

## INFLUENCIA DE TRES INSECTICIDAS SOBRE LA POBLACION DE MICROORGANISMOS DEL SUELO(\*)

Por **Alfredo Saldarriaga Vélez**

### I. INTRODUCCION

Como resultado de la investigación industrial, cada día se generaliza más el empleo de productos químicos inorgánicos y orgánicos para la lucha contra plagas, enfermedades y malezas. Pero fuera del conocimiento de sus efectos farmacológicos, farmacodinámicos, fitotóxicos, etc., poco se conoce aún sobre sus efectos en la microflora del suelo.

A nadie se le escapa la importancia que tiene el suelo como base nutritiva de las plantas. Es bien sabido que está habitado por infinidad de organismos microscópicos, en su mayoría bacterias, actinomicetos, hongos, protozoos y algas, que juegan un papel importantísimo en las transformaciones de su estructura y composición.

Los microorganismos contribuyen a la mayor feracidad del suelo en muchas formas: el humus, la liberación de nitrógeno, azufre, carbono, fósforo y otros minerales necesarios para el buen desarrollo de las plantas en forma asimilable, son productos resultantes de acciones de disolución y síntesis llevados a cabo por estos organismos a partir de la materia orgánica.

Las bacterias participan en numerosos procesos del suelo. Del aire atmosférico fijan nitrógeno libre y en mayor escala aún en simbiosis con las leguminosas. Un gran número de géneros intervienen en la amonificación, géneros específicos realizan la nitrificación y la oxidación del azufre, procesos todos de gran significación para la planta que sólo pueden ser llevados a cabo por las bacterias. Para terminar señalaremos el papel importante que desempeñan en el intercambio de bases que se realiza entre los iones nutrientes absorbidos por la célula bacteriana y las partículas coloidales del suelo (Mc Calla, 12).

---

(\*) Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia del Profesor Dr. Adalberto Figueroa Potes a quien el autor expresa su gratitud.

Los hongos tienen gran importancia en los procesos biológicos del suelo. Según Waksman y Starkey (22) intervienen en menor escala que las bacterias en la descomposición de sustancias nitrogenadas orgánicas e inorgánicas. Más activamente que ellas descomponen carbohidratos complejos tales como las celulosas, hemicelulosas, gomas vegetales y parafinas, y continúan solos otras transformaciones como la de las ligninas sobre las cuales las bacterias tienen una acción muy reducida.

Experiencias realizadas con cultivos puros han demostrado que los actinomicetos descomponen sustancias orgánicas complejas. Su acción en las condiciones naturales del suelo se desconoce pero se deduce, aunque un poco arbitrariamente, de los resultados en el laboratorio. De acuerdo con Waksman (23) se presume que desempeñan un papel importante especialmente en la descomposición del humus, dada su capacidad para atacar las ligninas. Según Fousek (5) añadiendo al suelo micelio de actinomicetos se obtiene mayor crecimiento de las plantas, debido quizás a la más rápida descomposición de la materia orgánica.

Una de las formas en que podría manifestarse la influencia perjudicial que posiblemente tengan los insecticidas, fungicidas y herbicidas sobre los microorganismos del suelo, sería un menor rendimiento en la producción. En los párrafos anteriores se ha señalado la importancia de los múltiples procesos llevados a cabo por la microflora del suelo. Es evidente entonces la importancia que tiene una investigación orientada a determinar la acción nociva que sobre ella puedan tener los numerosos productos comerciales de uso tan generalizado hoy en día en las prácticas agrícolas.

## II. REVISION DE LA LITERATURA

### A) Estabilidad y acumulación de los insecticidas

La persistencia o estabilidad de un insecticida en el suelo es un factor que debe tenerse en cuenta para determinar cuando y hasta donde puede ser tóxico a las bacterias y hongos que habitan en el suelo.

Si no se volatilizan o descomponen fácilmente, es de suponer que su acción, benéfica o dañina, continuará sobre los microorganismos. En la investigación llevada a cabo por Smith (20) en 1948 para determinar la estabilidad del DDT y el BHC, se encontró que después de transcurridos 18 meses de su aplicación al suelo, se podían recuperar 95% del DDT y de 84 a 94% del BHC. Posteriormente Jones (7) en 1952 quien hizo estudios para determinar la estabilidad del DDT tomando periodos de tiempo mayores, pudo establecer que después de 1, 2 y 3 años de la aplicación del insecticida, se podían recu-

perar del suelo 67,2%, 67,6% y 60,1% respectivamente.

Boswel (2) hace énfasis sobre la estabilidad del DDT en el suelo. Anota que sólo el 5% del producto se descompone y aún más, que los productos de esta descomposición son también estables y tóxicos para las plantas.

Otro aspecto importante que debe considerarse es la acumulación de los compuestos que se aplican al suelo para el control de insectos y formas larvales presentes, o a las plantas por espolvoreo o por aspersión, ya que gran parte del producto aplicado va directa o indirectamente al suelo. Es lógico suponer que si bien se está contrarrestando la acción dañina de los insectos, se introducen condiciones anormales en el suelo que repercuten en una u otra forma sobre el buen desarrollo de los cultivos.

