

La désinfection des semences du cotonnier au Paraguay

J.-C. Follin* et V. Mangano**

* IRCT-CIRAD : Mission Cotonnière, Paraguay.

** Station IAN : Caacupe, Paraguay.

RÉSUMÉ

Au Paraguay, 5 ans de résultats sur la désinfection des semences de cotonnier ont permis de remplacer le produit organo-mercurique jusqu'alors utilisé par des produits organiques de synthèse. Les appareils de traitements en usine ont été renouve-

lés. Des essais en sols infectés artificiellement par *Rhizoctonia solani* indiquent un effet remarquable de deux nouveaux produits : le metsulfuron et le tolichophos-méthyl.

MOTS CLES : cotonnier, fontes des semis, désinfection de semences, Paraguay.

INTRODUCTION

Jusqu'en 1979, les graines de semences distribuées étaient traitées uniquement avec un produit organo-mercurique. A cette date, des inquiétudes se manifestèrent sur la qualité et l'efficacité de la désinfection de semences et sur le bien-fondé de l'utilisation de produits toxiques et dangereux. La simple observation montrait, en effet, que le produit se répartissait fort mal sur les graines (délintées mécaniquement ou non délintées) ; en outre, de nombreuses graines, dans les tests de germination, étaient recouvertes de moisissures indiquant que le produit ne jouait pas pleinement son rôle.

Un double problème se posait donc : celui de la qualité de la désinfection de semences et celui du remplacement d'un produit organo-mercurique par un produit de synthèse efficace, peu toxique et d'un prix convenable. Un programme de travail fut donc mis en place, qui comprenait des études de laboratoire sur la détermination des micro-organismes en cause dans la détérioration des graines et les fontes de semis, ainsi que des études sur le terrain à travers un réseau d'essais implantés dans les différentes zones du pays.

ORGANISMES RESPONSABLES DES FONTES DE SEMIS

Parasitisme de pré-émergence

• Organismes portés par la graine

Comme pathogène spécialisé au cotonnier, *Colletotrichum gossypii* South. est rarement rencontré ; par contre, sur les graines provenant de zones où existe la ramulose (superbrotamento), maladie décrite uniquement en Amérique du Sud, *C. gloeosporioides* Penz. var. *cephalosporioides* Costa est fréquent et capable de provoquer des destructions de plantules, au même titre que *C. gossypii* (1-4).

Fusarium oxysporum et *moniliforme* S. et H. ainsi qu'*Alternaria* sp. sont des pathogènes faibles dont l'importance ne doit cependant pas être négligée sur des plantules issues de graines mal conservées et détériorées.

• Organismes habitants du sol

Rhizoctonia solani Kühn est le plus fréquemment rencontré, c'est le pathogène le plus important dans les fontes de semis du cotonnier au Paraguay.

Pythium aphanidermatum Eds. Fitz. et *P. ultimum* Traw. existent également. Comme parasites de faiblesse, il faut signaler : *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ash. et *Fusarium oxysporum* et *solani* S. et H.

A ces organismes classiquement reconnus comme agents de fonte de semis, il faut ajouter, dans le contexte du Paraguay, des moisissures (*Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*) qui jouent un rôle important dans la pourriture des graines, lorsque le semis est immédiatement suivi d'une période pluvieuse et froide. Ces organismes sont également impliqués dans la détérioration des graines stockées dans de mauvaises conditions.

Parasitisme de post-émergence

Sur plantules, on trouve :

C. gossypii et *C. gl.* var. *cephalosporioides*, *R. solani*, *M. phaseoli*, *Pythium* spp., *Alternaria macrospora* Zimm et *tenuis* Auct.

Sur plantes plus âgées (jusqu'à 20 jours) : *R. solani*, *M. phaseoli*.

Sclerotium rolfsii Sacc. est également isolé ; enfin, il faut noter que *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* (E.F. Smith) Dye, agent de la bactériose et *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Atk.) S. et H., agent de la fusariose, outre leurs dégâts spécifiques, sont capables de provoquer des destructions de plantules.

PRODUITS EXPÉRIMENTÉS AU PARAGUAY

Les recherches furent orientées dans deux directions : l'étude de l'action de ces produits sur les graines en entrepôt et l'étude de leur action sur la levée au champ et en serre.

Action sur les graines stockées

Des études qualitatives et quantitatives, relatives aux champignons portés par la graine, ont été réalisées pendant plusieurs années à l'IAN de Caacupe par MATHIESON et MANGANO (5). Le principe de la méthode de travail était de déposer sur du papier filtre humide et stérile, en boîte de Pétri, des graines ayant reçu des traitements différents. Après 10 jours d'incubation, les colonies apparues étaient identifiées et comptées. Le tableau 1 résume une partie des résultats obtenus et montre :

- la baisse significative du nombre de colonies fongiques dans les objets traités ;
- la nécessité d'employer une dose correcte de produit, pour obtenir une baisse significative ;
- la nécessité d'une bonne répartition du produit ; les graines traitées par l'organisme responsable de la multiplication du traitement et de la distribution des semences (OFAT) à l'époque avec un appareil n'assurant pas une répartition régulière du produit, sont moins bien protégées que celles qui sont traitées par le même produit au laboratoire ; toutes les graines provenaient, bien entendu, du même lot.

