

ARSENICAIS E INSETICIDAS ORGÂNICOS SÔBRE O ALGODOEIRO EM TERRAS ROXA E ARENOSA

Tese aprovada no 10º. Congresso Brasileiro de
Química realizado em Junho de 1952
no Rio de Janeiro

TUFI COURY e GUIDO RANZANI

Secção Técnica de "Química Agrícola" da Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo

INDICE

Introdução	38
Material e Métodos	39
Resultados	41
Discussão	42
Resumo e Conclusões	45
Summary	45
Bibliografia consultada	45

INTRODUÇÃO

Em 1944, os autores iniciaram estudos sôbre os efeitos residuais dos arsenicais no solo, quando aplicados no combate às pragas do algodoeiro. Os ensaios se prolongaram por vários anos, tanto em vasos como sob condições de campo, em terras rôxa misturada e arenosa; os primeiros resultados foram apresentados na 1a. Reunião Brasileira de Ciência do Sôlo, realizada no Rio de Janeiro em 1947 (COURY e RANZANI), sob o título "Efeitos do arsênico sôbre a cultura do algodoeiro em terra arenosa", tése debatida e aprovada no referido Congresso.

Os autores, no referido trabalho, chegaram às seguintes conclusões :

"1) O uso contínuo e persistente de arsenicais, no combate às pragas do algodoeiro, tende a acumular arsênico no solo, determinando, ano após ano, um decréscimo na produção dessa malvácea, em virtude da toxicidade causada por aquele elemento; 2) a intoxicação pelo arsênico se revelou sôbre o desenvolvimento vegetativo e produção do algodoeiro, afetando mais pronunciadamente a raiz, determinando uma alteração anatômica profunda em sua estrutura; 3) a forma trivalente de arsenito de sódio é sensivelmente mais tóxica que a forma pentavalente de arseniato de chumbo; 4) a dose prejudicial de arseniato de chumbo para o algodão é a partir de 4 g por pé ou 144 kg por alqueire (48 libras por acre); a de arsenito de sódio é a partir de 1,5 g por pé correspondente a 48 kg por alqueire (16 libras por acre); 5) os solos arenosos são realmente sensíveis à ação do arsênico; 6) o índice pH, o teor em Fe₂O₃, CaO, P₂O₅ e colóides (argila e húmus) do solo, ao que parece, têm remarcada influência na mobilização do arsênico no solo.

Sugerem, portanto, baseados nesse ensaio (COURY e RANZANI, 1947) e na literatura citada : a) restringir o emprêgo de arsenicais ao mínimo, substituindo-os por inseticidas orgânicos, contando que não deixem resíduos tóxicos ao solo e às plantas. É possível que a rotenona, extraída do timbó, e cuja ação inseticida é 30 vêses mais enérgica que o arseniato de chumbo, se preste para êsse fim; b) o emprêgo da cal, como corretivo, levando ainda em conta as suas ótimas qualidades como adubo; c) a rotação de cultura, como meio de restringir a contínua aplicação de arsenicais; não cultivar o arroz, nessas condições, devido a sua grande sensibilidade à ação deletéria do arsênico; d) abstenção, na medida do possível, do emprêgo de arsenicais em solos utilizados para culturas de plantas que se destinam à alimentação humana; e) a incentivação, por

parte dos Institutos Experimentais Agrícolas do país no sentido de multiplicar os ensaios com êsse elemento tóxico, nos diferentes tipos de solo e com as culturas mais importantes.

Pesquisadores americanos, como WILLIAMS e WHETSTONE (1939), REED e STURGIS (1936), COOPER et al. (1931), DORMAN e COLEMAN (1939) LINDNER (1943) RASMUNSEN (1940), CLEMENTS e HEGGENESS (1940) e outros são unânimes em afirmar os efeitos prejudiciais nas culturas subsequentes de algodão e outras, após aplicação sucessiva e contínua de arsenicais ao combate das pragas.

