

EFFECTIVIDAD DE CUATRO INSECTICIDAS EN LA PROTECCION DE GRANOS DE MAIZ ALMACENADO CONTRA LOS "GORGOJOS" (*SITOPHILUS ORYZAE* L.)(*)

Por **Lázaro Pesada Ochoa**

I. INTRODUCCION

A) **Importancia del problema.**— Siendo de interés general el almacenamiento de los granos, bien sea para utilizarlos como semilla o para el consumo, es necesario llevar a cabo dicho almacenamiento bajo condiciones tales, que el grano esté libre de sufrir cualquier deterioro.

Para obtener este fin, es necesario emplear estructuras especiales, en las cuales puedan tenerse los granos bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, para así evitar el daño de mohos e insectos.

Pero el problema del almacenamiento se hace mucho mayor en nuestro medio, debido a varios factores entre los cuales están principalmente las condiciones ambientales y la falta de estructuras especiales. Esto contribuye a restringir el aumento en la producción de granos, a mantener una constante fluctuación de precios en el mercado y en general, a disminuir las entradas del agricultor, viéndose así afectada la Economía Nacional, que tiene en los granos, especialmente en el maíz, uno de los principales renglones de producción y consumo.

Son enormes las pérdidas que anualmente causan los insectos en los granos almacenados en todos los países del mundo. Esto ha hecho que agricultores e investigadores estén siempre interesados en buscar la manera de proteger las cosechas, para lo cual han desarrollado algunas prácticas que no en todos los casos han encontrado acogida, debido principalmente a que presentan ciertas limitaciones o dificultades en su aplicación. Así se tienen entre las principales las siguientes:

1) Tratamiento de los granos con sustancias inertes en polvo, tales como "kaolin", carbonato de calcio, etc. Su empleo ha sido descartado porque no han mostrado mayor protección.

2) Tratamiento de los granos con sustancias fumigantes como

(*) Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia del Profesor Dr. Adalberto Figueroa P. a quien el autor expresa su gratitud. Recibida para publicación en Enero 5/55.

son el bromuro de metilo, tetracloruro de carbono, cloropicrina, etc. Aunque en general han dado buenos resultados, su aplicación está restringida, ya que se requieren estructuras especiales, cuyo costo y manejo no están al alcance del agricultor común.

3) Tratamiento con sustancias insecticidas inorgánicas las cuales se usa por lo regular en forma de espolvoreo. Aunque se logra con ellas una buena protección, presentan el inconveniente de que al ser aplicadas de esta manera, tales sustancias en las dosis empleadas, son tóxicas para el hombre.

4) Tratamiento de los granos con sustancias insecticidas orgánicas aplicadas por el método de remojo (Slurry). Este procedimiento es muy eficaz en la protección de los granos, pero requiere el uso de máquinas especiales, que por su costo no están al alcance del pequeño agricultor.

Así pues, es de gran necesidad e importancia buscar un método de protección de los granos, que no presente los inconvenientes de los anteriores, para obviar de esta manera uno de los principales obstáculos con que tropiezan los productores y almacenadores de granos, y poder ofrecer a los consumidores un producto de buena calidad.

Conviene anotar que en Colombia no existen leyes ni reglamentos en cuanto a la distribución y venta de productos insecticidas, lo cual es de gran necesidad, para evitar el abuso por parte de personas inescrupulosas con tales productos. Tampoco existen limitaciones en el uso de sustancias insecticidas para el tratamiento de granos, lo cual constituye un grave peligro, puesto que las casas distribuidoras garantizan que ciertos productos no son tóxicos para el hombre y los animales que consuman los granos tratados con ellos. Así pues, es esencial y necesario un estatuto legal al respecto y experimentos que apoyen el empleo de sustancias insecticidas en el tratamiento de los granos para el consumo. La legislación francesa (Lepigre, 8), los conceptos de Graubner (6) para Alemania, ya varios experimentos según el informe de CELA G.M.B.H. (2), permiten aceptar en principio el tratamiento químico con el Lindano (isómero gamma) para granos de consumo humano. Solamente se quedaría a la espera del fallo u opinión que se encuentre en la legislación colombiana al respecto, cuando ella exista.

B) **Objetivos.**— El presente trabajo tiene los siguientes fines generales:

1) Determinar la efectividad de cuatro insecticidas usados en forma de polvo, en la protección de maíz almacenado.

2) Determinar si existe una posible resistencia adquirida del *Sitophilus oryzae* L. al DDT.

3) Buscar la sustancia insecticida y la dosis más recomendable,

que brinden la mayor protección.

4) Determinar el efecto residual de tales sustancias, y su acción sobre la germinación del grano.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía del Valle, bajo condiciones que, en cuanto fue posible, eran más o menos semejantes a las naturales de almacenamiento de granos. La temperatura ambiental del laboratorio durante los experimentos osciló entre 24°C. para la mínima y 30°C para la máxima. El promedio de humedad relativa exterior fue de 65%.

II. REVISION DE LA LITERATURA

A) **Resultados con el DDT y el BHC.**— Son estos dos insecticidas los más estudiados y quizás los más empleados en la protección de las semillas y granos almacenados contra el ataque de varias especies de insectos. Pruthi (11) en 1944, obtuvo completa mortalidad de todas las plagas en los granos almacenados a los tres días, usando DDT y BHC diluïdos en yeso y mezclados con el grano en las proporciones de 1:5.000 y 1: 100.000.

En la Estación Experimental de Clemson, South Carolina, (12) en 1944, se mezcló maíz seco en varias proporciones con polvo que contenía DDT al 3%, almacenándolo luego en sacos. Después de cuatro meses se infestó con ejemplares de *Calandra oryzae* L. (*) y al examinarlo diez meses después del tratamiento se encontró que el maíz tratado en la proporción de 1/2 onza por bushel (**) estaba sano, y aquel que recibió la aplicación de 1 o 2 onzas por bushel mostraba cierto deterioro, aunque no contenía insectos vivos. En cambio el testigo se encontraba severamente dañado.

Experimentos llevados a cabo en la India (1) para probar la efectividad del BHC (16% isómero gamma) diluido en yeso, y la del DDT (80% isómero para-para) y del BHC (10 - 12% isómero gamma) diluïdos en "kaolin", y mezclados todos con los residuos harinosos del trigo almacenado hasta lograr la concentración de 84 ppm. del primer insecticida, y las concentraciones de 153, 105 y 53 ppm. de los dos últimos, dieron los siguientes resultados: durante el primer período de observación con las concentraciones mayores de DDT y BHC se obtuvo casi al 50% de mortalidad a los tres días. El DDT produjo mortalidad completa a los 19 días, lo cual no se obtuvo con ningún otro tratamiento. El porcentaje de mortalidad disminuyó después de los 14 días, y pudo concluirse que el DDT era más efectivo que el BHC. Durante el segundo período de observación se encontraron resultados similares, obteniéndose un 50% de mortalidad después de 11 y 7 días con las concentraciones más altas de DDT y BHC respectivamente. En el tercer período, la mortalidad estuvo

(*) En este trabajo se emplea el nombre *Sitophilus oryzae* L.

