

## EFEITO DA ADIÇÃO DE INSETICIDAS NO SOLO, SÔBRE O DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO (\*)

COARACY M. FRANCO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fisiologia*, CONSTANTINO G. FRAGA JR., *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental* e OSWALDO SILVEIRA NEVES, *engenheiro-agrônomo, Seção de Algodão, Instituto Agrônômico*

### RESUMO

A fim de verificar o efeito do acúmulo de inseticidas no solo, fêz-se um ensaio em vasos de Mitscherlich, empregando-se os inseticidas BHC, toxafeno, lindano e DDT, incorporados ao solo. Os três últimos foram experimentados também na forma de emulsão, enquanto que o BHC entrou no ensaio apenas na forma de pó.

As quantidades de inseticidas empregadas foram correspondentes àquelas recebidas pelo solo no fim de 1, 3 e 7 anos de cultura algodoeira, tratada com as quantidades recomendadas para cada um dêles.

Em terra arenosa, do tipo arenito Bauru, a dose de BHC correspondente à recebida pelo solo em um ano de cultura com o algodoeiro (108,5 kg/ha) já causou um decréscimo de produção de 20%; a dose correspondente a 3 anos produziu um decréscimo de 56% e a correspondente a 7 anos anulou a produção.

Entretanto, após ter o solo permanecido sem cultura durante um ano agrícola, os efeitos tóxicos do BHC decresceram, a ponto de mesmo a dose correspondente a 7 anos de cultura ter permitido alguma produção.

Dos outros inseticidas sômente o toxafeno em emulsão e quando empregado em dose 7 vêzes mais forte do que a recomendada, que é de 18,6 l/ha de emulsão a 50%, causou algum prejuízo à produção, reduzindo-a de 30% na cultura feita logo após a sua aplicação no solo. Em consequência de um acidente ocorrido e mencionado no texto, não se obtiveram dados de uma segunda cultura com êste inseticida, após ter o solo "descansado" durante um ano agrícola.

Em terra-roxa os efeitos tóxicos do BHC foram menos intensos. Neste tipo de terra a dose correspondente à recebida pelo solo no fim de um ano de cultura algodoeira não prejudicou em nada o algodoeiro. As doses correspondentes às recebidas pelo solo no fim de 3 e 5 anos de cultura algodoeira causaram sensíveis decréscimos de produção. Na segunda cultura, entretanto, feita nos mesmos solos após terem êstes permanecido sem cultura durante um ano, não houve nenhuma diferença entre as plantas tratadas e testemunhas, quer quanto ao desenvolvimento ou à produção, o que mostra que na terra-roxa os efeitos tóxicos do BHC, nas doses estudadas, desapareceram completamente do solo no fim de dois anos.

(\*) Pesquisa parcialmente financiada pela Hercules Powder Co., mediante doação ao Fundo de Pesquisas do Instituto Agrônômico.  
Trabalho apresentado à IV Reunião Latinoamericana de Fitotecnia, realizada em Santiago, Chile, de 24 de novembro a 6 de dezembro de 1958.  
Recebido para publicação em 14 de maio de 1959.

## 1 — INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro em São Paulo é sistematicamente tratada com inseticidas, para o controle de pragas. Disso poderia resultar um acúmulo perigoso dessas substâncias no solo, pois freqüentemente o algodoeiro é cultivado por vários anos sucessivos na mesma área e há evidência de que os efeitos de determinados inseticidas, principalmente BHC e DDT, persistem no solo por um tempo mais ou menos longo (1, 3, 6).

Experiências realizadas por Gargantini, Giannotti e Tella (7) mostraram que 90% do BHC aplicado à superfície da terra ficaram retidos nos primeiros 10 centímetros de solo, mesmo após ter sido este percolado por quantidade de água correspondente a 1 079 mm de chuva.

