

Comportamiento de varios insecticidas utilizables en el tratamiento de depósitos de granos

POR

R. H. QUINTANILLA y H. E. S. DE GONZÁLEZ, Ings. Agrs. (*)

INTRODUCCIÓN

Son bien conocidos los enormes perjuicios que ocasionan los insectos y ácaros que atacan a los granos almacenados, cuya acción depredadora determina ingentes pérdidas que ascienden a varios miles de millones de pesos anuales. Resulta entonces superfluo señalar que el combate de tales plagas debe hacerse en forma enérgica, permanente y racional, única manera de contrarrestar sus perniciosos efectos sobre los cereales almacenados, sobre todo si se tiene en cuenta que la exportación de sus excedentes constituye una considerable fuente de ingreso de divisas tan necesarias para lograr el restablecimiento del equilibrio económico del país.

Por lo tanto, adquieren indiscutiblemente gran trascendencia las investigaciones que encaran el perfeccionamiento de los tratamientos tendientes a evitar el ataque de gorgojos, carcomas, palomitas y otros insectos y de ácaros a los granos almacenados, o incorporan nuevos métodos o plaguicidas con la misma finalidad, así como aquellas que procuran reducir de idéntica manera la actividad destructiva de tales plagas en los granos ya infestados.

Una de las prácticas ineludibles en todo proceso de conservación de granos, la constituye la limpieza y desinfección de los locales, silos u otras instalaciones en donde se procederá posteriormente a almacenar los cereales. Son varios los métodos que pueden aplicarse para el tratamiento de los ambientes mencionados precedentemente. El de las

(*) Profesor titular y Ayudante 1º (contratada), respectivamente, del Departamento de Patología Vegetal, orientación Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires.

nieblas es uno de los que actúa en forma directa sobre los insectos que se encuentran en las paredes o pisos de un local o desplazándose en el espacio libre, pero el procedimiento más conveniente consiste en proyectar el insecticida de manera que forme una película que mate no sólo a los insectos que se encuentran expuestos en el momento de la aplicación, sino a aquellos que posteriormente pasarán sobre la superficie tratada.

El primer método es el menos ventajoso pues la buena ventilación o renovación de aire en los ambientes tratados elimina rápidamente las nieblas. En cambio, resulta mucho más eficaz el tratamiento de los locales con pulverizaciones de productos que forman una película que se extiende uniformemente, para lo cual deberá proyectarse el líquido en gotas suficientemente pequeñas como para lograr tal finalidad, pero sin necesidad de que sean tan reducidas como para que floten en el ambiente como en el caso de las nieblas.

Desde luego, la estabilidad química de las sustancias empleadas es de fundamental importancia para la persistencia de la película durante un tiempo determinado sobre las superficies tratadas.

En el presente estudio se aplicó un método de laboratorio con la finalidad de determinar la eficacia y persistencia de varios insecticidas que pueden ser empleados, precisamente, en el tratamiento de locales o depósitos, previamente al almacenaje de cereales. Se llevó a cabo una ponderación del comportamiento de cuatro insecticidas formulados como polvos mojables y uno como polvo soluble, dejando para una etapa posterior un estudio similar de otros productos formulados como concentrados emulsionables. Se trató de determinar la residualidad de compuestos químicos que actúan por contacto —aunque pueden hacerlo además por otras vías— y con la propiedad de que las películas resultantes de su aplicación sobre superficies pueden matar a los insectos que se desplazan por ellas, durante espacios de tiempo sumamente variables y dependientes de la naturaleza de cada uno de dichos compuestos.

El método aplicado fué similar al descrito por WALKER (1960), que consiste en utilizar cajas de Petri con ambas superficies interiores cubiertas con dos hojas de papel de filtro que se adaptan perfectamente, incluyendo también los bordes internos de las cajas. Se consideró este método como muy apropiado para ensayos de laboratorio, pues los insectos que se colocan en el interior de las mencionadas cajas se hallan siempre en contacto con los papeles citados. Dado que estos últimos son tratados con los insecticidas antes de su colocación en el

interior de las cajas, los insectos utilizados en cada ensayo no pueden eludir el permanente contacto con dichos papeles durante todo el período de exposición a que se los somete.