(**) 1 Bushel = 56 libras americanas de granos de maíz seco y limpio.

igualmente distribuída siendo de 44% para el DDT y de 34% para el BHC. Se obtuvo como conclusión final que la baja mortalidad observada al fin de los primeros dos períodos, podría deberse al desarrollo de tolerancia de los insectos que sobrevivían, o a las variaciones de resistencia en los insectos.

El *Sitophilus oryzae* L. y el *Sitotroga cerealella* Ol. son dos insectos que ocasionan daños considerables en los granos almacenados en North Carolina. Para su control se hicieron experimentos con DDT empleando dos métodos de aplicación: espolvoreo y remojo (Slurry). Los siguientes fueron los resultados obtenidos: concentraciones tan bajas como 0,125% fueron efectivas en la protección del maíz desgranado contra el ataque de estos insectos, durante su efecto letal hasta tres meses después del tratamiento; pero ésta dosis no controló las larvas que se encontraban dentro de los granos, siendo suficiente el residuo que quedaba sobre ellos para matar los insectos que emergían. Además, el DDT al 5%, aplicado por cualquiera de los dos métodos, tenía un efecto similar, pero no era superior a las concentraciones de 0,125% a 1% aplicadas por el método de remojo (Kulash, 7).

Según Farrar (3) la aplicación de polvos que contenían 2,5, 5, 10 y 20% de DDT diluído en Pirax, en la proporción de 1 onza por bushel, dieron excelente protección a las semillas de trigo y maíz contra los insectos, hasta por dos años de almacenamiento. Además encontró que estas concentraciones no perjudicaban la germinación.

Entre los pocos trabajos realizados en Colombia sobre este problema, está el de Figueroa y Villamil (4), en el cual se empleó "Gesarol A3" (DDT) y "Agrocide 2" (BHC) en cinco niveles de concentración. Los experimentos se realizaron en granos de maíz para el control de las especies *Sitophilus oryzae* L. y *Sitotroga cerealella* Ol. El porcentaje de control se calculó usando la fórmula de Abbot. De los datos obtenidos se calcularon las curvas de Dosis-Mortalidad empleando el método de Bliss. De ellas se concluye que la dosis de 1 gramo de BHC por 100 kilogramos de grano produce la más alta mortalidad en menor tiempo. Además, que el DDT no muestra diferencia en su acción letal contra las dos especies, en cambio el BHC tiene un efecto letal más rápido sobre el *Sitotroga cerealella*. También se concluye que es necesario una dosis mayor de DDT que de BHC para obtener el 100% de mortalidad en el mismo tiempo y que el BHC no da adecuada protección después de tres meses, ya que se encuentran insectos vivos pasado este período.

Los resultados obtenidos en 1947 por Gay (5) en Australia, trabajando en trigo almacenado y empleando DDT puro, BHC (13% isómero gamma), y gamma BHC puro disueltos en pirofilita y magnesita hasta lograr varias concentraciones, y aplicados en la proporción de 1 y 0,5% por peso, para controlar el *Sitophilus oryzae* L. y el *Rhizopertha dominica* F., demostraron que el gamma BHC era el más efectivo de los tres materiales; además que el *R. dominica* fue más resistente que el *S. oryzae* a todos ellos, mostrando esta última

especie mayor resistencia al BHC que al DDT.

Mathlein (9) en Suecia, encontró que el DDT en la dosis de 0,1 y 0,2% en peso, daba completa mortalidad después de 19 días al *Sitophilus granarius* L. Algo similar demostró que el *Calandra oryzae* L., los cuales morían después de 11 y 8 días respectivamente. Prácticamente después de cuatro meses no se encontró ningún adulto. Al año se reinfestaron los granos con *Sitophilus granarius* L., y a los 36 días habían muerto del 78 al 98%, y 97 días después la mortalidad era del 100%. Después de dos años del tratamiento original se hizo otra reinfestación y a los dos meses y medio no se encontró un solo adulto. Resultados similares se obtuvieron en experimentos usando BHC, pero éste mostró una protección insatisfactoria después de tres meses.

B) Resultados con Piretro y otros productos.— Watts (13) hace referencia a los resultados obtenidos por Beckly en la protección del maíz y trigo tratados con polvo de piretro solo o diluido en tierra de diatomeas, la cual se prolongaba casi por espacio de ocho meses. Anota además, que debido al limitado abastecimiento del producto, su empleo para este fin no puede extenderse, siendo necesario emplear productos similares como las piretrinas y el Butoxido de piperonil, los cuales han mostrado ser seguros y efectivos contra varios insectos, ya sean aplicados en forma de aspersión o en espulvoro-reaciones. Cita que Dove (1947) y Cotton (1949) demostraron que combinaciones de estos productos fueron excelentes en el control de los insectos de los granos cuando se aplicaban en aspersiones.

Watts (13) realizó un experimento cuyo principal objetivo era determinar el grado de sinergismo obtenido por la adición de Butoxido de piperonil para reducir la cantidad de piretrinas, empleando para ello los dos materiales diluidos en polvo y usando trigo. Las dosis empleada en el tratamiento del grano fue de 100 libras de polvo por 1000 bushel de grano. Como resultado de este trabajo se tuvo que el Butoxido de piperonil solo en polvo era inefectivo. Las piretrinas sólo fueron moderadamente eficaces; sin embargo, una pequeña proporción de ellas combinadas con el Butoxido de piperonil era muy efectiva.

En experimentos realizados en la Estación Experimental de Clemson, South Carolina (12) para probar la efectividad de la rotenona en la protección de los granos almacenados, se encontró que aplicada en la dosis de 0,5 a 2 onzas por bushel no era efectiva, ya que después de seis meses de la infestación, más de la mitad del grano estaba destruido.

C) Limitaciones en el uso del isómero gamma y el BHC.— Por parecer de gran importancia en el presente trabajo, en el cual uno de los objetivos es buscar un producto que brinde adecuada protección y que no sea muy tóxico para el hombre, se hace cita de los conceptos del médico alemán W. Graubner (6) sobre los Hexa-compuestos. El no da la dosis mínima de substancia activa, es decir, de

isómero gamma, tolerada por el organismo, pero dice que ésta tiene la facilidad de acumularse y que una pequeña parte es eliminada en los excrementos, sin ser reabsorbida, y que la mayor parte es aceptada en la transformación de las materias grasas en forma de substancia liposoluble, acumulándose en el tejido graso del riñón, el hígado y el cerebro. En resumen, concluye que de todos los insecticidas de contacto es el menos peligroso y el más inofensivo. Cita además, que Velginger, a modo de experimento, ingirió de 900 a 1200 miligramos del agente activo en solución aceitosa, no sufriendo ningún efecto. Esto puede dar idea de la dosis que puede soportar el organismo de un hombre adulto. Al final concluye que los Hexa-compuestos son totalmente inofensivos para las personas y que en las dosificaciones de su empleo, hay un amplio margen hasta llegar a un posible peligro.