Os dados encontrados na literatura sobre a toxicidade de inseticidas no solo parecem, à primeira vista, contraditórios. Isto é devido principalmente ao fato de a persistência no solo e a toxicidade do inseticida variarem muito com certos fatores, principalmente com as propriedades físico-químicas do solo e com a espécie cultivada. Assim, por exemplo, Swanson (9) encontrou boa correlação entre a quantidade de lindano adsorvida por um solo e o teor deste em argila. Em um trabalho de Morrison (8) vê-se que a mesma dosagem de BHC que destruía beterraba, milho, batata etc., causou apenas pequenos danos em feijão, tomate, alface etc., e foi inócua para couve, brócoli, cenoura e algumas outras culturas. Fato semelhante observa-se no trabalho de Allen (2), onde a dose de DDT que afetou o desenvolvimento do fumo e "cowpeas" nenhum mal causou ao algodoeiro.

Estudando a toxicidade de alguns inseticidas ao algodoeiro em terras roxa e arenosa, Coury e Ranzani (5) concluíram que o DDT não se mostrou tóxico àquela planta mesmo quando empregado em pulverizações em dose 125 vezes mais forte do que a comumente empregada nas culturas.

Variando, assim, a toxicidade dos inseticidas com o solo e com a planta, não se pode tomar "a priori", como válidos para as condições dos nossos algodoads, os resultados obtidos em outros solos e, no geral, com outras plantas.

Com a finalidade, pois, de verificar o efeito do acúmulo de diversos inseticidas em dois tipos de solos, sôbre o desenvolvimento do algodoeiro, realizaram-se ensaios, cujos resultados são apresentados neste trabalho.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Os tipos de solo mais empregados para a cultura do algodoeiro em nosso Estado são o arenito Bauru e a terra-roxa. Por esta razão foram êles usados nos trabalhos aqui descritos.

O ensaio foi executado em vasos de ferro esmaltado (Mitscherlich), dispostos sôbre vagonetas. Assim foi conduzido, sempre que possível, a céu aberto, recolhendo-se os vasos para o interior de uma estufa sômente à noite, ou quando as condições meteorológicas o exigiram. Os inseticidas empregados foram: BHC, toxafeno em pó, toxafeno em emulsão, lindano em pó, lindano em emulsão, DDT em pó e DDT em emulsão. Para melhor contrôle do efeito dos inseticidas foram incluídos na experiência tratamentos com os veículos dos inseticidas, ou sejam, talco e emulsionante. Êste último é uma solução de Tritton 177 a 15 % por volume em xilol.

A dose de inseticida colocada em cada vaso foi calculada tomando-se por base a quantidade por unidade de área recomendada de cada um dêles e calculando-se a quantidade que, naquela proporção, correspondesse à superfície do vaso, que era de 314,16 cm<sup>2</sup>. Assim por exemplo, para o caso do BHC, tomou-se por base a recomendação oficial de cinco aplicações anuais de 14,463 kg/ha (35 kg/alqueire) de uma mistura de BHC + DDT + S, na proporção de 3 % : 5 % : 40 %, o primeiro algarismo significando a porcentagem de isômero-gama. Nessa proporção, um hectare receberia 2,17 kg de isômero-gama em um ano, e uma superfície igual à do vaso empregado receberia, portanto:  $0,031416 (2,17/10\ 000) = 0,000\ 006\ 82\text{ kg}$ , ou sejam 0,006 82 g.

Como foi empregado o BHC contendo 2 % de isômero-gama, cada vaso recebeu 0,341 g de BHC. Esta dose, que corresponde à recebida pelo solo em um ano de cultura com o algodoeiro, foi chamada **dose 1** sendo as doses **2**, **4** e **8** seus respectivos múltiplos.

