

RESÍDUOS DE BHC EM SOLOS DO CENTRO DE PESQUI-
SAS DO CACAU (CEPEC), BAHIA, DETERMINADOS POR
CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA

PAULO FERNANDO NUNES DA CRUZ

Orientador: Dr. GILBERTO CASADEI DE BATISTA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto, 1981

A meu filho

Fernando

OFEREÇO.

A meus pais

Fernando (In Memoriam)

e Yolanda

DEDICO.

A G R A D E C I M E N T O S

. Ao Prof. Dr. Gilberto Casadei de Batista, pela orientação da pesquisa, dedicação e estímulo.

Ao Dr. João Manuel de Abreu, pela orientação nas primeiras pesquisas dentro da Entomologia e sugestões apresentadas.

Ao Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos, pelas sugestões apresentadas.

Ao Eng^o Agr^o M.S. Guillermo Enrique Smith Figueroa, pelo incentivo e amizade.

. Ao Eng^o Agr^o Paulo Romeu Berbet, pela colaboração na execução das análises cromatográficas e interpretação dos dados.

. Ao Eng^o Agr^o Luiz Ferreira da Silva, pela colaboração na orientação dos dados pedológicos.

. Ao Dr. Saulo Sória pela colaboração e apoio.

. À CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), pela bolsa de estudos e facilidades durante a realização do curso.

. Aos Professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelo apoio e ensinamentos recebidos.

. À Técnica de Laboratório Marizete Pereira dos Santos e ao Prático Agrícola Carlos Antonio Niella, pela colaboração na execução dos serviços experimentais.

. Ao Sr. Geraldo Reis Santos, pelos serviços de datilografia, em rascunho.

Aos funcionários da Divisão de Zoologia Agrícola do CEPEC-CEPLAC e demais pessoas que de maneira direta ou indireta contribuíram para a execução deste trabalho.

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Uso de BHC na Região Cacaueira.....	5
2.2. Depósito e resíduos de pesticidas.....	7
2.3. Persistência de BHC no solo.....	9
2.4. Translocação de inseticidas clorados para tecidos vegetais.....	17
2.5. BHC.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Coleta do material.....	21
3.2. Análise físico-química do solo.....	23
3.3. Descrição do método de análise de resíduos de BHC em amostras de solo.....	23
3.3.1. Princípio.....	23

	Pág.
3.3.2. Aparelhos.....	28
3.3.3. Reagentes, vidrarias e outros mate riais.....	28
3.3.4. Marcha analítica.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5. CONCLUSOES.....	50
6. LITERATURA CITADA.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁG.
1	Consumo do inseticida BHC na cultura do Cacau, e área cultivada nas regiões cacaueiras da Bahia e Espírito Santo em anos consecutivos. Assessoria de Programação do Departamento de Extensão da CEPLAC (DEPEX), 1981.....	6
2	Persistência de alguns inseticidas organoclorados no solo (EDWARDS, 1976).....	12
3	Distribuição das unidades cartográficas em estudo, na área mapeada do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia. (SILVA e MELO, 1970).....	22
4	Propriedades químicas das séries de solos do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	26
5	Propriedades físicas das séries de solos do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.	27
6	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Produção (PR), colhidas na profundidade de 0 a 5 cm (A). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	35
7	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Produção (PR), colhidas na profundidade de 5 a 15 cm (B). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.	36

TABELA		PÁG.
8	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Produção (PR), colhidas na profundidade de 15-40 cm (C). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	37
9	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Pintada (PT), colhidas na profundidade de 0-5 cm (A). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	40
10	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Pintada (PT), colhidas na profundidade de 5-15 cm (B). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	41
11	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Pintada (PT), colhidas na profundidade de 15-40 cm (C). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.	42
12	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Viveiro (VV), colhidas na profundidade de 0-5 cm (A). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	43
13	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Viveiro (VV), colhidas na profundidade de 5-15 cm (B). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.....	44

TABELA

PÁG.

14	Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Viveiro (VV), colhidas na profundidade de 15 a 40 cm (C). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.	45
----	--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁG.
1	Fórmula plana do BHC.....	20
2	Levantamento detalhado dos solos da área do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, (SILVA e MELO, 1968).....	24

RESÍDUOS DE BHC EM SOLOS DO CENTRO DE PESQUISAS
DO CACAU (CEPEC), BAHIA, DETERMINADOS POR
CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA

AUTOR: PAULO FERNANDO NUNES DA CRUZ

ORIENTADOR: GILBERTO CASADEI DE BATISTA

RESUMO

A pesquisa em estudo objetivou determinar resí-
duos de BHC, em solos com cacau, como um ponto de partida pa-
ra o conhecimento dos níveis de contaminação do ecossistema do
cacaueiro, correlacionando esses níveis residuais encontrados
em diversas camadas com características físico-químicas do
solo.

O experimento foi realizado na área do Centro
de Pesquisas do Cacau, Bahia e as amostras de solo, num total
de 60, coletadas em três diferentes séries, Série Produção,
(ordem alfisols) , Série Pintada (ordem entisols) e Série Vi-
veiro (ordem alfisols) e de três diferentes camadas do perfil
0 - 5 cm , 5 - 15 cm e 15 - 40 cm.

O método utilizado nas análises foi adaptado de
MOLLHOFF (1967) e constou da extração de isômeros (α , β , γ e
 δ) com acetona, seguida de partição em clorofórmio. A limpeza
do extrato foi procedida em coluna de florisil e a eluição e-

fetuada com benzeno. A determinação quantitativa foi realizada por cromatografia a gás com uso de cromatógrafo equipado com coluna de vidro e detector de captura de elétrons (Ni^{63}) e os resíduos de BHC (ppm) expressos pela soma dos resíduos dos isômeros.

As análises revelaram que os resíduos de BHC (isômeros α , β , γ e δ) foram detectados em todas as amostras de solo coletadas, havendo uma variação de níveis residuais de acordo com as três camadas estudadas. Assim, na série Produção e quantidade média de BHC total encontrada foi de $0,712 \pm 0,214$ ppm para a camada de 0 - 5 cm, $0,204 \pm 0,104$ ppm na camada de 5 - 15 cm e $0,270 \pm 0,091$ ppm na camada de 15 - 40 cm. Na série Pintada as médias foram de $0,691 \pm 0,121$ ppm na faixa de 0 - 5 cm; $0,478 \pm 0,084$ ppm na faixa de 5 - 15 cm e $0,305 \pm 0,063$ ppm na faixa de 15 - 40 cm. Na série Viveiro, $0,371 \pm 0,100$ ppm na camada 0 - 5 cm; $0,406 \pm 0,202$ ppm na camada 5 - 15 cm e $0,315 \pm 0,193$ ppm na camada 15 - 40 cm. Nas séries Produção e Pintada os resíduos se acumularam mais nos primeiros 5 cm do solo, o mesmo não acontecendo com a série Viveiro onde ocorreu uma distribuição mais ou menos semelhante até os 40 cm do solo. Observou-se uma correlação positiva entre o teor de matéria orgânica dos solos estudados e os níveis residuais dos isômeros nos primeiros 5 cm do perfil, notadamente nas séries Produção e Pintada.

Dentre os isômeros verificou-se a seguinte escala de persistência para as condições em que foram realizadas essas pesquisas: $\delta > \alpha > \gamma > \beta$.

BHC RESIDUES IN SOILS OF THE
"CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU (CEPEC)"
(COCOA RESEARCH CENTER), STATE OF BAHIA,
BRAZIL, DETERMINED BY GAS CHROMATOGRAPHY

AUTHOR: PAULO FERNANDO NUNES DA CRUZ

ADVISOR: DR. GILBERTO CASADEI DE BATISTA

SUMMARY

The purpose of this research was to determine 1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane (BHC) residue in soils with cacao trees as a starting point the determining the contamination levels of the cacao plant ecosystem. The residual levels in different depths were correleted with selected woil physical and chemical characteristics.

The trial was carried out at the Cacao Research Center, in the State of Bahia, Brazil. Sixty soils samples were collected from three different soils series: "Produção" series (alfisoil) , "Pintada" serie (entisoil) and "Viveiro" series (alfisoil) and at three different depths: 0 - 5 cm . 5 - 15 cm and 15 - 40 cm.

The method used in the analysis was adapted from MOLLHOFF (1967), which is based on the isomers (α , β , γ , δ) extraction with acetone followed by partition in chloroform.

Classification of the extract was made in a florisil column and the elution was carried out with benzene. Quantitative determination was performed by gas chromatography by means of chromatograph equipped with a 10% DC 200 glass column and on electron capture detector (Ni^{63}). The BHC residue was expressed by the sum of isomer residues.

The analysis revealed that BHC residue (α , β , γ , δ) was detected in all the soil samples; and their levels, however, varied with depths of sampling. Thus, on the Produção soil series the total BHC average quantity found was $0.712 + 0.216$ ppm for the depth of 0 - 5 cm and $0.204 + 0.104$ ppm on the profundity of 5 - 15 cm and $0.270 + 0.091$ ppm in depth of 15 - 40 cm. On "Pintada" soil series the averages were of 0.691 ± 0.121 ppm, 0.478 ± 0.084 ppm, 0.305 ± 0.063 ppm on the depth of 0 - 5 cm, 5 - 15 cm and 15 - 40 cm respectively. On "Viveiro" soil series the averages were of 0.371 ± 0.100 ppm, $0.460 + 0.202$ ppm, 0.315 ± 0.193 ppm on the depth of 0 - 5 cm, 5 - 15 cm and 15 - 40 cm respectively.