En cuanto a la farmacología y toxicología del Lindano (isómero gamma) se refiere, no se conocen datos exactos de las toxicidades crónicas ni agudas de él para el hombre, tomando los alimentos por vía bucal. Según un informe de CELA G.M. B. H. (2), de investigaciones realizadas por Lehman en 1949 con animales de laboratorio, se deduce que la dosis fatal para un hombre adulto es de 30 gramos de BHC, tomados por vía bucal. Varios países, entre ellos Italia, Francia, Dinamarca y Alemania han hecho autorizaciones para el uso del Lindano y el BHC, limitando la concentración de 0,5 ppm. a 2,5 ppm. cuando se aplican en materiales comestibles. Según ensayos realizados por la misma firma en Alemania, se ha probado que la dosis para el tratamiento de cereales almacenados puede ser aún inferior a 5 ppm. de Lindano, consiguiendo además suficiente protección contra los parásitos más importante aplicando 2,5 ppm. y hasta menos. En el mismo informe de CELA G.M.B.H. (2) se afirma que en investigaciones realizadas por Zeumer y Heuhaus en 1952, los cereales tratados asimilan de un 15 a 30% de la substancia activa Lindano, quedando la mayor parte en la superficie y desapareciendo completamente después de seis meses de almacenamiento.

Lepigre (8), al referirse al uso de polvos a base de DDT o BHC en materiales destinados a la alimentación, dice que no deben aconsejarse ya que tales substancias tienen una toxicidad innegable y que no puede asegurarse que ella desaparezca después de las operaciones de manufactura como son el cocimiento y la panificación. En cuanto al empleo de tales substancias para semillas, dice que es posible usarlas, ya que tales granos en ningún caso se usan para el consumo. En resumen, recomienda el DDT y el BHC del 3% para el tratamiento de los granos, exceptuando los cereales y las legumbres secas, en la proporción de 50 a 60 gramos por quintal, anotando que éstas son las dosis mayores y que es posible que puedan reducirse.

El mismo autor anota que la aplicación de 15 miligramos por quintal de semilla, es suficiente para librarla de todos los parásitos que contenga, y que por investigaciones realizadas en la harina y pan provenientes de granos tratados con esta dosis y un poco ma-

yores, no se ha encontrado que produzca ningún efecto nocivo a los consumidores.

La legislación francesa, citada por Lepigre (8), tiene algunas limitaciones en lo que respecta al uso del BHC, según el decreto del 26 de febrero de 1947 del Ministerio de Agricultura, el cual prohíbe: "la preparación de polvos que contengan más del 15% de BHC o de sus derivados"; "la aplicación de polvos mojables, que después de diluidos contengan más de 0,3% de BHC"; "la aplicación de soluciones, emulsiones o cebos tóxicos que contengan al momento de la aplicación más del 5% de BHC". El mismo decreto autoriza el empleo del BHC en: "la desinsectización de productos cosechados, cereales y legumbres secas, con la adición de 10 gramos de BHC por quintal de grano, como dosis máxima"; "los tratamientos que no dan lugar al contacto directo entre los productos cosechados y los insecticidas a base de BHC, tal como la espolvoreación externa de sacos cerrados que contengan granos" y "la desinfestación, con productos que contengan BHC, de locales, almacenes, etc".

III. MATERIALES Y METODOS

A) Materiales.

1) **Grano.**— Se utilizó maíz amarillo, seco, del tipo comercial, el cual mostraba cierto ataque de "gorgojos" (*Sitophilus oryzae* L.) y "polilla" (*Sitotroga cerealella* Ol.), pero en tan baja proporción que no fue necesario hacerle ningún tratamiento previo de fumigación. Al iniciar los experimentos mostraba en promedio un 76% de germinación.

2) **Insectos.**— Se escogieron ejemplares de *Sitophilus oryzae* L., provenientes de un maíz tratado con DDT 5%, de la Estación Experimental de Palmira, el cual estaba fuertemente atacado. Es de notar, que estos insectos se cree tienen cierta resistencia adquirida al DDT, según informe personal del Ing Agr. Gartner Nicholls de esa Estación.

3) **Insecticidas.**— En la elección de los insecticidas se consideró principalmente su efecto residual y la toxicidad en el hombre y los animales. Además se tuvo en cuenta aquellos más empleados en forma de polvo para el tratamiento de granos. Con base en estas consideraciones se eligieron para este trabajo: "DDT 75%" de la Pennsalt International Corp., "Marlate" de la Du Pont, "Verindal Ultra (80% de isómero gamma)" de la Schering, y "Pyrenone" de la U.S. Industrial Chemicals Co. Los tres primeros se diluyeron en talco de 350 mallas, hasta lograr las concentraciones de 5% (DDT puro), 5% isómero para-metoxypenil, y 1,6% isómero gamma respectivamente. La Pyrenone se empleó tal como se encuentra en el comercio.

Cada uno de los insecticidas se aplicó en dos dosis: la comercial y aproximadamente las 2/3 partes de ésta. En la Tabla I se da el nombre comercial, ingrediente activo y dosis empleadas de los insecticidas usados en los experimentos sobre protección de granos de maíz almacenado.

— T A B L A I —

Nombre comercial, Ingrediente activo y Dosis empleadas de los insecticidas usados en los experimentos sobre protección de granos de maíz almacenado

Insecticida	Ingrediente activo	Producto comercial		
		Gms/100 kgms. de grano	Gms/100 kgms de grano	Mgms/lb* de grano
DDT 5%	isómero p-p'	4,01	85	425
		4,89	115	575
Metoxicloro 5%	p'metoxyphenil	4,25	85	425
		5,75	115	575
Verindal 1,6%	isómero gamma	1,60	100	500
		2,40	150	750
Pyrenone 0,05%	piretrinas	0,07	145	725
		0,10	215	1075

(*) La libra usada en Colombia equivale a 500 gramos.

4) **Recipientes.**— Para imitar mejor las condiciones naturales de almacenamiento, se emplearon bolsas de lienzo ralo, semejando los sacos y con capacidad para una libra. Para evitar la salida de los insectos y por lo tanto los errores en las cuentas, cada bolsa se introdujo en un tarro de hojalata, con la parte superior cubierta con un pedazo de tela que evitara la salida de los insectos, pero no tan tupida como para impedir una aireación favorable. Aquellos tarros que iban a contener las bolsas de grano tratado con "Verindal" (1,6% gamma), se abrieron por ambos lados para así lograr que los gases desprendidos por este producto, se expandieran pronto y no produjeran la muerte de los insectos por asfixia (Figuras 1, 2 y 3).