De maneira semelhante calculou-se a quantidade de cada um dos outros inseticidas, tomando-se por base as seguintes quantidades recomendadas para os mesmos:

Toxafeno em pó (a 20%) .....	14,463 kg/ha (5 × 35 kg/alq.);
Lindano em pó .....	0,409 kg/ha (0,990 kg/alq.);
DDT em pó .....	3,616 kg/ha (5 × 35 kg/alq.) da mistura de BHC + DDT + S a 3%:5%:40%;
Toxafeno em emulsão (a 50%) .....	5 aspersões na razão de 3,719 l/ha (9 l/alq.);
Lindano em emulsão .....	mesma dosagem de isômero-gama empregado no caso do BHC;
Talco .....	tomou-se por base o toxafeno que é o que leva mais talco (140 kg/ha);
Emulsionante .....	tomou-se por base a emulsão de toxafeno que é a empregada em maiores quantidades.

O quadro 1 mostra os produtos e as quantidades empregadas por vaso.

Vasos com capacidade de 6,3 litros foram cheios com terra peneirada. A seguir o conteúdo de um por um foi despejado em uma bacia grande, onde a seguinte adubação foi incorporada à terra, que era ainda bem revolvida para homogeneização: sulfato de amônio, 2,0 g, superfosfato duplo, 6,0 g, cloreto de potássio, 2,0 g e sulfato de magnésio, 0,25 g.

A terra foi, em seguida, transferida para uma bandeja ampla, onde era esparramada em uma camada de 2 a 3 cm de espessura, sobre uma folha de papel. Sobre a terra assim bem esparramada o inseticida foi distribuído da maneira a mais uniforme possível. Os inseticidas em pó eram polvilhados e os líquidos, diluídos em um maior volume de água para facilitar a distribuição, aspergidos por meio de um pequeno aspersor manual. Aplicado o inseticida a terra era bem revolvida com o auxílio de uma colher de jardineiro e colocada de novo no vaso. A folha de papel que forrava a bandeja era substituída por nova, sempre que se trocava de inseticida.

Dois tipos de solo foram usados no ensaio: o arenito Bauru, procedente da Estação Experimental de Pindorama, e a terra-roxa-misturada, da Estação Experimental Central.

Cinco sementes da variedade I.A.C. 817 foram semeadas em cada vaso, deixando-se após a germinação apenas uma planta por vaso.

Empregaram-se quatro repetições, com dois vasos cada uma.

Nas regas dos vasos empregava-se sempre o líquido de percolação acumulado nas bandejas acrescido de quantidade de água suficiente para haver nova percolação.

Para verificar o efeito residual dos inseticidas no solo, terminada a cultura a terra, depois de peneirada para a separação das raízes,

QUADRO 1. — Inseticidas usados e doses empregadas por vaso

Inseticida	Produto empregado	Doses	Quantidade do princípio ativo por vaso
BHC	Gamaxol — 2 com 2% de isômero-gama	0	0,00000 g isôm. gama
		1	0,00682 g isôm. gama
		3	0,02046 g isôm. gama
		7	0,04774 g isôm. gama
Toxafeno (pó)	Toxafeno a 10%	0	0,0000 g tox.º
		1	0,0454 g tox.º
		3	0,1262 g tox.º
		7	0,3178 g tox.º
Lindane (pó)	Lindane a 20%	0	0,000000 g lind.º
		1	0,001288 g lind.º
		3	0,003864 g lind.º
		7	0,009016 g lind.º
DDT	DDT a 5%	0	0,000000 g DDT
		1	0,011366 g DDT
		3	0,034098 g DDT
		7	0,795620 g DDT
Toxafeno (emulsão)	Toxafeno emulsão 20 g/100 cc	0	0,00000 g tox.º
		1	0,03240 g tox.º
		3	0,09720 g tox.º
		7	0,22680 g tox.º
Lindane (emulsão)	Lindane emulsão 20 g/100 cc	0	0,00000 g lind.º
		1	0,00682 g lind.º
		3	0,02046 g lind.º
		7	0,04774 g lind.º
Talco	Talco	0	0,000 g talco
		1	0,409 g talco
		3	1,227 g talco
		7	2,863 g talco
Emulsionante	Tritton 177 ----- 15 cc Xilol q.s.p. ----- 100 cc	0	0,00 cc em.ºe
		1	2,89 cc em.ºe
		3	8,67 cc em.ºe
		7	20,23 cc em.ºe

foi recolocada nos mesmos vasos a fim de semear-se novamente o algodoeiro na época de plantio seguinte, desta vez sem nova adição de inseticidas (segunda cultura).