Les comptages indiquent une présence importante de *Rhizopus nigricans* qui n'est pas un champignon vraiment pathogène, mais qui possède un pouvoir cellulolytique très important. Il peut ainsi causer des dégâts importants et rapides, si une blessure lui permet de pénétrer dans la graine. Sa présence est cependant surestimée par rapport aux *Penicillium* et aux *Aspergillus* à cause de sa croissance extrêmement rapide. Parmi les *Aspergillus*, il faut signaler l'importance d'*Aspergillus flavus*, responsable de la présence des aflatoxines dans les tourteaux. Pour la conservation proprement dite, le tableau 2 indique que la désinfection des semences avec des produits de synthèse n'affecte pas, à long terme, le pouvoir germinatif mais que, au contraire, la baisse est minimisée par rapport à un lot témoin non traité.

Action sur la levée

Essais en milieu partiellement contrôlé

Lorsque les conditions matérielles le permettent, des échantillons de graines sont semés en serre pour évaluer une phytotoxicité éventuelle.

En 1980, ces semis furent réalisés en terre très infectée naturellement par *Rhizoctonia solani*. Dans ces conditions, il est clair que la levée est nettement supérieure chez tous les objets traités (sauf toutefois pour le Panogen). Par ail-

TABLEAU 1
Pourcentages de colonies dénombrées sur semences traitées et non traitées (lot de 400 graines).
Porcentajes de colonias contadas sobre las semillas tratadas y no tratadas.

Traitements	Doses %	Champignons				non identifiés	Total
		<i>Rhizopus nigricans</i>	<i>Aspergil- lus spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>		
Témoin non traité		29,7	4,7	3,5	0,7	0	38,6 a*
Acétate de métoxy-éthyl mercure (OFAT)	0,3	13,7	7,5	0,7	1,0	0,7	23,6 abcde
Acétate de métoxy-éthyl mercure (IAN)	0,15	29,7	2,7	0,2	0	0	32,6 abcd
	0,3	2,0	0,7	0	0,2	0,5	3,4 de
	0,6	3,0	2,7	0	0,2	0	5,9 e
Captane (50 % m.a.)	0,2	36,0	0,7	1,0	0,5	0,2	38,4 ab
	0,4	13,5	0	1,2	0	0,2	14,9 cde
	0,8	12,7	0,5	0	0	0,7	13,9 cde
Captane 50 % + carboxine 75 %	0,1 + 0,15	22,7	0,5	0,2	0	0,2	23,6 abcde
	0,2 + 0,3	10,2	0,2	0,7	0	1	12,1 cde
	0,4 + 0,6	7,2	0,7	1,2	0	0	9,1 de
TMTD 30 % + méthyl-thiophanate 50 %	0,2	34,5	1,2	0,5	0	0,5	36,7 abc
	0,4	17,2	0,2	1,0	0	0,5	18,9 bcde

* Test de Tukey niveau 5 %.

TABLEAU 2
Pourcentages de germination après un an de stockage.
Porcentajes de germinación después de un año en depósito.

Traitements	Germination		Différences
	1979	1980	
Témoin non traité	96,2	82,0	- 8,3
Captane 50 % : 0,4 %	88,5	85,0	- 3,5
TMTD 30 % + méthyl-thiophanate 50 % : 0,4 %	88,0	87,0	- 1,0
Captane 50 % + carboxine 75 % 0,2 + 0,3 %	97,0	95,0	- 2,0

TABLEAU 3

Germination en serre de graines traitées et non traitées (12 × 100 graines par objet).
Germinación en invernadero de semillas tratadas y no tratadas (12 × 100 semillas por objeto).

Variables	Doses ‰	Plantules ‰	% T	% Panogen	% Captane	% Thirame
Témoin non traité		47,9	100			
Acétate de méthoxy-éthyl mercure	0,3	49,3	102,9	100		
Captane (80 ‰ m.a.)	0,4	59,0	123,2		100	
Thirame (80 ‰ m.a.)	0,4	64,5	134,7			100
Acétate de m.e. mercure + carboxine 75 ‰	0,2 + 0,3	68,3	142,6	138,5		
Captane 80 ‰ + carboxine 75 ‰	0,2 + 0,3	71,4	149,1		121,0	
Thirame 80 ‰ + carboxine 75 ‰	0,2 + 0,3	68,4	142,8			106,0

leurs, il existe une activité additionnelle du Vitavax, produit systémique spécifique des Basidiomycètes, lorsque la présence du *Rhizoctonia* est importante (tabl. 3).

