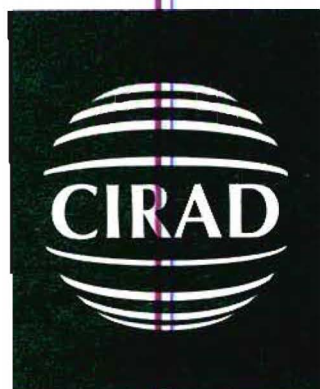


Département des cultures annuelles
Documents de travail du CIRAD-CA
N° 2-96 - Mai 1996



Le soja au Brésil : production et systèmes de culture

L. Séguy, S. Bouzinac*

*a/c Tasso de Castró - CP 504 - Agencia central
Goiânia - GO - 74001 - 970 - Brésil
Téléphone et fax : (062) 280 62 86

Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement

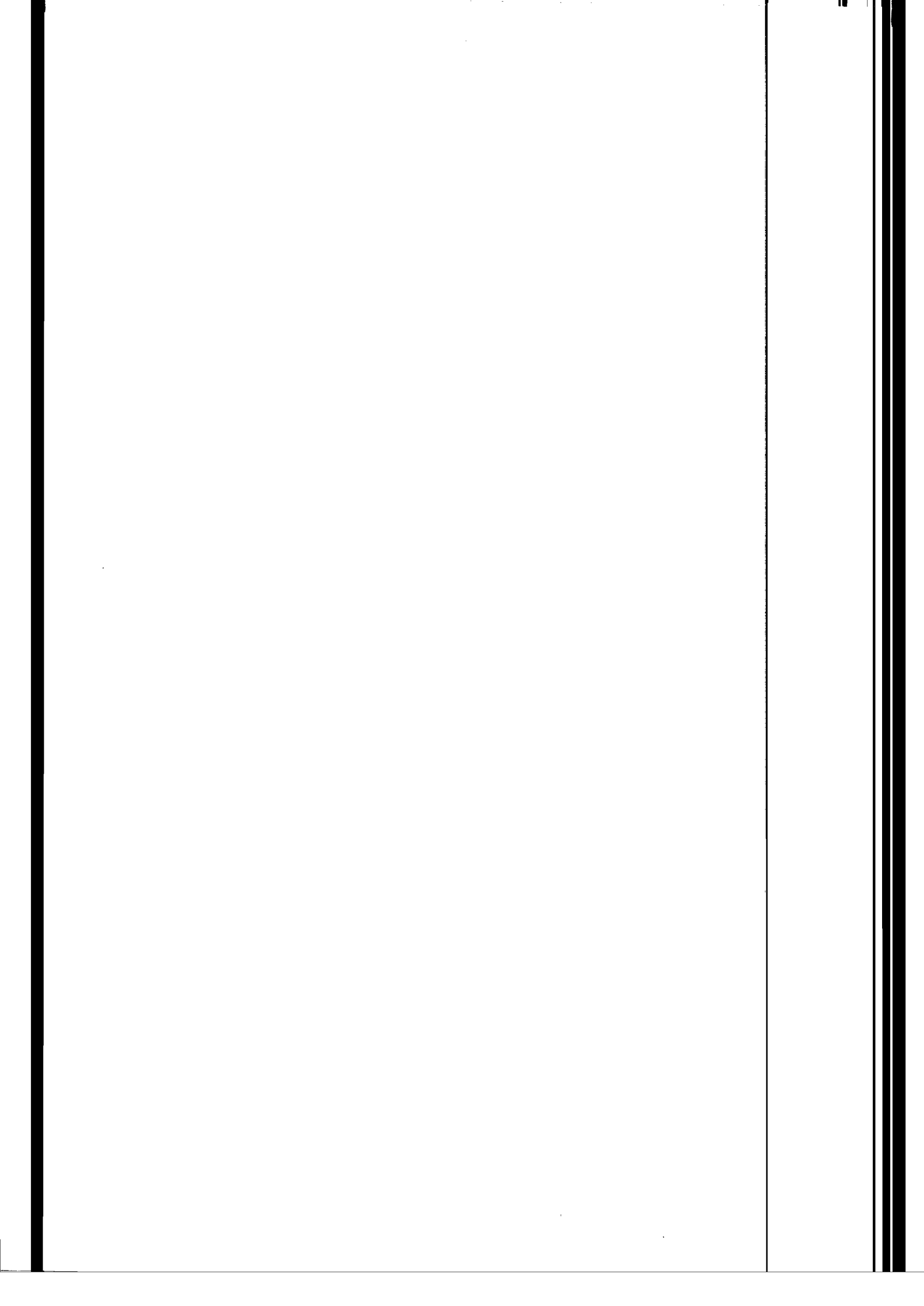
Département des cultures annuelles
Documents de travail du CIRAD-CA
N° 2-96 - Mai 1996

Le soja au Brésil : production et systèmes de culture

L. Séguy, S. Bouzinac*

*a/c Tasso de Castró - CP 504 - Agencia central
Goiânia - GO - 74001 - 970 - Brésil
Téléphone et fax : (062) 280 62 86

Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement



RÉSUMÉ

Le soja au Brésil : production et systèmes de culture

L. Séguy et S. Bouzinac

En vingt ans, le Brésil est devenu le deuxième producteur mondial de soja, avec une production annuelle de plus de 21 millions de tonnes, et le premier exportateur mondial de farine de soja. Ce résultat exceptionnel a été obtenu grâce à des facteurs économiques incitatifs et à un dispositif national remarquable de recherche, de vulgarisation et de coopératives.

Cet ouvrage décrit les nouveaux systèmes de culture en semis direct qui ont permis d'étendre la production, initialement concentrée dans les Etats du Sud, vers le Sud-Est, le Centre-Ouest et le Nordeste, dans les sols ferrallitiques de savanes qui composent la région des *cerrados*. Des informations générales sont fournies sur les techniques culturales et les variétés améliorées, ainsi que des conseils pour contrôler les maladies du soja, les adventices et les ravageurs. Les aspects économiques majeurs sont aussi signalés.

Mots-clés : soja, systèmes de culture, techniques culturales, maladies, adventices, ravageurs, économie; Brésil.

SUMMARY

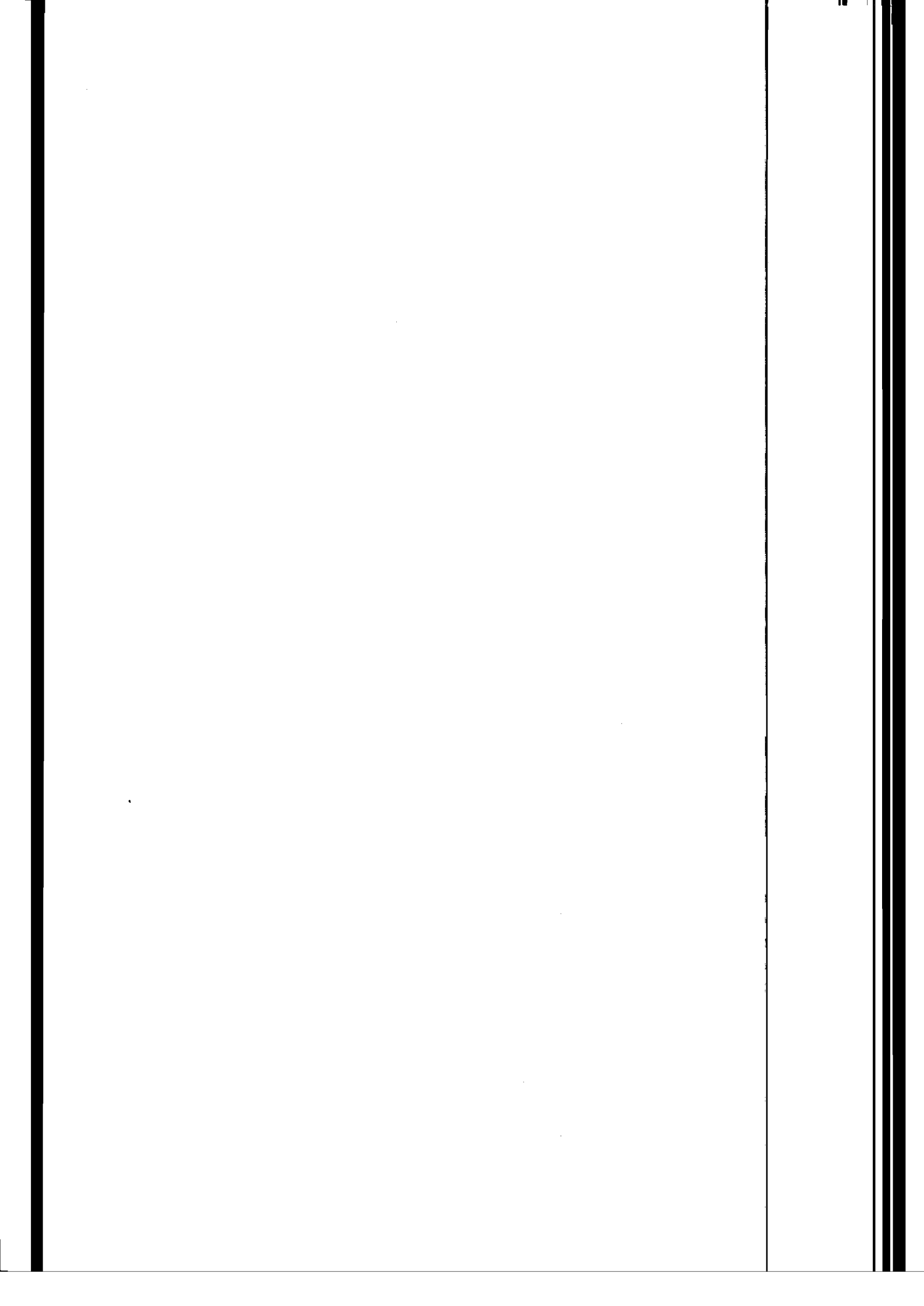
Soybean in Brazil: production and farming systems

L. Séguy and S. Bouzinac

Over the last twenty years Brazil has become the world's second-largest producer of soybeans, with an annual production of over 21 million tonnes, and the largest exporter of soybean flour. This remarkable result has been achieved thanks to the incentive of economic factors and to an excellent national system of research, extension and cooperatives.

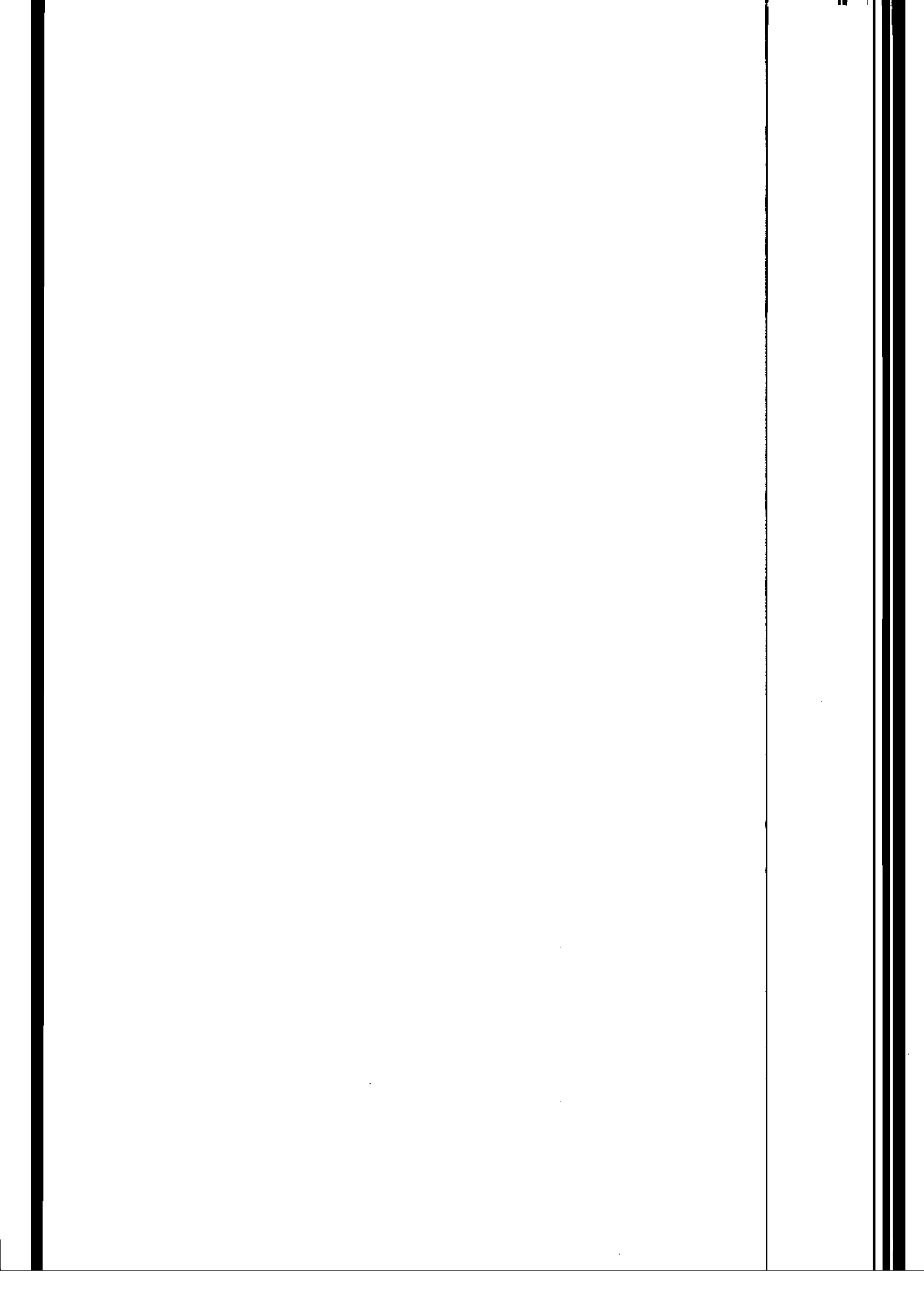
This book describes the new cropping systems using direct seeding that have made it possible to expand production, initially concentrated in the southern states, to the South-East, the Centre-West and the Nordeste region, in the laterite savannah soils of the *cerrados*. General information on cultivation techniques and improved varieties is given, together with advice on the control of soybean diseases, weeds and pests. The principal economic aspects are also discussed.

Key words: soybeans, cropping systems, cultivation techniques, diseases, weeds, pests, economy, Brazil.