On "Produção" and "Pintada" soils series the residues accumulated more on the first five centimeters of soil, whereas in "Viveiro" soil series, the residues were evenly distributed as in the 0 - 40 cm soil layer. Soil organic matter had a higher influence on the "Produção" and "Pintada" soils series, showing a positive correlation with residual levels on the first five centimeters of soil. According to their persistence in the soil the isomers were rated as follows: $\delta > \alpha > \gamma > \beta$.

1. INTRODUÇÃO

Embora o uso de pesticidas tenha como objetivo contribuir para incrementar a produção agrícola, a utilização intensiva e indiscriminada dessas substâncias químicas pode, por efeito acumulativo, atingir níveis de contaminação bastante elevados em alimentos, no solo, na água e no ar, constituindo um grave problema para as condições ambientais e com reflexos negativos sobre a fauna e flora.

Os pesticidas são uma parte importante e necessária da tecnologia moderna aplicada a produção de alimentos. Nos anos mais recentes o aumento do uso desses produtos químicos tem sido considerável objetivando não só proporcionar maiores rendimentos das culturas, mas também controlar artrópodos vetores de sérias doenças humanas, e dos animais domésticos.

Os praguicidas são tóxicos, seu alcance e grau

de toxicidade varia grandemente entre alguns compostos, e não há nenhum que possa ser considerado inofensivo. O seu alto nível de ação biológica e persistência no ambiente contribuíram para sua recomendação no controle de pragas de diversas culturas.

Um praguicida não passa de mero e imperfeito substituto do inimigo natural da praga, o qual normalmente inexistente no ambiente dos agroecossistemas. Esta situação tem um efeito físico e biológico considerado negativo e pernicioso do ponto de vista ecológico.

A decomposição e persistência dos pesticidas no solo, água e ar tem recentemente merecido maior atenção. A presença de substâncias tóxicas nos componentes físicos do ambiente não se constitui, até o momento, em uma grave ameaça à saúde humana, como é o caso dos alimentos contaminados. A longo prazo, porém, essa possibilidade é mais marcante e significativa.

Os solos são afetados tanto por aplicações intencionais como por aplicações não-intencionais de praguicidas. Sua persistência no solo, irá depender de diversos fatores que influenciam seu comportamento e destino após o contato com a superfície, tais como: lixiviação e percolação pela água, volatilização, translocação por organismos do solo ou plantas, degradação química, degradação microbiana, fotólise, cobertura vegetal e propriedades físico-químicas dos tóxicos.

Os hidrocarbonetos clorados, com especial referência ao BHC , DDT e compostos relacionados, são muito mais persistente no solo que os organofosforados e carbamatos, levando meses, anos ou até mesmo décadas para se decomparem.

No Brasil, discute-se muito a persistência de resíduos de pesticidas no meio ambiente e nos alimentos, com base em trabalhos realizados no exterior, onde as condições climáticas são muito diferentes dificultando a extrapolação de resultados. Os estudos aqui desenvolvidos ainda são incipientes e praticamente escassos, havendo carência de dados locais para avaliar nossa real situação.

Na Região Cacaueira da Bahia, por exemplo, nada se conhece sobre a permanência de inseticidas clorados no meio ambiente. Os resíduos de BHC podem alcançar níveis consideráveis no solo, afetando o sistema biológico do cacaual , devido ao uso sistemático deste praguicida, na concentração de 1,5% de isômero gama, ao longo de 18 anos, no controle das pragas do cacaueiro. A presença de níveis elevados de BHC nos solos pode provocar quatro possíveis efeitos sobre organismos: podem ser diretamente tóxicos a animais e plantas ; podem afetar geneticamente alguns organismos e produzir populações resistentes aos inseticidas ; podem ter efeito subletal resultando na alteração de comportamento ou mudanças nas atividades metabólicas e reprodutivas , podem ser levados para o interior da flora e/ou fauna, e passado para outros organismos.

Ressalte-se ainda que bactérias, fungos, algas e nematóides são importantes no processo nutricional do solo, através de seu papel na decomposição de resíduos vegetais e animais.

Devido ao quase total desconhecimento da ocorrência de resíduos de pesticidas em solos, em nossas condições, decidiu-se realizar esta pesquisa com o objetivo de determinar os níveis de resíduos de BHC em solos de cacau, como um ponto de partida para conhecimento dos índices de contaminação dos diversos substratos do ecossistema do cacauero, correlacionando níveis de resíduos de BHC encontrados com características físicas e químicas do solo em diferentes camadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. USO DE BHC NA REGIÃO CACAUEIRA

O cacauzeiro é uma planta suscetível ao ataque de pragas. Os danos causados pela incidência de insetos chegaram a ser estimados em cerca de 20% da produção na década de 1960. O grande êxito alcançado nos países africanos com o controle sistemático dos insetos nocivos ao cacauzeiro contribuíram para que aquele continente alcançasse o primeiro lugar na produção mundial de cacau (GARCIA, 1974).

O combate às pragas do cacauzeiro foi uma das práticas agrícolas em que se alicerçou o Departamento de Extensão da CEPLAC para difundir entre os agricultores o uso de técnicas modernas de produção. Após o lançamento da campanha de combate às pragas, em 1964, o consumo de BHC, apresentou um crescimento vertiginoso, passando de 700 toneladas, no ano da campanha, para 3.713 em 1970 e 8.789 em 1980 (Tabela 1).

TABELA 1 - Consumo do inseticida BHC na cultura do cacau, e área tratada nas regiões cacaueiras da Bahia e Espírito Santo em anos consecutivos. Assessoria de Programação do Departamento de Extensão da CEPLAC (DEPEX), 1981. Dados não publicados.

ANOS	INSETICIDA (ton)	ÁREA (ha)
1964	700	17.500
1965	875	22.000
1966	1.331	41.000
1967	2.007	75.000
1968	2.446	80.800
1969	3.176	86.000
1970	3.713	125.000
1971	2.738	104.800
1972	3.593	124.100
1973	4.186	151.100
1974	4.303	157.700
1975	4.644	169.800
1976	5.579	189.000
1977	6.914	323.400
1978	8.038	295.600
1979	9.767	382.700
1980	8.789	464.800

Segundo ABREU (1973.a), o sucesso obtido com a prática agrícola foi atribuído, em grande parte, a eficiência do polvilhamento do cacaueiro com BHC 1,5% pó seco, inseticida de baixa toxicidade para o homem e que na época apresenta-

va baixo custo aliado à facilidade de aplicação.

Ensaio de inseticidas realizados por ABREU (1973.b), objetivando controlar o tripses do cacauzeiro, *Seleno thrips rubrocinctus* Giard, na Bahia, apresentaram o lindane (emulsão), o BHC 1,5% pó seco e o carbaril 7,5% pó seco como os inseticidas mais eficientes no combate a essa importante praga do cacau.

SMITH *et alii* (1968) e SMITH e ABREU (1969) desenvolveram pesquisas comparando a eficiência de inseticidas no controle dos insetos filófagos do cacauzeiro na Bahia e Espírito Santo, e concluíram que o BHC 1,5% foi o inseticida mais eficaz no combate aos crisomelídeos e curculionídeos, pragas de grande interesse econômico, nesses Estados.

SÓRIA e ABREU (1974) avaliando a mortalidade dos polinizadores do cacauzeiro, causada pela aplicação de inseticidas, concluíram que o parathion metílico foi o inseticida que causou, em conjunto, mortalidade mais elevada (85%) seguido do BHC (79%) e do carbaryl (68%).

2.2. DEPÓSITO E RESÍDUOS DE PESTICIDAS

Gunther (1969), citado por RIGITANO (1979), esclarece que depósitos e resíduos de pesticidas orgânicos não são termos sinônimos. "Depósito" refere-se ao produto inicialmente colocado sobre a superfície da planta ou do solo, pelo

tratamento, enquanto "resíduo" refere-se ao envelhecimento e/ou alteração do produto pelo tempo decorrido após tratamento, independentemente do local em que foi depositado, ou seja, sobre ou no interior das folhas, frutos ou solo. Desse modo, um depósito torna-se um resíduo, assim que ele é afetado pela ação de agentes atmosféricos, conversões metabólicas ou outros processos que causam alterações, degradação, formação de complexos ou ainda, migração.

Segundo Ebeling (1963), citado por RIBAS (1976), os fatores envolvidos no desaparecimento de resíduos de pesticidas podem ser divididos em dois grupos. No primeiro estão aqueles comuns a todos os pesticidas: a natureza da planta tratada (características físicas, grau de desenvolvimento), formulação do pesticida, intensidade e penetração e fatores que provocam a remoção dos depósitos superficiais, tais como chuva, vento, luz, umidade e ação mecânica. No segundo grupo estão os fatores dependentes da natureza do produto, incluindo volatilização e decomposição química.

SALAZAR CAVERO *et alii* (1976) definem efeito residual como sendo o tempo de permanência do produto biologicamente ativo com implicações toxicológicas, nos alimentos, no solo, no ar e na água. Citam, ainda, que os pesticidas podem permanecer no solo alguns dias, como podem fixar-se por alguns anos e às vezes dezenas de anos, evidenciando que dentre alguns produtos clorados, o lindane leva cerca de 3 a 10 anos para o desaparecimento de 95% do seu princípio ativo.

Os inseticidas clorados são os que apresentam maior efeito residual no solo, sendo que os fosforados permanecem por muito menos tempo, alguns dias ou meses.

2.3. PERSISTÊNCIA DE BHC NO SOLO

O uso de inseticidas clorados surgiu por ocasião da segunda guerra mundial. O primeiro inseticida a ser empregado foi o DDT e logo após desencadeou-se o aparecimento de uma série de novos produtos. Os clorados se caracterizam por possuírem longo efeito residual, sendo de um modo geral menos tóxicos aos animais de sangue quente do que os fosforados em termos de toxicidade aguda. Devido a esse prolongado efeito residual e ação lenta, estão sendo substituídos pelos inseticidas de outros grupos, principalmente porque apresentam problemas de resíduos e resistência facilmente adquirida pelo inseto (GALLO *et alii*, 1978).