B) **Métodos.**— Aunque el método empleado es semejante al seguido por Figueroa y Villamil (4), Kulash (7) y Watts y Berlin (13), se introdujeron algunas modificaciones. En general fue el siguiente:

1) **Preparación del grano.**— Al iniciar el trabajo se pesaron 500 gramos de maíz en grano y se introdujeron en las bolsas de tela. Antes de vaciarlo en éstas, se procuró, sin hacer un examen minucioso del grano, sacar algunos insectos, ya que en general del campo llega infestado y así se encuentra en el comercio.

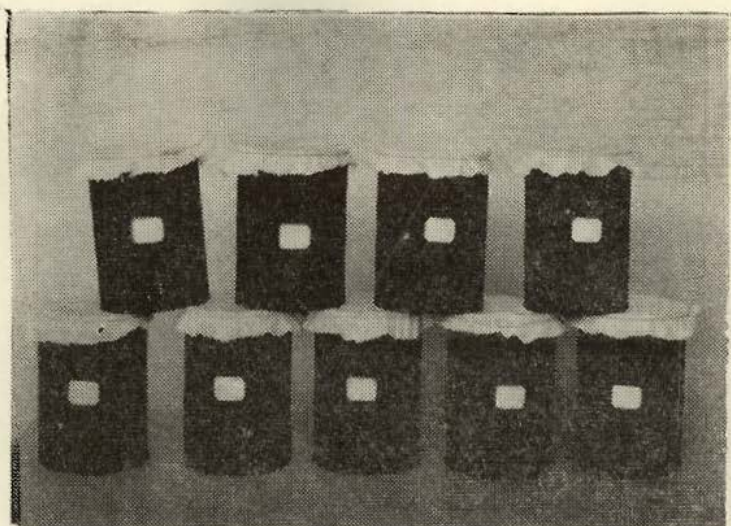


Figura 1.— Recipientes empleados en los experimentos comparativos sobre la efectividad de cuatro insecticidas en la protección de granos de maíz.

(Foto: A. Figueroa P.)

2) **Tratamiento del grano.**— Después, se procedió al tratamiento del grano. Se hizo en un recipiente amplio, en el cual el maíz adicionado del polvo insecticida se agitó por espacio de unos cinco minutos, con el fin de lograr una distribución uniforme de la substancia en todo el grano. Para cada dosis del insecticida se hicieron cuatro replicaciones, y el grano que iba a servir como testigo no sufrió tratamiento de ninguna clase, replicándolo también cuatro veces. En total se tenía 36 bolsas. En cada una de ellas se introdujeron 50 ejemplares de *Sitophilus oryzae* L.

3) **Métodos para la cuenta y registro de los datos.**— Las cuentas se hicieron 1, 2, 3, 8, 15, 22 y 29 días después del tratamiento. Fue necesario distanciarlos después de los 3 días debido a que se encontraba muy poca variación de un día para otro. Para el registro de los datos se preparó una tabla en la cual se anotaba el número de insectos vivos y muertos en cada día de observación, acumulándose los correspondientes a los insectos muertos. Para realizar las cuentas se descartó el método de pasar el grano por una criba, para evitar así que por las continuas sacudidas se perdiera el polvo insecticida, disminuyéndose por este motivo la mortalidad. Se optó entonces por vaciar el grano sobre una superficie y examinarlo detenidamente, sacando tanto los insectos muertos como los vivos; al terminar se vaciaba el grano junto con los insectos vivos en la bolsa. En la clasificación de los insectos, se consideraban también como vivos aquellos que mostraban alguna señal de vida, aunque en realidad se hallaban en un estado “pre-mortem”.

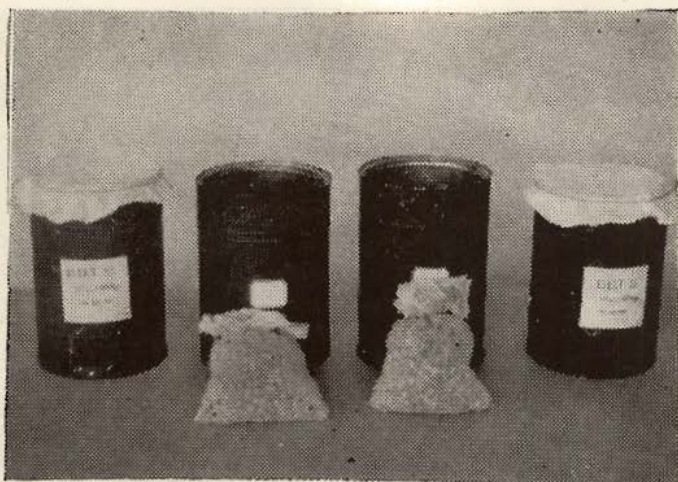


Figura 2.— Tipo de recipientes usados en los experimentos con DDT, "Marlate" y "Pyrenone", y en los Testigos, mostrando las bolsas usadas para almacenar el grano tratado. Nótese algunos "gorgojos" sobre las bolsas.

(Foto: A. Figueroa P.)

4) Prueba para el Efecto residual.— Con el fin de probar el efecto residual de los insecticidas, después del primer mes de observación, se limpió el grano, sacando todos los insectos que éste contenía y las larvas que se encontraban dentro de los tarros. Al otro día se infestó de nuevo cada talega con 50 ejemplares, para hacer la cuenta de los insectos un mes después de la infestación.

5) Prueba de germinación.— Para efectuar esta prueba, el mismo día que se contaron los insectos para el efecto residual, se tomaron al azar 100 semillas de cada bolsa, y se colocaron separadamente las 36 muestras en un germinador. A los cinco días se obtuvieron los porcentajes de germinación y se calculó el promedio para cada dosis de los cuatro insecticidas y además el promedio para el testigo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Antes de iniciar la descripción y discusión de los resultados, es necesario hacer una aclaración. Como el número total de insectos obtenidos al terminar de contarlos fue muy superior al número de insectos introducidos, para hacer los cálculos de los porcentajes de mortalidad en cada día, se creyó necesario partir de aquel total. Ello no conduce a errores ya que potencialmente el día de la infestación del grano existía este número de insectos.