Como complemento do 1.º trabalho foram efetuados mais 3 ensaios, visando especialmente :

a) Um ensaio em campo, sôbre terra arenosa, com aplicação de doses crescentes de arseniato de chumbo, equivalentes as empregadas no ensaio em vasos, afim de verificar a influência exercida sôbre a cultura e produção, em condições de campo.

b) Um ensaio em vasos, nos mesmos moldes do 1.º trabalho, empregando terra roxa misturada, ao envés de arenosa.

c) Nova experiência em vasos, com solo arenoso (que conforme ficou comprovado foi sensível à ação de arsenicais), utilizando inseticidas orgânicos (Rotenona e D.D.T.) para avaliação dos efeitos dos referidos inseticidas sôbre o solo e a planta.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Ensaio de campo, em terra arenosa, com doses crescentes de arseniato de chumbo : Foram feitos 7 tratamentos, com 5 repetições, 2 testemunhas, 1 adubado e 1 sem adubo e 5 outros com doses de arseniato, equivalentes às doses empregadas no primitivo ensaio em vasos, de ns. 6 a 10.

Tratamentos :

As doses por cova dos diversos tratamentos foram :

- N. 1 — 4,383 g de Arseniato de Chumbo eq. dose vaso n. 6 — ensaio 1944-45
- N. 2 — 8,768 g de Arseniato de Chumbo eq. dose vaso n. 7 — ensaio 1944-45
- N. 3 — 17,536 g de Arseniato de Chumbo eq. dose vaso n. 8 — ensaio 1944-45
- N. 4 — 35,072 g de Arseniato de Chumbo eq. dose vaso n. 9 — ensaio 1944-45
- N. 5 — 70,144 g de Arseniato de Chumbo eq. dose vaso n. 10 — ensaio 1944-45
- N. 6 — Testemunha com adubo
- N. 7 — Testemunha sem adubo

Adubos e inseticidas empregados :

Arseniato de Chumbo — 98%, com 19,56% de As — Security Brand — U. S. A.

Calcáreo — 44,5-45,5 de CaO

Carbonato de Potássio — 16-18 de K₂O

Superfosfato a 20% — 20% de P₂O₅

Salitre do Chile "Champion" — 15,5% de N.

Adubação fundamental por cova :

Tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 e testemunha adubado

10 g de Salitre do Chile

40 g de Superfosfato simples

30 g de Carbonato de Potássio (Cinzas)

5 g de Calcáreo de rocha

O Arseniato de Chumbo foi colocado do seguinte modo : uma vez abertos os sulcos com o arado, e marcadas as covas, efetuou-se a distribuição das doses correspondentes a cada tratamento, nas respectivas covas localizadas. Depois de bem misturado com terra, foi feita a adubação correspondente a cada cova, cobrindo-se com uma leve camada de terra.

b) Ensaio em vasos em terra roxa, com doses crescentes de Arseniato de Chumbo; c) em vasos com terra arenosa, com o emprêgo dos inseticidas orgânicos D.D.T. e Rotenona.

Foram utilizados vasos de Mitscherlich (vasos de ferro zincado, esmaltados, de branco e preto, com coletor), medindo 28 cm de altura por 24 cm de largura. Cada vaso recebeu uma adubação completa e 15 kg de terra.

Adicionou-se cloreto de sódio, segundo a técnica de Mitscherlich, pois êste notável cientista alemão é de opinião que o cloreto de sódio facilita o aproveitamento do potássio do solo e que êste mesmo potássio atua deficientemente em ausência de sódio, não se dispondo facilmente ao alcance da planta.

A adubação empregada corresponde exatamente ao dôbro daquela preconizada por Mitscherlich, no seu clássico ensaio com aveia, em vasos "standard" de 20 cm de diâmetro. O enchimento dos vasos, adubação e irrigação foram feitos de acôrdo com o método supra citado. Semearam-se 10 sementes da variedade "Express", em cada vaso, sendo êstes colocados sobre vagonetes, afim de tornar possível abrigá-los de chuvas, ventos, etc., na estufa de vidro. Pelo fato de dispormos apenas de 20 vasos grandes dêsse tipo, não foi possível trabalhar com um número maior de repetições. Houve posteriormente o desbaste, reduzindo-se a 2 pés por vaso.

Tratamentos :

Vasos : 1 a 10 — Arseniato de Chumbo
 11 a 18 — Rotenona (timbó em pó) a 2,5%
 15 a 18 — D.D.T. a 10%
 19 a 20 — Testemunhas.
 Timbó : pó, 2,5% de rotenona.