Ainda segundo GALLO *et alii* (1978), dentre os inseticidas utilizados, os clorados são reconhecidamente muito persistentes, em vários tipos de substratos, sendo portanto os inseticidas que estão mais potencialmente envolvidos em problemas de comércio externo. Uma consideração importante diz respeito ao fato do Brasil ser grande consumidor de inseticidas clorados, tendo consumido uma quantidade altamente significativa nas culturas de cacau, café, soja e algodão, produtos importantíssimos na nossa pauta de

A literatura indica que os praguicidas e outros produtos químicos têm contaminado as águas e os solos de todo o mundo. A porção que atinge o solo pode ou não permanecer, dependendo da concentração, disponibilidade e natureza do resíduo, práticas agrícolas, tipos de solos, além de fatores físico-químicos.

EDWARDS (1966), relata que a solubilidade de um praguicida está relacionada com sua persistência. Os mais insolúveis são os mais persistentes, isto porque não são facilmente lixiviados ou adsorvidos. O DDT, que é o mais persistente no solo, é o menos solúvel na água (0,0002 ppm); diel - drin (menos de 0,1 ppm); o aldrin (menos de 0,05 ppm) e o lindane (10 ppm). Praguicidas com pressão de vapor alta freqüentemente desaparecem dos solos em menor tempo por volatilização.

A persistência dos praguicidas nos solos não só está ligada as características do produto em si, mas também às características físicas, químicas e biológicas dos solos. Assim é que solos argilosos e com muita matéria orgânica tendem a reter resíduos por mais tempo. A acidez afeta a estabilidade dos minerais de argila e a capacidade de trocas iônicas, o que pode influenciar a estabilidade e persistência dos praguicidas.

Segundo METCALF e SANBORN (1975) os insetici -

das organoclorados em uso em Illinois são geralmente persistentes no ambiente ou são rapidamente convertidos para compostos persistentes do ambiente por ação fotoquímica ou microbiana. O tempo médio necessário para o desaparecimento de 95% desses compostos no solo tem sido estimado em: DDT, 11 anos ; dieldrin, 9,7 anos; lindane, 6,7 anos; chlordane, 4,2 anos ; heptacloro, 3,5 anos; e aldrin, 2,5 anos.

Os microrganismos são freqüentemente o principal e, algumas vezes, o único meio pelo qual os praguicidas são eliminados dos ecossistemas, e constituem, portanto, importante fator controlador da persistência (ALEXANDER, 1972).

Os organoclorados, pela maior estabilidade e persistência no ambiente, são os mais problemáticos dos praguicidas orgânicos, deixando resíduos tóxicos em quase todos os substratos em que são usados.

EDWARDS (1976), evidencia que os pesticidas aplicados como pulverizações aéreas, pós sobre a folhagem ou diretamente no solo, atingem o solo em grande quantidade, o qual atua como um reservatório para esses produtos químicos persistentes donde eles se movimentam para o corpo dos invertebrados, passam para o ar e água e são degradados. Alguns dados sobre a persistência de inseticidas organoclorados no solo são apresentados na Tabela 2.

NASH e WOOLSON (1967), realizando tratamentos experimentais em solos, seguido por análise regular para resíduos, confirmaram que DDT e dieldrin persistem mais tempo no

TABELA 2 - Persistência de alguns inseticidas organoclorados no solo. (EDWARDS, 1976).

Inseticidas	Dose média anual		Meia vida (anos)	Tempo para desaparecimento de 95% (anos)	
	lb/acre	kg/ha		Limite	Média
Aldrin	1 - 3	1,1 - 3,4	0,3	1 - 6	3
Chlordane	1 - 2	1,1 - 2,2	1,0	3 - 5	4
DDT	1 - 2,5	1,1 - 2,8	2,8	4 - 30	10
Dieldrin	1 - 3	1,1 - 3,4	2,5	5 - 25	8
Endrin	1 - 3	1,1 - 3,4	2,2	3 - 20	7
Heptachlor	1 - 3	1,1 - 3,4	0,8	3 - 5	3,5
Lindane	1 - 2,5	1,1 - 2,8	1,2	3 - 10	6,5
Isobenzan	0,25 - 1	0,3 - 1,1	0,4	2 - 7	4

solo vindo após, endrin, lindane, chlordane, heptacloro e aldrin em ordem decrescente de persistência. Há também evidências que emulsões persistem mais que pós molháveis, e formulações granuladas persistem mais tempo que outras formulações.

Amostras de solos abrangendo doze culturas diferentes no Estado de São Paulo, apresentaram níveis residuais de alguns organoclorados, extremamente baixos, quando determinados por cromatografia em fase gasosa. Alguns resultados obtidos foram de: café - 0,02 ppm para DDT e homólogos e 0,001 pp para BHC ; citros - 0,086 ppm para endrin e 0,12 ppm para aldrin; milho - 0,008 ppm para BHC (FERREIRA, 1980).

Resíduos no solo podem ser prejudiciais à planta afetando o seu crescimento. BHC é o mais fitotóxico dos pesticidas organoclorados e pequenas quantidades de resíduos retardam a germinação e atrofiam o crescimento de diversas plantas. Investigações desenvolvidas por AGARWALE (1952) revelaram que o BHC teve pouco efeito sobre raízes de cana-de-açúcar quando encontrado em 10 ppm no solo. Todavia as raízes tornaram poucas e encurtadas, em taxas progressivamente altas, até 400 ppm.

MACRAE *et alii* (1967), estudando a persistência e biodegradação de quatro isômeros comuns de BHC, em solos submersos nas Filipinas, concluíram que a microflora de solos submersos é capaz de degradar o BHC.

OHISA e YAMAGUCHI (1978) relacionando a degradação de gama-BHC em solos inundados com peptona, também nas

Filipinas, verificaram que cada amostra de solo testada foi a fetada pela adição de peptona, acarretando, de tal modo, um aumento de BHC decomposto em solos.

EDWARDS (1966), verificou que a persistência de lindane (isômero gama do BHC), no solo, foi de aproximadamente seis anos. Ainda EDWARDS (1966) e LICHTENSTEIN *et alii* (1967) observaram que muitos pesticidas persistem na camada superior do solo, não penetrando nas camadas inferiores.

EDEN e ARTHUR (1965) não observaram translocação de DDT durante todo o ciclo de uma cultura de soja, num solo que havia sido tratado com 0, 5, 10 e 20 lb/acre. No mesmo experimento, houve translocação de heptacloro nas três maiores dosagens, evidenciando que os resíduos aparecem em tecidos vegetais quando os níveis de contaminação no solo são altos.

A matéria orgânica parece ser o mais importante fator do solo influenciando a persistência de inseticidas organoclorados. EDWARDS *et alii* (1957) encontraram uma correlação altamente significativa, entre a toxicidade de aldrin e lindane e a quantidade de matéria orgânica em dez diferentes solos, com uma correlação curvilínea entre a eficiência dos inseticidas e a quantidade de matéria orgânica no solo. Acrescentam ainda que material coloidal é também muito importante.

YOSHIDA e CASTRO (1970), analisando a biodegradação do inseticida organoclorado BHC - isômero gama em qua-

tro diferentes solos, na cultura do arroz nas Filipinas, constataram uma rápida degradação do BHC em solos inundados. O nível de matéria orgânica foi diretamente relacionado com a taxa de decomposição. Observaram, ainda, que oxigênio molecular, nitrato e óxido de manganês retardaram a taxa de degradação do BHC - gama.

Segundo LICHTENSTEIN e SCHULZ (1960), os resíduos de alguns inseticidas organoclorados, dentre eles aldrin e dieldrin, aumentam de acordo com o teor de matéria orgânica no solo. Assim, ficou evidenciado que esses inseticidas são absorvidos pela matéria orgânica, reduzindo a biodegradação destes produtos químicos.

LICHTENSTEIN (1965) afirma que em solos com cobertura vegetal, a persistência de inseticidas é maior, provavelmente devido à redução do índice de evaporação do solo. Há de se considerar que na região cacauzeira da Bahia, os solos permanecem sempre com uma abundante cobertura vegetal.

LORD *et alii* (1979), determinando em laboratório a sorção e a mobilidade, de três inseticidas organoclorados, dois organofosforados e um carbamato em camadas delgadas de sete tipos de solos agrícolas no Estado de São Paulo, observaram que, em geral, todas as substâncias movimentaram-se com menor intensidade e sofreram mais sorção nos solos mais ricos em matéria orgânica. Entretanto, a sorção não foi apenas função do conteúdo de matéria orgânica. Sobre cinco tipos de solos, lindane, parathion e malathion foram mais

fortemente absorvidos, mas em outros dois tipos somente o lindane foi marcadamente o mais absorvido.

LUCHINI *et alii* (1980), pesquisando a sorção e dessorção de inseticidas em solos brasileiros, constataram que sorção do lindane em três diferentes solos foi muito variável e, aparentemente, mais estreitamente relacionada ao conteúdo de matéria orgânica do solo, sendo menor no solo com menos matéria orgânica, e crescendo com o aumento da mesma. Verificaram ainda que a dessorção do lindane do solo mais rico em matéria orgânica depende do período de sorção.

WAHID e SETHUNATHAN(1980), concluíram que num estudo sobre sorção de pesticidas por três diferentes solos, aqueles que foram prereduzidos por inundação adsorveram menos lindane que os solos aeróbicos. Esta diferença foi particularmente extraordinária no solo que continha teores mais baixos de matéria orgânica e foi provavelmente mascarada nos outros dois solos pelo alto teor de matéria orgânica. O decréscimo da sorção de lindane por solos anaeróbicos com pouca matéria orgânica é atribuído à redução de ferro e íons ferrosos na área de superfície inorgânica do solo e ao alto estado de hidratação alcançado por óxidos ferrosos sob condições de inundação. A dessorção de lindane não foi afetada por anaerobiose.