SOMMAIRE

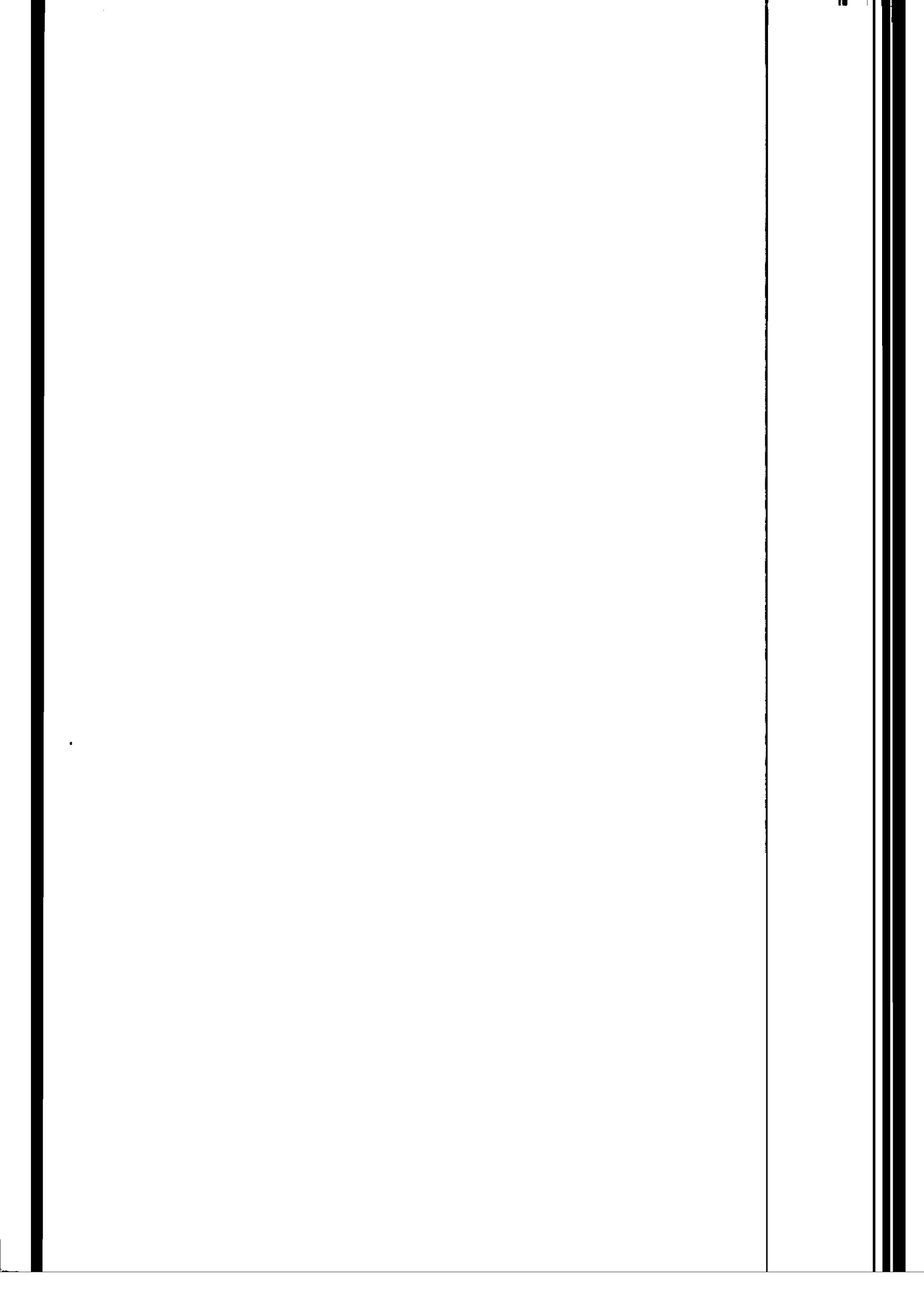
INTRODUCTION	2
UNE PRODUCTION D'IMPORTANCE ÉCONOMIQUE RÉCENTE ET DÉCISIVE	3
FACTEURS DE PRODUCTION	5
Facteurs physiques	5
Une palette de climats	5
Une mosaïque de sols	5
Régions traditionnelles ou d'expansion de la culture	7
Autres facteurs	7
Amélioration variétale	7
Dispositif coopératif	10
LES SYSTEMES DE CULTURE	10
Le système traditionnel en voie de régression	10
Nouveaux systèmes en semis direct	12
RECOMMANDATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES	13
Protection des sols contre l'érosion	13
Modes de gestion du sol et des cultures	13
Fertilisation minérale	16
La correction de l'acidité des sols	17
Fertilisation phosphatée de correction et d'entretien	18
Fertilisation potassique de correction et d'entretien	18
La fertilisation en oligo-éléments	19
Traitements des semences	19
Densité de semis	20
CONTRÔLE DES ADVENTICES	20
DIAGNOSTIC ET CONTRÔLE DES RAVAGEURS	22
Les insectes ravageurs principaux	22
Les insectes ravageurs secondaires	22
Les ennemis naturels des ravageurs	22
Le contrôle des insectes ravageurs	23
CONTRÔLE DES MALADIES DU SOJA	23
ASPECTS ÉCONOMIQUES MAJEURS DE LA CULTURE DE SOJA	25
LES VOIES DU FUTUR	28
Pour la recherche sur les systèmes de culture	28
Recherche thématique	28
Développement et politique agricole	28
BIBLIOGRAPHIE	29
ANNEXES	33



INTRODUCTION

En 20 ans, le Brésil est devenu le 2ème producteur mondial de soja, avec une production annuelle de plus de 21 millions de tonnes, et le premier exportateur mondial de farine de soja. Ce résultat exceptionnel en milieu tropical, a été obtenu grâce, simultanément, à une série de facteurs économiques incitatifs endogènes et exogènes et grâce à un dispositif national de recherche, de vulgarisation et de coopératives, remarquable. C'est en particulier, grâce à la création et à la diffusion de variétés adaptées aux basses latitudes que la production, concentrée dans les Etats du sud jusqu'à la fin des années 70, a pu se développer rapidement vers les Etats du Centre-Ouest et du Nord, dans l'immense réservoir de sols ferrallitiques des savanes arbustives et herbeuses : les "Cerrados". Le système traditionnel de culture du soja, basé sur la succession exclusive soja-blé dans les Etats du sud et sur la monoculture dans le Centre-Ouest, pratiqué avec des techniques de travail du sol inadaptées (offsets), a été rapidement voué à la faillite économique, à cause de l'érosion catastrophique et continue du capital sol qu'il provoque. Ce système regresse aujourd'hui au profit de systèmes de culture en semis direct sur couverture morte qui occupent déjà plus de 4 millions d'hectares. Ces nouveaux systèmes, très diversifiés, protègent totalement le sol contre l'érosion, minimisent les pertes d'éléments nutritifs dans le système sol-plante. Ils permettent de mieux maîtriser les facteurs de production, d'augmenter la capacité d'utilisation des équipements mécanisés, leur durabilité. Ils offrent des marges nettes plus élevées et plus stables aux agriculteurs.

Des recommandations techniques de portée générale, à l'échelle du continent brésilien, peuvent être énoncées pour la construction de ces systèmes de culture ; elles portent sur : les modes de gestion des sols et des cultures, la correction de l'acidité des sols et la fumure minérale du soja, le contrôle des adventices, des insectes ravageurs et des maladies. Les performances technico-économiques des meilleurs systèmes de culture en semis direct sont évoquées et montrent l'importance déterminante du choix des systèmes pour assurer la pérennité de la culture de soja sur le territoire brésilien, dans une agriculture durable et lucrative.



UNE PRODUCTION D'IMPORTANCE ÉCONOMIQUE RÉCENTE ET DÉCISIVE

Jusqu'en 1970, le soja n'avait aucune importance économique, comparée aux cultures de canne à sucre, café, orange, coton, haricots, riz et maïs. C'est à partir de la fin des années 1980, que la production de soja a connu un développement extraordinaire, lui donnant une importance économique décisive aux plans national et international.

De 1,5 million de tonnes en 1970, la production est passée à 15 millions de tonnes en 1980, puis 21 millions de tonnes en 1992/93, plaçant le Brésil au rang de 2ème producteur mondial.

Cette croissance extraordinaire a été due, simultanément, à une série de facteurs déterminants, exogènes et endogènes (Roessing A.C., Auvray Guedes C, 1993) :

- augmentation significative du prix réel des produits primaires au début des années 1970, notamment pour le soja et ses dérivés ;
- conditions favorables du marché externe à la commercialisation du soja brésilien, qui se produit justement dans la période annuelle de non production américaine ;
- adaptation de cultivars du sud des Etats-Unis dans la région sud du Brésil, avec création du système de culture soja-blé dans les Etats de Rio Grande do sul et du Parana, les plus gros producteurs ;
- disponibilité d'une solide structure coopérativiste, montée dans ces Etats du sud, pour répondre d'abord aux nécessités des producteurs de blé, et qui a ensuite profité au soja, donc au système soja-blé.
- augmentation progressive de la capacité de trituration du soja pour répondre à la double nécessité de fournir le marché intérieur brésilien en huile alimentaire et de la politique brésilienne d'exportation qui a stimulé les exportations, comme la farine de soja : la capacité de traitement est passée de 1 400 000 tonnes en 1970 à 21 000 000 tonnes en 1980 ;
- croissance rapide de l'aviculture brésilienne : de 275 millions de têtes en 1970 à 615 millions en 1980 ;
- grande réduction, au début des années 1970, de la production mondiale de farine de poisson utilisée dans les rations animales ;
- incitation à la production par une politique agricole brésilienne fortement subventionnée dans la décade 70-80 : grand volume de crédits, investissements et commercialisation à intérêts négatifs ;

- stimulation des exportations brésiliennes par modification d'un taux de change plus favorable à partir de 1968 ;
- subventions aux producteurs de café, au début des années 60, pour l'arrachage des plantations devant la surproduction et substitution par une culture d'exportation dans l'Etat du Parana, 7,4 % du soja entre 1970 et 1973 provient de surfaces plantées antérieurement en café ;
- enfin, appui remarquable de la recherche et de la vulgarisation, initialement concentrées dans les Etats de Rio Grande du sud et du Parana et ensuite dans les Etats du Centre Ouest ("Cerrados", fig 1, 2, 3) ; le soja a bénéficié de pressions de groupes d'intérêts économiques puissants, qui ont su stimuler fortement la recherche, la vulgarisation et les coopératives.

La participation de l'agriculture dans le PIB Brésilien se situait autour de 10 % dans la décade 1970-1980. En 1980, pour un PIB de 440,72 milliards de dollars, l'agriculture participe pour 42,13 milliards soit 9,5 % du PIB ; cette même année, la production de soja a atteint une valeur brute de l'ordre de 4,66 milliards de dollars, représentant 1,05 % du PIB Brésilien, et 11,06 % du PIB agricole.

Un autre aspect très important de la production brésilienne de soja est la participation de son complexe agro industriel dans les recettes d'exportations brésiliennes : en 1991, le soja a participé pour 1,8 % des recettes et la farine de soja seule, pour 4,4 %. A partir de 1973, la valeur des exportations du complexe soja (grain, farine, huile) a participé pour plus de 20 % du total des exportations des produits de base, constituant la principale source de revenus du secteur agroalimentaire, avec le café.

De 1989 à 1994, le Brésil exporte 19,69 % de sa production de grains, 72,74 % de celle de farine, et 25,26 % de celle d'huile ; en 1993, il produit 8,6 millions de tonnes de farine soit 32 % des exportations mondiales. Les dernières statistiques économiques mondiales montrent que les Etats-Unis sont les principaux exportateurs mondiaux de grains de soja, avec 63,60 % du marché mondial, le Brésil est leader en exportations de farine de soja avec 31,93 % du marché mondial, et l'Argentine est le premier exportateur d'huile avec 28,08 % de ce même marché mondial -(OCEPAR - Boletim tecnico, 34, 1993).

FACTEURS DE PRODUCTION

Il est impossible de décrire les systèmes de culture du soja brésilien, sans au préalable aborder, même très superficiellement, les traits majeurs du milieu physique et des zones de production.

Facteurs physiques

Une palette de climats

Le Brésil est un pays gigantesque, avec 8,5 millions de Km², géographiquement isolé par la mer à l'Est et au Nord, l'Amazonie au Nord Ouest et à l'Ouest. C'est en fait un continent, dont la latitude comprise entre 5° de latitude Nord et 33° de latitude Sud, lui confère la gamme à peu près complète des climats tropicaux : du climat amazonien le plus humide et chaud avec une pluviométrie annuelle comprise entre 2000 et 3000 mm au nord ouest, au climat le plus sec de type Soudano-sahélien à sahélien avec moins de 600 mm dans le nord-est, en passant par les climats subtropicaux et subtropicaux d'altitude au sud, proches de nos climats tempérés. (tableau 1 - Demangeot J, 1972).

Une mosaïque de sols

De même, de par sa très large extension en latitude, tous les types de sols que l'on trouve sous les tropiques sont représentés au Brésil : sols peu évolués, vertisols, sols podzolisés, sols hydromorphes, sols salsodiques, sols ferrugineux tropicaux, sols ferrallitiques (Cochrane T.T., Sanchez L.G. et Alii 1985) ; cependant, à l'exception des fameuses "terres violettes" ("ferras roxas") des Etats du sud (Parana), de haute fertilité naturelle héritée du basalte, la majorité des sols supportant la culture de soja dans tout le Brésil sont de type ferrallitique de basse fertilité chimique avant mise en culture ; même s'ils possèdent généralement d'excellentes propriétés physiques au départ, ils sont carencés en P, K, Ca, Mg, Zn et présentent le plus souvent une forte toxicité aluminique limitante pour la plupart des cultures. (tableau 2).

Tableau 1.

Statistiques climatologiques - Source : Demangeot, J., 1972

1. — Climat amazonien de l'ouest (São Gabriel do Rio Negro, alt. 85 m).
2. — Climat amazonien central (Manaus, alt. 44 m).
3. — Climat amazonien côtier (Turi Assu, alt. 5 m ; à l'est de Belem).
4. — Climat du Nordeste intérieur (Quixeramobim, alt. 199 m ; au sud de Fortaleza).
5. — Climat du Nordeste côtier humide (Salvador, alt. 8,5 m).
6. — Climat tropical contrasté continental (Cuiaba, alt. 165 m).
7. — Climat tropical contrasté d'altitude (São Paulo, 796 m).
8. — Climat tropical côtier atténué (Rio de Janeiro, alt. 18 m).
9. — Climat subtropical d'altitude (Curitiba, alt. 907 m).
10. — Climat subtropical côtier (Porto Alegre, alt. 15 m).

Sources : World Weather Record, moyenne 1931-1940 en général ; sauf Porto Alegre, dont les chiffres sont empruntés à Preston James.