**B) Resultados obtenidos con el DDT.**— Uno de los insecticidas más estudiados para determinar los efectos sobre los microorganismos ha sido el DDT. Appleman y Sears (1) en 1946 encontraron que la aplicación de DDT. Appleman y Sears (1) en 1946 encontraron que la aplicación de DDT en concentraciones que no sobrepasaron de 100 libras por acre, no tenía efecto dañino sobre los nódulos de las leguminosas; pero elevando las dosis a 1.000 y 10.000 libras por acre ya hubo una disminución en el promedio de los nódulos por planta. Sin embargo, en 1947. Payne y Fults (14) empleando sólo 103 libras por acre, encontraron que el número de nódulos de las raíces de frijol se reducía en más de la mitad.

Por la aplicación de DDT en concentraciones de 5% Wilson y Choudhri (24) establecieron que ni el número de bacterias, ni las bacterias amonificantes y nitrificantes, eran reducidas por el DDT. Jones (8) en 1950 encontró que las concentraciones de DDT superiores al 0,1%, llegaban a ser tóxicas para los organismos amonificantes en forma mucho más marcada después de un año, que poco después de la aplicación.

Smith y Wenzel (19) en 1948 con el uso de 10 y 400 libras por acre no observaron ningún perjuicio sobre los microorganismos del suelo. Posteriormente en 1952 Jones (7) estableció que las concentraciones de DDT usadas ordinariamente en el suelo no tenían ninguna acción nociva sobre las bacterias nitrificantes, amonificantes, y oxidantes del azufre y que en todos los casos la toxicidad empezaba a manifestarse cuando se empleaban concentraciones por encima de 0,1%. Tampoco encontró acción nociva sobre las bacterias fijadoras de nitrógeno en dosis tan altas como la del 1%.

**C) Resultados obtenidos con BHC.**— Otro insecticida de amplio uso en la agricultura es el hexacloruro de benceno (BHC). Los pri-

meros en determinar su efecto perjudicial fueron Smith y Wenzel (19) quienes con la aplicación de 100 a 500 libras por acre del BHC (10% - 12% de isómero gamma) encontraron que la nitrificación se reducía considerablemente.

Estudios efectuados por Wilson y Choudhri (25) y por Smith (20) indican que el hexacloruro de benceno no parece afectar la población y actividad de las bacterias y hongos presentes en el suelo.

**D) Resultados obtenidos con el Clordano y el Toxafeno.**—Pocos estudios se han llevado a cabo para determinar el efecto que tienen el Clordano y el Toxafeno sobre los microorganismos del suelo. Smith y Wenzel (19) encontraron que la cantidad usualmente recomendada en agricultura de 20 libras por acre de Clordano, no tenía efecto significativo sobre los organismos nitrificantes, pero en dosis tan altas como 100 y 500 libras por acre encontraron una disminución en la formación de nitratos en el suelo. Con Toxafeno, en concentraciones similares a las empleadas con Clordano anotaron un estímulo para las bacterias y los hongos, suponiéndose que este insecticida es usado por los organismos del suelo como una fuente de energía.

Jones (8) en 1950 hizo experiencias con Clordano para determinar su efecto sobre las bacterias amonificantes, estableciendo que concentraciones superiores a 0,1% ya eran tóxicas y que su efecto perjudicial era aún más notorio después de transcurrido un año de su aplicación al suelo.

### III. INVESTIGACION

**A) Objetivo.**— El presente trabajo tiene por objeto determinar el efecto que poseen el hexacloruro de benceno, el Clordano y el Toxafeno sobre las bacterias y hongos de un suelo tropical.

El estudio se realizó en condiciones de laboratorio, prescindiendo de algunos de los factores a que está sometido el suelo en las condiciones naturales de campo.

Según Waksman y Starkey (19) la población del suelo puede variar de 10.000 bacterias por gramo en arenas desérticas, hasta 50.000.000 en suelos cultivados, cuando se determinan por el método de platos de dilución. Debido a que hasta el presente no hay medios de cultivo apropiados en los cuales se desarrollen satisfactoriamente todos los hongos y bacterias presentes en un suelo, ya que algunos grupos varían considerablemente en su nutrición, el contaje realizado por el método de platos de dilución sólo da una fracción del número total de organismos. De ahí que la discusión de los resultados se hará a partir de la población que pudo crecer en los medios de cultivo utilizados.

B) **Materiales:**

1) **Suelo.**— Se escogió un suelo fértil de color oscuro, ubicado en los terrenos de la Facultad de Agronomía del Valle, dedicado al pastoreo de ganado y cuyas características principales se resumen a continuación.

Determinación	Características	Método usado
Clasificación . . . . .	Franco-arcilloso . . . . .	Bouyoucos.
pH . . . . .	6,4 . . . . .	Potenciómetro.
Materia orgánica . . . . .	6,96% . . . . .	Calcinación.
P2O5 total . . . . .	0,28% . . . . .	Truog.
N2 . . . . .	0,14% . . . . .	Kjeldahl.
Capacidad de campo.	45%	

2) **Insecticidas.**— Para la aplicación de los insecticidas al suelo se tuvieron en cuenta los factores **acumulación** y **estabilidad**, por lo cual las dosis empleadas fueron superiores a las recomendadas en agricultura. Los cálculos se hicieron a partir del insecticida técnico.

La cantidad aplicada a 1.000 gramos de suelo se basó en su densidad (1,24) y considerando una profundidad de 15 centímetros a partir de la superficie. En la tabla I se indican las cantidades empleadas en cada tratamiento.