### 3 — RESULTADOS

#### 3. 1 — CULTURA EM SOLO ARENOSO

##### 3. 1. 1 — PRIMEIRA CULTURA

Por razões de ordem material o ensaio foi considerado terminado quando grande número de maçãs já se achavam formadas e bem desenvolvidas. Nessa ocasião colheram-se tôdas as maçãs existentes no ensaio e pesou-se separadamente a produção de cada planta. A figura 1 mostra uma planta testemunha, ao lado de duas afetadas pelo BHC.



FIGURA 1. — Algodoeiros em solo arenito Bauru: à esquerda, planta da série testemunha; ao centro, a melhor planta da série que recebeu a dose **3** de BHC; à direita, a melhor da série que recebeu a dose **7** de BHC.

A análise da variância dos dados mostrou que apenas os tratamentos com BHC e a dose 7 do toxafeno em emulsão prejudicaram a produção das plantas. A figura 2 mostra grãficamente as produções por planta, obtidas nos vasos que receberam a dose 7 de cada inseticida.

Mesmo a dose 1 de BHC fêz decrescer significativamente a produção, que foi muito reduzida pela dose 3 e nula na dose 7, como se vê na figura 3.

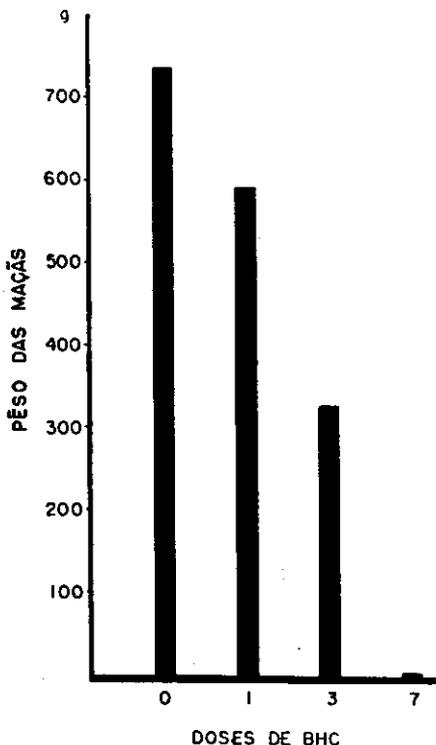


FIGURA 3. — Produções de maçãs, dos algodoeiros que vegetaram em solo arenoso e cujos vasos receberam diferentes doses de BHC.

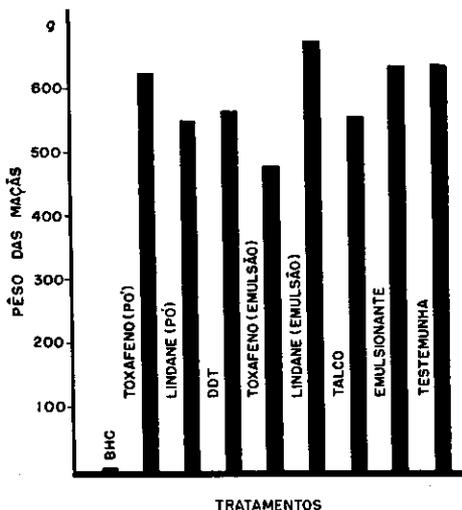


FIGURA 2. — Produções de maçãs, dos algodoeiros que vegetaram em solo arenoso e cujos vasos receberam a dose 7 dos inseticidas indicados. (A coluna **testemunha** representa a média das testemunhas dos oito tratamentos).

É interessante notar que o desenvolvimento das raízes foi muito mais afetado pela toxidez do inseticida do que o das partes aéreas, o que é evidenciado pelas figuras 4 e 5.