TEMPERATURES (en degrés centigrades)

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Ann.
1 -	25,4	25,6	25,5	25,2	25,0	24,5	24,3	24,8	25,4	25,6	25,9	25,4	25,2
2 -	25,8	25,9	25,8	25,7	26,2	26,5	26,8	27,5	27,7	27,5	27,4	26,8	26,6
3 -	26,8	26,0	25,9	25,9	25,8	25,8	25,8	26,4	26,9	27,2	27,4	27,6	26,5
4 -	28,8	27,9	27,0	27,0	26,5	26,1	26,6	27,6	28,2	28,5	28,6	29,0	27,6
5 -	25,9	26,3	26,2	25,7	24,6	23,8	22,8	22,9	23,6	24,5	25,0	25,7	24,8
6 -	26,0	25,9	25,7	25,0	24,0	22,8	22,5	24,3	26,2	26,5	26,4	26,1	25,1
7 -	20,8	20,9	20,6	18,8	16,6	15,4	14,9	15,5	16,3	17,5	18,5	20,1	18,0
8 -	25,3	25,5	25,4	23,8	22,1	21,1	20,6	20,6	20,9	21,7	22,6	24,3	22,8
9 -	19,8	19,8	19,6	16,6	14,6	13,4	12,9	13,5	14,4	16,1	17,4	19,2	16,4
10 -	24,5	24,7	22,8	22,7	17,2	13,5	13,7	14,6	16,5	18,3	21,3	22,8	19,2

PRECIPITATIONS (en millimètres)

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Ann.
1 -	269	222	261	247	305	232	227	207	151	166	184	303	2738
2 -	277	251	318	286	221	94	52	46	64	111	163	217	2104
3 -	135	324	401	401	340	216	153	80	18	11	16	24	2123
4 -	42	121	209	173	118	58	16	5	6	3	4	10	769
5 -	87	85	180	267	301	186	222	113	91	102	117	85	1839
6 -	214	196	231	102	49	20	3	14	40	131	140	219	1360
7 -	215	175	161	77	65	40	24	48	92	121	138	188	1347
8 -	106	115	80	93	62	30	34	40	47	68	99	99	878
9 -	179	152	102	92	80	76	60	92	125	144	131	146	1384
10 -	109	93	91	167	104	127	109	129	116	78	83	104	1270

Régions traditionnelles ou d'expansion de la culture

Deux grandes régions concourent à la production actuelle de soja de plus de 21 millions de tonnes par an :

- la région traditionnelle de production, représentée par les Etats du sud : Rio grande do sul, Santa Catarina, Parana et São Paulo, en conditions subtropicales et tropicales d'altitude (fig. 1)
- la région d'extension de la culture, réunissant les Etats de Minas Gerais, Goias, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso Do Sul, Bahia, Distrito Federal, Maranhão et Piaui (fig. 1 et 3).

Cette dernière région d'extension de la culture de soja, compte tenu de sa grande diversité climatique et pédologique, peut-être subdivisée en 2 grandes sous-régions, en fonction de l'offre climatique pour la culture de soja :

- la zone des "Cerrados" ⁽¹⁾ avec limitations pluviométriques fréquentes : Etats du Minas Gerais, Bahia, Nord est de São Paulo, Maranhão et Piaui,
- la zone des "Cerrados" ⁽²⁾ sans limitations pluviométriques : Etats de Mato Grosso, Distrito Federal, Tocantins, Rondonia, et Nord du Mato Grosso do sul (fig. 1 et 2).

Autres facteurs

En dehors des divers facteurs économiques qui ont facilité l'expansion de la culture de soja (et qui ont été cités dans le premier chapitre), c'est la création de cultivars de soja adaptés aux diverses conditions pédoclimatiques des différentes régions du Brésil, qui a permis l'expansion rapide de la frontière agricole brésilienne.

Amélioration variétale :

Des travaux remarquables d'amélioration variétale ont ainsi été développés au cours des 20 dernières années, par le centre national de recherches sur le soja Brésilien (CNPQSO), en collaboration étroite avec les institutions de recherche des Etats, l'assistance technique, les coopératives et les producteurs. En particulier, l'adaptation de la culture de soja aux très basses latitudes, proches de l'équateur, a été rendue possible, grâce au développement des cultivars possédant une "période juvénile longue" (Kühl, R.A.S. ET Garcia, A. 1989 ; Hirson, K. 1989) ; chez ces cultivars, le processus d'induction florale est retardé sous jours

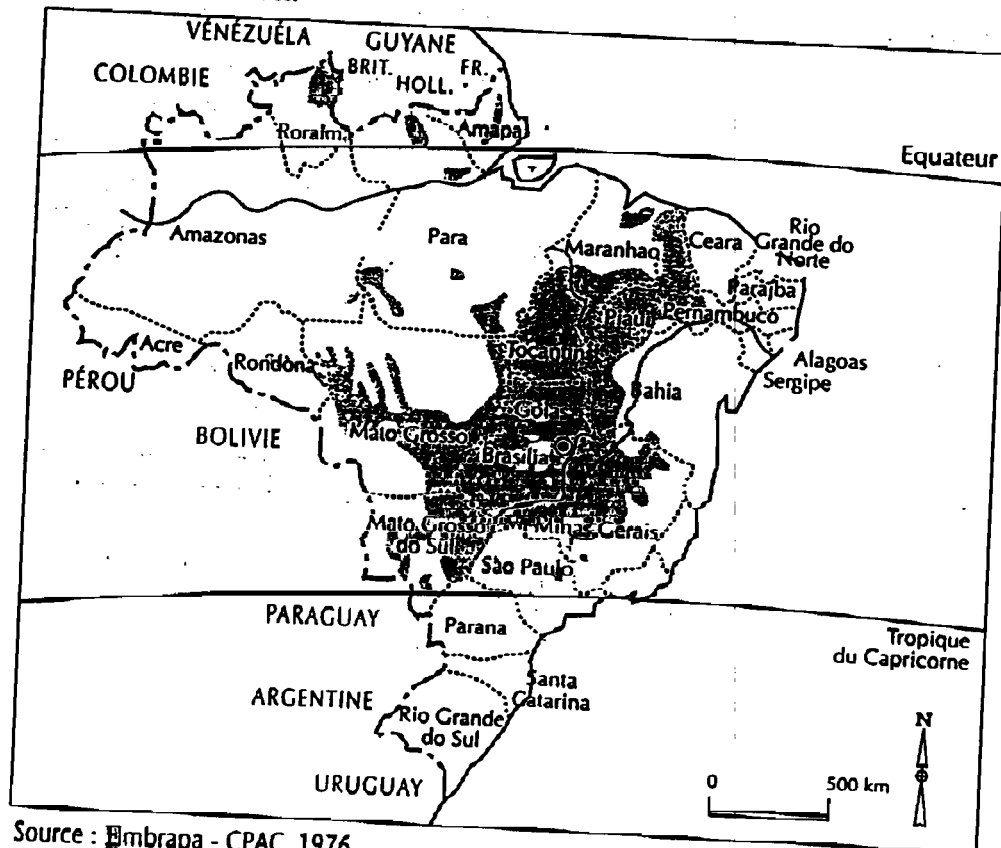
² - "Cerrados" : vaste formation écologique, représentée par les SAVANES arbustives et herbeuses du Brésil, couvrant environ 2 millions de Km² et recoupant une grande variabilité de climats et sols avec prédominance toutefois des sols ferrallitiques - (SANCHEZ et Alii, 1974)

Figure 1. Les divisions administratives du Brésil. Limités par un tireté, les vingt-huit états, districts et territoires de la Fédération.



Source : Demangeot J, 1972.

Figure 2. Les Cerrados.

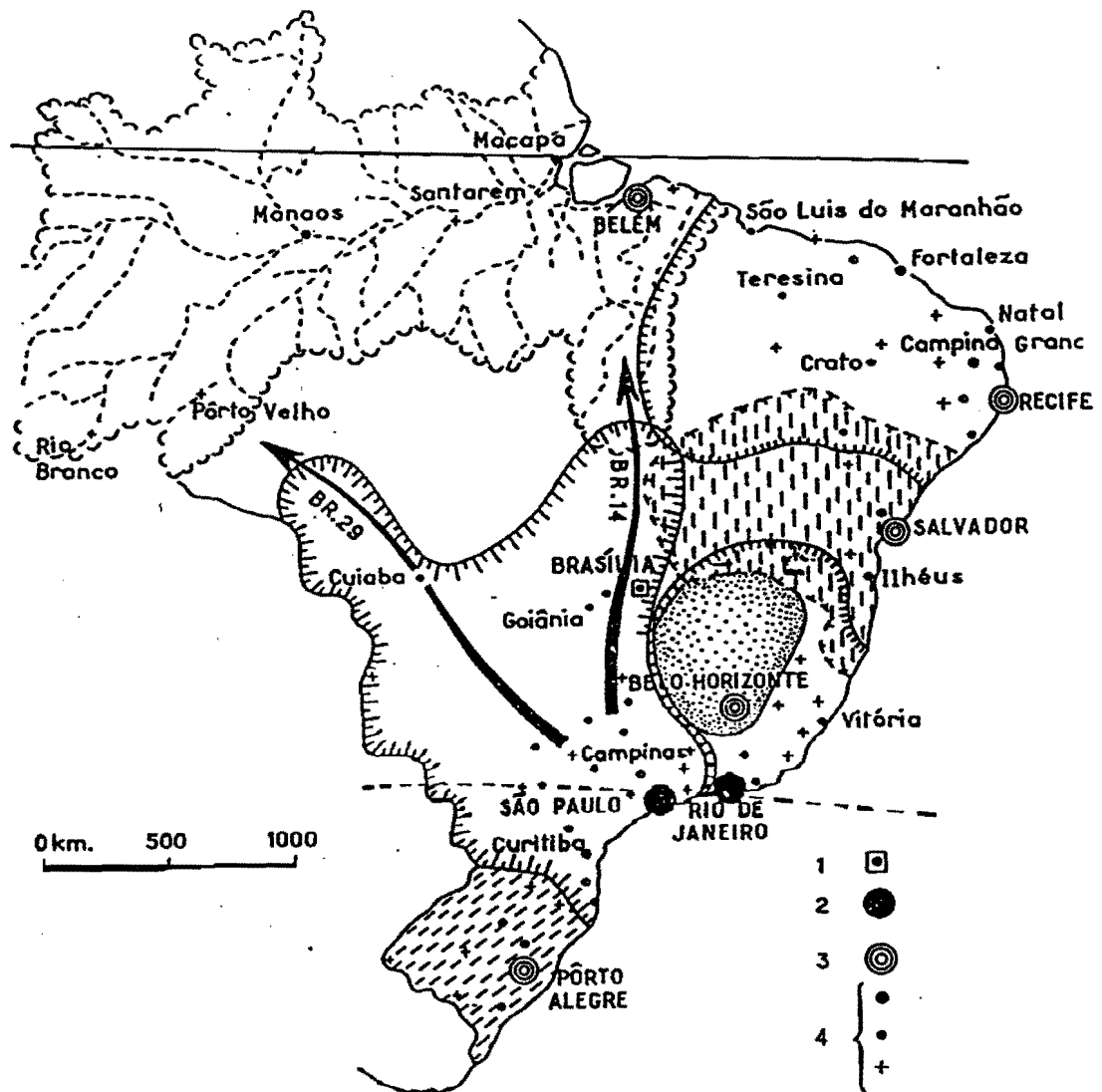


Source : Imbrapa - CPAC, 1976.

figure 3. Les zones d'influence des grandes villes d'après Atlas Nacional.

1 : capitale fédérale ; 2 : les deux métropoles nationales ; 3 : les cinq métropoles régionales ; 4 : centres urbains de moindre importance.

On voit clairement l'extension concurrentielle des zones (ou sphères) d'influence (ou de polarisation), l'enkystement de l'aire de Belo Horizont. la progression de la colonisation pauliste par la BR 14 et la BR 29 en direction de l'Amazonie. La route Transamazonica, Recife - Rio Branco, va naturellement faciliter l'expansion pauliste autant que le dégorgeement du Nordeste.



Source : Demangeot J., 1972.

courts, ce qui leur permet d'avoir une phase végétative suffisamment longue pour présenter un port final adéquat pour la récolte mécanisée et un potentiel de production élevé, même sous très basse latitude. La variété doko, a été ainsi une des premières variétés à haute productivité qui a permis l'expansion vers le nord de la culture de soja ; ensuite ont été créés puis diffusés sous les basses latitudes, les cultivars BR 35, BR EMGOPA 312, BR 27, BR 28, EMBRAPA 9 (Bays).

Dispositif coopératif

C'est également à travers ce dispositif coopératif que la création variétale adaptative au niveau régional a pu progresser très rapidement sur les critères de sélection les plus importants à l'échelle du Brésil. Ces critères sont : tolérance à l'acidité, haute capacité à extraire le phosphore du sol, puissance du système racinaire, résistances aux principales maladies cryptogamiques, en particulier aux genres *Sclerotinia*, *Diaporthe*, *Phomopsis*, *Cercospora*, *Xanthomonas*, *Colletotrichum*, *Septoria*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Peronospora*, *Corynespora*, résistances aux Nématodes, *Meloidogyne Javanica* et *Incognita*, résistance aux insectes comme la mouche blanche, les coléoptères, les chenilles, les punaises (Lourenção A.L. et Miranda M.A.C., 1987).

LES SYSTEMES DE CULTURE

Ils sont à l'image de la diversité écologique et économique des grandes régions productrices : nombreux et variés, plus ou moins intensifs. On peut toutefois, mais de manière très simplifiée, souligner les traits essentiels de leur dynamique d'évolution dans la colonisation rapide du continent brésilien vers les Etats du Centre, du Nord Ouest et du Nord.

Le système traditionnel en voie de régression

La culture de soja commence au début des années 60, dans les Etats du Sud, pratiquée essentiellement par des grands agriculteurs et entrepreneurs qui ont accès au crédit pour financer chaque année les charges proportionnelles de la culture.

Tableau 2 - Interprétation des caractéristiques chimiques des sols Brésiliens et situation des sols de "Cerrados", avant mise en culture.