PIGATTI e GIANOTTI (1956), pesquisando a determinação biológica do BHC (isômero gama) em solos de lavouras de café, no Estado de São Paulo, revelaram que mais de 50% do inseticida foi achado numa camada abaixo de 15 cm do solo. A presença de inseticida foi confirmada por cromatografia de papel combinada com bioanálise.

MATSUMURA (1976) relata que solos com alto teor de argila, acumulam resíduos por mais tempo, pois não permitem a migração de inseticidas. Nos solos de reação ácida foi também constatado que os inseticidas persistem por maior período.

2.4. TRANSLOCAÇÃO DE INSETICIDAS CLORADOS PARA TECIDOS VEGETAIS

MATSUMURA (1976) relata que alguns inseticidas clorados como o BHC, apesar de sua baixa solubilidade em água, podem ser absorvidos pela planta e translocado para as partes aéreas. O mecanismo de transporte de cada composto apolar não é realmente conhecido, entretanto, está claro que o lindane é translocado através do sistema radicular. A maioria dos trabalhos realizados nessa área refere-se a culturas

de raízes e tubérculos, em solos com pouca capacidade de absorção, como os arenosos. Em solos com alto teor de matéria orgânica, embora ocorra uma persistência mais prolongada desses produtos, a absorção por plantas somente ocorre em altos níveis. Quando absorvidos por raízes e tubérculos os pesticidas tendem a se acumular nas cascas.

ROBERTS *et alii* (1962), determinaram o acúmulo de DDT e BHC em solos cultivados com algodão. Um ano após as últimas aplicações verificaram que o nível de DDT no solo era de 22,9 lb/acre, e o de BHC 3,4 lb/acre, demonstrando a menor persistência desse produto no solo. Os autores verificaram ainda que esses níveis não foram fitotóxicos para as plantas cultivadas nesse solo.

CHIBA (1970) investigando sobre resíduo de DDT total em folhas e frutos de videira encontrou resíduos 54 dias após a última aplicação, que variaram de 0,15 a 0,87 ppm. Mais de 99% do DDT foi encontrado em cascas. Em frutos e folhas não pulverizadas e não afetadas pela deriva foram encontrados resíduos em torno de 0,1 ppm, atribuídos à translocação do solo contaminado com 4,3-6,9 ppm, pois o vinhedo estava sendo tratado com DDT há vários anos.

RIBAS *et alii* (1974) realizaram três aplicações de endrin, 500 g de ingrediente ativo (i.a.)/1.000 pés de café aos 162, 121 e 77 dias antes da colheita, encontrando ao final das análises, resíduos no café beneficiado ao nível de 0,03 ppm.

2.5. BHC

PASCHOAL (1979) observa que as propriedades inseticidas do BHC, 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano (Figura 1), foram descobertas quase que simultaneamente por pesquisadores franceses e ingleses por volta de 1941 - 1942.

O BHC é um hidrocarboneto cíclico, clorado e saturado, obtido por cloração do benzeno em presença de luz ultravioleta. Apresenta cheiro desagradável assemelhando-se ao de mofo. Sua denominação é derivada das iniciais do benzeno hexacloreto e sua DL_{50} oral (mg/kg) para rato albino, é de 600-1250 (KENNAGA e END, 1974).

De acordo com BATISTA (1974), o produto técnico consiste de uma mistura de seis isômeros quimicamente diferentes e um ou mais heptaclorociclohexanos, além de outros. Dentre estes isômeros, os mais importantes são: α , β , γ , δ e ϵ . O isômero γ , ou lindane, é o único que possui poder inseticida, sendo os demais virtualmente inertes. Os isômeros ocorrem no produto técnico nas seguintes concentrações: α - 65%, β - 10%, γ - 10-12%, δ - 8% e ϵ - 3%.

A presença dos isômeros alfa, beta, delta e epsilon é responsável pelo fato do BHC poder transmitir gosto característico em diversos alimentos.

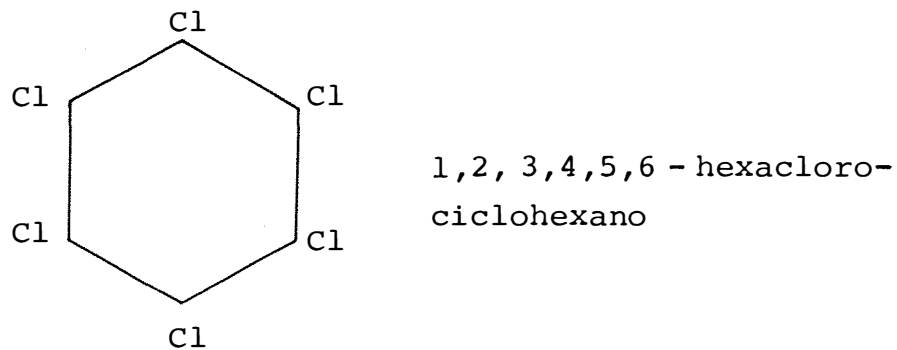


FIGURA 1 - Fórmula plana do BHC.

Embora alusões e referências sobre efeito de pesticidas no meio ambiente sejam encontradas, atualmente, na literatura, em grande profusão, poucos estudos têm sido direcionados para a específica finalidade de determinar cada efeito, individualmente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. COLETA DO MATERIAL

O levantamento foi efetuado em três diferentes séries de solos da área do Centro de Pesquisas do cacau (CEPEC), cujo tratamento químico dos cacauzeiros vem sendo realizado através de aplicação sistemática, usando-se polvilhadeira costal motorizada, pelo menos duas vezes ao ano com BHC 1,5% no controle de pragas, desde 1963.

Foram tomadas ao acaso um total de 60 amostras de solo, proporcionalmente a área de cada série de solo, de acordo com distribuição das unidades cartográficas em estudo, apresentada na Tabela 3, descrita a seguir: série Produção: 10 anos, série Pintada: 6 amostras e série Viveiro: 4 amostras. Para cada série de solo foram coletadas amostras em três diferentes camadas: 0 - 5 cm , 5 - 15 cm e 15 - 40 cm. Os

TABELA 3 - Distribuição das unidades cartográficas, em estudo, na área mapeada do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia (SILVA e MELO, 1970).

UNIDADES CARTOGRÁFICAS	ÁREA (ha)	PERCENTUAL
Série Produção	192,52	25,18
Série Pintada	89,30	11,68
Série Viveiro	63,17	8,26
TOTAL	344,99	45,12
ÁREA TOTAL DO CEPEC	764,54	100,00

locais de coleta das amostras acham-se assinalados na Figura 2.

3.2. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO SOLO

Uma parte das amostras de solo coletadas, após processo de homogeneização, foi submetida a secagem à temperatura ambiente e enviada à Divisão de Geociências do CEPEC para análise físico e química. O material restante, foi armazenado em frascos de vidro com tampa, destinado a análise gas-cromatográfica. As características dos solos constam das Tabelas 4 e 5.