3) **Medios de cultivo.**— Para las bacterias y hongos se prepararon los siguientes medios, con los cuales se hicieron los platos de dilución:

a) **Para bacterias.**— Se utilizó el medio recomendado por Fred y Waksman (4) a base de Caseinato de sodio. Se ajustó el pH a 6,8.

b) **Para hongos.**— En 1946 Dawson y Dawson (3) con el empleo del colorante rosa de bengala lograron inhibir en gran parte el crecimiento bacterial y una gran reducción en el tamaño de las colonias, consiguiendo con esto un conteo más exacto y fácil. Posteriormente Martin (11) con el uso de rosa de bengala y Estreptomina logró inhibir por completo el crecimiento bacterial. Basados en las experiencias de estos autores se escogió el medio peptona-dextrosa-agar con la adición de dichos compuestos.

En el desarrollo del presente trabajo, el autor pudo constatar las experiencias de Martin (11), en las cuales el rosa de bengala no inhibe por completo el crecimiento de bacterias, mientras que con la Estreptomina se logra inhibición total como puede apreciarse en

— TABLA I —  
Dosis empleadas en cada tratamiento.

Insecticida	Principio activo Kg./ha.	Producto comercial	
		Kg./ha.	Gms/kilo de suelo
BHC 6,5%	4	61,53	0,0330
	10	153,84	0,0825
	20	307,69	0,1650
Clordano 10%	4	40,00	0,0215
	8	80,00	0,0430
	15	150,00	0,0806
Toxafeno 10%	4	40,00	0,0215
	10	100,00	0,0375
	20	200,00	0,1075
Testigo	0	0	0

la figura 1. Este efecto antibiótico de la Estreptomicina facilitó mucho el contaje.

El rosa de bengala se usó a partir de una dilución acuosa 1:150 en la proporción de 10 cc. por litro de medio; la Estreptomicina en la proporción de 30 microgramos por cc. adicionada en el momento de hacer los platos de dilución.

C) **Métodos.**— Los métodos utilizados en el desarrollo del presente trabajo se discuten a continuación:

1) **Toma de la muestra de suelo.**— La muestra para el análisis se tomó de un suelo dedicado al pastoreo, que no había recibido ninguna aplicación de insecticidas o substancias similares. Dos meses antes de tomar la muestra se aró y rastrilló; en el terreno se marcaron 6 parcelas de 1 metro cuadrado cada una y separadas 50 centímetros unas de otras. Transcurridos los dos meses se procedió a tomar la muestra limpiando antes el terreno de basuras y malezas que habían germinado. El suelo se tomó en cada parcela con un barretón, haciendo 8 excavaciones cada una con un volumen de 10 centímetros en cuadro por 15 centímetros de profundidad según recomiendan Smith y Warden (18). Las muestras obtenidas de las 6 parcelas se mezclaron y se pusieron a sacar al aire; una vez seco el suelo se pulverizó con un rodillo de madera y se pasó a través de un tamiz Nº 20. Del suelo tamizado se pesaron 10 muestras de 1.000 gramos cada una.

2) **Tratamiento y cuidado del suelo.**— Cada una de las muestras de 1.000 gramos se trató con la dosis de insecticida ya mencionada, en una mezcladora de mano construida para tal propósito.

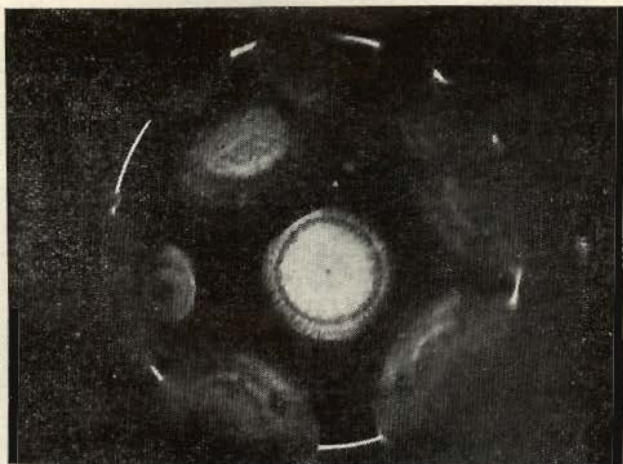


Fig. 1 a.— Plato de dilución con Estreptomicina.

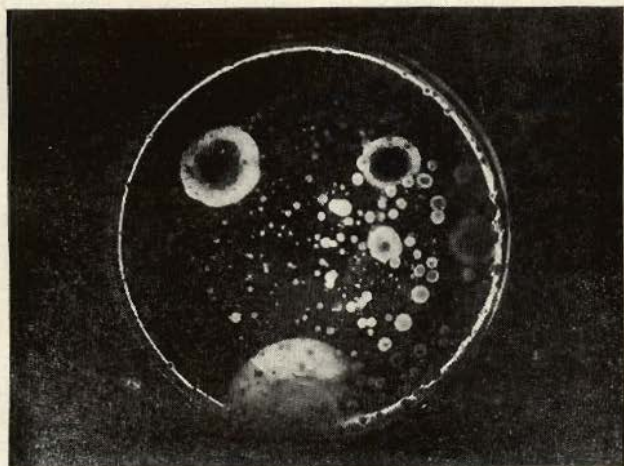


Fig. 1 b.— Plato de dilución sin Estreptomicina.

Foto: A. Figueroa P.

Para una mejor dispersión del insecticida en el suelo se colocaron en la mezcladora piedras lavadas con agua estéril. La operación del mezclado duró 20 minutos para cada muestra. El suelo tratado se colocó en vasos de 1.000 cc.