Element	Bas	Moyen	Haut ⁽¹⁾ ou adéquat	Cerrados
N %	< 0,08	0,09-014	> 0,14	0,09
pH	< 5,0	5,0 - 6,0	6,0-6,5	5,0
P disponible (ppm)	< 5	5-10	> 10	0,4
Bases échangeables				
K e.mg/100 ml	< 0,10	0,10-0,20	> 0,20	0,08
% T	< 3	3-5	> 5	1
Ca e.mg/100 ml	< 1,5	1,5-4	> 4	0,25
% T	< 30	30-50	> 50	10
Mg e.mg/100 ml	< 0,5	0,5-1	> 1	0,09
% T	< 5	5-10	> 15	10
Al e. Mg/100 ml	< 0,4	0,4-0,6	> 0,6	0,56
Saturation en %	< 0-15	16-35	> 35	59
S-SO ₄ disponible (ppm)	< 5	5-10	> 10	7
B ppm	< 0,10	0,10-0,30	> 0,30	0,10
Cu	< 0,4	0,04-0,8	> 0,8	0,6
Fe	< 20	20-30	> 30	32
Mn	< 3	3-5	> 5	8
Zn	< 0,5	0,5-1	> 1	0,6

. P disponible double acide ; S, SO₄ → Acétate Amonium ;
 . B → H₂O chaude ; Cu, Fe, Mn, Zn → Double acide

⁽¹⁾ Haut se réfère à A1

Source : Lopes, A.S. - Solos CERRADOS, 1984 - Potafos Piracicaba

C'est une culture entièrement mécanisée, développée sur les terres les plus accessibles à la mécanisation, les moins accidentées.

La gestion inadéquate des sols et des cultures est la règle jusqu'à la fin des années 1970 : les sols, très sensibles à l'érosion sous les pluies tropicales de fortes intensités, non aménagés contre l'érosion, sont préparés systématiquement aux offsets lourds et légers, qui, utilisés abusivement en conditions trop sèches ou trop humides, conduisent à une pulvérisation excessive des horizons de surface, compactation du profil à faible profondeur et provoquent des érosions catastrophiques. Ces pratiques culturales inadéquates, alliées à la monoculture du soja ou à la pratique exclusive de la succession annuelle soja-blé, affectent rapidement et très négativement le potentiel productif du sol.

Nouveaux systèmes en semis direct

Sous l'impulsion des agriculteurs, la recherche et l'assistance technique se mobilisent pour créer et diffuser de nouveaux modes de gestion des sols et des cultures. En particulier, ils développent des techniques de semis direct⁽³⁾, protectrices des sols, bases de l'agriculture durable (Cardoso N.C., 1992).

Ce sont ces mêmes agriculteurs des Etats du sud qui vont, à la fin des années 70, début des années 80, coloniser et conquérir les Etats de l'Ouest, Centre-Ouest et Nord : les frontières agricoles. Ces colonisateurs du sud sont d'abord attirés par la spéculation sur la terre (quelques hectares du sud permettent d'acheter des centaines d'hectares sur les frontières) et y apportent leur système de culture traditionnel : défrichage au câble d'acier, mise en andains de la végétation arbustive et brûlis, semis de riz pluvial avec minimum d'amendement calcomagnésien broyé (2,5 t/ha), les deux premières années, puis complément d'amendement calcomagnésien broyé (2,5 t/ha) à partir de la 3ème année pour rentrer dans le cycle ininterrompu de monoculture de soja. Comme dans les Etats du Sud, mais de manière plus rapide dans ces régions chaudes et humides, la préparation continue et inadéquate des sols à l'offset, sans restitution organique importante, a conduit également à une érosion accélérée et catastrophique du capital sol, avec dans les cas les plus sévères, faillites rapides et abandons des terroirs. (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994).

Comme dans les Etats du Sud, la recherche (franco-brésilienne CIRAD, EMBRAPA, EMPAER⁽⁴⁾) associée aux coopératives du centre nord Mato Grosso, a dû mettre rapidement au point des modes de gestion réellement écologiques des sols, basés sur les techniques de semis direct, élaborés aussi bien pour la filière production exclusive de grains, que pour les systèmes intégrant production de grains et élevage (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1993, 1994, 1995).

³ - Les travaux de la Fondation des coopératives abc (PONTA GROSSA), et de l'IAPAR (Institut de Recherche Agronomique du PARANA) sont exemplaires à cet égard et uniques dans le monde subtropical.

⁴ - EMPAER : Institution de Recherche et de vulgarisation de l'état du Mato Grosso.

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

Des recommandations techniques générales pour la culture du soja au Brésil, déjà en partie adoptées par les agriculteurs brésiliens, sont le fruit des travaux de recherche de l'Embrapa (Recherche Fédérale Brésilienne), des institutions de recherche des Etats, du CIRAD-CA, de l'assistance technique et des coopératives. Elles sont rassemblées dans un guide de références qui peut et doit être réajusté en fonction des spécificités régionales.

Protection des sols contre l'érosion

Lorsque la pente est comprise entre 2 % et 6 % de pente, la confection de "terrasses de base large", totalement accessibles au semis de soja, est nécessaire ; elle doit être obligatoirement associée à des techniques de travail du sol qui favorisent l'infiltration verticale de l'eau : labour, décompactage, scarifiage profond et techniques de semis direct sur couvertures mortes ou vivantes (Resck, 1981 ; Seguy L., Bouzinac S. et Alii, 1993, 1994, 1995). Ces terrasses de base large sont implantées en courbes de niveau, de même que le semis du soja.

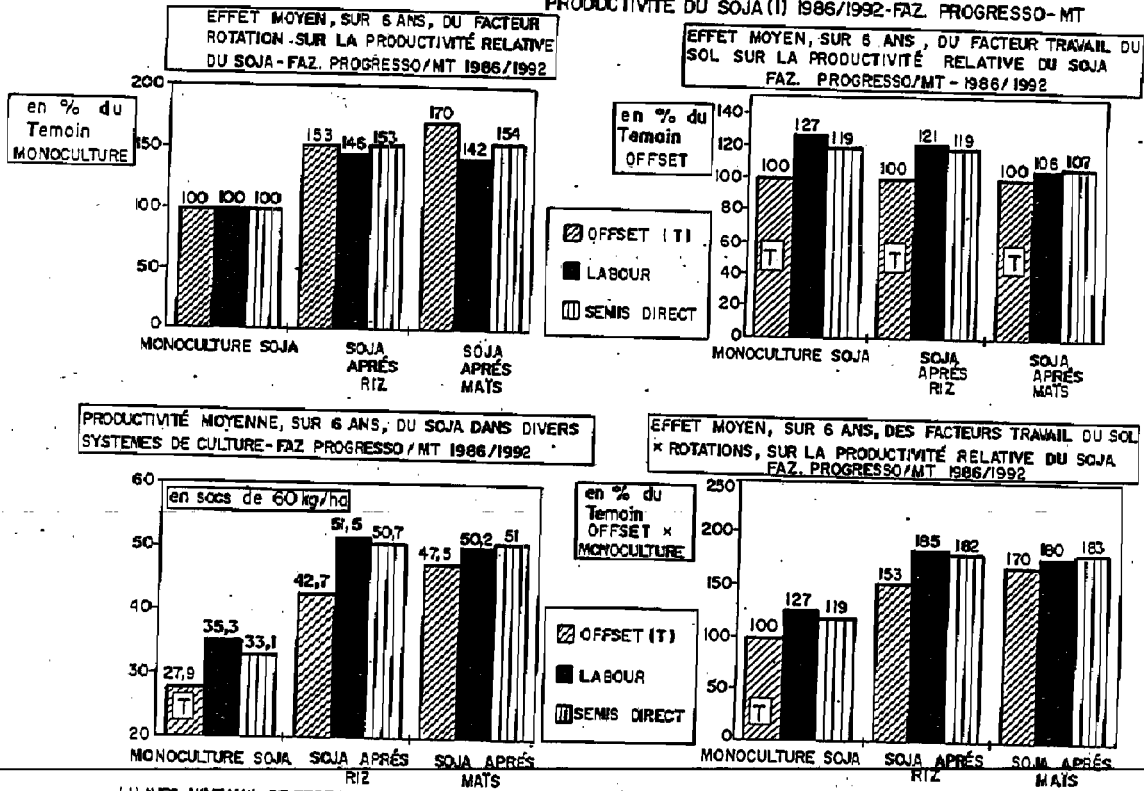
Au delà de 6 % de pente, ces terrasses deviennent plus étroites et prennent une pente légère pour évacuer les excès d'eau dans des rigoles à "water ways".

Modes de gestion du sol et des cultures

Les modes de gestion combinent le travail du sol avec les rotations et les successions de cultures ; ils sont déterminants pour l'obtention de hautes productivités de soja à moindre coût, stables (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1989 à 1995). Le travail du sol à l'offset, avec pulvérisation excessive de la surface, est à proscrire de même que le brûlis des résidus de récolte. Le travail profond du sol peut être réalisé aux socs ou aux dents, mais doit toujours laisser un état de surface très grossier, motteux, pour retarder la formation d'une croûte de battance, pour favoriser l'infiltration verticale de l'eau dans le profil et diminuer la concurrence initiale des adventices (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1989 à 1995). Ces techniques de travail profond doivent être associées à la pratique systématique des rotations et/ou successions de cultures ; en particulier, les rotations et successions du soja avec des céréales ou graminées fourragères sont déterminantes pour atteindre des objectifs de rendements supérieurs à 3 tonnes, voire 4 tonnes/ha. (fig. 4 et 5 ; annexes : photos 49 à 54).

EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DES MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES, SUR LA PRODUCTIVITE DU SOJA (1) 1986/1992-FAZ. PROGRESSO-MT

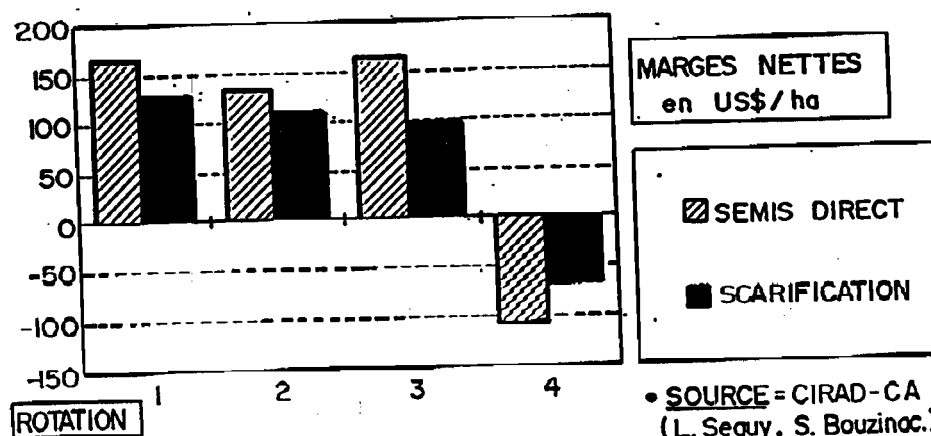
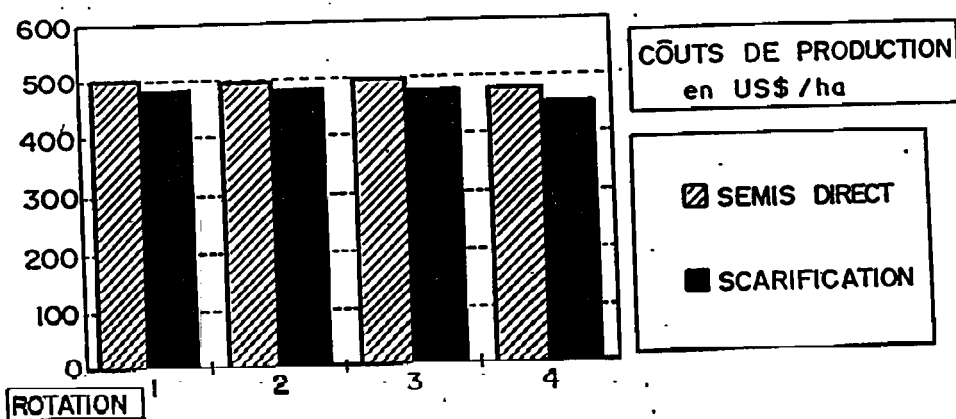
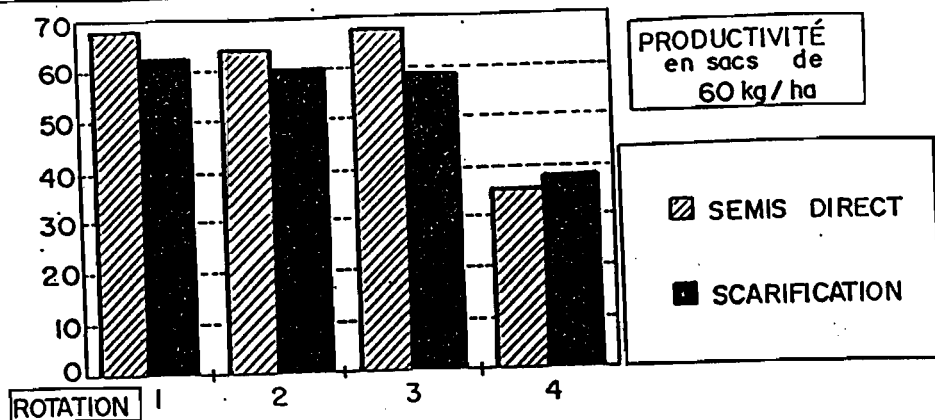
Figure 4



- (1) AVEC NIVEAU DE FERTILISATION PROGRESSIVE = 400kg/ha 02-20-20* Sous la ligne de semis - correction calcaire dolomitique (2 d 3 t/ha) Tous les 3 ans
- SOURCE: CIRAD - CA | L. Seguy, S. Bouzinac.

Figure 5.

PERFORMANCES AGRO-ÉCONOMIQUES DU SOJA DANS DIVERS SYSTÈMES DE CULTURE, AVEC CORRECTION PHOSPHATÉE DE FORT NIVEAU, COMPAREÉS À CELLES DU SYSTÈME DE MONOCULTURE. FAZ. PROGRESSO/MT 1989/90 et 1991/92



• SOURCE = CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)

ROT.1 = Maïs + Sorgho / Soja / Maïs + Sorgho / Soja
 ROT.2 = Riz + Cajanus / Soja / Riz + Cajanus / Soja
 ROT.3 = Riz + Calopogonium / Soja / Riz + Calopogonium / Soja
 ROT.4 = Monoculture soja

Ces modes de travail profond du sol ne sont toutefois recommandés que pour restaurer rapidement les propriétés physiques du profil cultural ; ils doivent être ensuite substitués par les techniques de semis direct sans travail du sol sur couvertures mortes qui sont les plus aptes, aussi bien dans les Etats du sud que du centre-ouest et du nord du Brésil, à fixer une agriculture durable dans un environnement protégé (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1994, 1995).