A) Efecto tóxico.— Para obtener una interpretación mejor de los resultados, se hizo el análisis estadístico de los datos, considerando el experimento como un diseño en el cual se ensayaron cuatro

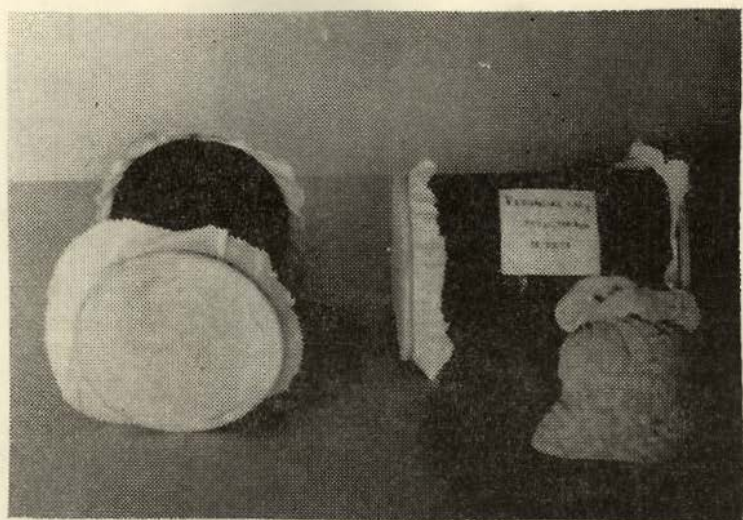


Figura 3.— Tipo de recipientes empleados en los experimentos con "Verindal" a los cuales se les suprimió la tapa del fondo.

(Foto: A. Figueroa P.)

insecticidas, en dos niveles de aplicación y cuatro replicaciones en cada tratamiento, logrando así deducir la efectividad de los cuatro insecticidas sobre el *Sitophilus oryzae* L. En la Tabla II aparecen los porcentajes de mortalidad del *Sitophilus oryzae* L. obtenidos al probar el efecto tóxico, en las diferentes fechas en que se realizaron las cuentas, de los cuatro insecticidas en dos dosis. También se encuentran en esta misma Tabla las fuentes de variación que resultaron significativas al hacer el análisis de la variancia de dichos porcentajes.

De acuerdo con el análisis de la variancia, en el cual sólo son significativas las fuentes de variación para Tratamientos, Fechas y la interacción entre Tratamientos por Fechas, se deduce que los valores de F - calculado para Dosis y todas aquéllas interacciones en las que entran éstas no son significativos. Esto indica que las dos dosis empleadas no tuvieron ninguna diferencia en su acción sobre el *Sitophilus oryzae* L., cualquiera que sea el insecticida usado y el tiempo que dure el tratamiento. Por lo tanto es indiferente usar una dosis u otra en el tratamiento de los granos, siempre y cuando no haya una diferencia muy marcada en su efecto residual. Siendo esto así, resulta entonces más económico emplear la dosis menor.

Como los valores de F calculados para Tratamientos, Fechas y la interacción entre éstas dos fuentes de variación resultaron ser altamente significativos, se consideró necesario discutir cada uno de estos por separado.

— T A B L A I I —

Porcentaje de mortalidad del *Sitophilus oryzae* L. en varias fechas después del tratamiento con cuatro insecticidas en dos dosis

Fechas (días)	DDT 5%		Marlate 5%		Verindal 1,6%		Pyrenone		Testigo
	Rebajada	Comercial	Rebajada	Comercial	Rebajada	Comercial	Rebajada	Comercial	
1	10,92	13,67	1,95	2,95	93,97	98,10	39,15	36,42	1,05
2	40,17	40,92	16,47	19,35	100,00	100,00	54,32	43,10	3,13
3	56,67	60,95	31,45	36,02	100,00	100,00	58,37	46,15	6,37
8	64,55	64,80	61,82	58,67	100,00	100,00	69,22	61,45	10,32
15	69,82	71,50	66,02	62,57	100,00	100,00	74,20	67,55	13,52
22	76,25	80,40	68,22	70,62	100,00	100,00	78,57	75,35	17,45
29	90,80	92,05	85,97	80,67	100,00	100,00	90,30	90,65	20,27
Promed.	58,45	60,63	47,71	47,26	99,14	99,73	66,30	58,64	10,30
Fuentes de variación					F calculado		F teórico **		
							5%	1%	
Replicaciones					2,76		3,49		5,95
Tratamientos					1035,15***		3,26		5,41
Fechas					905,31***		2,20		3,01
Tratamientos x Fechas					105,46***		1,65		2,02

* Porcentaje promedio de cuatro replicaciones.

** Según Paterson (10)

*** Altamente significativo.

En la Tabla III aparecen los porcentajes de mortalidad promedio, obtenidos con cada tratamiento. Para una mejor interpretación se expresaron en porcentaje del obtenido para el DDT 5%, que mostró una mortalidad intermedia. Así pudo hacerse la calificación de los diferentes tratamientos, la cual no hubiera sido posible si en lugar del DDT 5% se escoge el Testigo o el "Verindal" (1,6% gamma), ya que todos habrían resultado o muy buenos, o muy malos respectivamente. La calificación así obtenida, también puede deducirse al observar la figura 4.

De la calificación de los insecticidas, surgen varios puntos de discusión. Así, en lo que respecta al DDT 5% y al "Pyrenone", que resultaron ser buenos sobre el promedio (ver Tabla III), se tiene que si el poder letal del "Pyrenone" no decae muy rápidamente, es mucho mejor emplearlo en el tratamiento de los granos, ya que no es tóxico para el hombre, y por lo tanto lo hace más aconsejable que el DDT 5% que si es tóxico.

En cuanto al "Marlate" (5% metoxicloro), que resultó regular en la protección de los granos, se puede afirmar, que es muy posible que las dosis empleadas hayan sido tan bajas, que la acción del producto en el tratamiento de granos almacenados, no haya podido manifestarse en forma. Es posible que usando una dosis más alta, este insecticida pueda brindar una protección si no muy buena, si buena.

— T A B L A I I I —

Resumen de los resultados para Tratamientos en el efecto tóxico inmediato

Tratamientos	Mortalidad promedia Porcentaje	Mortalidad en porcentaje del DDT 5%	Calificación
Testigo	10,37	17,31 + 1,593*	
Marlate 5%"	43,37	79,50 + 1,5093	Regular
DDT 5%	59,54	100,00 + 1,593	Buenos sobre
"Pyrenona"	62,67	105,25 + 1,593	el promedio**
"Verindal" 1,6%	99,43	166,99 + 1,593	Muy bueno
Diferencia crítica 5%		4,907	
Diferencia crítica 1%		6,880	

* Error típico dado en porcentaje del DDT 5%.

**Se considera como promedio a 100,00.

Respecto al "Verindal" (1,6% gamma) cabe hacer notar que tanto la dosis comercial como la inferior, dieron un resultado muy bueno, debido quizás a que actúa por contacto, asfixia e ingestión. Por lo tanto, resulta mucho mejor desde el punto de vista económico, emplear la dosis menor.