Una vez tratado el suelo se adicionó agua estéril, en la proporción de 230 cc. para cada 1.000 gramos de suelo, teniendo en cuenta que la mejor humedad para un buen desarrollo de organismo es según Waksman y Starkey (22) la del 50% de la capacidad de campo.

Para mantener el suelo con dicha humedad se colocaron los vasos en una cámara húmeda, cubiertos con papel de filtro y dejando espacio para la aireación. Los suelos se pesaron cada dos días para reponer el agua perdida por evaporación y mantener así la humedad constante.

**3) Método de platos de dilución para determinar el número de bacterias y hongos.**— Para determinar el número de bacterias y hongos se procedió a tomar una muestra de cada vaso a partir de la superficie hasta el fondo, con una barrena N° 16 desinfectada con bicloruro de mercurio al 2 por mil y lavada luego con agua estéril. La muestra se mezcló uniformemente con una espátula desinfectada sobre un papel estéril. Se pesaron 5 gramos para hacer las diluciones según la técnica dada por Fred y Waksman (4), utilizando para bacterias diluciones de 1/500.000 y 1/1.000.000 y para hongos las recomendadas por Russell (15) de 1/5.000 y 1/10.000. Se hicieron tanto para bacterias como para hongos 5 replicaciones de cada tratamiento. Las muestras para el análisis se tomaron a los 4, 10, 13, 17, 24 y 31 días después del tratamiento.

#### IV. RESULTADOS

Para mejor interpretación de los resultados se procedió a su análisis estadístico, del cual se dedujo el efecto de los tres insecticidas sobre la población de bacterias y hongos. Los resultados de cada insecticida, tanto para bacterias como para hongos se expresan en tablas individuales.

Las figuras muestran los cambios producidos en la población de bacterias y hongos durante el tiempo en que se realizó el experimento. Es muy difícil hacer interpretaciones concluyentes basándose en la variación que muestra cada gráfica. Según Lohnis y Fred (9), Salle (16) y Tanner (21), los microorganismos son muy susceptibles a muchos agentes físicos tales como: calor, temperatura, luz, humedad, presión, aireación, profundidad del suelo, nutrición y otros.

A pesar de que el estudio se hizo en un mismo suelo, sin incluir otros de diferentes reacciones como sugiere Hurd Karrer (6), y de que las condiciones de humedad, aireación, etc., fueron similares pa-



— TABLA II —

**Población de bacterias por gramo de suelo tratado con BHC  
(en cien miles).**

Tratamientos		Diluciones		Suma de trata- mientos	Media de trata- mientos.
Dosis Ka/ha	Días después del tratam.	1 500.000	1 1.000.000		
0	4	202	219	421	210,5
	10	94	110	204	102,0
	12	66	68	134	67,0
	17	148	208	356	178,0
	24	130	256	386	193,0
4	4	102	204	306	153,0
	10	112	115	227	113,5
	12	313	45	358	179,0
	17	134	275	409	204,5
	24	167	292	459	229,5
10	4	42	192	234	117,0
	10	88	108	196	98,0
	12	120	38	158	79,0
	17	151	186	337	168,5
	24	167	292	459	229,5
20	4	70	86	156	78,0
	10	84	78	162	81,0
	12	69	124	193	96,5
	17	147	256	403	201,5
	24	178	275	453	226,5
Sumas replicaciones		2.590	3.483	6.073	
Medias replicaciones		1.295	1.741,5		

ra cada uno de los tratamientos, el autor considera prudente no discutir las marcadas fluctuaciones de la población bacteriana y fungosa expresadas en las gráficas durante los 30 días que duró la experiencia, ni atribuir las en forma total a la sola acción de los insecticidas, sino a una posible interacción de los factores ambientales antes mencionados, muy difíciles de mantener constantes en las condiciones de laboratorio, del tiempo y de los insecticidas utilizados en esta experiencia, que como elementos extraños al suelo pueden inducir cambios difíciles de señalar.

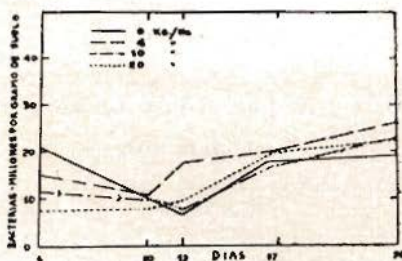


Figura 2.— Población bacteriana en el suelo tratado con BHC.

Foto: Gab. Fot. Est. Agr. Exp.

## A) Discusión de los resultados.

### 1) Resultados obtenidos con BHC:

a) Para bacterias.— En la tabla II se expresa el número de bacterias en cien miles por gramo de suelo.

En general, el análisis estadístico permite deducir que el hexa-cloruro de benceno aplicado en concentraciones de 4, 10 y 20 Kg./ha. no afecta la población bacteriana.

Como puede observarse en la figura 2, a los 24 días existe una diferencia apreciable en favor del suelo tratado con la dosis menor (4 Kg/ha.). Las muestras tratadas con las dosis mayores (10 y 23 Kg/ha) manifiestan también cierto estímulo en comparación con el testigo aunque en grado menor. Como ya se dijo estas diferencias no son estadísticamente significativas en su conjunto.

Como la variación entre las dosis es significativa, éstas pueden compararse usando la prueba de *t*. La diferencia crítica es = 33,56% (en porcentaje del testigo). Toda diferencia entre los totales de dosis mayor que ésta es significativa.

En la tabla IV se hace un resumen de los resultados. Se puede apreciar un aumento significativo en la población de hongos con la aplicación de 20 Kg/ha. La dosis de 4 y 10 Kg/ha no son significativas, pero en relación con el testigo se nota un ligero aumento.