### 3. 1. 2 — SEGUNDA CULTURA

Infelizmente, na segunda cultura ocorreu um imprevisto que prejudicou grandemente a continuação do ensaio: a tinta que protegia as bandejas dos vasos, as quais eram

de alumínio, se desprendeu permitindo que elas fôsem atacadas pelos sais empregados na adubação e os compostos solúveis de alumínio assim formados intoxicaram um pouco as plantas. Apesar disto pode-se observar que o efeito tóxico do BHC no solo decresceu bastante depois de decorrido um ano, pois enquanto na primeira cultura a

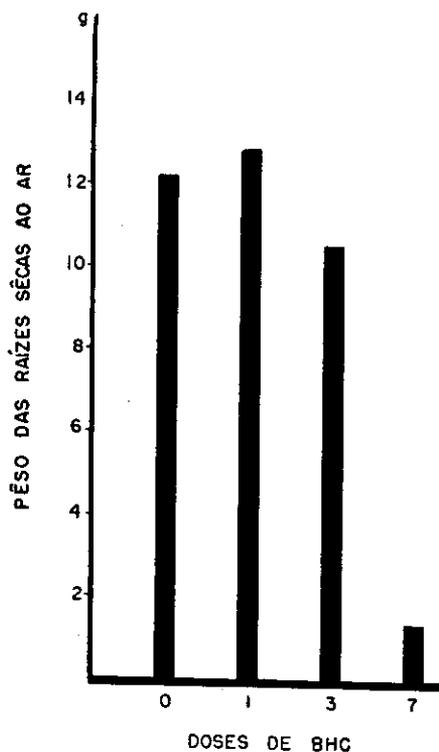


FIGURA 5. — Efeito de diferentes doses de BHC no solo arenito de Bauru, sobre o desenvolvimento das raízes de algodoeiros que vegetaram em vasos.

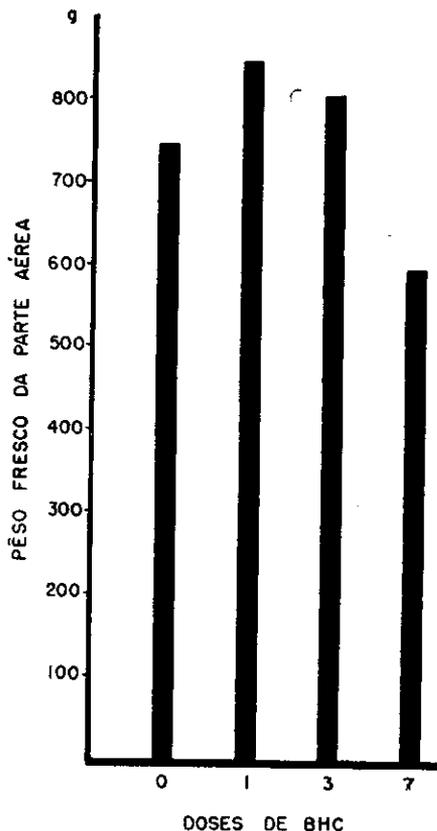


FIGURA 4. — Efeito de diferentes doses de BHC no solo arenito de Bauru, sobre o desenvolvimento da parte aérea de algodoeiros que vegetaram em vasos.

produção das plantas dos vasos que receberam a dose 7 daquela inseticida foi nula, nesta segunda cultura, feita depois de decorrido um ano da aplicação do inseticida, houve produção, embora reduzida, apesar da intoxicação pelo alumínio, como se constata na figura 6.

## 3. 2 — CULTURA EM SOLO ARGILOSO

## 3. 2. 1 — PRIMEIRA CULTURA

Neste ensaio, em que se empregou a terra-roxa-misturada, estudou-se apenas a toxicidade do BHC, porque dos inseticidas estudados foi o único que se mostrou bastante tóxico; as doses do inseticida foram **1, 3 e 5**. Estes números, como no ensaio anterior, correspondem às quantidades do inseticida recebidas pelo solo no fim de 1, 3 e 5 anos de cultura, respectivamente.