En la Tabla IV se dan los porcentajes de mortalidad promedio obtenidos en las diversas fechas con los diferentes insecticidas. La mortalidad natural que se tabula para el testigo, es considerada como aquélla inherente a los procesos biológicos de la especie, puesto que ella tiene su límite de vida, y no se presentaron agentes o condiciones letales o adversas en el grano considerado como Testigo. Las hembras después de la ovoposición, al poco tiempo mueren dejando en el grano una descendencia que después de la eclosión será larva, posteriormente pupa y luego adultos, que a su vez se multiplicarán en ese mismo medio.

— T A B L A I V —

Porcentajes de mortalidad promedio obtenidos para los diferentes tratamientos en las distintas fechas.

Tratamientos	F e c h a s (d í a s)						
	1	2	3	8	15	22	29
Testigo	1,05	3,13	6,37	10,32	13,52	17,45	20,27
"Marlate" 5%	2,45	17,91	36,23	60,25	64,30	69,82	83,32
DDT 5%	12,30	40,55	58,81	64,72	70,66	78,32	91,42
"Pyrenone"	34,05	48,71	52,26	65,33	70,87	76,96	90,47
"Verindal" 1,6%	96,03	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Mortalidad Pro.	29,17	42,05	50,53	60,12	63,87	68,42	77,10
Diferencia crítica 5%		1,51					
Diferencia crítica 1%		1,99					

Al comparar en la Tabla IV los valores de las hileras, correspondientes a cada uno de los tratamientos, puede concluirse que los aumentos en la mortalidad de una fecha a otra son significativos. Esto se cumple para todos los tratamientos, excepto con el Testigo, en donde el aumento del primero al segundo día no es significativo y en el caso del "Verindal" (1,6% gamma), en el cual hay la misma significancia entre la primera y las fechas restantes, ya que con este tratamiento desde el segundo día se obtuvo el 100% de mortalidad. Al comparar las columnas, correspondientes a cada una de las fechas, se observa que la diferencia entre los porcentajes de mortalidad de los diferentes tratamientos en una misma fecha, son significativas. Sólo, a partir de los 8 días hasta los 29, las diferencias entre el DDT 5% y el "Pyrenone", no son significativas, es decir, que después de los 8 días la acción tóxica de estos dos insecticidas sobre

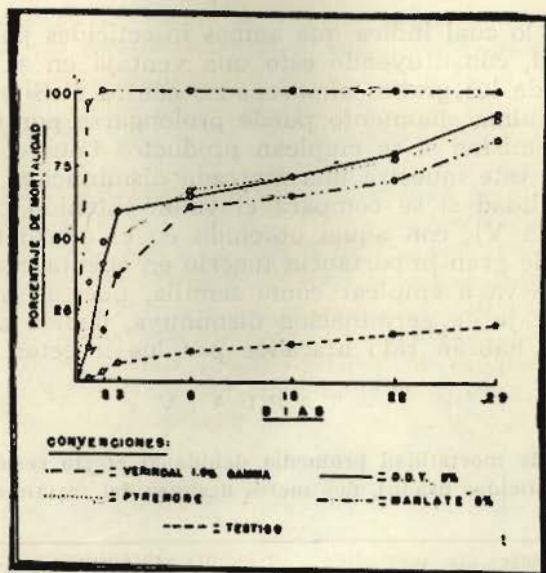


Figura 4.— Curvas de mortalidad del *Sitophilus oryzae* L. expuesto a cuatro insecticidas.

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

el *Sitophilus oryzae* L. fue muy semejante, aunque en los primeros días se nota una gran diferencia a favor del "Pyrenone".

A partir de los datos de la Tabla IV se dibujó la gráfica (Figura 4), en la cual se observa la gran diferencia que existe entre el efecto del "Verindal" (1,6% gamma), con el producido por otros otros tratamientos. También se nota que la acción del DDT 5% y el "Pyrenone" a partir de los 8 días hasta los 29, es muy semejante. Otra apreciación que puede hacerse en la gráfica, es el efecto poco notorio producido por el "Marlata" (5% metoxicloro), al compararlo con los otros insecticidas. Todos estos resultados han quedado confirmados con el análisis estadístico.

B) **Efecto residual.**— Del número total de insectos obtenido al contarlos dos meses después del tratamiento, para probar así el efecto residual de los diferentes insecticidas usados, se calcularon los porcentajes de mortalidad, de los cuales se hizo el análisis estadístico, resultando significativas las fuentes de variación Tratamientos y la interacción Dosis por Tratamientos. Esto indica que existen ciertas diferencias entre los insecticidas usados en cuanto a su efecto residual, lo mismo que entre las dos dosis empleadas.

Al observar la Tabla V, en la cual se encuentran los porcentajes de mortalidad promedio debida al efecto residual de los insecticidas usados, dos meses después del tratamiento, se observa que no existe diferencia significativa entre el "Verindal" (1,6% gamma)

y el DDT 5% lo cual indica que ambos insecticidas poseen un buen efecto residual, constituyendo esto una ventaja en su empleo para la protección de los granos almacenados contra el *Sitophilus oryzae* L., ya que el almacenamiento puede prolongarse por varios meses. No sucede lo mismo si se emplean productos tales como el "Pyrenone", ya que este muestra una marcada disminución en el porcentaje de mortalidad si se compara el valor obtenido para el efecto residual (Tabla V), con aquel obtenido en el efecto tóxico (Tabla III). Esto es de gran importancia tenerlo en cuenta cuando el grano almacenado se va a emplear como semilla, pues lo más seguro es que el porcentaje de germinación disminuya, debido a que muchos de los granos habrán sido atacados por los insectos.

— T A B L A V —

Porcentaje de mortalidad promedia debida al efecto residual de los Insecticidas usados, dos meses después del tratamiento

Tratamientos	Mortalidad promedia Porcentaje
Testigo	1,65
"Pyrenone"	59,40
"Marlate" (5% metoxicloro)	69,62
DDT 5%	97,91
"Verindal" (1,6% gamma)	100,00
Diferencia crítica 5%	5,47
Diferencia crítica 1%	7,67

En cuanto al "Marlate" (5% metoxicloro) se refiere, se nota que aunque su acción letal sufre una disminución si se compara con aquella producida durante el primer mes de observación, ésta disminución no es tan marcada como en el caso del "Pyrenone". Cabe anotar aquí que al hacer la comparación entre los porcentajes de mortalidad obtenidos en cada una de las dosis empleadas en los diferentes insecticidas, se encuentra que no existe diferencia alguna en el caso del DDT 5% y del "Verindal" (1,6% gamma); en cambio sí se halla una diferencia significativa en el caso del "Marlate" (5% metoxicloro y del "Pyrenone" obteniéndose mayor mortalidad con la dosis comercial que con la dosis rebajada. Esto confirma aún más la recomendación hecha antes, de que desde el punto de vista económico, es mucho mejor emplear la dosis rebajada de "Verindal" (1,6% gamma), en la protección de granos de maíz almacenado contra el *Sitophilus oryzae* L., que la dosis comercial.