En conclusión podemos decir que el BHC tiene cierto efecto estimulante sobre los hongos habitantes naturales del suelo.

— TABLA III —

**Población de hongos por gramo de suelo tratado con BHC (en miles)**

Tratamientos		Diluciones		Suma de trata- mientos	Media de trata- mientos.
Dosis Kg/ha	Días después del tratam.	1 500.000	1 1.000.000		
0	10	14	14	24	12,0
	17	7	4	11	5,0
	24	15	20	35	17,5
	31	36	55	91	45,5
4	10	20	16	36	18,0
	17	42	60	102	51,0
	24	10	8	18	9,0
	31	15	23	38	19,0
10	10	21	30	51	25,5
	17	50	58	108	54,0
	24	7	16	23	11,5
	31	21	10	31	15,5
20	10	29	28	57	28,5
	17	32	54	86	43,0
	24	10	20	30	15,0
	31	48	54	102	51,0
Sumas replicaciones		373	470	843	
Medias replicaciones		181,5	235		

b) **Para hongos.**— Los resultados obtenidos para hongos se encuentran en la tabla III y se dan en miles por gramo de suelo.

A pesar de que la figura 3 muestra una depresión en el número de hongos en los suelos tratados con las dosis 4 y 10 Kg/ha. a los 31 días en comparación con el testigo, el análisis revela que en conjunto hay un estímulo no significativo para dichas dosis y significativo para la dosis 20 Kg/ha. Como se ve el estímulo fue muy notorio hasta los 17 días para todos los tratamientos, aunque decayeron luego para colocarse por debajo del testigo a los 24 días y de ahí hasta el día 31 se recuperan muy poco, con excepción de la dosis 20 Kg/ha. la cual reacciona notablemente hasta superar al testigo. También se justifican los resultados porque la interacción resultó altamente significativa.

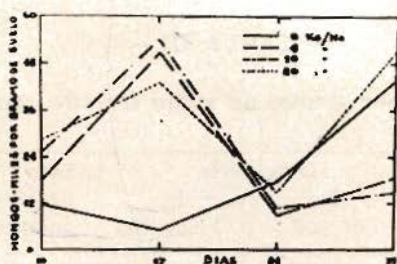


Figura 3.— Población de hongos en el suelo tratado con BHC.

Foto: Gab. Fot. Est. Agr. Exp.

— TABLA IV —

**Resumen de los resultados referente a la tabla III**

Dosis Hg/ha	Población en miles por gm. de suelo	Población en % del testigo	Efecto sobre población
0	161	100 + 11,33	
4	194	120,49 + 11,33	Aumento no significativo
10	213	132,29 + 11,33	Aumento no significativo
20	275	170,60 + 11,33	Aumento significativo.

2) Resultados obtenidos con Clordano:

a) Para bacterias.— Los resultados se muestran en la tabla V..

En la figura 4 apreciamos a los 24 días un número mayor de bacterias en el suelo tratado con la dosis de 8 Kg/ha. que en el testigo, una diferencia casi nula con la dosis de 4 Kg/ha. y una depresión en la población de la muestra tratada con la dosis de 20 Kg/ha. Ya se dijo que el Clordano en las concentraciones antes mencionadas no tienen en conjunto efecto significativo sobre la población bacteriana, las diferencias antes anotadas se refieren a un solo día y se justifican ya que según el análisis de la variancia la interacción, así como los días, es significativa.

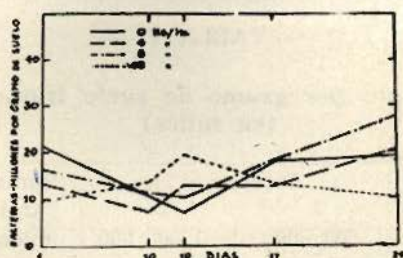


Figura 4.— Población bacteriana en el suelo tratado con Clordano.

Foto: Gab. Fot. Est. Agr. Exp.

— TABLA V —

**Población de bacterias por gramo de suelo tratado con Clordano  
(en cien miles)**

Tratamientos		Diluciones		Suma de tratamientos	Media de tratamientos.
Dosis Ka/ha	Días después del tratam.	1 500.000	1 1.000.000		
0	4	202	219	421	210,5
	10	94	110	204	102,0
	12	66	68	134	67,0
	17	148	208	356	178,0
	24	130	256	386	193,0
4	4	92	173	265	132,5
	10	85	53	138	69,0
	12	128	130	258	129,0
	17	157	92	249	124,5
	24	295	117	412	206,0
8	4	185	140	325	162,5
	10	70	150	220	110,0
	12	90	116	206	103,0
	17	135	230	365	182,5
	24	119	440	559	279,5
15	4	91	93	184	92,0
	10	151	115	266	133,0
	12	107	278	385	192,5
	17	104	165	269	134,5
	24	138	69	207	103,5
Sumas replicaciones		2.587	3.222	5.809	
Medias replicaciones		1.293	1.611		

— TABLA VI —

**Población de hongos por gramo de suelo tratado con Clordano  
(en miles)**

Tratamientos		Diluciones		Suma de trata- mientos	Media de trata- mientos.
Dosis Kg/ha	Días después del tratam.	1 500.000	1 1.000.000		
0	10	10	14	24	12,0
	17	7	4	11	5,5
	24	15	20	35	17,5
	31	36	55	91	45,5
4	10	14	4	18	9,0
	17	11	14	25	12,5
	24	7	13	10	10,0
	31	12	14	26	13,0
8	10	5	10	15	7,5
	17	7	8	15	7,5
	24	7	22	20	14,5
	31	26	16	42	21,0
15	10	13	8	21	10,5
	17	10	8	18	9,0
	24	11	24	35	17,5
	31	30	67	105	52,5
Sumas replicaciones		229	301	530	
Medias replicaciones		114,5	150,5		

b) Para hongos.— La tabla VI contiene los resultados y el análisis de la variancia respectivamente para hongos. El F calculado para dosis es significativo. La diferencia crítica es = 38,92% (en porcentaje del testigo).