As produções no primeiro ano, quando o inseticida foi aplicado no solo, acham-se representadas na figura 7.

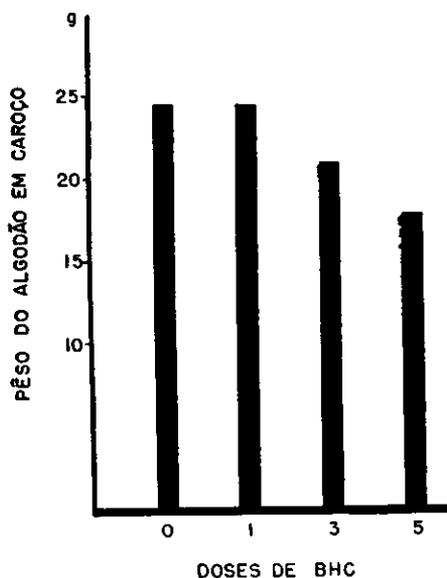


FIGURA 7. — Produções de algodão em caroço, das plantas que vegetaram em solo terra-roxa-misturada e cujos vasos receberam diferentes doses de BHC.

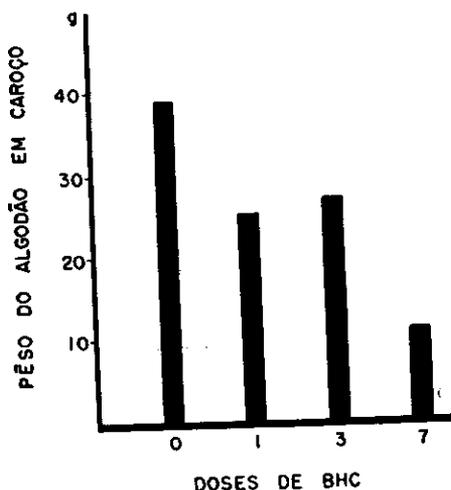


FIGURA 6. — Produções de algodão em caroço, das plantas que vegetaram em solo arenoso tratado com diferentes doses de BHC, e depois de os respectivos vasos terem permanecido sem cultura um ano agrícola.

As doses **3 e 5** causaram um decréscimo da produção, em relação às doses **0 e 1**, da ordem de 20%, em média. Maior decréscimo decorreu do emprêgo da dose **5**, o qual, no entanto, não diferiu significativamente daquele causado pela dose **3**.

## 3. 2. 2. — SEGUNDA CULTURA

O algodoeiro deveria ser plantado novamente na estação seguinte de plantio, nos mesmos

vasos que haviam recebido o inseticida. Entretanto, por motivo de ausência prolongada por viagem do primeiro autor, isto somente foi feito um ano depois.

Nesta segunda cultura desapareceu completamente todo o efeito tóxico observado anteriormente, conforme se vê na figura 8.

#### 4 — CONCLUSÕES

Dos inseticidas experimentados, ou sejam, BHC, toxafeno, lindano e DDT, somente o primeiro mostrou-se com tal fitotoxicidade que poderia dar margem a apreensões, pois em terra arenosa mes-

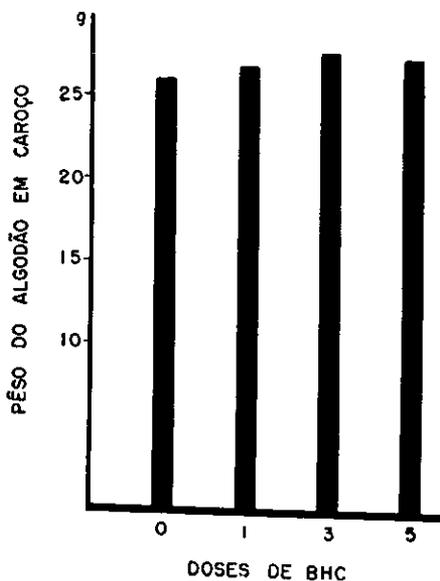


FIGURA 8. — Produções de algodão em caroço, das plantas que vegetaram em solo terra-roxa-misturada tratada com diferentes doses de BHC, e após os respectivos vasos terem permanecido sem cultura durante um ano agrícola.

mo a dose **1**, ou seja a correspondente à aplicada em um ano de cultura, quando incorporada ao solo, produziu um decréscimo de produção de 20% em relação à testemunha. A dose **3**, ou seja a correspondente à aplicada em três anos de cultura, reduziu a produção de 56% e, finalmente, a dose **7** anulou a produção.