Parmi les rotations et successions recommandées représentatives des deux grandes régions de production, praticables en semis direct, ou avec travail du sol, nous citerons deux exemples. Dans les Etats du sud, en climats subtropical et subtropical d'altitude, les successions annuelles : avoine d'hiver + soja d'été, blé d'hiver + soja d'été, qui peuvent être interrompues tous les 3 ou 4 ans par la succession lupin blanc + maïs, ou par 3 ans de pâturage (Ray grass) - (Embrapa CNPSO, OCEPAR, 1991). Sur les frontières agricoles du centre-nord Mato Grosso, en climat humide et chaud : riz pluvial + sorgho ou mil la 1ère année, suivie pendant 2 années consécutives de la succession soja + sorgho ou mil - (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1993).

Fertilisation minérale

Les quantités moyennes d'éléments minéraux absorbés et exportés par les grains de soja sont exprimées dans le tableau 2.

Tableau 2. Quantités moyennes d'éléments minéraux exportés par les grains et les restes de cultures du soja (en kg/t).

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cl	Mo	Cu	Fe	Mn	Zr	Al
	Kg/tonne						g/tonne							
Restes de cultures (1)	31	2,5	7,5	10	9,2	4,7	-	23	2	-	-	-	-	172
grains	51	5,0	17	5,4	3,0	2,0	2,0	237	5	10	70	30	40	15

(1) Feuilles, pétioles, tiges restituées au sol.
Source : EMBRAPA - CNPSO - 1993.

Dans les conditions de culture tropicale, c'est l'azote qui est l'élément le plus absorbé. Pour une production de 3000 kg/ha, 245 kg de N sont nécessaires. Ceux-ci proviennent en partie du sol (25 à 35 %) et surtout de la fixation symbiotique (65 à 85 %). D'où l'importance d'une inoculation bien faite, pour maximiser l'efficacité de la fixation symbiotique de l'azote de l'air. La fumure azotée du soja est rarement nécessaire et doit être évitée, en tous cas ne

jamais dépasser 20N/ha sous peine de réduire l'efficacité de la fixation de l'azote de l'air. L'établissement des souches efficaces de *Bradyrhizobium japonicum* (races 566, CPAC 7, CPAC 15, 29 W, 587) peut être fait, en terre neuve, par l'inoculation des semences de riz pluvial (Peres, J.R.R.; Suhet, A.R.; Vargas, M.A.T.; 1989). Les exigences nutritionnelles décroissantes du soja sont : N, K, Ca, Mg, S et P (annexes : photos 1 à 9). Le maximum d'accumulation des éléments minéraux se situe entre 82 et 92 jours après la levée, pour un cycle total de 125 - 130 jours, le maximum d'absorption des macro éléments entre 39 et 58 jours ; enfin, entre 20 et 39 jours, 50 % de la quantité totale des éléments nutritifs est déjà absorbée (Tanaka T.R. ; Mascarenhas H.A.A. ; Borkert C.M. 1993).

Correction de l'acidité des sols

Pour ce qui concerne la correction de l'acidité, le calcul des besoins en calcaire dolomitique, le plus souvent utilisé, est réalisé grâce à la formule :

$$NC \text{ (nécessité en calcaire, en tonne/ha)} = \frac{(V_1 - V_2)T}{100} \times f$$

dans laquelle V_1 représente la valeur de la saturation actuelle en bases échangeables (en %) V_2 la valeur en saturation en bases échangeables désirée (en %), T la capacité d'échange des cations : $T = S + (H^+ + Al^{3+})$; f , un facteur de correction du pouvoir relatif de neutralisation du calcaire (PRNT) ; $f = 100/PRNT$.

- Pour les Etats du sud (Parana, São Paulo, Rio Grande do Sul), la saturation de bases recommandée est de 60 à 70 % (Van Raij B, 1991).
- Pour les Etats du centre-ouest ("Cerrados"), la saturation de bases recommandée se situe entre 40 et 60 % (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1993).
- Le calcaire utilisé doit être de préférence dolomitique (>12 % MgO) ; en terre neuve de "Cerrados", l'amendement calcaire doit être incorporé profondément entre 0 et 35 cm de profondeur ; en terre de culture ancienne, il peut être appliqué sur les résidus de récolte ou couvertures, dans les systèmes de semis direct sans travail du sol (Séguy L., Bouzinac S., 1994).
- Le gypse peut être également utilisé pour neutraliser l'aluminium toxique dans les horizons en dessous de 30-40 cm. Les doses employées à l'hectare, vont de 700 à 3200 kg/ha en fonction de la texture, du sol sableux au sol très argileux. Ces doses sont recommandées pour au moins 5 ans.

Fertilisation phosphatée de correction et d'entretien

Les recommandations sont faites à partir des résultats d'interprétation d'analyses de sol, exposés dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 3 Interprétation de l'analyse de sol pour les recommandations de fertilisation phosphatée (P extrait par la méthode Mehlich 1)

Teneur en argile (%)	Teneur en P (ppm)			
	très basse	basse	moyenne	bonne
61 à 80	0 à 1,1	1,1 à 2,0	2,1 à 3,0	> 3,0
41 à 60	0 à 3,0	3,1 à 6,0	6,1 à 8,0	> 8,0
21 à 40	0 à 5,0	5,1 à 10,0	10,1 à 14,0	> 14,0
< 20	0 à 6,0	6,1 à 12,0	12,1 à 18,0	> 18,0

Source : EMBRAPA - CPAC (Souza et al., 1987)

Tableau 4 Recommandation de fumure phosphatée corrective à la volée et d'entretien sous la ligne de semis

Teneur en argile (%)	Fumure phosphatée (Kg de P ₂ O ₅ /ha)			
	Corrective totale		Corrective graduelle	
	P très bas	P bas	P très bas	P bas
61 à 80	240	120	100	90
41 à 60	180	90	90	80
21 à 40	120	60	80	70
< 20	100	50	70	60

Source : EMBRAPA-CPAC (Souza et al., 1987)

Les sources de phosphore les plus utilisées sont : le superphosphate simple, le superphosphate triple, les phosphates naturels de Caroline du nord et Gafsa, et le thermophosphate.

Le thermophosphate associé au gypse en fertilisation corrective totale, appliqué dans les systèmes de culture les plus performants sur les frontières agricoles humides du centre-nord Mato Grosso, permet de reproduire l'objectif de rendement de 4,2 tonnes/ha en grande culture (Séguy L, Bouzinac S. et Alii, 1993).

Fertilisation potassique de correction et d'entretien

Comme dans le cas de la fumure phosphatée, les recommandations sont faites à partir des résultats d'interprétation d'analyses de sols, exposés dans le tableau 5.

Tableau 5 - Interpretation et recommandations de fumure potassique corrective totale, à la volée, et de fumure d'entretien corrective graduelle, sous la ligne de semis (sols ferrallitiques sous "Cerrados")

Teneur potassique du sol		Fumure potassique K ₂ O (kg/ha)	
K (ppm)	Interpretation	Corrective Totale	Corrective Graduelle
		----- (Kg de K ₂ O/ha) -----	
----- Si teneur en Argile < 20 % -----			
< 15	basse	-	70
16 à 30	moyenne	-	60
> 30	bonne	-	0
----- Si teneur en Argile > 20 % -----			
> 25	basse	100	70
26 à 50	moyenne	50	60
> 50	bonne	0	0

Source : Souza (1989)

La fertilisation en oligo-éléments

Pour prévenir les déficiences en oligo-éléments dans les sols de "Cerrados" les plus pauvres, les éléments suivants, classés par ordre d'importance, sont recommandés pour une période de 4 à 5 ans de culture : Zn = 4 à 6 kg/ha ; B = 0,5 à 1 kg/ha ; Cu = 0,5 à 2 kg/ha ; Mn = 2,5 à 6 kg/ha ; Mo = 50 à 250 g/ha ; Co = 50 à 250 g/ha (annexes : photos 10 à 18).

Traitements des semences

A de rares exceptions près, la plupart des maladies qui affectent le soja au Brésil sont transmises par les semences, d'où l'importance du traitement préventif des semences par fongicides qui garantissent également une protection contre les champignons du sol, tels que *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Aspergillus*.

Le meilleur traitement fongicide actuellement utilisé, qui présente le spectre de protection le plus efficace, est constitué du mélange thiabendazol + thiram, à raison de 14 g + 73 g de matière active respectivement, pour 100 kg de semences (Henning et Alii, 1991).

Cette protection fongicide préventive peut être complétée par une pelliculisation des semences à base de thermophosphate, additionnée de l'inoculum *Bradyrhizobium* (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1991, 1992, 1993, 1994).

Densité de semis

Même si de notables variations sont effectives entre les différentes régions, en fonction des variétés utilisées, de leur cycle, des dates de semis ou systèmes de culture, la densité la plus commune est d'environ 400 000 plantes/ha avec un espacement entre les lignes de 40 à 50 cm.

CONTRÔLE DES ADVENTICES

Il représente en coût, en moyenne 10 à 20 % des charges proportionnelles de la culture de soja ; même si divers moyens de contrôle des adventices sont disponibles pour l'agriculteur, celui-ci préférera nettement utiliser les herbicides. Le marché brésilien est très bien pourvu en matières actives herbicides pour cette culture, grâce au dynamisme des nombreuses sociétés multinationales représentées.

Si les systèmes conventionnels de culture du soja, utilisant le travail du sol, ne posent aucun problème particulier, les systèmes de semis direct sur couverture morte ou vive, sans travail du sol, ont nécessité d'importantes mises au point du contrôle des adventices, notamment en utilisant les effets allélopathiques des couvertures sur la germination des espèces les plus compétitives⁵. Dans les systèmes de semis direct sans travail du sol, les herbicides de pré-semis tiennent un rôle essentiel car ils peuvent réduire, voire supprimer, les herbicides de post-émergence dans la culture.

⁵ - Les travaux de recherches et leurs applications sont nombreux et de qualité au Brésil, surtout dans les Etats du sud qui ont, les premiers adopté le semis direct (ALMEIDA, F.S. 1991)

Les formules de pré-semis les plus utilisées sont à base de glyphosate plus 2-4 D amine, ou paraquat plus diuron ; elles sont très largement diffusées dans toutes les régions du Brésil qui pratiquent le semis direct du soja. Celui-ci occupe plus de 4 millions d'hectares sur l'ensemble du Brésil, dont plus de 3 millions d'hectares dans les Etats du sud et environ 1 million d'hectares dans les "Cerrados" du centre-ouest.

Les premières espèces résistantes au glyphosate, utilisé à la dose économique, commencent à apparaître : *Borreria alata* et *Cyperus flavus* en sont deux exemples éloquents, dans le Centre Nord de l'état du Mato Grosso (L. Séguy et Alii, 1994, 1995).

La plupart des espèces d'adventices présentes dans la culture de soja sont ubiquistes et largement disséminées dans toutes les régions productrices. Les espèces les plus compétitives et les matières actives les plus utilisées pour leur contrôle sont réunies dans le tableau 6.

Tableau 6. Efficacité de quelques herbicides de pré et post-émergence pour le contrôle des principales adventices de la culture de soja

HERBICIDES	ADVENTICES																												
	Acifluorfen-sodium	Acifluorfen-sodium + Bentazon	Alachlor	Alachlor + Trifluralin	Bentazon	Chlorimuron-ethyl	Chlorimuron-Ethyl + Diuron	Clethodim	Clofazone	Cyanazine	Cyanazine + Metolachlor	Fenoxaprop-ethyl	Fluazifop-butyl	Fluazifop-butyl + Eomesafen	Haloxypol-methyl	Eomesafen	Imazaquin	Imazethapyr	Lactofen	Lisuron	Metolachlor	Metribuzin	Metolachlor + Metribuzin	Oryzalin	Pendimethalin	Sethoxydim	Trifluralin	Trifluralin + Metribuzin	
<i>Acanthospermum australe</i> (Carrapicho-casteiro)	R	-	R	-	M	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	M	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Acanthospermum hispidum</i> (Carrapicho-casteiro)	S	-	R	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Amaranthus hybridus</i> (Caruru)	S	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Amaranthus viridis</i> (Caruru-de-mancha)	S	-	S	-	M	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Bidens pilosa</i> (Ficá-preto)	M	-	M	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Brechionia pennisetoides</i> (Capim-marmelada)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Cassia tora</i> (Fede-gosa)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Cenchrus echinatus</i> (Capim-carrapicho)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Commelina benghalensis</i> (Trapoeraba)	M	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Cyperus rotundus</i> (Taticica)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Desmodium purpureum</i> (Camp. beico-de-boi)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Digitaria horizontalis</i> (Capim-colchão)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Echinochloa crusgalli</i> (Capim-arroz)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Eleusine indica</i> (Capim pé-de-galinha)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Euphorbia heterophylla</i> (Amendoim bravo)	M	-	M	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Galinsoga serriflora</i> (Picão branco)	S	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Ipomoea stolonochloifolia</i> (Corda-de-viola)	M	-	M	-	M	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Portulaca oleracea</i> (Beldroega)	S	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Raphanus raphanistrum</i> (Nababo)	S	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Richardia immanis</i> (Poa-branca)	M	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Sida rhombifolia</i> (Gourouma)	R	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Solanum elaeagnifolium</i> (Mama-preta)	S	-	S	-	S	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-
<i>Sorghum halepense</i> (Capim-massambira)	R	-	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	S	S	-	S	R	M	-	R	R	R	R	R	-

R = résistant ; M = moyennement sensible ; S = sensible
 Source : EMBRAPA-CNPSO - LONDRINA, PARANA, PR - 1991

DIAGNOSTIC ET CONTRÔLE DES RAVAGEURS

La culture de soja abrite un nombre élevé d'espèces d'insectes, dont certains sont des ravageurs importants et largement disséminés dans toutes les régions productrices de soja, d'autres sont considérés comme des ravageurs secondaires, et enfin un dernier groupe correspond aux insectes bénéfiques qui s'alimentent des insectes ravageurs (annexes : photos 19 à 26).

Les insectes ravageurs principaux

Les principaux ravageurs sont la chenille défoliatrice *Anticarsia gemmatalis* et les punaises *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* et *Euschistus heros*. Tous ces insectes peuvent causer des pertes de rendement considérables ; les punaises sont en plus, vecteurs de maladies fongiques et peuvent retarder la maturation des plantes en causant le phénomène de "retention foliaire", soja toujours vert, non productif⁽⁶⁾.

Les insectes ravageurs secondaires

Les ravageurs secondaires comprennent une chenille défoliatrice *Pseudoplusia includens*, des coléoptères *Ceratomya* sp. et *Diabrotica speciosa*, *Sternuchus subsignatus*, une chenille mineuse des bourgeons *Epinotia aporema*.