En la tabla VII se da el resumen de los resultados. Se puede observar una disminución significativa con la aplicación de 4 Kg/ha. La dosis 8 Kg/ha. muestra una disminución no significativa. El uso de 15 Gg/ha. produce un ligero estímulo no significativo en relación con el testigo.

Por el análisis estadístico de los resultados concluídos que el Clordano disminuye el número de hongos por gramo de suelo, cuando se aplica en la proporción de 4 Kg/ha. pero a medida que aumenta la dosis su acción nociva disminuye.

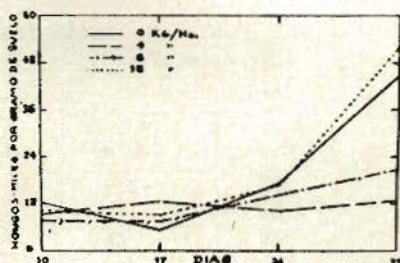


Figura 5.— Población fungosa en el suelo tratado con Clordano.

Foto: Gab. Fot. Est. Agr. Exp.

— TABLA VII —

Resumen de los resultados referentes a la tabla VI

Dosis Hg/ha	Población en miles por gm. de suelo	Población en % del testigo	Efecto sobre población
0	161	100 + 12,92 —	
4	89	55,28 + 12,92 —	Disminución significativa
8	101	62,73 + 12,92 —	Disminución no significativa
15	179	111,18 + 12,92 —	Aumento no significativo.

La figura 5 nos permite apreciar una diferencia muy notoria en el número de hongos entre el testigo y las dosis 4 y 8 Kg/ha. el día 31. Lo anterior quedó confirmado en el análisis estadístico, en el cual la dosis menor mostró una disminución significativa y la dosis 8 Kg/ha. se aproximó mucho al mismo significativo. Con la dosis 15 Kg/ha. se dijo que había un estímulo no significativo, como puede apreciarse en la figura 5.

— TABLA VIII —

**Población de bacterias por gramo de suelo tratado con Toxafeno  
(en cien miles)**

Tratamientos		Diluciones		Suma de trata- mientos	Media de trata- mientos.
Dosis Kg/ha	Días después del tratam.	1 500.000	1 1.000.000		
0	4	202	219	421	210,5
	10	94	110	204	102,0
	12	66	68	134	67,0
	17	148	208	356	178,0
	24	130	256	386	193,0
4	4	77	105	182	91,0
	10	122	247	369	184,5
	12	306	348	654	327,0
	17	198	320	518	259,0
	24	265	385	650	325,0
10	4	74	182	256	128,0
	10	70	100	170	85,0
	12	169	225	394	197,0
	17	163	258	421	210,5
	24	178	316	494	247,0
20	4	32	88	120	60,0
	10	106	146	252	126,0
	12	209	292	501	250,5
	17	124	106	230	115,0
	24	209	315	524	262,0
Sumas replicaciones		2.942	4.294	7.236	
Medias replicaciones		1.471	2.147		

### 3) Resultados obtenidos con Toxafeno.

a) Para bacterias.— Los datos obtenidos para bacterias se anotan en la tabla VIII.

Como el F calculado para dosis resultó altamente significativo se calculó la diferencia crítica, la cual en porcentaje del testigo es = 21,11% Toda diferencia mayor es significativa.

En la tabla IX se hace un resumen de los resultados. Se puede apreciar que el mayor aumento se consiguió con la dosis de 4 Kg/ha. Según el análisis el uso de Toxafeno estimula significativamente las bacterias del suelo en la proporción de 4 Kg/ha., estímulo que decrece hasta perder significado a medida que aumenta la dosis.



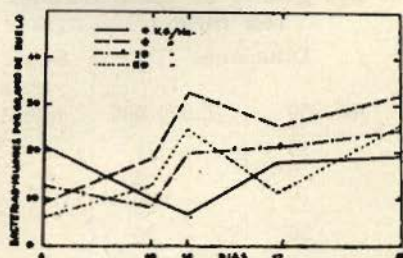


Figura 6.— Población bacteriana en el suelo tratado con Texafeno.

Foto: Gab. Fot. Est. Agr. Exp.

— TABLA IX —

Resumen de los resultados referentes a la tabla VIII

Dosis Hg/ha	Población en miles por gm. de suelo	Población en % del testigo	Efecto sobre población
0	1.101	100 + 7,11 —	
00	1.627	108,39 + 7,11 —	Aumento no significativo
10	1.735	115,59 + 7,11 —	Aumento no significativo
4	2.373	158,09 + 7,11 —	Aumento significativo.

De acuerdo con el análisis de los resultados podemos apreciar en la figura 6 el estímulo significativo sobre la población bacteriana de la dosis 4 Kg/ha. al cabo de los 24 días. Las dosis 10 y 20 Kg/ha. se colocan también por encima del testigo en forma bastante apreciable durante casi todo el tiempo, aunque no significativamente.