Les essais au champ

Les essais au champ posent un problème, car on n'observe pas toujours de dommages à la levée et ils sont très variables, suivant les sols et les conditions météorologiques, au moment de la germination. Il est donc nécessaire, soit de multiplier les essais pour obtenir qu'une partie d'entre eux ait des résultats significatifs, mais on se heurte alors au problème matériel de l'installation et du suivi des essais ; soit de se limiter à un ou deux essais dans un terrain choisi, que l'on sait être favorable aux maladies des plantules, avec le risque de réduire les études à un type de dommage.

Le premier objectif des essais installés à partir de 1980 était de tester, dans les conditions du Paraguay, des produits connus pour leur efficacité, utilisés depuis longtemps en traitement de semences, pour les proposer, si les résultats étaient satisfaisants, comme remplaçants du produit organo-mercurique jusqu'alors employé. Des essais furent donc implantés dans différentes localités représentant différentes zones : Concepcion, Caacupe, Caaguazu, Caazapa, Coronel Bogado et Ybycui.

Ce premier objectif atteint, le second était de tester les nouveaux produits offerts sur le marché. Pour cela, il n'était plus nécessaire de multiplier les essais au niveau régional et le programme fut restreint à un essai installé sur

une parcelle de l'IAN de Caacupe où l'on observe toujours des dommages à la levée.

La méthodologie des essais est simple : répartition en blocs Fisher à 6 répétitions, avec une ligne de 20 m comme parcelle élémentaire comportant 100 poquets de 5 graines. Après 20 jours, les poquets présents et les plantules sont comptés, les pourcentages de levée sont analysés. La récolte n'est pas prise en compte.

a) Les essais régionaux

Les résultats des essais régionaux ayant présenté des dégâts à la levée imputables au parasitisme fongique entraînent plusieurs constatations (tabl. 4) :

— le traitement avec le produit organo-mercurique jusqu'alors utilisé donne des résultats inférieurs aux traitements avec un fongicide de synthèse : captane ou thirame ;

— les gains à la levée sont en moyenne modestes, de l'ordre de 10 ‰, mais cela ne doit pas cacher les résultats spectaculaires enregistrés dans les cas graves. A Concepcion, en 1980-81 et 1981-82, la levée était améliorée de 60 à 80 ‰ (tabl. 5) ;

— l'adjonction de Vitavax n'apporte un gain net que dans le cas de l'utilisation du Panogen, probablement à cause de la faible efficacité de ce dernier. Dans les autres cas, on ne retrouve pas l'effet bénéfique, parfois observé sur les semis en serre ;

— les graines traitées à l'OFAT ont toujours un taux de germination inférieur (les semences des objets provenaient toutes d'un même lot), ce qui traduisait un problème d'ordre technique. L'observation des graines montrait en effet une répartition très mauvaise du produit avec,

TABLEAU 4

Pourcentages de germination (plantules) dans les essais régionaux de désinfection de semences.
Porcentajes de germinación (plantulas) en los ensayos regionales de desinfección de semillas.

Traitements	Doses ‰	Caacupe	Caaguazu	Concepcion	C. Bogado	Ybycui	Moyenne	
							Pl. ‰	% T
Témoin		75,8	78,6	40,0	55,6	78,8	65,8	100 c
Acétate de m.e. mercure (OFAT)	0,3	65,6	74,2	37,4	40,6	66,6	56,9	86,5 d
Acétate de m.e. mercure (IAN)	0,3	76,8	84,2	42,8	53,0	82,0	67,8	103,0 bc
Captane (80 ‰ m.a.)	0,4	79,2	79,6	66,0	61,0	84,0	74,0	112,5 ab
Thirame (70 ‰ m.a.)	0,4	80,8	78,8	64,8	57,8	82,2	72,9	110,8 ab
Acétate de m.e. mercure + carboxine 75 ‰	0,2 + 0,3	84,0	85,0	62,8	64,2	76,4	74,5	113,2 a
Captane 80 ‰ + carboxine 75 ‰	0,2 + 0,3	78,6	81,0	65,2	59,2	80,4	72,9	110,8 ab
Thirame 70 ‰ + carboxine 75 ‰	0,2 + 0,3	80,2	79,2	62,8	58,2	78,0	71,7	109,0 abc
d.s. à p = 0,05		6,8	4,2	5,4	5,2	7,2	6,6	10,0
d.s. à p = 0,01		9,2	5,6	7,2	7,0	9,6	8,9	13,5
C.V. (‰)		7,5	4,5	8,2	7,9	7,7	7,4	

TABLEAU 5
Germination (plantules %) dans les essais de traitements de semences à Conception (campagnes agricoles 1980-81 et 1981-82).
Porcentajes de germinación (plántulas) en los ensayos de Concepción.