Les ennemis naturels des ravageurs

Ils peuvent être regroupés en parasitoïdes, prédateurs et maladies ; dans le parasitisme des chenilles, sont présents de nombreux Hyménoptères (*Microcharops bimaculata*, *Copidosoma truncatellus*), diptères (*Patelloa similis*, *Voria ruralis*) ; dans le parasitisme des punaises, les plus efficaces sont un diptère *Eutrichopodopsis nitens* (parasite des oeufs) et diverses espèces de guêpes, telles que *Trissolcus basalis* et *Telonomus podisi*. Les prédateurs sont des espèces entomophages et principalement des hémiptères (*Tropiconabis* sp., *Geocoris* sp., *Podisus connexivus*) et des coléoptères (*Calosoma granulatum*, *Callida* sp.). Parmi les maladies qui jouent un rôle important dans la régulation des populations d'insectes, citons des champignons, des virus ou des bactéries. Sur le soja, les plus importantes s'attaquant au groupe des chenilles défoliatrices sont la maladie blanche, causée par le champignon *Nomuraea rileyi*, et la maladie noire due au virus *Baculovirus anticarsia*.

⁶ - Ce symptôme de "retention foliaire" est fréquemment associé à une déficience en potasse.

Le contrôle des insectes ravageurs

Le contrôle se fait à partir d'une méthode de "gestion des ravageurs", basée sur le suivi et la comptabilité de leur population (Gazzoni et al., 1988). Le contrôle des insectes doit être effectué seulement lorsque est atteint le niveau de dommage économique, à partir duquel ces insectes réduisent significativement la production.

Les insecticides recommandés pour le contrôle de la chenille *Anticarsia gemmatilis* sont : Baculovirus anticarsia, Bacillus thuringiensis, carbaril, diflubenzuron, endosulfan, permetrine sc, profenofos, tiodicarbe, trichlorfon et triflumuron ; la préférence doit être donnée au Baculovirus anticarsia, avec une dose de 50 chenilles équivalentes/ha, soit 50 chenilles tuées par le propre virus et macérées dans un peu d'eau. (Moscardi, 1983).

Les insecticides recommandés pour le contrôle des punaises (genres *Nezara*, *Piezodorus*, *Euschistus*) sont : carbaril, endosulfan, fenitrothion, phosphamidon, metamidifos, monocrotophos, parathium méthylique et trichlorfon (EMBRAPA, 1993). On peut également utiliser le sel de cuisine (Corso, 1991), qui permet de réduire de moitié la dose d'insecticide, mélangée à 500 g de sel de cuisine pour chaque 100 litres d'eau de pulvérisation. On peut, enfin, utiliser la guêpe *Trissolcus basalus* (parasite des oeufs de punaises), à raison de 50 000 guêpes/ha que l'on libère à la fin de la floraison du soja ; cette technologie n'est recommandée que dans les zones où est utilisée préférentiellement la lutte biologique contre les chenilles défoliatrices, préservant ainsi, toutes les populations d'insectes bénéfiques.

CONTRÔLE DES MALADIES DU SOJA

Environ 40 maladies causées par des champignons, bactéries, nématodes et virus affectent la culture de soja au Brésil (annexes : photos 27 à 48) ; au niveau national, les pertes annuelles qu'elles provoquent sont estimées à 2 milliards de dollars.

Les principales maladies et leurs méthodes de contrôle sont décrites dans le tableau 7. La contention dès leur incidence relève de l'intégration de diverses pratiques culturales, telles que rotations et successions de culture, traitement fongicide des semences, variétés résistantes, fertilisation équilibrée, population adéquate et respect des meilleures dates de semis, contrôle des mauvaises herbes.

Le contrôle chimique des parties aériennes n'est que très rarement recommandé.

Tableau 7. Principales maladies du soja au Brésil, incidence et méthodes de lutte.

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cercospora sojina</i> "Mancha Olho de Rã" 	<ul style="list-style-type: none"> • 22 races virulentes identifiées 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivars résistants + traitement fongicide des semences. Cultivars résistants = BRABR 31, EMGOPA 312, BR 3, BR 9, BR 14, BR 16, BR 19, BR 36, BR 37, BR 38, BR 40, CRISTALINA, EMGOPA 302, EMGOPA 303, EMGOPA 306, EMGOPA 313, FT 1, FT 4, FT 7, FT 9. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Septoria glycines et cercospora italichii</i> "Mancha Parda e crestamento foliar" 	<ul style="list-style-type: none"> • Sévit en toutes régions ; plus sévère en zones chaudes et humides 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotations avec céréales. Traitement fongicide des semences. Fertilisation équilibrée, forte en K. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Diaporthe phaseolorum f. sp., Diaporthe meridionalis, phumopsis phaseoli F. sp. meridionalis</i> "Cancro da Haste" 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparue pour la première fois au Paraná et Mato Grosso en 1988/89 puis fortes incidences dans le sud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variétés, traitement fongicide des semences, rotation, échelonnement du semis, réduction de l'espacement entre lignes, fertilisation équilibrée. - engrais vert <i>Cajanus</i> et lupin à prohiber. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Colletotrichum dematium var. truncata</i> "Antracnose" 	<ul style="list-style-type: none"> • une des plus importantes dans les Cerrados sous forte humidité (Nord et Ouest) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotations, augmentation espacement entre lignes, 300 à 350 000 plantes/ha, traitement fongicide des semences, fertilisation équilibrée, forte en K 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Phomopsis sojæ</i> "Seca da haste e da vagem" 	<ul style="list-style-type: none"> • Une des plus traditionnelles, associée souvent à antracnose les années chaudes et très pluvieuses. Une des responsables du symptôme de réticion foliaire, associée à déficiences en K. 	<ul style="list-style-type: none"> • idem "antracnose" 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Corynespora casticola</i> "Mancha alvo e podridão dapaiz" 	<ul style="list-style-type: none"> • Sévit en toutes régions ; plus sévère en zones plus fraîches du sud et zones d'altitude du Cerrado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Idem "cancro da haste" 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> "Podridão de sclerotinia" 	<ul style="list-style-type: none"> • Une des plus vieilles maladies, avec forte extension des surfaces touchées. Haut risque pour zones de production de semences (peu nombreuses) 	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter rotation avec pois, tomates, pomme de terre, haricots, monoculture de soja. Bonne gestion du sol. Traitement fongicide des semences. Rotation avec maïs, blé, avoine, riz. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Phialophora gregata</i> "Podridão parda da haste" 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparue en 1988/89 à Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Peut occasionner jusqu'à 100 % de perte de rendement 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement fongicide des semences. Variétés. Rotation avec maïs. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fusarium solani</i> "Podridão Radicular vermelha" 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparue en 1981/82 dans l'état de Minas Gerais à São Gotardo 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotation avec maïs. Traitement fongicide des semences. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rhizoctonia solani</i> "podridão negra da raiz e da base da haste" 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparue en 1987/88 dans l'état du Mato Grosso du sud (Ponta Porã). Associée à années très pluvieuses. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excellente gestion du sol, drainage rapide du profil cultural. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Colletotrichum ?</i> "Necrose da base do peciolo" 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparue en 1990/91 ; haute incidence sur cultivar cristalina 	<ul style="list-style-type: none"> • idem <i>Colletotrichum</i> • cultivars résistants : FT Estrela, DOKO RC 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Meloidogyne Javanica, incognita et arenaria</i> "Nematoides de Galhas" 	<ul style="list-style-type: none"> • Un des principaux facteurs de pertes de rendements. Meloidogyne javanica le plus disséminé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotations/successions avec maïs, sorgho, avoine, blé. • Engrais vert = <i>Crotalaria spectabilis</i>, <i>Stylobium aterrimum</i> • sur 191 variétés de soja recommandées, 5 sont résistantes à <i>M. Javanica</i> (BRAGG, BR 6, BR 30, FT cometa, Emgopa 301) 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Heterodera glycines</i> "Nematode de cysto" 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparue pour la première fois en 1991/92 ensuite expansion rapide et préoccupante 	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter toute forme de dissémination. • Excellente gestion du sol et des cultures (rotations/successions, idem Meloidogyne) 	

SOURCE : YORINORI, J.T. 1986, 1989, 1990.

ASPECTS ÉCONOMIQUES MAJEURS DE LA CULTURE DE SOJA

Aujourd'hui, la production agricole du Brésil n'est plus subventionnée. Elle est donc exposée à la crise économique mondiale actuelle ; même bien organisée, la filière soja n'échappe pas à cette règle.

L'activité agricole est, de nos jours, au Brésil, une activité à hauts risques, d'autant plus élevés que les zones de production sont plus éloignées des grands centres de consommation et des ports d'exportation, comme c'est le cas des frontières agricoles : le frêt routier (seule voie de communication, souvent en très mauvais état) est très cher, supérieur à 40 dollars la tonne ; les prix payés aux producteurs sont moins élevés que dans les Etats développés du sud, (Séguy L., Bouzinac S., et Alii, 1994, 1995).

Le choix des systèmes de culture peut conduire, suivant les options, à des pertes financières sévères, comme c'est le cas de la monoculture de soja, ou au contraire à des marges nettes attractives avec des systèmes où le soja est en rotation et succession avec des céréales de qualité (riz pluvial long fin, sorgho, mil d'alimentation humaine), comme l'indiquent les résultats économiques de la fig. 6 (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1988/91).

Les derniers résultats économiques des meilleurs systèmes de culture avec semis direct obtenus entre 1991 et 1994 sur les frontières agricoles montrent que les marges nettes de la succession annuelle soja plus mil ou sorgho, vont de 110 à 200 \$ US/ha, pour des coûts de production de 490 \$/ha. Dans ces régions de frontière, il est nécessaire de produire 2800 kg/ha de soja, avec les meilleurs systèmes de semis direct, pour équilibrer les coûts de production. (Séguy L., Bouzinac S. et Alii, 1993/94).

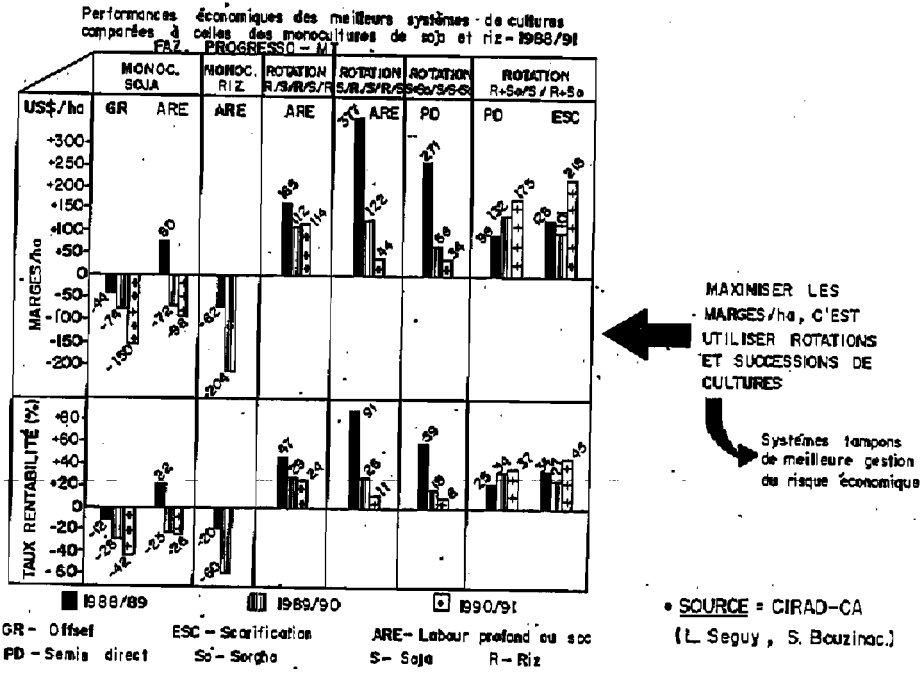
Dans l'Etat de Goiás, plus proche des grands centres de consommation, il est nécessaire de produire 2400 kg/ha, pour équilibrer les coûts de production dans des systèmes de culture similaires (Landers J., 1994).

Dans les Etats du sud, 2100 kg/ha de soja suffisent pour équilibrer les coûts de production (Revue Batavo, 1992).

Dans tous les cas, les systèmes de culture en semis direct sont les plus performants aux plans agronomique, technique et économique.

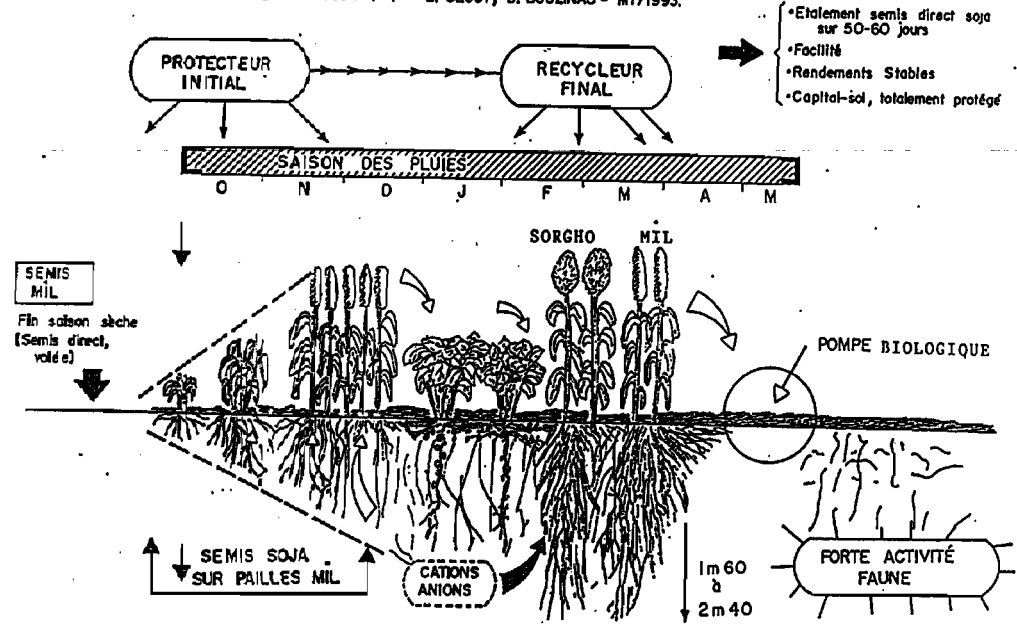
Au plan agronomique, ces systèmes permettent à la fois d'assurer : une protection totale des sols contre l'érosion, un meilleur contrôle des adventices et de la pression parasitaire du soja, un important recyclage des éléments minéraux, minimisant les pertes annuelles par lixiviation profonde et l'acidification du sol, réduisant significativement les fumures minérales (fig. 7).