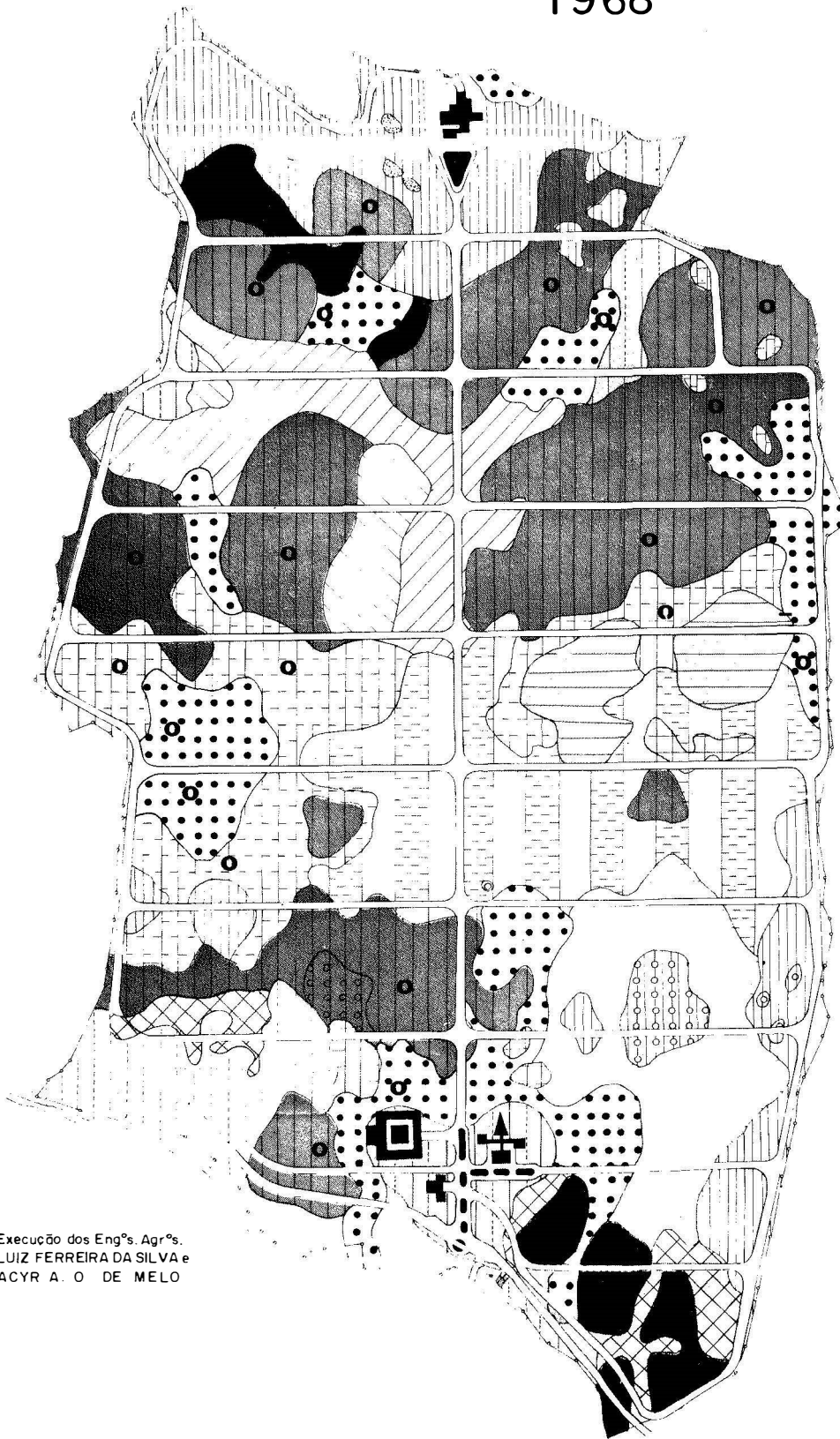
3.3. DESCRIÇÃO DO METODO

3.3.1. PRINCÍPIO



O método utilizado, adaptado daquele desenvolvido por MÖLLHOFF (1967), baseou-se na extração de isômeros do BHC (α , β , γ e δ) com acetona, seguida de partição em cloro - fórmio. A limpeza do extrato foi procedida em coluna de florisil e a eluição desta, feita com benzeno. A determinação quantitativa foi realizada por cromatografia a gás, através de cromatógrafo equipado com detector de captura de elétrons (DCE), e os resíduos de BHC, expressos como BHC total, pela soma dos

FIGURA 2 - Levantamento detalhado dos solos da área do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia (SILVA e MELO, 1970).

LEVANTAMENTO DETALHADO DOS SOLOS DA AREA DO CEPEC 1968



UNIDADES CARTOGRAFICAS

- SÉRIE PRODUÇÃO 
- SÉRIE PRODUÇÃO fase pedregosa 
- SÉRIE BANANAL 
- SÉRIE SÃO MIGUEL 
- SÉRIE GERMOPLASMA 
- SÉRIE BONGO 
- SÉRIE SÉDE 
- SÉRIE SÉDE fase pedregosa 
- SÉRIE SÉDE fase declivosa 
- SÉRIE RIBEIRÃO DAS ALEGRIAS 
- SÉRIE RIBEIRÃO DOS PINTOS 
- SÉRIE PINTADA 
- SÉRIE VIVEIRO 
- SÉRIE GRANJA 
- SÉRIE CORUMBÁ 
- SÉRIE TERRAÇO 
- SÉRIE LITÓLICA 
- SÉRIE COVOADO 
- COMPLEXO DE SOLOS "GLEI" 

Execução dos Eng^{os}. Agr^{os}.
 LUIZ FERREIRA DA SILVA e
 ACYR A. O. DE MELO

Os locais de coleta

TABELA 4 - Propriedades químicas das séries de solos do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia. Divisão de Geociências, 1981.

Séries	C%	N%	C/N	Matéria orgânica	pH H ₂ O	P ppm
PRODUÇÃO						
0-5 cm	3,84	0,54	7,11	6,72	5,9	24
5-15 cm	1,89	0,25	7,56	3,31	5,9	12
15-40 cm	0,86	0,13	6,62	1,50	5,5	10
PINTADA						
0-5 cm	2,96	0,39	7,59	5,18	5,8	40
5-15 cm	1,89	0,22	8,59	3,31	5,5	25
15-40 cm	0,66	0,10	6,60	1,15	5,8	14
VIVEIRO						
0-5 cm	5,89	0,61	9,66	10,31	5,8	93
5-15 cm	2,29	0,30	7,63	4,01	5,9	45
15-40 cm	1,21	0,16	7,56	2,12	5,8	12

TABELA 5 - Propriedades físicas das séries de solos do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia. Divisão de Geociências, 1981.

Séries	Composição Granulométrica			
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte %	Argila Total %
PRODUÇÃO				
0-5 cm	10,1	16,0	51,6	22,3
5-15 cm	12,7	18,4	38,5	30,3
15-40 cm	10,6	16,6	34,0	38,7
PINTADA				
0-5 cm	8,3	15,8	57,4	18,5
5-15 cm	9,7	16,6	49,0	24,7
15-40 cm	13,5	18,1	42,4	25,9
VIVEIRO				
0-5 cm	7,4	13,9	60,4	18,2
5-15 cm	11,2	17,4	48,1	23,1
15-40 cm	13,7	17,8	43,7	24,7

resíduos dos isômeros.

3.3.2. APARELHOS

- . cromatôgrafo a gás marca CG, modelo 370, equipado com detector de captura de elétrons (DCE) de Ni⁶³.
- . evaporador rotativo a vácuo marca Bücchi.
- . bomba pneumática marca GE, motor 1/4 HP.
- . liquidificador Waring Blendor, vedado para eliminar perigo de fogo.
- . ventilador comum.
- . capela com ventilação forçada por exaustor.
- . chapa de aquecimento, marca PS, Therm-o - plate.

3.3.3. REAGENTES, VIDRARIAS E OUTROS MATERIAIS

- . acetona PA-ACS destilada em destilador de vidro.
- . benzeno PA-ACS destilado em destilador de vidro.
- . n-hexano - PA-ACS destilado em destilador de vidro.
- . clorofórmio PA-ACS destilado em destilador de vidro.
- . florisil 60-100 mesh mantido em estufa a 140°C e desativado no dia anterior ao de seu uso com 5% de água destilada.
- . Na₂SO₄ anidro granulado.
- . padrões analíticos de BHC técnico e seus isômeros (α , β , γ e δ) na seguinte composição: α - 70%, β - 15%, γ - 12% e δ - 3%).

- . funis de separação 500 ml.
- . quitassato 500 ml.
- . balões volumétricos 50 e 100 ml.
- . provetas 50, 100 e 250 ml.
- . pipetas graduadas 1, 2,5 e 10 ml.
- . beakers 50 e 100 ml.
- . erlenmeyers 200 e 250 ml.

- . balões redondos 500 ml $\bar{\text{T}}$ 24/40.
- . coluna cromatográfica, porosidade grosseira, 15 x 200 mm com torneira de teflon.
- . coluna cromatográfica - vidro, diâmetro 1/8", comprimento 1,8 m, empacotada com OV 17-2% + QF1 - 2%/chromosorb W sila mizado.
- . tubos de centrifuga graduados.
- . funis de vidro comuns.
- . micro-seringas Hamilton 10 $\mu\ell$.
- . funis de Büchner, diâmetro 100 mm.
- . rolhas de borracha revestidas com papel alumínio.
- . tripa de mico.
- . algodão.
- . papel de filtro Whatman nº 5.

3.3.4. MARCHA ANALÍTICA

I - Extração

I.1 - Transferiu-se 5 g de uma amostra representativa de solo para o copo de um liquidificador, juntou-se 100 ml de uma solução acetona + água destilada (80:20)-fortificou-se nesse ponto quando fez-se provas de recuperação homogeneizou-se por 3-4 minutos em alta rotação.

I.2 - Filtrou-se para um quitassato através de um funil de Büchner forrado com papel de filtro com auxílio de vacuo; lavou-se os conteúdos restantes do copo do liquidificador e os dos funil de Büchner com 2 x 25 ml de acetona.

I.3 - Tomou-se o volume do extrato contido no quitassato transferindo-o para um funil de separação; juntou-se 100 ml de clorofórmio, passados primeiramente pelo quitassato, ao funil de separação; agitou-se vigorosamente o funil por 30 segundos deixando-o em repouso por 2 minutos; drenou-se a fase orgânica inferior para um balão redondo de 500 ml, filtrando-a através de 50 g de Na_2SO_4 ; repetiu-se a operação com mais 2 x 25 ml de clorofórmio, recolhendo a fase orgânica inferior no mesmo balão redondo e filtrada pelo mesmo Na_2SO_4 .

I.4 - Evaporou-se em evaporador rotativo à vácuo em banho-maria à 55-60°C até 2-5 ml; evaporou-se o remanescente do solvente com auxílio de vácuo.

II - Limpeza

II.1 - Preparou-se uma coluna de florisil como se segue: numa coluna cromatográfica, porosidade grosseira, de 15 x 200 mm, provida com torneira de Teflon, com a torneira fechada adicionou-se benzeno suficiente para alcançar 12cm de altura na coluna, juntou-se cuidadosamente, pelo topo da coluna com auxílio de um funil de haste longa, 5 g de florisil ; com auxílio de um vibrador (régua de madeira) eliminou-se as bolhas de ar que porventura estivessem presas na camada de florisil; abriu-se a torneira e drenou-se o benzeno até o nível superior do florisil.

II.2 - Transferiu-se os resíduos provenientes de I.4 lavando o balão redondo com 3 x 10 ml de benzeno, introduzindo cada lavagem imediatamente após a completa penetração da anterior na camada de florisil.

II.3 - Eluiu-se a coluna com mais 80 ml de benzeno, recolhendo todos os eluados da coluna (\pm 110 ml) num balão redondo de 500 ml na velocidade de 80-120 gotas/minuto.

II.4 - Evaporou-se em evaporador rotativo a vácuo em banho-maria de 55-60°C até 2-5 ml; evaporou-se o remanescente do solvente com auxílio de vácuo.

III - Determinação quantitativa

III.1 - Lavou-se os resíduos do balão proveniente de II.4 com 5 ml de n-hexano e transferiu-se a lavagem para um tubo de centrífuga graduado; fechou-se o tubo com rolha de borracha forrada com papel alumínio; concentrou-se até 1 ml com auxílio de água quente e ar movente, seco, quando necessário.