Traitement	Doses %	1980-81		1981-82	
		Pl. %	% T	Pl. %	% T
Témoin non traité		40,0	100 b B	34,8	100 c D
Acétate de m.e. mercure (OFAT)	0,3	37,4	93,5 b B	41,4	119,0 c CD
Acétate de m.e. mercure (IAN)	0,3	42,8	107,0 b B	50,6	145,4 b BC
Captane (80 % m.a.)	0,4	66,0	165,9 a A	61,0	175,3 a AB
Thirame (70 % m.a.)	0,4	64,8	162,0 a A	64,0	183,9 a A
Acétate de m.e. mercure + carboxine 75 %	0,2 + 0,3	62,8	157,0 a A	60,0	172,4 a AB
Captane 80 % + carboxine 75 %	0,2 + 0,3	65,2	163,0 a A	56,8	163,2 ab AB
Thirame + carboxine 75 %	0,2 + 0,3	62,8	157,0 a A	61,0	175,3 a AB
d.s. à p = 0,05		5,4	13,5	8,4	24,1
d.s. à p = 0,01		7,2	18,0	11,4	32,8
C.V. (%)		3,2		13,4	

comme conséquence, une non protection pour les graines non touchées et une probable phytotoxicité pour celles ayant reçu une dose trop forte ;

— enfin, il faut signaler que les plantules des objets traités, sont généralement plus vigoureuses, ce qui se traduit par un développement plus rapide dans les premiers stades.

b) Essais à l'Institut Agronomique National (IAN) de Caucape

En 1983 et 1984, les essais furent implantés dans un sol naturellement infecté ; en 1985 et 1986, avant le semis, une infection artificielle du sol fut réalisée en apportant 100 g par ligne de 20 m d'une culture de 15 jours de *Rhizoctonia solani* sur graines de sorgho. Ces infections provoquent

des fontes de semis très importantes, en particulier en 1986. Pour ces deux dernières années, les pourcentages de poquets garnis (tabl. 6) sont donnés également, car en cas de dégâts importants, ce paramètre offre une meilleure idée de l'impact économique de la désinfection des semences.

Les produits testés sont les suivants :

Orthocide	captane 80 %	CHEVRON
Vitavax 75	carboxine 75 %	UNIROYAL
Brassicol PM 50	PCNB 50 %	HOECHST
Monceren	penicuron	BAYER
Homal	thirame 30 % + méthyl-thiophanate 50 %	NIPPON SODA

TABLEAU 6
Germination (%) dans les essais de l'IAN Caucape.
Germinación (%) en los ensayos del IAN de Caucape.

Traitement	Dose %	1983		1984		1985		1986					
		Pl.		Pl.		Poquets	Pl.	Poquets	Pl.				
Témoin non traité		40,0	B	60,6	BC	67,2	A	36,9	A	10,0	A	4,0	A
PCNB 50 %	0,4	53,3	A	66,2	AB								
Captane 80 %	0,4	47,9	AB	56,2	C	81,3	B	45,7	B	33,0	B	16,0	BC
Captane 80 %	0,3									31,0	B	14,3	B
TMTD 30 % + méthyl- thiophanate 50 %	0,4	47,0	AB	56,0	C					33,0	BC	18,3	BC
Captane 80 % + Pencycuron	0,2 + 0,3	46,9	AB	63,5	A								
Captane 80 % + carboxine 75 %	0,2 + 0,3	43,2	B	65,8	AB	87,0	BC	49,9	B				
Captane 80 % + carboxine 75 %	0,2 + 0,1									50,7	BC	22,9	BC
Captane 80 % + carboxine 75 %	0,1 + 0,1									46,5	BC	21,6	BC
Captane 80 % + carboxine 75 %	0,2 + 0,2									50,7	BC	25,2	BC
Iprodione 35 % + carbendazine 17,5 %	0,2					86,7	BC	51,0	B				
Captane 50 % + métalaxyl 10 %	0,4					81,5	B	46,0	B				
Metsulfovax	0,4					90,5	BC	52,6	BC				
Metsulfovax + oxydate de cuivre	0,2 + 0,3					89,5	BC	50,1	B	60,7	C	30,1	BC
Tolclophos-méthyl 50 %	0,2					93,5	C	55,5	C				
Tolclophos-méthyl 50 % + captane 80 %	0,3 + 0,1									84,7	D	54,5	D
Transformation								Arc sin \sqrt{x}		Arc sin \sqrt{x}		Arc sin \sqrt{x}	
F(t)		9,32		8,90		10,49		7,72		14,95		14,81	
CV %		3,1		7,1		7,3		10,4		16,8		18,3	

1983 et 1984 : Analyse selon la méthode de la ppds, niveau 5 %.

1985 et 1986 : Test de Newman Keuls, niveau 5 %.

Rovral TS	iprodione 35 % + carbendazime 17,5 %	RHONE-POULENC
Apron C 60	captane 50 % + metalaxyl 10 %	CIBA-GEIGY
Rizolex	rolclophos-méthyl 50 %	SUMITOMO
G 696	metsulfovax	UNIROYAL
G 696 plus	metsulfovax + oxynate de cuivre	UNIROYAL

Les résultats (tabl. 6) indiquent :

— une action extrêmement positive des traitements,

cependant tous ne permettent pas d'obtenir une densité correcte :

— il faut des attaques très fortes de *R. solani* pour que l'apport de Vitavax ait un effet. En outre, ce produit reste inférieur aux nouveaux fongicides, G 696 ou Rizolex, spécifiques également de *R. solani* ;

— parmi les nouveaux produits, G 696 et surtout Rizolex sont remarquables. En 1986, le Rizolex employé en mélange avec le captane a permis d'obtenir une levée normale, alors que le témoin ne présente que 10 % des poquets garnis.