KANTACK Y LAUDANI (1957) llevaron a cabo experiencias con distintas formulaciones de productos insecticidas contra larvas y adultos de la "polilla de las frutas secas" (*Plodia interpunctella*), utilizando un método que tiene alguna similitud con el que se adopta en estas experiencias. En efecto, utilizaron hojas de papel "kraft" cubiertas con delgadas láminas de aluminio impregnadas con los insecticidas ensayados y que sirvieron como superficies de contacto.

VINCENT Y LINDGREN (1957) señalaron los distintos métodos que podían utilizarse en la evaluación de laboratorio para insecticidas de contacto contra insectos de granos almacenados. Indicaron como eficaces para tal fin el tratamiento de superficies de vidrio o papeles de filtro en los que se confinaban los insectos y la aplicación de tópicos de insecticidas a los propios insectos. Aplicaron este último método, similar al puesto en práctica por MARCH Y METCALF (1949), mediante tópicos en el pronoto de los insectos, ensayando diferentes concentraciones de alrededor de veinte compuestos previamente disueltos en acetona.

MATERIAL Y MÉTODO

De acuerdo con el método de WALKER ya indicado, los papeles de filtro utilizados en nuestro caso se sumergieron en las suspensiones de insecticidas, luego escurridos, posteriormente suspendidos hasta quedar completamente secos, y por último colocados en el interior de las cajas de Petri en la forma descripta anteriormente. Se utilizó papel de 11 cm de diámetro y una capacidad de absorción de 1 ml de agua destilada por hoja.

A los efectos de asimilar el ensayo de laboratorio a las condiciones prácticas de un tratamiento de paredes de un depósito, se cubrió un metro cuadrado de superficie con el líquido proyectado con un pulverizador de mano, lo que arrojó un promedio de 100 ml. Se uniformó la dosis de insecticidas al mismo nivel (2,5 %) de sustancia activa para todos los productos ensayados, obteniéndose así la misma cantidad de principio activo por unidad de superficie en todos los casos. Se partió de una dosis inicial de 2,5 % equivalente a 0,25 mg/cm², y teniendo en cuenta que cada papel de filtro tenía una superficie de 95,033 cm², se estableció que la cantidad de sustancia activa para cada uno de ellos era de 23,758 mg, que se diluyeron en cada ml de agua de acuer-

do a la absorción del papel de filtro antes indicada. Por ello la concentración para cada producto resultó en definitiva de 2,3 % en lugar de 2,5 %. Se emplearon en la evaluación los siguientes insecticidas y formulaciones:

- DDT (2,2-bis (p-clorofenil)-1, 1, 1-tricloroetano) - Polvo mo-
jable al 50 %.
- Lindano (γ 1, 2, 3, 4, 5, 6 - hexaclorociclohexano) - Polvo moja-
ble al 25 %.
- Metoxicloro (2, 2-bis (p-metoxifenil)-1, 1, 1-tricloroetano) -
Polvo mojable al 50 %.
- Nexion ⁽¹⁾ (0, 0-dimetil-0-2, 5-dicloro-4-bromofenil-tionofosfato) -
Polvo mojable al 25 %.
- Dípterex (0,0-dimetil (1-hidroxi-2, 2, 2-tricloroetil) fosfonato)
- Polvo soluble al 80 %.

Para obtener la concentración de sustancia activa establecida, las diluciones de estos insecticidas se efectuaron en 500 ml de agua destilada, utilizándose las cantidades detalladas a continuación:

—DDT	24,2 gr
—Lindano	51 gr
—Metoxicloro	24,2 gr
—Nexion	51 gr
—Dípterex	14,8 gr

Se ensayó, como queda dicho, una dosis única para todos los productos, empleándose tres cajas de Petri para cada uno de ellos, disponiéndose así de tres repeticiones; para el testigo, también por triplicado, los papeles de filtro se sumergieron en agua destilada en lugar de hacerlo en la suspensión de insecticida, y previamente a su colocación en el interior de las cajas, igualmente se escurrieron y suspendieron hasta quedar totalmente secos.