— TABLA X —

**Población de hongos por gramo de suelo tratado con Toxafeno  
(en miles)**

Tratamientos		Diluciones		Suma de trata- mientos	Media de trata- mientos.
Dosis Ka/ha	Días después del tratam.	1 500.000	1 1.000.000		
0	10	10	14	24	12,0
	17	7	4	11	5,5
	24	15	20	35	17,5
	31	36	55	91	45,5
4	10	55	42	97	48,5
	17	16	24	40	20,0
	24	40	48	88	44,0
	31	30	47	77	38,5
10	10	13	28	41	20,5
	17	13	22	35	17,5
	24	25	40	65	32,5
	31	10	10	20	10,0
20	10	18	36	54	27,0
	17	10	22	32	16,0
	24	52	62	114	57,0
	31	12	22	34	17,0
Sumas replicaciones		362	496	858	
Medias replicaciones		181	248		

b) **Para hongos.**— Los resultados del suelo tratado con Toxafeno para hongos se encuentran en la tabla X.

El F calculado para las dosis es significativa. La diferencia crítica es = 29,22% (en porcentaje del testigo). Cualquier diferencia mayor es significativa.

Según este análisis podemos decir que las dosis 4 y 20 Kg/ha. tienen un efecto significativo favorable sobre el número de hongos por gramo de suelo.

Contrariando la lógica de estos resultados y en una forma bastante extraña y difícil de explicarse, la dosis 10 Kg/ha. no tiene ninguna acción.

En la tabla XI se hace un resumen de los resultados.

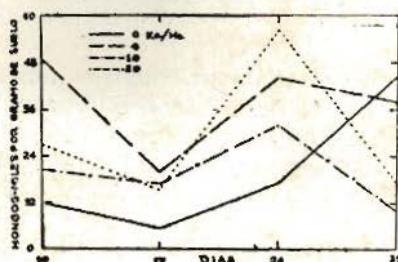


Figura 7.— Población de hongos en el suelo tratado con Toxafeno.

Foto: Gab. Fot. Est. Agr. Exp.

— TABLA XI —

Resumen de los resultados referentes a la tabla X

Dosis Hg/ha	Población en miles por gm. de suelo	Población en % del testigo	Efecto sobre población
0	161	100 + 10,50 —	
10	161	100 + 10,50 —	Ninguno.
20	234	145,34 + 10,50 —	Aumento significativo.
4	302	187,57 + 10,50 —	Aumento significativo.

Aunque en la figura 7 al cabo de los 31 días, todos los tratamientos aparecen por debajo del testigo, nos parece fácil explicar el análisis de los resultados en aparente contradicción con los de la figura, si observamos que hasta los 24 días todos lo superan notablemente, para decaer luego a los 31 días, mientras que el testigo alcanza su nivel más alto en la misma fecha. Estos resultados se justifican además por haber resultado la interacción altamente significativa.

## V. CONCLUSIONES

El estudio realizado permite establecer las siguientes consideraciones:

A) Las bacterias del suelo no son perjudicadas ni estimuladas por el uso del hexacloruro de benceno en concentraciones de 4, 10 y 20 kilos por hectáreas. Los hongos son estimulados con aplicaciones similares, observándose, sin embargo, que las concentraciones de 4 y 10 kilos por hectárea no tienen acción significativa.

B) El Clordano no parece afectar las bacterias cuando se aplican concentraciones de 4, 8 y 15 kilos por hectárea. El uso de 4 kilos por hectárea indica una disminución significativa en la población de hongos. Las otras dosis no tuvieron acción significativa.

C) El Toxafeno en las dosis de 4, 10 y 20 kilos por hectárea fue favorable al desarrollo de las bacterias, pero se observó que a medida que se aumenta la dosis decrece el estímulo. Los hongos mostraron reacciones similares a la de las bacterias con las dosis extremas (4 y 20 kilos por hectárea).

## VI. RESUMEN

Se hizo un estudio orientado a determinar el efecto que produce la aplicación del hexacloruro de benceno (BHC), del Clordano y del Toxafeno, en diferentes concentraciones, sobre las bacterias y hongos de un suelo tropical fértil. La investigación se realizó en condiciones de laboratorio. Se usó el método de platos de dilución para determinar el número de microorganismos, efectuándose una prueba cada 8 días durante un mes.

Hexacloruro de benceno. Para bacterias: Los tratamientos 4, 10 y 20 Kg/ha. no tuvieron acción significativa sobre el número de bacterias por gramo de suelo. Para hongos: Las dosis 4 y 10 Kg/ha. produjeron un estímulo que no llegó a ser significativo. La dosis 20 Kg/ha. produjo un estímulo significativo.

Clordano.— Para bacterias: Las dosis 4, 8 y 15 Kg/ha. aumentó significativamente el número de bacterias por gramo de suelo. La dosis 10 y 20 Kg/ha. no produjeron efecto significativo. Para hongos: Las dosis extremas 4 y 20 Kg/ha. estimularon significativamente el número de hongos. La dosis 10 Kg/ha. no tuvo ningún efecto.

Toxafeno.— Para bacterias: La dosis 4 Kg/ha. aumentó significativamente el número de bacterias por gramo de suelo. Las dosis 10 y 20 Kg/ha. no produjeron efecto significativo. Para hongos: Las dosis extremas 4 y 20 Kg/ha. estimularon significativamente el número de hongos. La dosis 10 Kg/ha. no tuvo ningún efecto.