Au plan technique, la capacité des équipements mécanisés augmentent de 60 à 80 %, avec une durée d'utilisation accrue des tracteurs de 50 %, une forte économie de carburant (de 40 à 60 %) et une excellente souplesse d'utilisation et rapidité d'intervention. Au plan économique, on constate une moindre sensibilité grâce à un large choix de systèmes diversifiés, des marges nettes/ha plus attractives et plus stables (entre 100 et 400 \$ US/ha), enfin un meilleur profit du potentiel productif disponible (technologies x potentiel pédoclimatique) (Séguy L., Bouzinac S., 1994/95).



"SYSTEME 'MAINTENEUR DE FERTILITE'"

SUR CULTURE SOJA (*) - L. SEGUY, S. BOUZINAC - MT/1993.



LES VOIES DU FUTUR

Pour la recherche sur les systèmes de culture

Diminuer les coûts de production et l'utilisation de pesticide, par une gestion plus écologique des sols, qui utilise mieux les ressources naturelles et en particulier, la formidable capacité photosynthétique tropicale pour produire et reproduire à moindre coût, de fortes biomasses qui servent de supports nourriciers aux cultures commerciales (soja), sont de puissants recycleurs d'éléments nutritifs dans le système sol-plante, et permettent de mieux contrôler le potentiel semencier d'adventices et le complexe parasitaire.

Recherche thématique

Développer encore davantage la guerre biologique contre les insectes nuisibles, avec une armée accrue de parasites, parasitoïdes, prédateurs, pathogènes (virus, bactéries, champignons, protozoaires), créer des cultivars résistants aux maladies et insectes les plus destructeurs (*Sclerotinia*, *Meloidogyne*, *Heterodera*) et surtout inscrire et intégrer ces actions dans les systèmes de gestion écologique des sols dans lesquels la biologie des rhizosphères constitue un ensemble interactif de la plus grande importance scientifique et pratique. (Séguy L., Bouzinac S., et Alii 1993, 1994, 1995).

Développement et politique agricole

Investir dans l'intégration régionale, en favorisant le développement de systèmes de culture stables et diversifiés, en augmentant le crédit pour la pratique des amendements périodiques (thermophosphates, calcaire), l'achat de machines de semis direct performantes, l'organisation du transport, en stimulant la transformation locale du soja, enfin en apportant un appui financier important et constant aux services de recherche et d'assistance technique des Etats, aux centres nationaux de recherche, dont celui du soja (CNPSO), aux centres de recherche écorégionaux (CPAC, CEPATU, CEPATSA de l'EMBRAPA ⁽⁷⁾) pour qu'ils assurent la continuation du progrès de cette culture de soja dans une agriculture véritablement tropicale et durable.

⁷ - EMBRAPA : Institution de Recherche Fédérale Nationale, agropastorale-
CPAC : Centre de Recherches sur les "Cerrados" -
CEPATU : Centre de Recherches sur les Tropiques Humides -
CEPATSA : Centre de Recherches sur le Tropic semi-aride.

BIBLIOGRAPHIE

- ALMEIDA, F.S.
Controle de plantas daninhas em plantio direto - Londrina, IAPAR ; 1991 - 48 p. (mimeografado).
- BATAVO
Ano 1- Nº 3 - Janvier 1992 - Revue des Coopératives abc - castro - parana
- CARDOSO, A.N.
Manejo e conservação do solo na cultura da soja. in : cultura da soja nos Cerrados - Simposio sobre cultura da soja nos Cerrados, UBERABA, 1992 - pp 72-101.
- COCHRANE, T.T., SANCHEZ L.G. ; AZEVEDO, L.G. de ; PORRAS, J.A. ; GARVER, C.L.
In : Land in Tropical America - Novembre 1985.
- CORSO, I.C.
Utilisation du sel de cuisine dans la réduction de la dose d'insecticides pour le contrôle des punaises du soja - londrina - EMBRAPA - CNPSO, 1990 - 7 p - Communiqué technique, 45.
- DEMANGEOT, J.
Le continent Brésilien - SEDES et CDU - Paris, 1972.
- EMBRAPA
Centre National de Recherches sur le SOJA (Londrina, Pr) - Recommandations techniques pour la culture de soja dans le Parana 1991/92 - Londrina, OCEPAR/EMBRAPA - CNPSO - 1991 - Document 47.
- EMBRAPA
Centre National de Recherches sur le SOJA (Londrina, Pr) - Recommandations techniques pour la culture de soja dans le Brésil Central 1993/94 - Londrina, 1993 b, 120 p. (EMBRAPA - CNPSO - Document, 64)
- GAZZONI, D.L.,
OLIVEIRA, E.B. de ; CORSO, I.C. ; CORRÊA-FERREIRA, B.S. VILLAS BOAS, G.L. ; MOSCARDI, F. ; PANIZZI, A.R. - Gestion des insectes ravageurs du soja - londrina, pr - EMBRAPA-CNPSO, 1988, 44 p. (EMBRAPA - CNPSO - Circulaire technique 5)
- HENNING, A.A.; KRZYŻANOWSKI, F.C. ; FRANÇA NETO, J.B. ; YORINORI, J.T.
Tratamento de sementes de soja com fungicidas - londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1991, 4 p. (EMBRAPA-CNPSO - Comunicado técnico, 49)

- KIIHL, R.A.S. ; GARCIA, A.
The use of the long - Juvenile Trait in breeding soybean cultivars -In: world soybean research conference 4., Buenos Aires, 1989 - Proceedings - Buenos Aires, AA SOJA, 1989 - pp. 994-1000.
- HINSON, K.
Use of a long-juvenile trait in cultivar development - in : world soybean Research Conference, 4., Buenos Aires, 1989 Proceedings - Buenos Aires, AASOJA, 1989 - pp. 983-7.
- LANDERS, J.
1994 - in : Fasciculo de experiencias de plantio direto no cerrado - APDC.
- LOPES, A.S.
Solos sob cerrado - POTAFOS - PIRACICABA, 1984
- LOURENÇAÕ, A.L MIRANDA, M.A.C. de ; NAGAI, V.
Resistencia de soja a insetos - Avaliaçãõ de danos de percevejos em cultivares e linhagens - bragantia, campinas, 46 (1) : 45-57, 1987.
- MOSCARDI, F.
Utilisation de *Baculovirus anticarsia* pour le contrôle de la chenille du soja *Anticarsia gemmatalis* - Londrina, Pr - EMBRAPA - CNPSO, 1983. 21 p. (EMBRAPA-CNPSO, communiqué technique, 23)
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R. ; VARGAS, M.A.T.
Estabelecimento de B. JAPONICUM num solo de CERRADO pela inoculaçãõ de sementes de arroz - revista brasileira de ciência do solo, campinas, 13 : 35-9, 1989
- RESCK, D.V.S.
Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetaçãõ de Cerrados - Planaltina, EMBRAPA -CPAC, 1981, 32 p. (EMBRAPA-CPAC, cicular técnica, 6)
- ROESSING, A.C.; AUVRAY GUEDES, L.C.
Aspectos economicos do complexo soja = sua participaçãõ na economia brasileira e evoluçãõ na regiaõ do Brasil central - in : cultura da soja nos Cerrados - Simposio sobre cultura da soja nos Cerrados, UBERABA, 1992 - pp. 2-69
- SEGUY, L; BOUZINAC, S.
Gestion des sols et des cultures dans les zones de frontières agricoles des Cerrados humides du centre-ouest Brésilien - Synthèse actualisée 1986-91 et Highlights 1991 - CIRAD-CA Montpellier - Doc interne - 104 p.
- SEGUY, L; BOUZINAC, S.
Gestion des sols et des cultures en écologie préamazonienne - CIRAD-CA, Montpellier - 1989-1992 - Doc interne.

- SEGUY, L; BOUZINAC, S.
La Recherche appliquée au service du développement agricole régional au Brésil. CIRAD-CA - Doc. Interne - 1990 - 227 p.- Montpellier
- SEGUY, L; BOUZINAC, S.
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 1986-92 - 65 p.
2 : Gestion écologique des sols - 34 p.
CIRAD-CA, Montpellier - Doc interne.
- SEGUY, L; BOUZINAC, S.
Gestion des sols et des cultures dans les zones de frontières agricoles des Cerrados Humides du centre-ouest Brésilien - CIRAD-CA, Montpellier - Doc interne.- 1993/94.
- SEGUY, L; BOUZINAC, S.
Frontières agricoles de l'ouest du Brésil - Fixation de l'agriculture mécanisée et formation des acteurs - CIRAD-CA, Montpellier - in : Agriculture et développement, n° 1 - Janvier 1994.
- SEGUY, L; BOUZINAC, S et al.
Les systèmes de culture pour la région centre-nord de l'état du Mato Grosso - Recommandations techniques 1993.
CIRAD-CA, Montpellier et RHODIA AGRO, São Paulo.
- SEGUY, L; BOUZINAC, S ; PACHECO, A ; KLUTHCOUSKI, J.
Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de semis direct, sans travail du sol, appliqués aux Cerrados du centre-ouest brésilien
CIRAD-CA - Doc. Interne - 1989 - 165 p.- Montpellier
- SEGUY, L; BOUZINAC, S ; TRENTINI, A ; CORTES, N.A. de
La construction d'une agriculture stable, lucrative, adaptée aux contraintes pédoclimatiques de la zone tropicale humide - cheminements technologiques présentés sous forme de dessins - CIRAD-CA, Montpellier - 1995 - Doc Interne.
- SOUZA, D.M. G. de ; MIRANDA, L.N. de ; LOBATO, E.
Interprétation d'analyses de terre et recommandations d'engrais phosphatés pour les cultures annuelles dans les Cerrados - planaltina, EMBRAPA - CPAC, 1987, 7 p. (EMBRAPA - CPAC - Communiqué technique, 51)
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. ; BORKERT, C.M.
Nutrição mineral da soja -in : cultura da soja nos Cerrados - Simposio sobre cultura da soja nos Cerrados, UBERABA, 1992 - pp. 105-132.
- VAN RAIJ, B.
Fertilidade do solo e Adubaçãõ - Associaçãõ brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato - PICACICABA, SP, 1991

- YORINORI, J.T.
Maladies du Soja. In : fondation cargill, ed. Soja dans le Brésil Central. 3ème édition Campinas, fundação cargill - 1986 - pp. 301-63
- YORINORI, J.T.
Frog eye leaf spot of soy bean (*Cercospora sojina* hara) - in : world soybean conference, 4., Buenos Aires, Associação Argentina de la Soya - Vbl. III, 1989 - pp. 1275-83
- YORINORI, J.T.
Chancre de la tige de soja - londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1990. 8 p.
(EMBRAPA-CNPSO, Communiqué technique, 44)

ANNEXES



Photo 1 - Déficience en N



Photo 2 - Déficience en P_2O_5 au 1er Plan

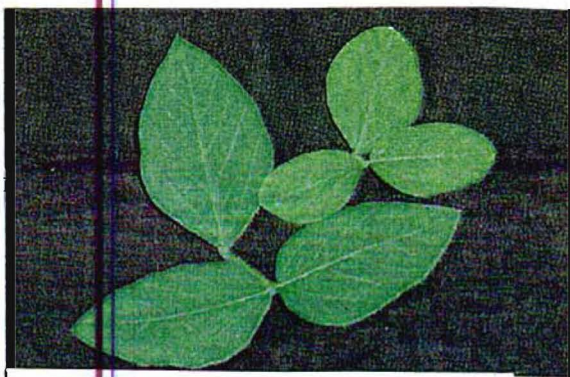


Photo 3 - A gauche, feuille sans déficience en P_2O_5 ; à droite feuille avec déficience



Photo 4 - A droite, plants avec déficience en P_2O_5 à gauche sans déficience



Photo 5 - Déficience en K, au 1er Plan

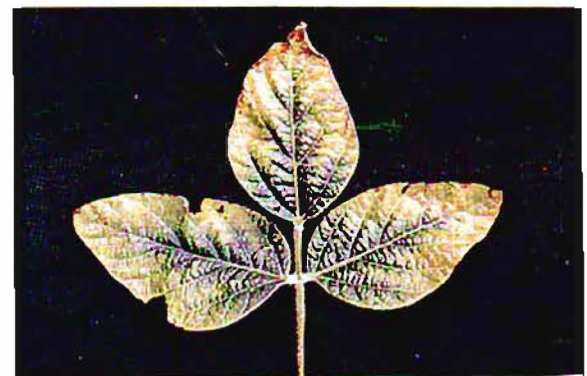


Photo 6 - Déficience en K



Photo 7 - Déficience en Ca



Photo 8 - Déficience en Ca

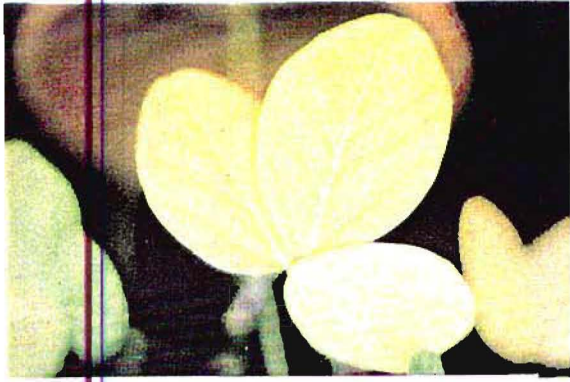


Photo 9 - Déficience en Mg



Photo 10 - Déficience en Mn



Photo 11 - Culture de soja avec déficience en Mn, induite par correction excessive de l'acidité en surface