RENTABILITÉ DE LA DÉSINFECTION DES SEMENCES. CONCLUSIONS

A partir de 1980, le produit organo-mercurique fut peu à peu abandonné. En 1986, toutes les graines distribuées étaient traitées, soit 5 914 t (80,4 %), avec de l'Orthocide 80 (captane 80 %) à la dose de 0,4 % et 1 443 t (19,6 %) avec de l'Orthocide 80 à 0,4 % mélangé à un produit insecticide systémique : Orthène à la dose de 0,75 % (1 360 t) ou Frumin AL à 4 % (76 t).

Un progrès important a également été réalisé dans la technique de traitement, puisqu'en 1985 de nouveaux appareils sont entrés en service, apportant une nette amélioration de la qualité de l'enrobage.

Cependant, une critique fréquente de la pratique du traitement fongicide des semences est que celle-ci ne serait pas rentable. C'est un fait certain que les essais de désinfection de semences ne sont pas toujours significatifs et que, globalement, le gain en densité semble peu important. En outre, les différences à la levée, dans les essais, doivent être fortes pour qu'elles influent sur la récolte. Pour justifier cette pratique, quelques remarques de bon sens s'imposent :

— les essais sont réalisés avec une ligne représentant un objet dans chaque répétition, ce qui entraîne, pour la production de coton-graine, des interactions importantes entre les lignes ;

— les essais reçoivent une fumure complète, 6 traitements insecticides et sont régulièrement sarclés, ce qui permet aux parcelles ayant une densité moindre de compenser par une croissance végétative plus importante ;

— l'effet de la désinfection de semences ne se limite pas à la levée et à l'état sanitaire des jeunes plants, mais recouvre aussi la conservation des semences, ce qui n'est pas visible dans les essais où le traitement est fait peu de temps

avant le semis, avec des graines de toute façon conservées dans de bonnes conditions ;

— ces essais (comme les essais de produits insecticides) sont implantés suivant un dispositif destiné à tester l'activité biologique de produits chimiques ; l'étude de leur rentabilité économique doit suivre d'autres protocoles et être réalisée en milieu réel.

Pour quantifier le prix des traitements de semences, les données sont les suivantes en 1986 (1 FF = 100 Guaranies) :

captane : 1 303 Gs/kg.
Vitavax 300 : 2 462 Gs/kg.
Homai : 2 928 Gs/kg.

Aux doses employées (0,4 %), il faut 100 g de produit à l'hectare, ce qui revient à :

captane : 130 Gs/ha.
Vitavax 300 : 246 Gs/ha.
Homai : 293 Gs/ha.

Le prix d'un produit peut donc influencer sur la décision de l'OFAT, car, à efficacité égale, il y a évidemment lieu d'acheter le produit le moins cher. Au niveau du producteur, la dépense correspond à environ 1 à 2 kg de coton-graine. Les résultats obtenus, dans tous les pays cotonniers, peuvent laisser espérer un gain supérieur.

Au Paraguay, compte tenu des rendements actuels, un produit comme le captane, efficace sur tous les champignons de fonte de semis et bon marché, est un compromis raisonnable entre les exigences techniques et économiques. L'adjonction d'un produit systémique spécifique de *Rhizoctonia solani* donne rarement des résultats supérieurs à ceux obtenus avec le captane seul ; il ne semble pas nécessaire de l'utiliser en dehors de la zone de production semencière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. COSTA, A.S., 1939. — Infestação de sementes de algodoeiro com *Colletotrichum gossypii* et *C. g. var. cephalosporioides*. *J. Agric.* (Piracicaba), 2, 265-270.
2. DEBRICON, P., 1980 à 1984. — Rapports de la mission cotonnière au Paraguay. *Doc. IRCT non publiés*.
3. FOLLIN, J.-C. ; MICHEL, B. ; PRUDENT, P., 1985, 1986 et 1987. — Rapports de la mission cotonnière. Section phytosanitaire. *Doc. IRCT non publiés*.
4. FOLLIN, J.-C. ; MANGANO, V., 1983. — Etudes sur la ramulose du cotonnier. Comparaison du *Colletotrichum* responsable à *C. gossypii* South. Conditions d'attaques. *Cot. Fib. trop.*, 38, 2, 209-213.
5. MATHIESON, T. ; MANGANO, V., 1981. — Informe sobre los ensayos fitopatológicos en algodón 1980-81. *Doc. MAG*, 46 p.
6. P.I.E.A. 1980 à 1986. — Informes anuales. *Doc. MAG*.