III.2 - Injetou-se alíquotas (3-8 μl) no cromatógrafo.

III.3 - Condições de operação do cromatógrafo:

- . detector: captura de elétrons, (Ni^{63}).
- . coluna vidro: $\phi = 1/8"$, comprimento: 1,8 m, empacotada com ov 17-2% + QF 1-2%/chromosorb W silanizado.
- . atenuador: 10X.
- . velocidade de registro: 0,5 pol/min.
- . temperatura da coluna: 180°C.
- . temperatura do vaporizador: 210°C.
- . temperatura do detector: 240°C.

- . fluxo N₂: 30 ml/min.
- . compensador de corrente: 10⁻⁸ A.

III.4 - Calculou-se ppm de BHC total ($\alpha + \beta + \gamma + \delta$) comparando as áreas dos picos das amostras (isômeros) com os do padrão, pelo método da altura vezes a base tomada na metade da altura, de acordo sugestão de THOMPSON, 1977.

A fórmula empregada foi:

$$\text{Resíduos em ppm} = \frac{mp \times ha}{10 \times hp \times Vi}$$

mp = massa injetada do padrão em ng;

ha = área do pico correspondente a amostra (mm²);

hp = área do pico correspondente ao padrão (mm²);

Vi = volume da injeção da amostra em $\mu\ell$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises de três diferentes tipos de solos, em três diferentes profundidades, são apresentados nas Tabelas 6 a 14 e revelam que foram detectados resíduos de BHC, (todos os isômeros), em todas as amostras de solo analisadas.

Nas Tabelas 6, 7 e 8, correspondentes a série Produção, verifica-se que os níveis de resíduos de BHC total variaram de acordo com as camadas do solo, havendo uma significativa diferença entre as quantidades encontradas na faixa de 0 - 5 cm ($0,712 \pm 0,214$ ppm) e as quantidades existentes nas faixas de 5 - 15 cm ($0,204 \pm 0,104$ ppm) e 15 - 40 cm ($0,270 \pm 0,091$ ppm), respectivamente. Como se observa, nesse tipo de solo, os resíduos tiveram uma persistência maior, cerca de três vezes mais, na primeira camada quando relacionada com as demais, onde os níveis foram comparáveis.

TABELA 6 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da serie Produção (PR) colhidas na profundidade de 0 a 5 cm (A). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL	
PR.A.1	0,373 0,310	0,015 0,033	0,024 0,034	0,042 0,038	0,060 0,066	0,466
PR.A.2	0,396 0,450	0,022	0,022	0,056 0,071	0,030 0,076	0,561
PR.A.3	0,404 0,377	0,032 0,023	0,027	0,044 0,049	0,071 0,042	0,519
PR.A.4	0,586 0,718	0,014 0,013	0,013	0,074 0,045	0,069 0,061	0,789
PR.A.5	0,738 0,713	0,020 0,014	0,017	0,108 0,101	0,078 0,067	0,918
PR.A.6	0,404 0,440	0,067 0,050	0,058	0,060 0,054	0,049 0,039	0,581
PR.A.7	0,483 0,466	0,112 0,065	0,088	0,061 0,046	0,065 0,053	0,674
PR.A.8	0,580 0,612	0,079 0,059	0,069	0,059 0,089	0,034 0,035	0,773
PR.A.9	0,902 0,837	0,125 0,134	0,129	0,087 0,091	0,049 0,040	1,131
PR.A.10	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	0,543 ± 0,176	0,050 ± 0,040	0,065 ± 0,021	0,054 ± 0,006	0,712 ± 0,214	

TABELA 7 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Produção (PR) colhidas na profundidade de 5 a 15 cm (B). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
PR.B.1	0,180 0,196	0,020 0,020	0,016 0,016	0,029 0,032	0,254
PR.B.2	0,094 0,117	0,009 0,008	0,013 0,008	0,006 0,041	0,146
PR.B.3	0,095 0,089	0,003 0,003	0,010 0,009	0,025 0,019	0,126
PR.B.4	0,070 0,082	0,004 0,005	0,013 0,013	0,032 0,030	0,124
PR.B.5	0,106 0,080	0,006 0,006	0,018 0,023	0,032 0,028	0,149
PR.B.6	0,086 0,0999	0,003 0,003	0,025 0,021	0,027 0,030	0,146
PR.B.7	0,260 0,256	0,021 0,021	0,037 0,037	0,026 0,030	0,344
PR.B.8	0,112 0,109	0,009 0,009	0,023 0,026	0,024 0,028	0,169
PR.B.9	0,100 0,103	0,005 0,005	0,023 0,021	0,027 0,028	0,155
PR.B.10	0,283 0,307	0,070 0,069	0,033 0,035	0,026 0,032	0,427
MEDIA	$0,141 \pm 0,078$	$0,015 \pm 0,020$	$0,021 \pm 0,009$	$0,027 \pm 0,003$	$0,204 \pm 0,104$

TABELA 8 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Produção (PR), colhidas na profundidade de 15 a 40 cm (C). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
PR.C.1	0,319 0,322	0,015 0,020	0,017 0,043 0,040	0,041 0,051	0,424
PR.C.2	0,280 0,259	0,032 0,028	0,030 0,020 0,022	0,047 0,053	0,370
PR.C.3	0,218 0,198	0,013 0,013	0,013 0,039 0,023	0,041 0,039	0,292
PR.C.4	0,229 0,204	0,017 0,016	0,016 0,027 0,033	0,055 0,052	0,315
PR.C.5	0,145 0,145	0,006 0,009	0,007 0,027 0,013	0,041 0,039	0,212
PR.C.6	0,283 0,273	0,008 0,006	0,007 0,032 0,027	0,032 0,030	0,345
PR.C.7	0,097 0,155	0,005 0,010	0,007 0,058 0,027	0,026 0,045	0,210
PR.C.8	0,135 0,099	0,006 0,004	0,005 0,025 0,014	0,032 0,020	0,167
PR.C.9	0,117 0,117	0,006 0,006	0,006 0,013 0,013	0,021 0,020	0,156
PR.C.10	0,138 0,143	0,006 0,009	0,007 0,022 0,041	0,028 0,044	0,214
MÉDIA	0,194 ± 0,067	0,011 ± 0,007	0,028 ± 0,009	0,038 ± 0,010	0,270 ± 0,091

As observações realizadas nas Tabelas 9 , 10 e 11, correspondentes à série Pintada, evidenciam que os níveis residuais de BHC total apresentaram um comportamento bastante semelhante àqueles detectados na série Produção. Do mesmo modo houve maior acúmulo de resíduo na profundidade de 0 - 5 cm ($0,691 \pm 121$ ppm) e menor nas camadas de 5 - 15 cm ($0,478 \pm 0,084$ ppm) e 15 - 40 cm ($0,305 \pm 0,063$ ppm), respectivamente. Neste solo a quantidade de resíduo foi 1,5 - 2,0 vezes maior quando comparou-se a primeira camada com as demais e 1,5 vezes maior quando comparou-se a segunda com a terceira camada.

Por outro lado, os resíduos de BHC total, expressos nas Tabelas 12 , 13 e 14 , correspondentes à série Viveiro, não variaram significativamente entre as três diferentes camadas, apresentando níveis de persistência bastante semelhantes nas faixas de 0 - 5 cm ($0,371 \pm 0,100$ ppm), 5 - 15 cm ($0,406 \pm 0,202$ ppm) e 15 - 40 cm ($0,315 \pm 0,173$ ppm). Assim, a variação da quantidade de resíduos de BHC total nesse tipo de solo não foi acentuada como nos demais e, provavelmente essa situação esteja associada com propriedades do próprio solo, como matéria orgânica, argila e pH. Desse modo, nota-se que houve migração de BHC total até 40 cm do solo e esse deslocamento, com variações residuais nas diferentes camadas, será discutido adiante.

Dos quatro isômeros (α , β , γ e δ) examinados

nessa pesquisa, embora o isômero gama (γ) seja o único que possui atividade inseticida, todos os demais são também considerados contaminantes e por isso computados, juntamente com o isômero γ , como BHC total. O inseticida γ - BHC tem sido considerado como um composto persistente. A base desse conceito, entretanto, depende da maioria dos dados obtidos com respeito a problemas residuais em condições de solo.

O isômero alfa (α) foi o que apresentou maior resíduo entre os outros analisados, ocorrendo sempre em maiores proporções, quando comparado aos isômeros beta (β), gama (γ) e delta (δ) em todas as camadas, na série de solo Produção. Esses últimos, por sua vez, se mantiveram mais ou menos num mesmo nível de persistência, havendo uma leve superioridade para o isômero delta (δ). As observações anteriores foram confirmadas para a série de solo Pintada, com exceção apenas para o isômero gama (γ) o qual apresentou quantidades de resíduos superiores às aquelas verificadas na série Produção. Com relação à série Viveiro, a concentração de isômero alfa (α) não sofreu tanta variação como nas outras séries de solo, entretanto, o nível de resíduo encontrado foi sempre superior aos demais isômeros. Ainda nessa série detectou-se um aumento no nível residual do isômero delta (δ) nas faixas de 0-5 e 5-15 cm do solo em relação aos isômeros beta (β) e gama (γ).