Doses empregadas (S. DECKER, 1944)

por Ha. 22 kg timbó em pó — 0,75% rotenona
 ou por Ha. 3 kg timbó em pó — 5% rotenona
 por Ha. 6 kg timbó em pó — 2,5% rotenona

Donde

por Ha, com 1,20 x 0,50 — 16.000 cóvas, cada uma — 2 plantas
 ou
 6 kg/16.000 — 0,38 g/cóva, por 2 plantas, por vaso.

Partindo de 0,38 g, dose inicial, e as outras quintuplas da anterior

Vaso 11	0,38 g	
Vaso 12	1,90 g	6 kg/Ha — timbó a 2,5%
Vaso 13	9,50 g	de rotenona
Vaso 14	47,50 g	

D.D.T.: Em pulverizações empregando à razão de 10 g/litro, 1kg por 100 litros gastos em 1/4 alqueire ou 1/2 Ha : donde, 2 kg por Ha em 200 litros de *D.D.T.* a 10%.

Isto (2 kg) é 1/3 da dose de Rotenona, então as doses serão:

Vaso 15	0,128 g	
Vaso 16	0,633 g	
Vaso 17	3,170 g	2 kg/ha — <i>D.D.T.</i> a 10%
Vaso 18	15,833 g	

As doses de inseticidas empregadas são as comumente usadas no combate às pragas. (Ver quadro I)

RESULTADOSa) *Ensaio de campo :*

Produção total de capulhos :

Tratamento n. 1 —	16,105 kg	1a. dose — As
Tratamento n. 2 —	11,205 kg	2a. dose — As
Tratamento n. 3 —	8,930 kg	3a. dose — As
Tratamento n. 4 —	7,840 kg	4a. dose — As
Tratamento n. 5 —	7,760 kg	5a. dose — As
Tratamento n. 6 —	16,390 kg	Testemunha com adubo
Tratamento n. 7 —	7,450 kg	Testemunha sem adubo

b) e c) *Ensaio de vasos* :

1) Produção de capulhos — Todos os vasos tiveram regular número de capulhos, com produção de 40 a 50 g por vaso. O n. 10 (maior dose de arseniato de chumbo) não produziu capulhos, nem houve formação de flores ou maçãs. O ensaio teve início em Novembro e a mensuração em Abril foi a seguinte : altura em cm, média dos 2 pés :

Vasos ns.:	1 — 25,00	6 — 25,00	11 — 27,75	16 — 30,75
	2 — 25,00	7 — 26,25	12 — 28,75	17 — 26,50
	3 — 26,00	8 — 24,50	13 — 28,50	18 — 26,00
	4 — 25,00	9 — 25,50	14 — 30,00	19 — 28,00
	5 — 26,00	10 — 17,50	15 — 25,25	20 — 28,50

DISCUSSÃO

a) *Ensaio de campo* :

Procedeu-se à análise estatística da experiência com o emprego dos testes T e Z de FISHER (1932) e as conclusões foram as seguintes : 1) houve significância do testemunha adubado 6 sobre os tratamentos 2, 3, 4 e 5 e sobre o testemunha não adubado. Foi manifesta a ação do arseniato de chumbo sobre a produção; assim, as doses crescentes determinaram uma escala decrescente na produção, conforme pode-se constatar : 16,1 - 11,2 - 8,9 - 7,8 - 7,6 kg respectivamente tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5. O tratamento 1 não foi afetado e o 2 um pouco, enquanto os últimos três (3, 4 e 5) foram seriamente afetados, reduzindo de 50% a produção de algodão. O fato do testemunha sem adubo ter produzido muito pouco é atribuído ao solo arenoso, muito ácido, paupérrimo em CaO, P₂O₅, N e matéria orgânica e regular apenas em K₂O.

b) *Ensaio em vasos como terra roxa misturada* :

Não houve a influência marcante observada no ensaio correspondente à terra arenosa em vasos; só a última dose, vaso n. 10 é que o efeito tóxico se fez sentir no desenvolvimento e produção (esta nula), apresentando os mesmos característicos e anatômicos, já descritos no trabalho de 1947 (COURY e RANZANI, 1947). Isto aliás, vem corroborar a observação feita por pesquisadores americanos de que o índice pH (mais elevado), o maior teor em Fe₂O₃, CaO, P₂O₅ e colóides (argila e húmus) do solo agem como agentes de retenção e insolubilização do arsênico, determinando menor mobilização no solo e consequente

