeur, par la formation d'un horizon

Tableau XIV : Effets des traitements de stérilisation du sol sur la croissance du riz pluvial en serre. Goiânia, CNPAF, 1978.

Traitement de stérilisation de sol en monoculture de riz depuis 4 ans	Couleur du riz (variété Guarani) à 40 jours après semis	Hauteur de la plante (cm) 40 jours après semis ⁽³⁾	Poids de matière sèche (g/pied) 40 jours après semis ⁽³⁾
Non stérilisé	jaune	21	2,23
Partiellement stérilisé ⁽¹⁾	vert foncé	55,5	10,05
Totalement stérilisé ⁽²⁾	vert foncé	41,5	5,77

(1) En autoclave (1 heure).

(2) En autoclave (2 heures).

(3) Moyenne de trois répétitions.

compact entre dix et vingt centimètres ; la réserve utile d'eau est alors très faible, de l'ordre de vingt à trente millimètres, exposant les cultures aux sécheresses fréquentes ; les bases K, P_2O_5 , l'activité biologique et les composés allélopathiques inhibiteurs de croissance sont concentrés dans les dix premiers centimètres du profil où se situent 85 % des racines du riz pluvial, ce qui entraîne une nette diminution de la surface d'interception par rapport au mode de gestion labour (Séguy *et al.*, 1988). Ces résultats déterminants ont été largement démontrés et confirmés dans plusieurs conditions pédoclimatiques des cerrados du Centre-Ouest brésilien (Séguy *et al.*, 1986 ; Moreira, Mascarenc de Raissac, 1987).

Les traitements modes de gestion x niveau de fertilisation minérale et organique, sont aussi déterminants sur l'importance des dégâts causés par la pyriculariose ; la pratique du labour et de la rotation céréale-légumineuse associée aux niveaux de fumure minérale NPK + thermophosphate + fumier permet de limiter fortement les dégâts à la fois foliaires et sur les cous sur la variété la plus sensible qui a pu ainsi produire plus de 3 500 kg/ha la première année et 2 800 kg/ha la seconde année alors qu'elle est dans le même temps détruite à plus de 80 % en 1987 et à plus de 40 % en 1988 sur travail superficiel x monoculture avec fumure minérale NPK.

La fumure minérale NPK + thermophosphate Yoorin, en présence de fumier ou non, s'avère, durant les deux années, une pratique entraînant la plus forte réduction des attaques sur les cous pour les deux modes de gestion. Il faut voir là, vraisemblablement une action globale décisive du thermophosphate Yoorin, comme fournisseur équilibré d'éléments minéraux non directement assimilables par la plante qui permettent grâce à l'activité biologique accrue qui résulte de son utilisation, une nutrition plus équilibrée de la plante en N, P_2O_5 , K, Ca, Mg et oligo-éléments. **5102 -**

Conclusions sur le plan méthodologique

Cet exemple de travail de recherche montre combien sont délicats les choix des facteurs d'étude et des paramètres explicatifs pour caractériser leur influence sur la productivité du riz pluvial et sur l'incidence de la pyriculariose.

Dans le cas présent, les paramètres mesurés sur le profil cultural peuvent être considérés comme satisfaisants pour expliquer, à l'échelle macroscopique dans un premier temps, les différences de qualité des relations eau-sol-culture engendrées par les modes de gestion des sols. En montrant comment ces modes de gestion conditionnent le développement racinaire, ils annoncent des différences de nutriments minérale et hydrique, et donc de productivité.

L'analyse foliaire, au contraire, s'avère dans cette étude un outil peu significatif, tant les conditions nutritionnelles sortent des normes habituelles d'interprétation ; en effet, des niveaux de productivité dérisoires, inférieurs à 1 000 kg/ha présentent des niveaux nutritionnels considérés comme adéquats selon les références d'interprétation usuelles (Chapman, 1984 ; Tanaka et Yoshida, 1970 ; Nikkelson et Hunziker, 1971 ; Fageria, 1976c ; IRAT, 1976). Il apparaît donc évident que les notions de niveaux critiques, déficience, carence et toxicité doivent être précisées dans nos conditions pédoclimatiques de culture.