Apesar de a segunda cultura em solo arenoso ter sido prejudicada pela intoxicação provocada pelo alumínio das bandejas dos vasos de Mitscherlich, foi possível observar que a decomposição do BHC no solo foi relativamente rápida, pois mesmo as plantas dos vasos que haviam recebido a dose **7** e que tiveram produção nula na primeira cultura produziram apreciavelmente um ano depois.

Este fato, aliado à observação de que o decréscimo de produção provocado pela dose **1** de BHC na primeira cultura não foi muito grande e, ainda, ao fato de que nos algodoais as condições são muito

menos favoráveis às manifestações dos efeitos tóxicos do inseticida do que nos vasos, parece indicar não haver grande perigo de intoxicação do solo do tipo arenito pelo BHC, quando usado sem exagero, nas quantidades oficialmente recomendadas.

Nas condições de cultura o BHC depositado à superfície das plantas e do solo fica por muito tempo sujeito à ação dos raios solares, antes da sua incorporação ao solo pela aração, o que concorre para atenuar a sua ação tóxica uma vez que é êle um tanto volátil.

Além disto, grande parte das radículas do algodoeiro acha-se nas camadas mais profundas do solo (4) onde o BHC dificilmente poderia atingir.

O BHC mostrou-se muito menos tóxico em terra-roxa. Na primeira cultura neste solo, a dose 1 não provocou nenhum decréscimo de produção, a dose 3 reduziu-a de 14 % apenas e a dose 5, de 27 %. Após o descanso do solo durante um ano agrícola, a fitotoxicidade do BHC desapareceu completamente tendo todos os tratamentos, inclusive a dose 5, produzido tanto quanto a testemunha.

A menor fitotoxicidade do BHC na terra-roxa deve ser devida ao seu maior teor de argila. Êste era de 42 % na terra-roxa e 10 % no arenito.

Na primeira cultura, além do BHC apenas o toxafeno emulsionado e quando empregado na dose 7, isto é, dose correspondente à recebida pelo solo em sete anos de cultura com o algodoeiro, reduziu a produção de 30 % em relação à testemunha. Nas outras concentrações de toxafeno em emulsão a produção não se diferenciou significativamente daquela da testemunha. É interessante o fato de a dose 7 do toxafeno em pó, que leva ao solo 101,5 kg/ha daquele inseticida, não ter prejudicado a produção enquanto que a dose 7 do produto emulsionado, que leva apenas 72,24 kg/ha de toxafeno, ter causado um decréscimo de 30 % na produção. Êsse fato não se deve à presença do emulsionante, uma vez que êste, aplicado isoladamente na dose 7, foi inócuo. Provavelmente o fenômeno é devido ao tamanho das partículas do inseticida, as quais, no segundo caso, são muito menores.

## THE EFFECT OF INSECTICIDES IN THE SOIL ON THE GROWTH OF THE COTTON PLANTS

## SUMMARY

The effects of increasing amounts of insecticides added to the soil on the growth of cotton plants were studied. This was an attempt to verify whether or not a possible accumulation of insecticides in the soil might become detrimental to plant growth.

The experiment was carried out in Mitscherlich pots with two types of soil: one sandy (arenito de Bauru) and the other clayey (terra-roxa). The amounts of insecticides added to the pots were calculated on an area basis to correspond to those applied to cotton plantings at the end of 1, 3, and 7 crops, and are called in this paper doses **1**, **3**, and **7**, respectively. The amounts of insecticides as recommended for cotton in the state of São Paulo are as follows: BHC, 108 kg; Toxaphene, 14.5 k; Lindane, 0.4 kg and DDT, 3.6 kg.