QUADRO I

VASOS	Super fosfato	Escória de Thomas	Nitrato de NH4	K2SO4	Calcáreo	NaCl	Timbó	D. D. T.	Arseniato de chumbo
1	10 g	10 g	7 g	6 g	10 g	1 g	—	—	0,137
2	"	"	"	"	"	"	—	—	0,274
3	"	"	"	"	"	"	—	—	0,548
4	"	"	"	"	"	"	—	—	1,096
5	"	"	"	"	"	"	—	—	2,192
6	"	"	"	"	"	"	—	—	4,384
7	"	"	"	"	"	"	—	—	8,768
8	"	"	"	"	"	"	—	—	17,536
9	"	"	"	"	"	"	—	—	35,072
10	"	"	"	"	"	"	—	—	70,144
11	"	"	"	"	"	"	0,38	—	—
12	"	"	"	"	"	"	1,90	—	—
13	"	"	"	"	"	"	9,50	—	—
14	"	"	"	"	"	"	47,50	—	—
15	"	"	"	"	"	"	—	0,128	—
16	"	"	"	"	"	"	—	0,633	—
17	"	"	"	"	"	"	—	3,170	—
18	"	"	"	"	"	"	—	15,833	—
19	"	"	"	"	"	"	—	Testem.	—
20	"	"	"	"	"	"	—	Testem.	—

Terra roxa

Terra arenosa

efeito tóxico; de fato, o solo trabalhado, "terra roxa misturada", é menos ácido e com maior teor em ferro, cálcio, fósforo e colóides. A foto n. 1 da idéia do desenvolvimento inicial, onde foi evidente o atraso do vaso n. 10, dose mais forte de arseniato de chumbo.

c) *Ensaio em vasos com terra arenosa* :

2) Inseticidas orgânicos : Pelas fotos 2, 3 e 4, pode-se verificar o crescimento homogêneo dos tratamentos D.D.T. e Timbó (Rotenona) semelhantes aos dois testemunhas (vasos 19 e 20); o mesmo se nota na mensuração das alturas e da produção, com mínimas variações; deduz-se daí que a ação tóxica desses inseticidas, nas doses empregadas não causou dano algum ao solo e ao algodoeiro nas condições de cultura em vasos. Não obstante ser preferencial o uso de inseticidas orgânicos, ao de arsenicais, aqueles podem também determinar efeitos tóxicos; assim FOSTER (1951) após ensaios com arsênico, toxapheno, D.D.T., B.H.C. e outras substâncias inseticidas, a par de uma série de observações, recomenda o uso moderado de todos os inseticidas utilizados nas experiências. Por reputar interessantes, e visto confirmar pontos de vista por nós externados nos ensaios feitos até hoje sobre a matéria, transcreveremos na íntegra as conclusões de FOSTER (1951) : Agricultural chemicals that are to be applied to crops or soils year after year should be either nontoxic to plants when mixed in the soil or nonaccumulative in the soil. Persistent toxic substances that will accumulate in the soil upon repeated use at short intervals should be replaced by nonpersistent or nontoxic substances. Pending the development of more definite information on the accumulative effects of various new agricultural chemicals under practical field use, such chemicals should be used only when others are known to be ineffective. Dosages and frequency of application should be kept strictly to the minimum recommended by competent specialists. Improvising, improper use, and excessive use by growers are to be firmly discouraged because they often cause serious losses. Heavy annual use of DDT, technical BHC, and probably other persistent chlorinated hydrocarbons appears to have definite danger of reducing within a comparatively few years the productivity of soils to which they are applied. Research workers, in both public and private organizations, should investigate the accumulative effects of the new agricultural chemicals as extensively as possible in the immediate future to determine safe limits of use on the different soils for various crops in the several States. It is especially important that these studies be made in order to in-

sure against the use of any persistent substance to the extent that it causes a reduction in soil productivity.

It is similarly important to determine which new substances can be used indefinitely with little or no danger of accumulating harmful residues. The use of valuable and safe substances should be encouraged. The commercial production of such substances should be increased to permit an orderly replacement of persistent toxic substances before trouble is encountered from too long continued use of the latter".