Se experimentó con adultos de dos especies de insectos cuya presencia es frecuente en los locales de almacenaje de granos y que ade-

(1) Este insecticida fué facilitado directamente por la casa Cela Landw. Chem. Gmb. H. (Ingelheim am Rhein, Alemania Occidental) con el número de código CA 6312, asignado a la formulación polvo mojable al 25 % del compuesto Cela S 1942, denominación experimental del 0,0-dimetil-0-2,5-dicloro 4-bromofenil tionofosfato, desarrollado por la citada empresa. Con posterioridad la casa Cela otorgó el nombre comercial de "Bromophos" a la sustancia antes identificada como Cela S 1942, y "Nixion W P 25" a la formulación polvo mojable al 25 %. Se tiene conocimiento de que una firma comercial del país ha iniciado ya la tramitación necesaria para obtener la aprobación oficial del referido insecticida.

más son de difusión cosmopolita: el gorgojo *Sitophilus oryza* (L.) y la carcoma *Tribolium confusum* (Duv.).

A los efectos de determinar la efectividad y persistencia de cada uno de los productos ensayados se proyectó el plan que se consigna seguidamente:

- | | | |
|----|--------------|---|
| 1ª | Observación: | Inmediata al tratamiento. |
| 2ª | „ | : A las dos semanas del tratamiento. |
| 3ª | „ | : A las cuatro semanas del tratamiento. |
| 4ª | „ | : A las seis semanas del tratamiento. |
| 5ª | „ | : A los dos meses del tratamiento (1). |
| 6ª | „ | : A los tres meses del tratamiento. |
| 7ª | „ | : A los cuatro meses del tratamiento. |
| 8ª | „ | : A los cinco meses del tratamiento. |
| 9ª | „ | : A los seis meses del tratamiento. |

En todos los casos los tiempos de contacto para verificar la mortalidad fueron de 24 y 48 horas, es decir que los insectos se colocaron en el interior de las cajas de Petri en cada observación, controlándose la mortalidad a las 24 y 48 horas de exposición. En los intervalos de tiempo entre cada observación las cajas permanecieron abiertas en el laboratorio, manteniéndolas cerradas únicamente durante las 24 ó 48 horas de exposición señaladas para cada observación.

En este ensayo de toxicidad comparativa de varios productos químicos, los datos fueron expresados en términos porcentuales de la mortalidad registrada en cada observación, que en todos los casos fue corregida mediante la aplicación de la clásica fórmula de ABBOT (1925).

La determinación de la mortalidad fue motivo de un estudio detenido en razón del variado efecto tóxico observado en los insectos tratados, habiéndose consultado con tal objeto no sólo la bibliografía sobre el tema, sino también a un destacado especialista en la materia, el Dr. D. A. WILBUR (2), profesor de Entomología de la Universidad de Kansas (EE. UU.) Ello nos permitió adoptar un criterio que puede ser estimado satisfactorio para propósitos prácticos, consistente en considerar como *muertos* no sólo a aquellos insectos en los que se comprobó cese total de movimientos y ninguna reacción al tocarlos o acercarlos la luz de una lámpara, sino también a aquellos que por hallarse

(1) Corresponde aclarar que esta observación se hizo, en el caso de *T. confusum*, a las 10 semanas en lugar de dos meses, por no disponerse en ese momento de suficiente cantidad de adultos de dicha especie.

(2) Comunicación personal (25-V-64).

CUADRO 1

Porcentajes de mortalidad registrados para adultos de *Sitophilus oryza*

	1ª		2ª		3ª		4ª		5ª		6ª		7ª		8ª		9ª	
	Observ. (inmediata)	Observ. (2 semanas)	Observ. (4 semanas)	Observ. (6 semanas)	Observ. (4 semanas)	Observ. (6 semanas)	Observ. (2 meses)	Observ. (3 meses)	Observ. (4 meses)	Observ. (5 meses)	Observ. (6 meses)	Observ. (8 meses)	Observ. (10 meses)	Observ. (12 meses)	Observ. (14 meses)	Observ. (16 meses)	Observ. (18 meses)	Observ. (20 meses)
D D T	100	43	100	57	61	42	80	1	3									
LINDANO	100	40	100	86	100	0	3											
METOXICLORO	79	79	100	67	100	56	96	4	9									
NEXION	100	100	100	100	100	95	100	82	100	98	100	100	98	100	100	100	100	100
DIPTEREX	33	57	100	7	98	2	100	0	84	0	2							