Los tratamientos de desinfección de semillas del algodónero en el Paraguay

J.C. Follin y V. Mangano

RESUMEN

En el Paraguay, 5 años de resultados han permitido reemplazar el producto organo-mercurial por productos orgánicos de síntesis. También los aparatos de tratamientos fueron cambiados. Los

ensayos en suelos artificialmente infectados con *Rhizoctonia solani* indican un efecto notable de nuevos productos como el metilsulfaxax y el tolclofos-metil.

PALABRAS CLAVES : algodónero, pérdidas a la germinación, desinfección de semillas.

INTRODUCCION

Hasta 1979, se repartían semillas únicamente tratadas con un producto organo-mercurial. En esa fecha, se plantearon algunas dudas sobre la calidad y la eficacia de los tratamientos y sobre lo bien fundado de seguir con la utilización de productos tóxicos y peligrosos. En efecto, la observación simple mostraba que el producto no se repartía bien sobre las semillas (delintadas mecánicamente o no delintadas); además, en las pruebas de germinación, muchas semillas estaban cubiertas de mohos, lo que indicaba que el producto no desempeñaba correctamente su papel.

Un problema doble se planteaba : el de la calidad del tratamiento y el del cambio del producto organo-mercurial por un producto de síntesis, eficaz, con una toxicidad reducida y un precio adecuado.

Por eso se inició un programa de trabajo que incluía estudios de laboratorio sobre el reconocimiento de los micro-organismos responsables de la deterioración de las semillas y de las pérdidas a la germinación, así como estudios de campo con una red de ensayos ubicados en varias zonas del país.

ORGANISMOS RESPONSABLES DE LAS PERDIDAS A LA GERMINACIÓN

Parasitismo de preemergencia

Organismos llevados por la semilla

Como patógeno especializado del algodónero, rara vez se encuentra *Colletotrichum gossypii* South, mucho más importante es el *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. var. *cephalosporioides* en las zonas donde existe la ramulosis (superbrotamiento), enfermedad descrita únicamente en América del Sur. Este hongo puede dañar las plántulas del mismo modo que el *Colletotrichum gossypii* (1, 4).

Fusarium oxysporum y *moniliforme* S. et H., así que *Alternaria* sp. son patógenos débiles pero que pueden desempeñar un papel importante sobre las plántulas provenientes de semillas deterioradas.

Organismos habitantes del suelo

Rhizoctonia solani Kühn es el más frecuentemente encontrado, es el patógeno más importante en el damping-off en el Paraguay.

Pythium aphanidermatum Eds. Fitz. y *Pythium ultimum* Trow. también existen. Como parásitos débiles caben notar : *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ash. y *Fusarium oxysporum* y *solani* S. e H.

A estos organismos conocidos como agentes de daños de las plántulas, se deben agregar, en el medio paraguayo,

varios mohos (*Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*), los cuales forman una parte importante en la podredumbre de las semillas cuando un período húmedo y frío sigue la siembra. Estos organismos están, también, implicados en la deterioración de las semillas en depósito.

Parasitismo de postemergencia

Sobre las plántulas, se encuentran :

- *Colletotrichum gossypii* y *Colletotrichum gloeosporioides* var. *Cephalosporioides*.
- *Rhizoctonia solani*.
- *Macrophomina phaseoli*,
- *Pythium* sp.,
- *Alternaria macrospora* Zimm. et A. *tenuis* Auct.

Sobre plantas más viejas (hasta los 20 días) :

- *Rhizoctonia solani*,
- *Macrophomina phaseoli*, se aísla también *Sclerotium rolfsii* Sacc. ; por fin cabe señalar que *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* (E.F. Smith) Dye, agente de la bacteriosis y *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Atk.) S. e H., agente de la fusariosis, además de los daños específicos pueden provocar la destrucción de las plántulas.

LOS PRODUCTOS EXPERIMENTADOS EN EL PARAGUAY

Las investigaciones fueron orientadas en dos direcciones : el estudio de la acción en las semillas almacenadas y el estudio de la acción sobre la germinación en el campo y en invernadero.

Acción en las semillas almacenadas

Estudios cualitativos y cuantitativos, relativos a los hongos llevados por las semillas, fueron realizados durante algunos años en el I.A.N. de Caacupe por MATHIESON y MANGANO (5). El principio del método de trabajo fue depositar, en un papel filtro húmedo y estéril, en caja de Petri, semillas que han recibido tratamientos diferentes. Después de diez días de incubación, las colonias que aparecían eran identificadas y contadas. El cuadro 1 resume una parte de los resultados obtenidos y muestra :

— la baja significativa del número de colonias de hongos en los objetos tratados ;

— la necesidad de emplear una dosis correcta del producto, para obtener una disminución significativa ;

— la necesidad de una buena repartición del producto ; las semillas tratadas por el organismo responsable de la multiplicación, del tratamiento y de la distribución de las semillas (OFAT), en la época, con un aparato que no aseguraba una repartición regular del producto, estaban mucho menos protegidas que las tratadas con el mismo producto en laboratorio, proviniendo todas las semillas del mismo lote.