RESUMO E CONCLUSÕES

Os autores vem procedendo a uma série de ensaios com inseticidas arsenicais e orgânicos, em terras roxa e arenosa, em vasos e no campo, cultivando algodoeiro. Em 1947, apresentaram os primeiros resultados na 1a. Reunião Brasileira de Ciência do Solo (Rio de Janeiro), apontando os perigos advindos com o uso contínuo e persistente de arsenicais, no combate às pragas do algodoeiro.

Nos três últimos ensaios concluíram o seguinte: 1) o ensaio de campo, em solo arenoso, com o emprêgo de doses crescentes de arseniato de chumbo, veio confirmar as observações constatadas no ensaio de vasos, publicado em 1947; houve um decréscimo de 50% na produção das doses mais fortes (3 últimas); 2) o ensaio em vasos, com terra roxa e arseniato de chumbo, veio corroborar a teoria de que um pH mais elevado e maior teor em Fe_2O_3 , CaO , P_2O_5 e colóides do solo atuam na retenção do arsênico, determinando portanto um menor efeito tóxico; de fato, só a última dose afetou o desenvolvimento e a produção de capulhos, que foi nula; a toxicidade se manifestou com os mesmos característicos morfológicos e anatômicos descritos na 1a. Reunião Brasileira de Ciência do Solo; 3) o ensaio em vasos, em terra arenosa, com inseticidas orgânicos, em varias doses, tomando como ponto de partida, as quantidades aplicadas nas pulverizações usuais no combate às pragas do algodoeiro, demonstrou que, nestas condições, o D.D.T. a 10% e a Rotenona a 2,5% não afetaram o solo ou a cultura; não obstante, estamos com FOSTER (1951) quando afirma que qualquer que seja o inseticida mineral ou orgânico, o seu uso deve ser moderado, o mínimo possível; sugerimos ainda com o mesmo pesquisador a experimentação com todos os inseticidas, em vários tipos de solos e culturas, para se determinar o limite máximo de aplicação tolerável.

SUMMARY

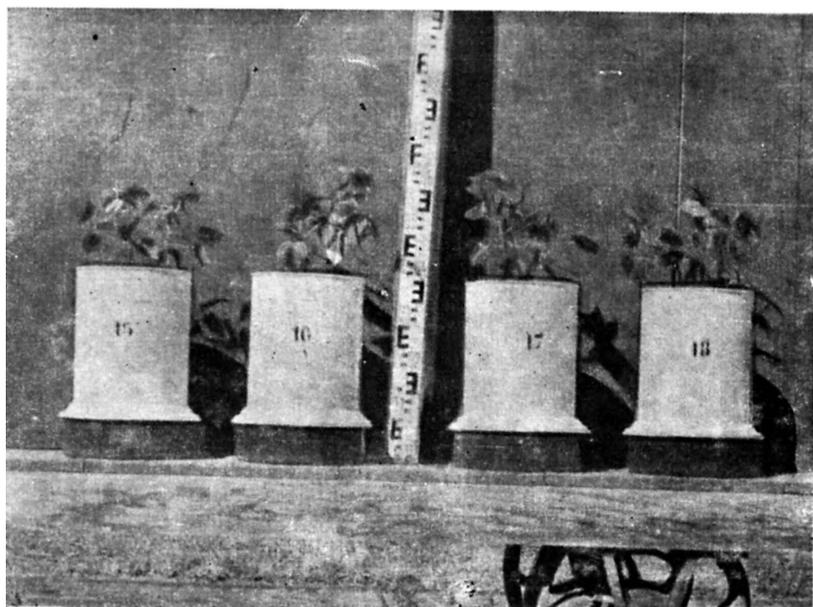
The authors carried out a series of pots and plots experiments applying arsenical and organic insecticides to cotton plants cultivated in "terra roxa" and in a sandy soil. The first results were presented in 1947, to the 1a. Reunião Brasileira de Ciência do Solo (First Brazilian Congress of Soil Science); they pointed out the danger resulting from the accumulation of arsenic in soils due to the constant applications of arsenicals to control cotton pests; in the course of the time, the amount of residual arsenic in the soil would determine a decrease in cotton yield caused by its toxic effect on the crop.