Une première approche peut être extraite de cette étude en considérant que les niveaux nutritionnels qui induisent les rendements les plus élevés et les plus stables sont les niveaux considérés comme adéquats pour nos conditions de culture ; il se trouve en outre, que ces mêmes niveaux sont ceux qui minimisent l'importance des dégâts par la pyriculariose. A partir de ce concept, on peut déjà conclure, que les meilleurs modes de gestion du sol pour l'obtention de hauts rendements, stables, peu sensibles aux attaques de pyriculariose, même pour les variétés les moins résistantes, sont ceux qui combinent : labour profond en rotation avec légumineuse, et les niveaux de fumure « NPK + fumier + thermophosphate Yoorin » ou « NPK + thermophosphate Yoorin » ; le premier niveau de fumure est le plus productif, et le second, quoique un peu moins productif, garantit une meilleure protection contre la pyriculariose. Dans les deux cas, les intervalles nutritionnels qui peuvent être proposés comme adéquats pour la sixième feuille de riz, quarante-cinq jours après le semis sont les suivants :

-
- N soluble : 7 à 11 % ;
 - N total : 3,8 à 5,2 % ;
 - P : 0,20 à 0,28 % ;
 - K : 2,6 à 3,6 % ;
 - Ca : 0,28 à 0,44 % ;
 - Mg : 0,28 à 0,38 % ;
 - Zn : 35 à 50 ppm ;
 - Mn : 80 à 450 ppm ;
 - Cu : 9 à 22 ppm.

Enfin, ce type de recherche a hiérarchisé les facteurs édaphiques les plus significatifs pour expliquer le comportement de la culture de riz pluvial et en particulier sa productivité, sa stabilité de rendement et sa susceptibilité à la pyriculariose. Cela montre bien la vanité et la portée dérisoire d'essais thématiques sur un ou deux facteurs contrôlés, si l'on n'a pas au préalable élucidé, comme dans cette étude, les grandes voies de réponse de la culture qui correspondent à la hiérarchisation des facteurs les plus limitants comme les plus favorables, tout en précisant quels paramètres permettent le mieux d'expliquer cette hiérarchisation. Ce travail a ainsi notamment servi à fournir pour l'amélioration variétale du riz pluvial, deux supports à profils cultureux différenciés pour effectuer la sélection variétale à la fois en conditions dites défavorables (traitement « offset x monoculture x NPK ») et favorables (traitement « labour x rotation avec légumineuse x [NPK + thermophosphate] »), dans une même parcelle sous les mêmes conditions climatiques.

Références bibliographiques

Chapman H.D., 1964. Foliar sampling for determining the nutrient status of crops world crops. 16 : 35-6.

Fageria N.K., 1976c. Identificacao de disturbios nutricionais do arroz e sua correção. Goiânia, EMBRAPA-ENPAF, boletim tecnico 12, 27 p.

Nikkelsen D.S, Hunziker R.R., 1971. A plant analysis survey of California rice. Agrochem., 14 : 18-22.

Séguy L. *et al.* Mise au point de modèles de systèmes de production en culture manuelle à base de riz pluvial, utilisables par les petits producteurs de la région de cocais au nord-est du Brésil, Etat du Maranao. Agronomie Tropicale XXXVII-3.

Séguy L., Bouzinac S. *et al.*, 1987. Development of stable cropping systems board on upland rice and adapted to regional agrosocioeconomic conditions. Document interne IRAT.

Séguy L., Bouzinac S *et al.*, 1988. Perspectiva de fixação da agricultura na região centro-norte do Mato Grosso. EMBRAPA-CNPAP/CIRAD-IRAT.

Séguy L., Bouzinac S, Kluthcouski J., Pacheco A., *et al.*, 1989. Os modos de gestão do solo e das culturas : a saída para a aproz de sequeiro. Document interne EMBRAPA-CNPAP (en publication). *conv. sequeiro*

Séguy L., Nottoghem J.-L., Bouzinac S., 1981. Etude des interactions sols-variétés de riz : pyriculariose dans l'Ouest Cameroun. IRAT-GERDAT. Compte rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose 18-21 mars 1981.

Séguy L., Bouzinac S., Pacheco A., Kluthcouski J., 1989. Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux modes de gestion en semis direct, adaptés aux Cerrados du Centre-Ouest brésilien. EMBRAPA-CNPAP/CIRAD-IRAT. Document interne IRAT/CNPAP.

Tanaka A., Yoshida S., 1970. Nutritional disorders of the rice plant in Asia, Los Baños. Inst. Rice Res. Institute 1970, . Tech. Bull, 10, 51 p..

- Winslow, H.D., 1992. Silicon, Disease Resistance and Yield of rice genotypes under upland cultural conditions. publicado in Crop Sci. 32 : 1208-1213.

Séguy L.; Bouzinac S.; Moreira, J.A.A.; De Raissac M., Kluthcouski, 1989. Influence of soil management patterns on maintenance of fertility in the Brazilian central plateau. International Symposium on Rice Production on Acid Soils of the Tropics. Kandy (LKA).