## SUMMARY

The author made an study oriented to determine the effect produced by the applications of benzene hexachloride (BHC) Clordane and Toxaphene in different concentrations on fungi and bacteria in a fertile tropical soil. He used the dilution plate method to determine the number of microorganisms, making tests every eight days during one month.

Bencene hexachloride.— For bacteria: There was no significative action on the number of bacteria por gram of soil on treatments of four, ten and twenty kilograms por hectare. For fungi: The applications of four and ten kilograms por hectare, showed a stimulus which however was not significant, but applications of twenty kilograms por hectare, did produce a significant increase.

Chlordane.— For bacteria: Treatments with four, eight and fifteen kilograms por hectare, had no significant effect on the bacterial population. For fungi: the dose of four kilograms per hectare, reduced slightly the number of fungi por gram of soil. On the other hand, doses of eight and fifteen kilograms por hectare, did not produce a significant effect.

Toxaphene.— For bacteria. There was a significant increase in the number of bacteria por gram of soils with applications of four kilograms por hectare. The application of ten and twenty kilograms per hectare, did not produce significant effects. For Fungi: The extreme doses of either four or twenty kilograms per hectare, gave significant stimulative effect on the number fungus, but the medium dose of ten kilograms per hectare, had no effect whatever.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.—Appleman, M. D. and Sears, O. M.— Effect of DDT upon nodulation of legumes. *Jour. Amer. Soc. Agr.* 38: 545-550. 1946.
- 2.—Baswell, R. V.— Residues, soils, and plants. U. S. Department Agriculture. *Yearbook.* 1952: 283-296. 1952.
- 3.—Dawson, V. T. and Dawson, R. C.— Further observations on the use of rose bengal for the enumeration of soil fungi. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 11: 268-269. 1946 (*Res. en Soils and Fertilizers* 11 (1): 467. 1946).
- 4.—Fred, E. B. and Waksman, S. A.— Laboratory manual of general microbiology. p. 87-137. New York. McGraw-Hill. 1928.

- 5.—**Fousek, A.**— Ueber die Rolle der Streptothricheen im Boden. Lehr Kanz. 1: 217-244. 1913.
- 6.—**Hurd-Karrer, A. M. H.**— Chlorat toxicity and persistence in reaction. Jour. Agr. Res. 63: 481-494. 1941.
- 7.—**Jones, L. W.**— Stability of DDT and its effect on microbial activities of soil. Soil Sci. 76: 237-241. 1952.
- 8.—**Jones, L. W.**— Are insecticides toxic to soil microorganisms Farm & Home Science. 11: 58-59. 1950.
- 9.—**Lohnis, F. and Fred, E. B.**— Textbook of Agricultural bacteriology. p. 237-273. New York. McGraw-Hill. 1923.
- 10.—**Martin, J. P.**— Effects of fumigation and other soil treatment in the greenhouse on the fungus population of old citrus Soil. Soil Sci. 69: 107-127. 1950.
- 11.—**Martin, J. P.**— Use of acid, rose bengal, and Streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci. 69: 215-232. 1952.
- 12.—**McCalle, T. M.**— Physico-chemical behavior of soil bacteria relation to the soil colloid. Jour. Bact. 40: 33. 1940.
- 13.—**Paterson, D. D.**— Statistical technique in Agricultural research. p. 248, 254-255. New York. McGraw-Hill. 1939.
- 14.—**Payne, M. G. and Fults, J. L.**— Some effects of 2-4-D, DDT and Colorado 9 on root nodulation in the common bean. Jour. Amer. Soc. Agr. 39: 52-55. 1947.
- 15.—**Russell, E. J.**— The microorganisms of the soil. p. 52-63, 118-128. New York. Longmans. 1923.
- 16.—**Salle, A. S.**— Fundamental principles of bacteriology. p. 543-592. New York. McGraw-Hill. 1948.
- 17.—**Smith, N. R., Dawson, V. T. and Wenzel, M. E.**— The effect of certain herbicides on soil microorganisms. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10: 197-201. 1945.
- 18.—**Smith, N. R. and Warden, S.**— Plate counts soil microorganisms. Jour. Agr. Research. 31: 501-517. 1925.
- 19.—**Smith, N. R. and Wenzel, M. R.**— Soil microorganisms are affected by some of the new insecticides. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 12: 227-233. 1947 (Res. en Soil and Fertilizers 12 (5): 1710. 1949).

- 20.—**Smith, M. S.**— Persistence of DDT, and benzene hexachloride in soil. *Nature* 161: 246. 1948. (Res. en Soil and Fertilizers 11 (3): 936. 1948).
- 21.—**Tanner, F. W.**— Bacteriology. p. 152-173. New York. John Wiley. 1938.
- 22.—**Waksman, S. A. and Starkey, R. L.**— The soil and the microbe p. 1-250. New York. John Wiley. 1931.
- 23.—**Waksman, S. A.**— The Actinomycetes. p. 149-154. U.S.A. Waltham, Mass. 1950.
- 24.—**Wilson, J. K. and Cheudhri, R. S.**— Effects of DDT on certain microbiological processes in the soil. *Jour. Econ. Ent.* 39: 537-538. 1946.
- 25.—**Wilson, J. K. and Choudhri, R. S.**— The effect of benzene hexachloride on soil organisms. *Jour. Agr. Res.* 77: 25-32 1948.