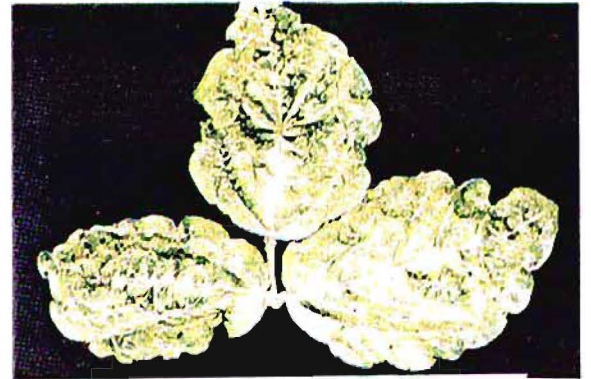


Photo 12 - Toxicité en Mn



Photo 13 - Toxicité en Mn

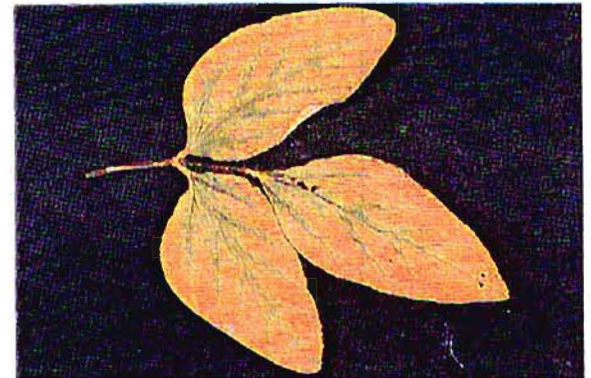


Photo 14 - Déficience en Zn



Photo 15 - Déficience en Zn

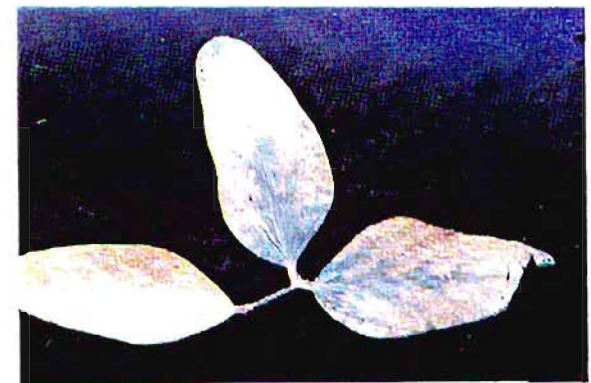


Photo 16 - Déficience en Cu



Photo 17 Déficience en N,
au 1er Plan



Photo 18 - Déficience en Fe



Photo 19 - Chenille défoliatrice :
(*Anticarsia gemmatilis*)

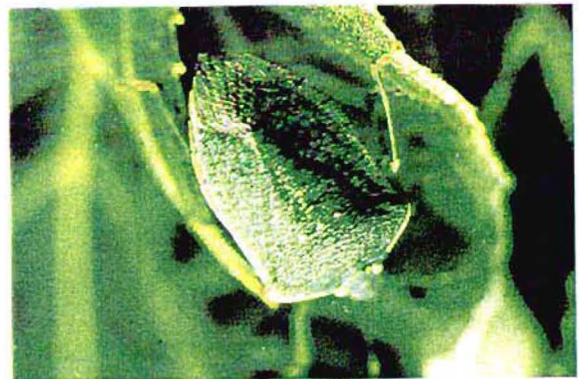


Photo 20 - Punaise verte : (*Nezara viridula*)

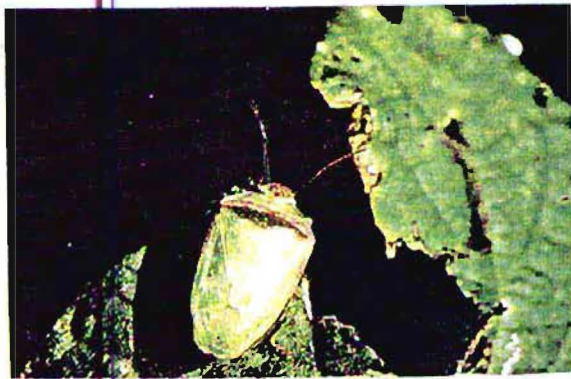


Photo 21 - Petite punaise verte :
(*Piezodorus guildinii*)



Photo 22 - Punaise marron : (*Euschistus heros*)



Photo 23 : Guêpe (*Trissaleus basalis*),
parasitant des oeufs de punaise



Photo 24 - *Podisus connexicus* attaquant une
chenille



Photo 25 - Chenille défoliatrice atteinte de la "maladie blanche" provoquée par le champignon (*Nomuraea rileyi*)



Photo 26 - Chenille défoliatrice atteinte de la "maladie noire" causée par le virus (*Baculovirus anticarsia*)



Photo 27 - Cercosporiose : (*Cercospora sojina*)

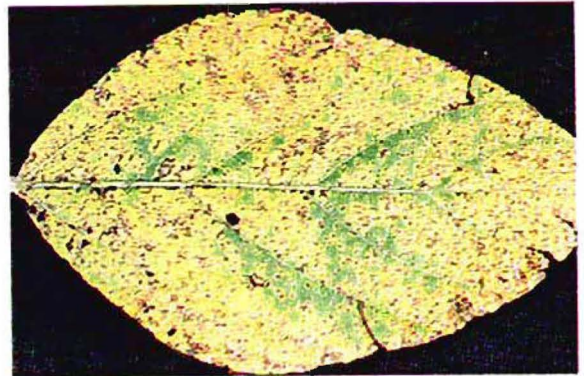


Photo 28 - Septoriose : (*Septoria glycines*)



Photo 29 - Septoriose : (*Septoria glycines*)



Photo 30 - Cercosporiose de fin de cycle: (*Cercospora Kikuchii*)

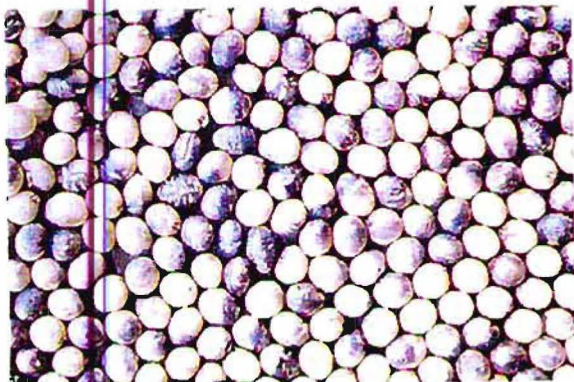


Photo 31 : Tache rouge de la semence : (*Cercospora kikuchii*)



Photo 32 - Chancres de la tige : (*Diaporthe p. f. sp. meridionalis*)



Photo 33 - Chancro de la tige : lésion initiale (*Diaporthe p. F. sp. meridionalis*)



Photo 34 - Chance de la tige, nécrose de la moelle (*Diaporthe P.f.sp meridionalis*)

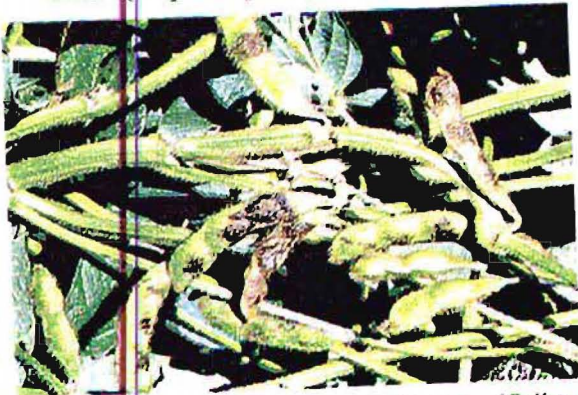


Foto 35. Antracnose: necrose e seca da vagem (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*).



Photo 36 - Anthracnose : nécrose superficielle de la tige (*Colletotrichum dematium* var. *Truncata*)



Photo 37 - Dessèchement de la tige et de la gousse (*Phomopsis sojæe*)



Photo 38 - Détérioration de la tige et de la gousse. (*Phomopsis sojæe*)

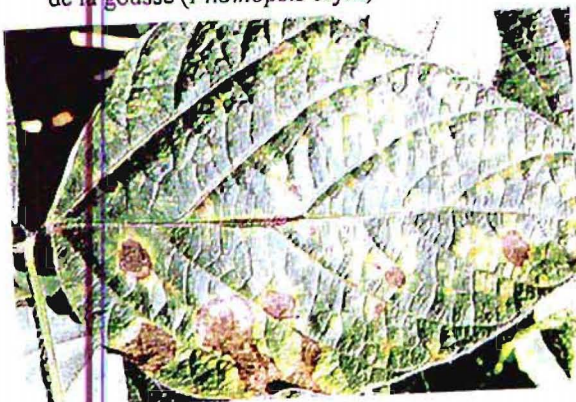


Photo 39 - Symptômes de *Corynespora cassicola*



Photo 40 - Pourriture racinaire (*Corynespora cassicola*)

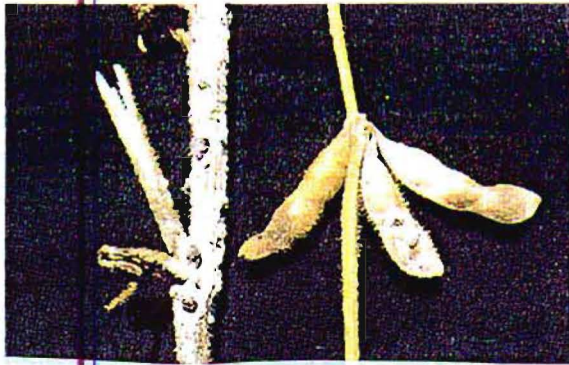


Photo 41 - Pourriture blanche de la tige
(*Sclerotinia sclerotiorum*)



Photo 42 - Pourriture grise de la tige
(*Phialophora gregata*)



Photo 43 - Pourriture rouge racinaire :
symptômes sur feuille
(*Fusarium solani*)



Photo 44 - Pourriture rouge
racinaire : nécrose rouge
de la racine (*Fusarium solani*)



Photo 45 - Nématodes sur racines
(Galles) (*Meloidogyne spp.*)

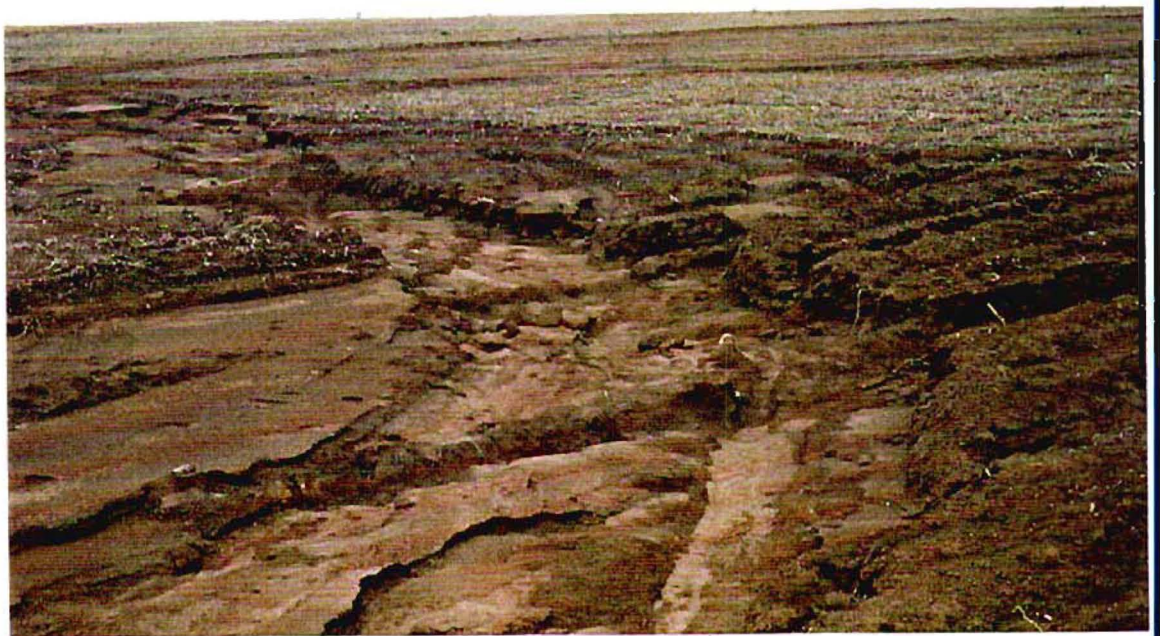


Photo 46 - Dégâts provoqués par
les nématodes (*Heterodera glycines*)
30-40 tours après semis





49 . Un ruissellement qui peut être catastrophique sur les sols compactés



50 . L'utilisation exclusive des engins à disques provoque une érosion désastreuse



51 . Semis direct de soja sur forte biomasse de mil (pompe biologique)



52 . le semis direct sur forte biomasse de mil ou sorgho :
une protection totale contre l'érosion



53 . Semis direct de soja sur pailles de maïs dans la succession annuelle maïs-soja



54 . Développement d'une intense vie biologique sous système de semis direct continu

SARL LA GOUTTE D'ENCRE
34 000 Montpellier - France
Tél : 67.65.30.96

Documents de travail du CIRAD-CA

Déjà parus

- n° 1-94 FAURE G., 1994.
Les exploitations en motorisation intermédiaire au Burkina Faso. 22 p.
- n° 2-94 SILVIE P., 1994.
Revue critique de l'expérimentation phytosanitaire sur le cotonnier au Togo (1988-1992). 54 p.
- n° 3-94 VAISSAYRE J.
Dix années d'expérimentation pour la protection du cotonnier en Côte-d'Ivoire (1981-1990). 62 p.
- n° 4-94 GENAY J.-P.
Trois années d'expérimentation phytosanitaire sur cotonnier en Thaïlande (1991-1993) : bilan et perspectives. 54 p.
- n° 5-94 BENZ H., LANÇON F., LEPLAIDEUR A., MOUSTIER P., PUJO L.
Propos d'un livre futur sur : Méthodes d'analyse des rapports sociaux dans les échanges vivriers en Afrique et en Asie du Sud. 105 p.
- n° 6-94 RICHARD L.
Fertilité des sols cultivés et systèmes de culture dans les savanes de Centrafrique 1980-1990. 133 p.
- n° 7-94 CRETENET M., SEQUEIRA R., BISSON P., SUZOR H., JALLAS E.
L'intérêt des modèles de simulation des systèmes de culture : le cas de Gossym. Actes de l'atelier du 6 septembre 1993. 38 p. et annexe.
-
- n° 1-95 CLAVEL D, WELCKER C., GUINET I.
Projet CIRAD-INRA Guadeloupe. Synthèse des principaux résultats d'amélioration variétale du maïs pour la zone caraïbe, 1989-1993. 16 p.
- n° 2-95 GUIBORDEAU P., 1995.
L'amélioration variétale du cotonnier au Sénégal. 36 p.
- n° 3-95 RENOU A., MARTIN T.
50 ans de recherches phytosanitaires sur la culture cotonnière au Tchad. 133 p.
- n° 4-95 HOMMAN N.
Propriété et protection du matériel végétal. 152 p. et annexe.
- n° 5-95 LUCE C.
Le sorgho. Création variétale et étude de la diversité génétique. 72 p.
- n° 6-95 JOURDAIN D.
Utilisation des modèles bio-économiques pour l'analyse des stratégies de protection des plantes. 89 p. et annexes.
-
- n° 1-96 MORANT P., BALIMA M., KONE N., OUARO S., PARE S., SANOU P., ZERBO L.
Création d'une cellule de traitements d'images satellitaires et d'applications thématiques au sein de l'INERA. 63 p. et annexes.



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA

2477,
avenue du Val
de Montferrand
BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France
téléphone :
67 61 58 00
télécopie :
67 61 59 86
télex :
480762 F