Por otra parte, los contajes indican una presencia importante de *Rhizopus nigricans* que no es un hongo realmente patógeno, pero que posee un poder celulolítico muy importante. Puede causar así daños importantes y rápidos si una herida le permite penetrar en la semilla. Sin embargo, su presencia es sobrestimada con respecto a los *Penicillium* y a los *Aspergillus* a causa de su crecimiento extremadamente rápido. Entre los *Aspergillus*, es preciso señalar la importancia de *A. flavus* responsable de la presencia de las aflatoxinas en la torta. Sobre la conservación propiamente dicha, el cuadro 2 indica que la desinfección de las semillas con productos de síntesis no afecta, a largo plazo, el poder germinativo pero que, por el contrario, la disminución es minimizada con respecto a un lote testigo no tratado.

Acción sobre la germinación

Ensayos en medio parcialmente controlado

Cuando las condiciones materiales lo permiten, las muestras de semillas se siembran en invernadero para evaluar una fitotoxicidad eventual.

En 1980, estas siembras fueron realizadas en tierra muy infectada naturalmente con *Rhizoctonia solani*. En esas condiciones, queda claro que la germinación es muy superior en todos los objetos tratados (salvo con el Panogen). Por otra parte, existe una actividad adicional del Vitavax, producto sistémico específico de los Basidiomycetes, cuando la presencia del *Rhizoctonia* es importante (cuadro 3).

Los ensayos en el campo

Los ensayos en el campo plantean un problema por cuanto los daños a la germinación no se hallan siempre presentes y son muy variables, según los suelos y la condiciones meteorológicas, en el momento de la germinación. Es, pues, necesario sea multiplicar los ensayos para obtener que una parte tenga resultados significativos, pero se tropieza entonces en el problema material de la instalación y de la observación de los ensayos, sea limitarse a uno o dos ensayos en un terreno elegido, que parezca ser favorable a las enfermedades de las plántulas, con el riesgo de reducir los estudios a un tipo de daño.

El primer objetivo de los ensayos instalados a partir de 1980 fue de testar en las condiciones del Paraguay los productos conocidos por su eficacia, utilizados después de largo tiempo en el tratamiento de semillas, para proponerlos, si los resultados fueran satisfactorios, como reemplazantes del producto organo-mercurial hasta ahora empleado. Los ensayos fueron implantados en distintas localidades, que representan diferentes zonas : Concepción, Caacupé, Caaguazú, Caazapa, Coronel Bogado e Ybycuí.

Este primer objetivo una vez alcanzado, el segundo consistía en testar los nuevos productos ofrecidos en el mercado. Para eso no fue tan necesario multiplicar los ensayos a nivel regional y el programa fue limitado a un ensayo instalado en una parcela del I.A.N. de Caacupé donde los daños a la germinación están siempre presentes.

La metodología de los ensayos es simple : repartición en bloques Fisher con 6 repeticiones con una línea de 20 m como parcela elemental, comprendiendo 100 hoyos de 5 semillas. Después de 20 días, se cuentan los hoyos presentes y las plántulas y se analizan los porcentajes de germinación. No se toma en cuenta la cosecha.

a) Los ensayos regionales

Los resultados de los ensayos regionales, que han presentado daños a la germinación imputables al parasitismo de hongo, acarrearán varias constataciones (cuadro 4) :

— El tratamiento con el producto organo-mercurial hasta ahora utilizado, da resultados inferiores a los tratamientos con un fungicida de síntesis, captan o tiram ;

— La ganancia a la germinación, en conjunto, es modesta, del orden del 10 %, pero esto no debe ocultar los resultados espectaculares registrados en los casos graves. En Concepción, en 1980 81 y 81 82, la germinación fue mejorada del 60 al 80 % (cuadro 5) ;

— El agregado de Vitavax aporta una ganancia clara únicamente en el caso del uso del Panogen, probablemente a causa de la eficacia débil de este último producto ;

— Las semillas tratadas en la OFAT tenían siempre una germinación inferior (las semillas de los objetos provenían del mismo lote) lo que se traducía en un problema de orden técnico. La observación de las semillas manifestaba una repartición muy mala del producto con, como consecuencia, una no protección para las semillas poco tratadas y una probable fito-toxicidad para aquellas que recibían una dosis demasiado fuerte ;

— Por fin, es necesario señalar que las plántulas de los objetos tratados, son generalmente más vigorosas, lo que se traduce en un desarrollo más rápido en las primeras etapas.

b) Ensayos del Instituto Agronómico Nacional de Caacupe

En 1983 y 1984 se sembraron los ensayos en suelos naturalmente infectados : en 1985 y 1986 se realizó antes de la siembra una inoculación artificial con *Rhizoctonia solani*, poniendo sobre la línea de siembra 100 g por 20 m de un cultivo de 15 días del hongo sobre granos de sorgo. Esas infecciones provocaron un « damping-off » muy fuerte, particularmente en 1986. Para estos dos últimos años se dan (cuadro 6), también, los porcentajes de hoyos con plántulas, ya que en caso de daños fuertes, este parámetro ofrece una mejor idea del impacto económico de la desinfección de semillas.