The following conclusions were drawn from the last three experiments: 1) the field experiment conducted in a sandy soil to which lead arseniate was applied in increasing rates produced a reduction of 50 per cent in the yield (the three highest doses were responsible for this result); by this way, the pot experiment published in 1947 was confirmed); 2) in the pot experiment with "terra roxa" toxic effects appeared only in the plants receiving the last dosis of lead arsenate; this result is explained quite naturally by a considerable absorption of the AsO_4^{--} ion by "terra roxa" colloidal material; furthermore the CaO, P_2O_5 and Fe_2O_3 content and the pH value (higher) would decrease the arsenate solubilization in the soil considered; 3) the pot experiment with organic insecticides applied in the rates usually employed in the control of cotton pests, showed that 10% D.D.T.D. and 2.5% Rotenone did not affect cotton plants cultivated in a sandy soil; however we agree with FOSTER (1951), in the point that both mineral and organic insecticides must be applied in the minimum amount as possible; we also think that experiments like those should be carried out with the known insecticides, in several soil conditions and with many crops in order to determine the maximum limits of tolerancy.

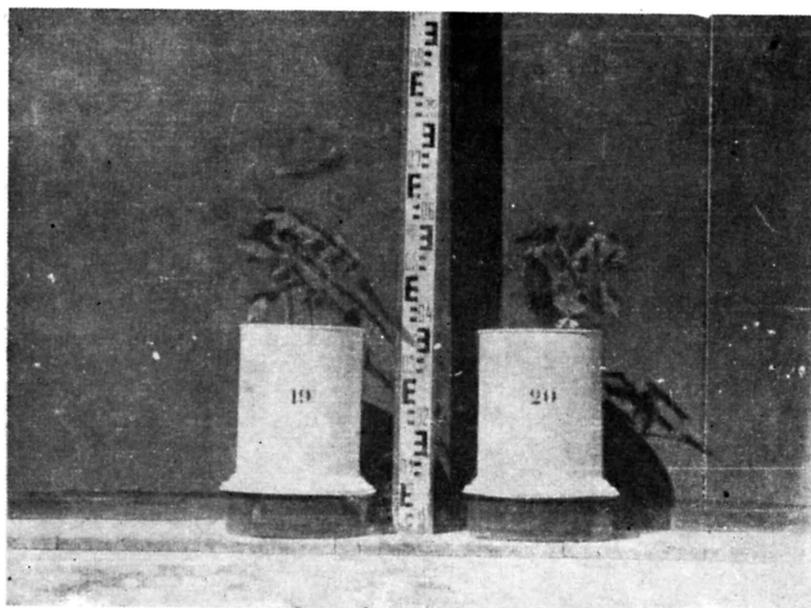
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CAMINHA F., Adrião. 1940 — Timbós e Rotenona — Publicação do S. I. A. — Min. Agr. — Rio de Janeiro.
- CLEMENTS, H. F. and H. G. Heggeness. 1940 — Arsenic toxicity to plants Haw. Agr. Exp. Sta. Ann. Rept. 77-78.