C) **Prueba de Germinación.**— Realizadas las cuentas de germinación, se calcularon los porcentajes promedios para cada dosis y para cada uno de los diferentes tratamientos, estos datos pueden observarse en la Tabla VI.

Si se compara el porcentaje de germinación obtenido para el testigo, con aquél del grano al iniciar los experimentos, se observa que hubo cierta disminución, la cual puede atribuirse al daño causado por los insectos. Lo mismo se nota en el caso del "Marlate" (5% metoxicloro), lo cual prueba que este insecticida no tiene ningún efecto desfavorable sobre la germinación del grano.

— T A B L A V I —

Porcentajes promedio de germinación para cada dosis y cada tratamiento.

Tratamientos	Dosis	Promedios de Germinación Porcentaje		
Testigo	.	71	74	
		77		
"Marlate" (5% metoxicloro)	A*	77	73	
	B**	69		
	A	67		
DDT 5%	B	65	66	
		A		68
		B		64
"Pyrenone"	A	66	66	
		B		64
		A		66
"Verindal" (1,6% gamma)	B	64	65	
		B		64

* Dosis rebajada.

** Dosis comercial.

En cuanto se refiere al DDT 5%, "Pyrenone" y "Verindal" (1,6% gamma), la germinación sufre una gran disminución al hacer la comparación con la inicial. Esto indica que dichos insecticidas afectan la viabilidad de las semillas, resultando por lo tanto poco recomendables para la protección de granos, cuando se van a utilizar como semilla.

V. CONCLUSIONES

Los experimentos realizados permiten establecer las siguientes conclusiones importantes:

A) Los ensayos comparativos sobre la efectividad de los insecticidas DDT 5%, "Marlate" (5% metoxicloro), "Verindal" (1,6% gamma) y "Pyrenone" sobre el *Sitophilus oryzae* L. empleando dosis

comerciales y rebajadas una tercera parte, demuestran que no existe diferencia significativa entre las dos dosis en lo que respecta al efecto tóxico de dichos insecticidas. Pero al observar su efecto residual, se encontraron diferencias significativas entre las dosis de 85 y 115 gramos de "Marlate" (5% metoxicloro) por 100 kilogramos de grano, y las de 145 y 215 gramos de "Pyrenone" por 100 kilogramos de grano, siendo mejores o más efectivos las dosis mayores.

B) Los cuatro insecticidas empleados tienen todos una acción letal sobre los "gorgojos" del maíz, siendo el más efectivo el "Verindal" (1,6% gamma), que desde el segundo día mostró un 100% de mortalidad, y el menos efectivo, el "Marlate" (5% metoxicloro) que en general brindó la menor protección, alcanzando un porcentaje de mortalidad promedia de 47,37.

C) Según los resultados obtenidos, no parece que exista ninguna resistencia adquirida del *Sitophilus oryzae* L. al DDT 5%, ya que este insecticida resultó ser eficaz sobre el promedio de 100, dado para el DDT 5%.

D) En el efecto residual, dos meses después del tratamiento, se encontraron diferencias significativas entre los insecticidas y las dosis. El "Verindal" (1,6% gamma) aplicado en las dosis de 100 y 150 gramos por 100 kilogramos de grano, y el DDT 5%, en las dosis de 85 y 115 gramos por 100 kilogramos de grano, presentaron un efecto residual bueno y no hubo ninguna diferencia entre las dosis empleadas. El "Pyrenone" resultó tener el menor efecto residual y mostró diferencia significativa entre las dosis de 145 y 215 gramos por 100 kilogramos de grano.

E) De las pruebas de germinación se deduce que el "Marlate" (5% metoxicloro) no tiene ningún efecto sobre la germinación, pero si lo tienen los otros insecticidas, observándose una mayor disminución en el porcentaje de germinación con el "Verindal" (1,6% gamma), sin poderse atribuir esto al daño de los insectos, ya que la protección con él obtenida fue muy buena.

F) En resumen, como se dijo al comienzo de éste trabajo en cuenta al uso del isómero gamma, que en estos ensayos dió un buen resultado en la dosis de 1600 miligramos por 100 kilogramos de grano de maíz, el uso del producto "Verindal" (1,6% gamma) quedaría respaldado por los ensayos farmacológicos efectuados en Francia y Alemania, y por la legislación que en estos países permite el uso de este producto. Faltaría solo que el Gobierno colombiano, en vista de los resultados de las autoridades científicas mencionadas en este trabajo, permitiera el uso que en otras regiones del mundo se da al mencionado producto para granos de consumo humano.

VI. RESUMEN

El autor hizo un estudio comparativo sobre la efectividad del DDT, Marlata, Verindal y Pyrenone, en la protección de granos de Maíz almacenado contra los "gorgojos" (*Sitophilus oryzae* L.). Los experimentos se realizaron bajo condiciones de laboratorio, imitando en lo posible las condiciones naturales de almacenamiento. Se emplearon dos dosis para cada insecticida y se hicieron pruebas para establecer el efecto tóxico, el efecto residual y el porcentaje de germinación.

DDT 5%.— Presentó un efecto tóxico bueno en promedio. Posee un efecto residual muy bueno y parece afectar un poco la germinación. No existe diferencia significativa entre la dosis de 85 gms/100 kgms. y la dosis de 115 gms/100 kgms. de grano.

"Marlata" (5% metoxicloro).— Mostró un efecto tóxico regular y un efecto residual sostenido. No afectó la viabilidad de las semillas. Se encontró diferencia significativa entre la dosis de 85 gms/100 kgms. y la de 115 gms/100kgms. de grano en el efecto residual, siendo superior en la dosis mayor.

"Verindal" (1,6% gamma).— Muy bueno para la protección de granos de maíz almacenado. Posee un efecto tóxico muy bueno y rápido, y un efecto residual bueno. Ejerce acción detrimento sobre la viabilidad de las semillas. No muestra diferencia significativa entre las dosis de 100 y 150 gms/100 kgms. de grano.

"Pyrenone".— Presentó un efecto tóxico rápido en un principio, y bueno en promedio. Tiene poco efecto residual, motivo por el cual se disminuye algo el porcentaje de germinación debido al daño causada por los insectos. Se nota una diferencia significativa entre las dosis de 145 y 215 gms/100 kgms. de grano, al observar el efecto residual, resultando mejor en la dosis mayor. El efecto apreciable duró dos meses, al cabo de los cuales la mortalidad alcanzada no garantizó la protección esperada para el grano.

SUMMARY

The effectiveness of Four Insecticides for Protecting stored Corn Grains
against Weevil (*SITOPHILUS ORYZAE* L.).