A maior quantidade residual de isômero alfa (α) está de acordo com a maior concentração desse isômero no BHC técnico (70%), ou diluído à 1,5% de γ , no produto normal-

TABELA 9 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Pintada (PT), colhidas na profundidade de 0 a 5 cm (A). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL	
PT.A.1	0,645 0,492	0,044 0,022	0,033 0,136	0,094 0,115	0,074 0,064	0,785
PT.A.2	0,397 0,469	0,014 0,013	0,013 0,119	0,075 0,097	0,028 0,035	0,574
PT.A.3	0,655 0,616	0,082 0,050	0,066 0,102	0,086 0,094	0,057 0,059	0,853
PT.A.4	0,602 0,511	0,070 0,080	0,075 0,098	0,097 0,098	0,038 0,046	0,771
PT.A.5	0,432 0,473	0,021 0,014	0,017 0,075	0,071 0,075	0,032 0,038	0,577
PT.A.6	0,442 0,411	0,040 0,033	0,036 0,092	0,075 0,083	0,050 0,034	0,587
MÉDIA	0,512 ± 0,086	0,040 ± 0,025	0,093 ± 0,014	0,046 ± 0,014	0,046 ± 0,014	0,691±0,121

TABELA 10 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Pintada (PT), colhidas na profundidade de 5 a 15 cm (B). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
PT.B.1	0,355 0,324	0,011 0,008	0,009 0,062	0,055 0,047	0,450
PT.B.2	0,444 0,518	0,019 0,032	0,025 0,067	0,066 0,052	0,619
PT.B.3	0,398 0,493	0,011 0,012	0,011 0,045	0,038 0,035	0,532
PT.B.4	0,344 0,302	0,009 0,011	0,010 0,062	0,069 0,029	0,432
PT.B.5	0,325	0,013	0,014	0,060	0,440
PT.B.6	0,277 0,251	0,016 0,014	0,015	0,055 0,053	0,380
MÉDIA	0,366 ± 0,081	0,014 ± 0,006	0,057 ± 0,009	0,041 ± 0,044	0,478±0,084

TABELA 11 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Pintada (PT) colhidas na profundidade de 15 a 40 cm (C). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRAS	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
PT.C.1	0,267 0,258	0,009 0,009	0,053 0,043	0,034 0,030	0,351
PT.C.2	0,310 0,242	0,028 0,009	0,054 0,038	0,055 0,034	0,384
PT.C.3	0,217 0,205	0,013 0,007	0,088 0,068	0,050 0,044	0,346
PT.C.4	0,164 0,222	0,008 0,014	0,036 0,042	0,034 0,041	0,280
PT.C.5	0,200 0,145	0,009 0,007	0,037 0,032	0,030 0,025	0,241
PT.C.6	0,184 0,156	0,007 0,007	0,043 0,033	0,019 0,015	0,232
MÉDIA	0,214 ± 0,045	0,010 ± 0,004	0,047 ± 0,016	0,034 ± 0,011	0,305 ± 0,063

TABELA 12 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Viveiro (VV), colhidas na profundidade de 0 a 5 cm (A). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
VV.A.1	0,402 0,351	0,034 0,053	0,043 0,051	0,050 0,052	0,521
VV.A.2	0,237 0,225	0,015 0,016	0,034 0,033	0,038 0,028	0,312
VV.A.3	0,264 0,209	0,027 0,023	0,038 0,030	0,049 0,042	0,340
VV.A.4	0,188 0,208	0,043 0,040	0,026 0,028	0,047 0,045	0,312
MÉDIA	0,260 ± 0,078	0,031 ± 0,013	0,036 ± 0,010	0,044 ± 0,072	0,371 ± 0,100

TABELA 13 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Viveiro (VV), colhidas na profundidade de 5 a 15 cm (B). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
VV.B.1	0,227 0,195	0,010 0,008	0,032 0,033	0,038 0,044	0,293
VV.B.2	0,191 0,196	0,011 0,007	0,016 0,019	0,053 0,042	0,266
VV.B.3	0,587 0,589	0,034 0,020	0,039 0,038	0,053 0,050	0,704
VV.B.4	0,266 0,295	0,010 0,004	0,030 0,034	0,042 0,046	0,363
MÉDIA	0,318 ± 0,183	0,013 ± 0,009	0,029 ± 0,008	0,046 ± 0,017	0,406 ± 0,202

TABELA 14 - Resíduos de BHC, expressos em ppm, encontrados em amostras de solo da série Viveiro (VV), colhidas na profundidade de 15 a 40 cm (C). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Bahia, 1981.

AMOSTRA	α - BHC	β - BHC	γ - BHC	δ - BHC	BHC TOTAL
VV.C.1	0,458 0,406	0,035 0,028	0,065 0,061	0,047 0,028	0,563
VV.C.2	0,176 0,250	0,047 0,013	0,028 0,030	0,021 0,025	0,295
VV.C.3	0,136 0,111	0,004 0,013	0,018 0,014	0,016 0,016	0,163
VV.C.4	0,141 0,155	0,016 0,006	0,038 0,061	0,034 0,031	0,240
MÉDIA	0,229 ± 0,140	0,020 ± 0,012	0,039 ± 0,020	0,027 ± 0,009	0,315 ± 0,173

mente aplicado na cacauicultura, como nos solos do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC, sendo portanto clara explicação para o fato.

A persistência dos isômeros do BHC, quando comparados entre si e relacionados com a concentração de cada um na fórmula comercial utilizada nos trabalhos de pesquisa, não apresentou a mesma proporcionalidade que se esperava com relação a quantidade de resíduos, expressos em ppm, encontrados nas amostras de solo das três séries estudadas. A fórmula comercial contém cerca de 70% de isômero alfa (α), 15% de isômero beta (β), 12% de isômero gama (γ) e 3% de isômero delta (δ), correspondendo a: 4,6 vezes mais isômero alfa na relação alfa/beta; 5,8 vezes mais na relação alfa/gama; 23,3 vezes mais na relação alfa/delta; 1,25 vezes mais isômero beta na relação beta/gama; 5,0 vezes mais na relação beta/delta e finalmente 4,0 vezes mais isômero gama com relação ao delta.

Os resíduos médios nas três profundidades encontrados nas amostras da série Produção mantiveram a seguinte proporção: 12,6 para alfa/beta; 7,3 para alfa/gama; 6,8 para alfa/delta; 1,7 para gama/beta; 2,1 para delta/beta e 1,2 para delta/gama. Na série Pintada: 20,1 alfa/beta; 5,5 alfa/gama; 8,8 alfa/delta; 3,7 gama/beta; 2,5 delta/beta e 1,6 gama/delta. Na série Viveiro: 14,7 alfa/beta; 8,0 alfa/gama; 7,1 alfa/delta; 1,8 gama/beta; 2,1 delta/beta e 1,2 delta/gama.

As análises dos dados obtidos revelaram que os isômeros delta (δ) e alfa (α) tiveram uma tendência a persis-

tir por mais tempo no solo, nas três séries estudadas, sendo pouco degradáveis. O isômero beta (β) foi mais rapidamente degradável. Os resultados permitiram ainda, estabelecer que, nessa pesquisa, a escala de persistência obedeceu a seguinte ordem decrescente: $\delta > \alpha > \gamma > \beta$.

A matéria orgânica foi o componente do solo que mais influenciou a persistência do BHC em solos de cacau. Nas três séries estudadas observou-se claramente que a maior quantidade de resíduos encontrados nas amostras analisadas se concentrou exatamente numa camada de solo com profundidade de 0-5 cm, onde os teores de matéria orgânica são mais altos. À exceção da série viveiro, as outras duas, Produção e Pintada, apresentaram nitidamente essa tendência e à proporção que a profundidade do solo aumentava, diminuía as quantidades de resíduos e os teores de matéria orgânica no solo (Tabela 4).

Tais afirmativas vêm concordar com vários trabalhos desenvolvidos nessa área entre eles o de EDWARDS *et alii* (1957) relatando que foi encontrada uma correlação altamente significativa, entre a persistência de aldrin e lindane e a matéria orgânica em 10 diferentes solos, tendo como resultado uma relação curvilínea entre a eficiência do inseticida e a quantidade de matéria orgânica do solo. Ainda LICHTENSTEIN e SCHULZ (1960) afirmaram que os resíduos de alguns inseticidas organoclorados, aumentaram de acordo com o teor de matéria orgânica do solo, a qual pela absorção reduz a bio

degradação desses produtos químicos. LORD *et alii* (1979) comprovaram que o lindane foi um dos inseticidas clorados que sofreu maior sorção em presença de solo rico em matéria orgânica. LUCHINI *et alii* (1980) também concluíram que os inseticidas clorados tiveram maior sorção em solos com alto teor de matéria orgânica, tendo o lindane diminuído em solos com menos matéria orgânica.

A cobertura vegetal morta também desempenha importante papel na retenção de resíduos de inseticidas no solo pois evita a sua evaporação. Vale ressaltar, que na região caueira da Bahia, existe uma acentuada abundância de cobertura vegetal nas plantações de cacau motivada pela queda de suas folhas e também por outros materiais oriundos de espécies vegetais utilizadas no seu sombreamento. A esse respeito, LICHTENSTEIN (1965) afirmou que em solos com cobertura vegetal, a persistência de inseticidas é maior, provavelmente devido redução do índice de evaporação do solo.

Das propriedades físicas do solo apenas a percentagem de silte apresentou uma correlação com os níveis residuais de BHC encontrados nas amostras, em todas as profundidades. Embora o teor de argila total não tenha, aparentemente, influenciado nesse estudo, alguns trabalhos, como os citados por MATSUMURA (1976) relatam que solos com alto teor de argila acumulam resíduos por mais tempo, pois não permitem a migração de inseticidas. O que se pode afirmar é que, na realidade o complexo matéria orgânica X argila tende a reter mais resíduos que

outros componentes do solo.