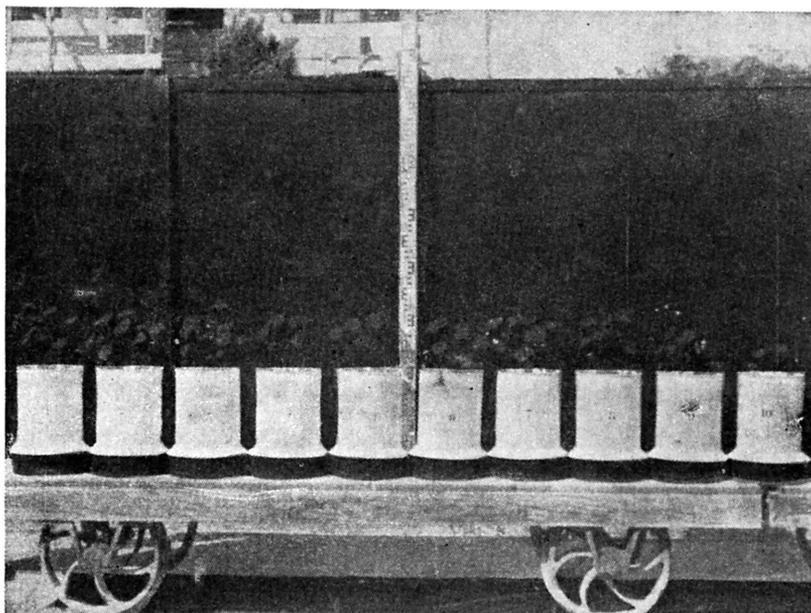
- COOPER, H. P., W. R. Padden, E. E. Hall, W. B. Albert W. B. Rogers and J. A. Riley. 1931 — Effect of calcium arsenate on productivity of certain soil types. S. Car. Exp. Sta., 44th Ann. Rept. : 28.
- COURY, Tufi e Guido Ranzani. 1947 — Efeitos do arsênico sobre a cultura do algodoeiro em terra arenosa — Tese aprovada na 1a. Reunião Brasileira de Ciência de Solo. Rio de Janeiro.
- DECKER, S. 1944 — Inseticidas Vegetais — Publicação da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo.
- DORMAN, C. and R. Coleman. 1939 — The effect of calcium arsenate upon the yield of cotton on different soil types. Amer. Soc. Agron. Jour. 3:966-971.
- FISHER, R. A. 1932 — Statistical Methods for Research workers. Oliver and Boyd. London.
- FOSTER, Arthur C. 1951 — Some plant responses to certain insecticides in the soil. Circ. 862 — March. U. S. Dept Agr. Washington, D. C.
- LEPAGE, H. S., O. Gianotti e A. Orlando. 1947 — R. B. 1018 — Um novo inseticida — Arquivos do Instituto Biológico. 18 : 1-31.
- LINDNER, R. C. 1943 — Arsenic injury of peach trees : Proc. Am. Soc. Hort. Science 42 : 275-279.
- RASMUNSEN, E. J. 1940 — Arsenical injury and its control — Unch. St. Hort. Soc. Ann. Rept. 70 : 22-25.
- REED, J. F. and M. B. Sturgis. 1936 — Toxicity from arsenic to rice on flooded soils. Jour. Amer. Soc. Agron. 28: 432.
- WILLIAMS, Kenneth T. and Richard R. Whetstone. 1939 — Arsenic distribution in soils and its presence in certain plants Tec. Bul. 732 — U. S. Dept. Agr.



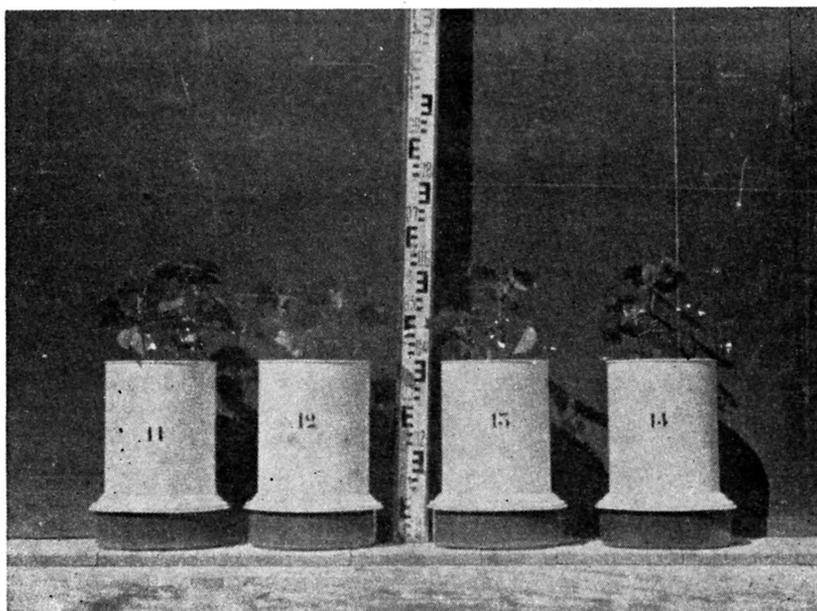
(Foto n. 3) — 15-18 - D. D. T.



(Foto n. 4) — 19 e 20 - testemunha



(Foto n. 1) — Terra roxa - 1 a 10



(Foto n. 2) — 11 a 14 - Rotenona