The author made a comparative study on the effectiveness of DDT, Marlata, Verindal and Pyrenone for protecting stored corn grain against weevil (*Sitophilus oryzae* L.) The experiments were carried out under laboratory conditions and the natural storage conditions were imitated as nearly as was possible. Two dosages were used for each insecticide and test for the toxic effect, the residual effect and germination percentages were made.

DDT 5% showed a good average toxic effect. It had a very good residual effect but it appear to have some affect on the grain germination. There was no significant difference between the 85 grs./100 kgs. grain dosage and the 115 grs./100 kgs. rate of treatment.

"Marlate" (5% metoxychlor) showed a poor toxic effect and a sustained residual effect. It did not affect the seed's viability. A significant difference was found on the residual effect between the 85 grs./100 kgs. and the 115 grs./100 kgs. seed dosage, the longer protection being given by the higher application.

"Verindal" (1,6% gamma) gave very good results for protecting corn grain in storage. It had and outstanding and rapid toxic effect and a very good residual effect. It damaged the seed viability. It did not show significant difference bet wen the 100 grs. and 150 grs./100 kgs. seed dosage.

"Pyrenone" gave a rapid toxic effect at the begining, and a good average result. It had poor rezidual effect causing the germination to decreased due bo the attack caused by weevits no longer killed by this chemical. A significant difference was observed the 145 grs./100 kgs. and the 215 grs./100 kgs. seed dosage on the residual effect, the higher dosage being the better one.

ZUSAMMENFASSUNG

Wirksamkeit von vier Schaedlingsbekaempfungsmitteln zum Schutze der eingelagerten Maiskoernern gegen den Ruesselkaefer (*Sitophilus oryzae* L.)

Der Autor machte eine vergleichende Untersuchung ueber die Wirksamkeit von DDT (5%), Marlate, Verindal und Pyrenone gegen den Ruesselkaefer suf eingelagerten Mains. Die Versuche wurden unter Labaratoriumsbedingungen durchgefuechrt, webel moeglichst die natuerlichen Bedingungen der Speicherung nachgeahmt wurden. Von jadem Schaedlingsbekaempfungsmittel verwandte man zwei Dosierungen und man stelite Untersuchungen ueber die Toxicitact, die Nachwirkung und Wirkung auf die Keimfachigkeit an.

DD 5%.— Weist in Mittel eine gute toxische Wirkung auf. Besitzt eine susgezzeichnete Nachwirkung und scheint etwas die Keimung herabzusetzen. Zwischen den Dosierungen 85 gr./100 kilo Koernern besteht praktisch kein Unterschied gegen die Dosierung von 115 gr./100 kilo Koernern.

Marlate (5% Metoxychlor)— zeigt eine durchschnittliche toxische Wirkung und eine anhaltende Nachwirkung. Beeinflusst die Keimfachigkeit. Man stellte einen bezeichncten Unterschied betreffs der Dosierung 85 gr./100 kilo und 115 gr./100 kilo fest; die staerkere Dosierung war in der Nachwirkung ueberiegen.

Verindal (1,6% Gamma-Isamer)— Ausgezeichneter Schutz des eingelagerten Mais. Besitzt eine ausgezeichnete und schnelle giftige Wirkung und eine sehr gute Nachwirkung. Uebt eine schaedliche Wirkung auf die Keimfaehigkeit der Samen aus. Es zeigt sich kein merklicher Unterschied besueglich der Dosierung von 100 oder 150 Gramm pro 100 kilogramm Koernern.

Pyrenone.— Besitzt anfaenglich eine schnelle toxische Wirkung una eine gute in Mittel. Hat wenig Nachirkung und aus diesem Grunde wird die Keimfaehigkeit infolge des Schadens der Insekten etwas vermindert. Bezueglich der Nachwirkung zeigt sich ein deutlicher Unterschied in den Dosierungen 145 und 215 Gramm pro 100 kilo Koernern zu gunsten der staerkeren. Die erfolgreiche Wirkung hielt zwei Monate an, nach weichen die erreichte Sterblichkeit nicht den erwarteten Schutz fuer die Koerner garantierte.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Anónimo.— The Use of DDT and 666 as insecticides against Grain Pest. Part IV. DDT and 666 as Sterilizants of Floor Dehis in Grain Storage Sheds. J. Sci. Industr. Delhi. Res 4 (2): 495-499. 1945. (Res. en Rev. App. Ent. 36: 139. 1948).
2. Cela G.M.B.H.— Adición de Lindano para proteger cereales almacenados. Manuscrito sin publicar. Alemania. 1954.
3. Farrar, M. D. y J. M. Wright.— Insect Damage and Germination of Seed treated with DDT. Journ. Econ. Ent. 39: 520-522. 1946.
4. Figueroa, A. y F. Villamil.— Toxicidad del Gesarol A3 y del Agrocide 3 en *Sitophilus oryzae* L., *S. granarius* L. y *Sitotroga cerealella* Ol. Notas Agronómicas. Est. Agr. Exp. Palmira. 2:2. 1949.
5. Gay, F. . . J.— Studies on the Control of Wheat insects by Dust. Bull. Coun. Sci. Industr. Res. Aust. Melbourne. 225: 33-38. 1947. (Res. en Rev. App. Ent. 37: 132. 1949).
6. Graubner, W.— Inofensividad de los Hexa-compuestos sobre los seres humanos y los animales de sangre caliente. Manuscrito mimeografiado. Alemania. 1950.
7. Kulash, W. M.— The Control of the Rice Weevil and the Angoumois Grain Moth. Jour. Econ. Ent. 41: 715-718. 1948.
8. Lepigre, A. L.— Technique de la désinsectization. p. 44, 74-75. Alger, Insectarium, Jardín d' Essai, 1947.
9. Mathlein, R.— Langtidsverkan av DDT-preparat mot skadedjur I spannmalslager. (Prolonged Action of a DDT preparation against Pest in Stored Grain). Stockholm. Vaxts-

- kyddnotiser. (4): 60-62. 1947. (Res en Rev. App. Ent. 37: 445. 1949).
10. **Paterson, D. D.**— Statistical technique in Agricultural Research. p. 248, 254-255. New York, McGraw-Hill, 1939.
 11. **Pruthi, H. S.**— Report of the Imperial Entomology. Abridg. Sci. Rep. Agri. Res. Inst. New Delhi. 1941-44: 64-71. Delhi. 1946. (Res. en Rev. App. Ent. 37: 27. 1949).
 12. **South Carolina Exp. Sta. Clamson.**— Insects and their oCntrl. Rep. 1944-45: 57-65. 1946. (Res. en Rev. App. Ent. 36: 369. 1948).
 13. **Watts, C. N. and F. D. Berlin.**— Piperonyl Butoxide and Pyrethrins to Control Rice Weevil. Jour. Econ. Ent. 43: 371-373. 1950).