Com relação ao pH do solo, sabe-se que a acidez afeta a estabilidade dos minerais de argila e a capacidade de trocas iônicas, o que pode influenciar a estabilidade e persistência dos pesticidas. MATSUMURA (1976), verificou que em solos de reação ácida foi também constatado que os inseticidas persistem por maior período. Como o pH encontrado nas análises dos solos estudados sofreu uma variação relativamente pequena, 5,5 a 5,9, sendo considerados moderadamente ácidos por SILVA e MELO (1970), nada se pode afirmar a respeito de sua influência na degradação dos resíduos. Para isso seria necessária sua variação mais ampla nas séries dos solos estudados e/ou nas suas profundidades.

Devido à falta de trabalhos científicos sobre resíduos de inseticidas organoclorados nos substratos do cacau, (tecidos vegetais, cascas, amendoas beneficiadas e outros) é difícil e até temeroso afirmar se esses resíduos de BHC encontrados nesse estudo foram altos, toleráveis ou baixos, levando-se em conta uma possibilidade, embora eventual, de sua translocação para aqueles substratos.

5. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, decorrentes da pesquisa desenvolvida, permite concluir:

- a - Foram detectados resíduos de BHC, isômeros α , β , γ e δ , em todas as amostras de solos cujos níveis residuais variaram de acordo com a profundidade do solo e suas características físico-químicas.
- b - O isômero alfa (α) foi o que apresentou maiores níveis de de resíduo com relação aos isômeros beta (β), gama (γ), e delta (δ), nas três séries de solo estudadas. O isômero beta (β) foi o menos persistente e delta (δ) o mais.
- c - Com respeito a camada do solo, houve maior ocorrência na de 0 - 5 cm que nas faixas de 5 - 15 cm e 15 - 40 cm, nas séries Produção e Pintada. Na série Viveiro as quantidades de resíduos foram mais ou menos comparáveis, não havendo variação significativa entre as três camadas.

- d - Dentre as características dos solos estudadas, a matéria orgânica parece ser a mais importante influenciando positivamente a persistência de inseticidas organoclorados no solo.
- e - Como os teores ou níveis residuais de BHC detectados em solos de cacau tendem a aumentar com o uso continuado de inseticidas, será prudente testar e recomendar outros inseticidas mais facilmente degradáveis, no controle das diversas pragas que afetam o cacauzeiro.

6. LITERATURA CITADA

- ABREU, J.M. e G.E. SMITH, 1973a. Controle químico dos insetos filófagos do cacauero na Bahia e Espírito Santo. Revista Theobroma, Itabuna, 3(2): 27-32.
- ABREU, J.M., 1973b. Avaliação de inseticidas no combate ao tripses do cacauero (*Selenothrips rubrocinctus*) Giard, na Bahia. Revista Theobroma, Itabuna, 3(4): 3-10.
- AGARWALE, S.B.D., 1952. Effects of benzene hexachloride on growth of sugarcane. Current Science, Bangalore, 22: 19-20.
- ALEXANDER, M., 1972. Microbial degradation of pesticides. In: MATSUMURA, F., G.M. BOUSH e T. MISATO, ed. Environmental toxicology of pesticides. New York, Academic Press, p.365-382.
- BATISTA, G.C. de, 1974. Fundamentos de Química e Toxicologia dos Inseticidas. Piracicaba, ESALQ/USP, 257p.

- CHIBA, M., 1970. DDT residues in fruit, foliage and soil of a vineyard following a standard insect control program. Canadian Journal Plant Science, Ottawa, 50(3): 219-227.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC, 1981. Departamento de Extensão, Assessoria de Programação. Dados não publicados.
- EDEN, W.G. e B.W. ARTHUR, 1965. Translocation of DDT and heptachlor in soybeans. Journal Economic Entomology, College Park, 58(1): 161-162.
- EDWARDS, C.A., S.D. BECK e E.P. LICHTENSTEIN, 1957. Bioassay of aldrin and lindane in soil. Journal of Economic Entomology, College Park, 50: 622-626.
- EDWARDS, C.A., 1966. Insecticide residues in soils. Residues Review, Berlin, 13: 83-132.
- EDWARDS, C.A., 1976. Persistent Pesticides in the Environment. Boca Raton, Fla., CRC Press, 170p.
- FERREIRA, M. da S., 1980. Resíduos de inseticidas em solos do Estado de São Paulo. In: Relatório do V Encontro Nacional de Analistas de Resíduos e Pesticidas, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, p.97.
- GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. de BATISTA, E. BERTI FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCCHI e S.B. ALVES, 1978. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda., 53lp.
- GARCIA, J.R., 1974. Porque está aumentando a produção do cacau no Sul da Bahia. Cacau Atualidade, CEPLAC, 11(3):18-20.

- KENNAGA, E.E. e C.S. END, 1974. Commercial and Experimental Organic Insecticides. College Park, Entomological Society of America, 97p.
- LICHTENSTEIN, E.P. e K.R. SCHULZ, 1960. Epoxidation of aldrin and heptachlor in soils as influenced by autoclaving, moisture, and soil types. Journal of Economic Entomology, College Park, 53: 192-197.
- LICHTENSTEIN, E.P., 1965. Research in Pesticides. New York, Academic Press, p.199-203.
- LICHTENSTEIN, E.P., T.W. FUHREMANN, K.R. SCHULZ e R.F. SKRENTNY, 1967. Effect of detergents and inorganic salts in water on the persistence and movement of insecticides in soils. Journal of Economic Entomology, College Park, 60: 1714-1721.
- LORD, K.A., C.G. HELENE, M.M. de ANDRÉA e E.F. RÜEGG, 1979. Sorção e movimento de pesticidas em camadas delgadas de solos brasileiros. Ciência e Cultura, São Paulo, 31(2): 174-178.
- LUCHINI, L.C., K.A. LORD e E.F. RÜEGG, 1980. Sorção de dessorção de inseticidas em solos brasileiros. São Paulo, Instituto Biológico, 6p.
- MACRAE, I.C., K. RAGHU e T.F. CASTRO, 1967. Persistence and biodegradation of four common isomers of benzene hexachloride in submerged soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 15(5): 911-914.
- MATSUMURA, F., 1976. Toxicology of Insecticides. New York, Plenum Press. 503p.

- METCALF, R.L. e J.R. SNABORN, 1975. Pesticides and environmental quality in Illinois. Bulletin Illinois Natural History Survey, Urbana, Ill., 31: 55.
- MÖLLHOFF, E., 1967. Determinación gascromatográfica de residuos en plantas y muestras de terrenos después de la aplicación de preparados de la série E 605 y Agritox. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer, Leverkusen, 20(2): 589-606.
- NASH, R.G. e E.A. WOOLSON, 1967. Persistence of chlorinated hydrocarbon insecticides in soils. Science, Washington, 157: 924.
- OHISA, M. e M. YAMAGUCHI, 1978. Degradation of gamma BHC in flooded soils enriched with peptom. Agricultural and Biological Chemistry, Tokyo, 42(11): 1983-1987.
- PASCHOAL, A.D., 1979. Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental; problemas e soluções. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 106p.
- PIGATTI, A. e O. GIANNOTTI, 1956. Determinação biológica do BHC (isômero gama) em solos de lavoura de café, tratadas com este inseticida e sua confirmação por cromatografia em papel. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, 23: 101-107.
- RIBAS, C., M.S. FERREIRA e P.R. ALMEIDA, 1974. Resíduos de birlane, endrin e lindane usados no controle à broca do café. In: 2º Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras; Poços de Caldas, IBC-EMBRAPA, p.361. [Resumos].

- RIBAS, C., 1976. Estudo da persistência de resíduos de lindane e endosulfan através de cromatografia a gás em grãos de café. Piracicaba, ESALQ/USP, 95 p. (Dissertação de Mestrado).
- RIGITANO, R.L. de O., 1979. Resíduos de ethion e fenitrothion em cascas e polpas de laranjas Hamlin determinados por cromatografia em fase gasosa. Piracicaba, ESALQ/USP, 64 p. (Dissertação de Mestrado).
- ROBERTS, J.E., R.D. CHISOLM e L. KOBLITSKY, 1962. Persistence of insecticides in soil and their effects on cotton in Georgia. Journal Economic Entomology. College Park, 55(2): 153-155.
- SALAZAR CAVERO, E., M.S. GUERRA e C.P.D. da SILVEIRA, 1976. Manual de Inseticidas e Acaricidas; aspectos toxicológicos. Pelotas, Aimara, 345 p.
- SILVA, L. F. da e A.A.O. MELO, 1970. Levantamento detalhado dos solos do Centro de Pesquisas do Cacau. Boletim técnico. CEPLAC, Itabuna, n.1, 89p.
- SMITH, G. E., J.M. ABREU e J.A. VENTOCILLA, 1968. Ensaio de inseticidas no combate a insetos filófagos do cacauero, no Espírito Santo. Turrialba, 18(2): 186-189.
- SMITH, G.E. e J.M. ABREU, 1969. Ensaio de inseticidas no combate aos crisomelídeos com especial referência ao *Colaspis ornata* Germar e *Nodonata theobromae* Bryant, pragas do cacauero na Bahia. Cacao, Turrialba, 14(2): 3-4.

- SÓRIA, S. de J. e J.M. ABREU, 1974. Mortalidade dos polinizadores *Forcipomyia* spp. (Diptera, Ceratopogonidae) causada pela aplicação de inseticidas nos cacauais baianos. Revista Theobroma, Itabuna, 4(3): 13-25.
- THOMPSON, J. F. ed., 1977. Analysis of pesticide residues in human and environmental samples; a compilation of methods selected for use in pesticide monitoring programs. Research Triangle Park, N.C. , U.S. Environmental Protection Agency, 1 v.
- WAHID, P. A. e N. SETHUNATHAN, 1980. Sorption desorption of lindane by anaerobic soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 28(3):623-625.
- YOSHIDA, T. e T.F. CASTRO, 1970. Degradation of gamma-BHC in rice soils. Proceedings of the Soil Science Society of America, Madison, 34: 440-442.