Los productos testados fueron los siguientes :

Orthocide	captan 80 %	CHEVRON
Vitavax 75	carboxin 75 %	UNIROYAL
Brassicol PMS0	PCNB 50 %	HOECHST
Monceren	penycuron	BAYER

Homai	thiram 30 % + methil-tiofanato 50 %	NIPPON SODA
Rovral TS	iprodione 35 % + carbendazim 17,5 %	RHÔNE-POULENC
Apron C60	captan 50 % + metalaxyl 10 %	CIBA-GEIGY
Rizolex	tolclofos metil 50 %	SUMITOMO
G696	metsulfovax	UNIROYAL
G696 Plus	metsulfovax + óxinato de cobre	UNIROYAL

Los resultados (cuadro 6) indican :

— Una acción sumamente positiva de los tratamientos, sin embargo, no todos permiten conseguir una densidad correcta ;

— Se necesitan ataques fuertes de *Rhizoctonia solani* para que el aporte de Vitavax tenga un efecto. Además, este producto queda inferior a los nuevos fungicidas, G696 y Rizolex, también específicos de *Rhizoctonia solani*.

— En los nuevos productos, G696 y sobre todo Rizolex utilizado en mezcla con el captan permite conseguir una emergencia normal cuando el testigo no presente más que el 10 % de hoyos con plántulas.

RENTABILIDAD DE LA DESINFECCION DE SEMILLAS. CONCLUSION

A partir de 1980, el producto organo-mercurial fue poco a poco abandonado. En 1986, todas las semillas vendidas eran tratadas, o sea :

— 5 914 t (80,4 %) con Orthocide 80 (captan 30 %) al dosis 0,4 % y 1 443 t (19,6 %) con Orthocide 80 a 0,4 % mezclado a un producto insecticida sistémico : Orthene al dosis de 0,75 % (1 360 t) o Fruminal a 4 % (76 t).

En lo concerniente a la técnica de tratamiento, se ha obtenido, asimismo, un progreso importante, puesto que en la OFAT, en 1985 han entrado en servicio nuevos aparatos, aportando una neta mejora de la calidad del tratamiento.

Sin embargo, una crítica frecuente de la práctica del tratamiento de semillas es que esté no sería rentable. Es un hecho real que los ensayos no son siempre significativos y que, globalmente, la ganancia en densidad parece poco importante. Por otra parte, las diferencias al germinar deben ser grandes para que se vuelvan a presentar a la cosecha. Para justificar esta práctica, se imponen algunas observaciones oportunas :

— los ensayos se realizan con una línea que representa un objeto en cada repetición lo cual representa, para la producción de algodón en rama, interacciones importantes entre las líneas ;

— los ensayos reciben un abono completo, 6 tratamientos insecticidas y son regularmente limpiados, lo cual permite a las parcelas con una densidad menor compensar por un crecimiento vegetativo importante ;

— el efecto de la desinfección de semillas no se limita a la germinación y al estado sanitario de las plantas jóvenes, sino que abarca también la conservación de las semillas, lo cual no es visible en los ensayos donde el tratamiento se

realiza poco tiempo antes de la siembra con semillas de todas maneras conservadas en buenas condiciones ;

— estos ensayos (como los ensayos de productos insecticidas) se implantan siguiendo un dispositivo destinado a testar la actividad biológica de productos químicos ; el estudio de su rentabilidad económica debe acompañarse de otros protocolos y ser realizados en media real.

Para cuantificar el precio de los tratamientos de semillas, los datos en 1986 son los siguientes :

captan	1 303 Gs/kg
Vitavax 300	2 462 Gs/kg
Homai	2 928 Gs/kg

En las dosis empleadas (0,4 %), 100 g de producto por hectarea son necesarios lo cual significa :

captan	130 Gs/ha
Vitavax 300	246 Gs/ha
Homai	293 Gs/ha

El precio de un producto puede, pues, influir sobre la decisión de la OFAT porque a eficacia igual, hay evidentemente forma de comprar el producto menos caro. A nivel del productor, el gasto corresponde a alrededor de 1 a 2 kg de algodón en rama. Los resultados obtenidos en todos los países algodoneeros pueden dejar esperar que la ganancia sea superior. En el Paraguay, habida cuenta de los rendimientos actuales, un producto como el captan, eficaz sobre todos los hongos de damping off, y barato, es un compromiso razonable entre las exigencias técnicas y económicas. El agregado de un producto sistémico específico de *Rhizoctonia solani* da raramente resultados superiores a los obtenidos con el captan solo, no parece necesario utilizarlo fuera de la zona de producción semillera.

SUMMARY

In Paraguay, 5 years of experimentation results on the disinfection of cotton seed have made it possible to replace the organo-mercuric product used to date by synthetic organic products. Apparatuses used for factory treatments have been replaced.

Tests on soils artificially infected by *Rhizoctonia solani* indicate a remarkable effect of two new products : metsulfovax and tolchlorphos-methyl.