In the sandy soil, doses **1** and **3** of BHC caused 20% and 56% reduction in yield, respectively; dose **7** inhibited the production completely. Dose **7** of Toxaphene (72.24 kg/ha) when applied in emulsion form showed some toxicity. The same insecticide applied at the rate of 101.5 kg/ha in powdered form did not have any toxic effect nor did the emulsifier (15 ml of triton 177 + xilol q.s.p. 100 ml) when applied alone. Lindane, emulsified Lindane, and DDT did not have any adverse effect on the cotton plant growth and yield.

After the first crop the soil in each pot was passed through a sieve, returned to the pot and left undisturbed for one year. Cotton was then planted again. The development of the plants in this second planting was very irregular. This was due to aluminum toxicity, because the protective painting of the aluminum trays of the Mitscherlich pots came off in many spots and the metal was attacked by the salts used as a fertilizer, forming aluminum salts that were detrimental to the plants. It was possible, however, to see that toxic effects of the BHC added to the soil decreased fast enough after two years to allow even the plants in pots which received dose **7** of the insecticide to come to bearing.

In the experiment with clayey soil only BHC was used since it was the only insecticide that showed a dangerous level of toxicity. The doses employed were **1**, **3**, and **5**. Here too these numbers mean that the amounts of BHC added to the soil correspond to the amounts applied to cotton fields after 1, 3, and 5 years of cultivation, respectively.

In the clayey soil, dose **1** of BHC did not decrease the yield nor caused any other toxicity symptom. Doses **3** and **5** decreased the yield in 14% and 27%, respectively, but the analysis of variance did not show a significant difference between the two results.

The growth and yield of the plants sown after the soil had been left undisturbed for one year did not show any difference between the control and treated plants, thus indicating that the toxic effects of the BHC had completely disappeared.

## LITERATURA CITADA

1. ALLEN, N., WALKER, R. L., FIFE, L. C. [e outros]. Persistence of BHC, DDT, and toxaphene in soil and the tolerances of certain crops to their residues. Washington, U. S. Dept. Agric., 1954. 19p. (Tech. Bull. 1090)
2. ———, BONDY, F. F., BULLOCK, J. F. & HALL, E. Effect of soil treatment with DDT, benzene hexachloride, and toxaphene on tobacco, cotton, and cowpeas. Washington, U. S. Dept. Agric., 1951. 22p. (Tech. Bull. 1047)

3. BOSWELL, V. R. Insecticides and the soil. *Atlantic Nat.* 8:246-251. 1953.
4. CAVALERI, POPÍLIO A. & INFORZATO, ROMEU. Estudo do sistema radicular do algodoeiro nos três principais tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 15:[337]-346. 1956.
5. COURY, T. & RANZANI, G. Arsenicais e inseticidas orgânicos sôbre o algodoeiro em terras roxa e arenosa. *Ann. Esc. Agric. Queiroz* 10:[37]-46. 1953.
6. FOSTER, ARTHUR C. Some plant responses to certain insecticides in the soil. Washington, U. S. Dept. Agric., 1951. 41p. (Circular N.º 862)
7. GARGANTINI, H., GIANNOTTI, O. & TELLA, ROMEU DE. Lixiviação do BHC (isômero-gama) em solo tipo arenito Bauru. *Bragantia* 16:[73]-79. 1957.
8. MORRISON, H. E., CROWELL, H. H., CRUMB, S. E. (jr.) & LAUDERDALE, R. W. The effects of certain new soil insecticides on plants. *J. econ. Ent.* 41:374-378. 1948.
9. SWANSON, C. L. W., THORP, F. C. & FRIEND, R. B. Adsorption of lindane by soils. *Soil Sci.* 78:379-388. 1954.