CUADRO 2

Porcentajes de mortalidad registrados para adultos de *Tribolium confusum*

	1ª		2ª		3ª		4ª		5ª		6ª		7ª		8ª		9ª	
	Observ. (inmediata)	Observ. (2 semanas)	Observ. (4 semanas)	Observ. (6 semanas)	Observ. (4 semanas)	Observ. (6 semanas)	Observ. (10 semanas)	Observ. (3 meses)	Observ. (4 meses)	Observ. (5 meses)	Observ. (6 meses)	Observ. (8 meses)	Observ. (10 meses)	Observ. (12 meses)	Observ. (14 meses)	Observ. (16 meses)	Observ. (18 meses)	Observ. (20 meses)
D D T	100	78	100	56	94	34	100	26	98									
LINDANO	100	77	100	54	57	12	12											
METOXICLORO	95	94	97	89	96	74	90	100	100									
NEXION	100	100	100	100	100	100	100	100	100									
DIPTEREX	27	47	95	10	90	2	100	0	80									

* Esta observación no pudo ser llevada a cabo por inconvenientes circunstanciales.

en posición dorsal, es decir, invertidos, y moviendo en forma muy débil sus patas, antenas o piezas bucales, al volverlos a su posición natural no se desplazaban.

Contribuyó a afianzar la adopción del criterio señalado la comprobación de que los insectos observados en las condiciones descritas en último término, en ningún caso recuperaban su vigor y "status" normal, aún cuando fueran llevados a un medio absolutamente favorable y con alimento a su disposición. Vale decir, que en todos los casos la condición de "coma" en que se hallaban era irreversible y la muerte una consecuencia natural e inevitable de dicho estado, tal como pudo verificarse mediante pruebas individuales con todos los productos ensayados.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los porcentajes de mortalidad registrados en cada una de las observaciones efectuadas conforme a la periodicidad preestablecida, es decir, desde la sumersión de los papeles en las suspensiones insecticidas hasta llegar a los seis meses, se consignan en los cuadros 1 y 2 y en las correspondientes representaciones gráficas (Fig. 1). El análisis de los valores precedentes permite formular las consideraciones siguientes:

DDT. — Este insecticida se comportó inicialmente muy bien tanto para *S. oryza* como para *T. confusum*, pero a partir de la segunda observación (2 semanas) decreció su acción tóxica en las primeras 24 horas, si bien a las 48 horas el efecto continuó con su valor más alto (100 % de mortalidad). Para *T. confusum* la efectividad se mantuvo, en las condiciones antedichas, con muy ligeras variantes hasta los cinco meses en que se observó un 90 % de mortalidad a las 48 horas de contacto, para descender al 76 % al cabo de seis meses.

Para *S. oryza*, los porcentajes de mortalidad se redujeron al 61 % a las cuatro semanas para volver a ascender al 80 % en la observación siguiente (seis semanas), a partir de la cual la mortalidad decreció sensiblemente dejando de ser significativa.

Lindano. — La acción tóxica de este compuesto se mostró elevada inicialmente, comprobándose que al igual que el DDT, posteriormente disminuyó su efectividad en las 24 horas para registrar el máximo de mortalidad a las 48 horas de contacto, manteniéndola hasta las cuatro semanas para *S. oryza*, y sólo hasta las dos semanas para *T. confusum*, ya que para éste, luego de cuatro semanas, sólo se comprobó un 57 % de mortalidad. Los porcentajes registrados posteriormente alcanzaron

el 3 % para *S. oryza* y el 12 % para *T. confusum*, careciendo en absoluto de significación.

Se deduce, por lo tanto, que su persistencia es reducida bajo las condiciones en que se efectuaron las experiencias.

Metoxicloro. — El comportamiento de este clorado puede calificarse de satisfactorio hasta las observaciones practicadas al cabo de seis semanas para *S. oryza* y de cuatro meses para *T. confusum*. Para la primera especie, con posterioridad a la observación señalada, la mortalidad registrada dejó de tener significación alguna; en tanto que para la segunda las observaciones realizadas a los cinco y seis meses arrojaron valores de 62 % y 49 %, respectivamente.

Evidentemente, este insecticida ejerce una acción tóxica más prolongada sobre *T. confusum* que sobre *S. oryza*, reflejada por una mayor efectividad a través del tiempo.

Nexion. — Los resultados obtenidos con este insecticida fueron realmente promisoros, pues desde la primera hasta la última observación registró el más alto nivel de mortalidad, para ambas especies de insectos experimentadas, siendo asimismo de destacar su notable comportamiento a las 24 horas de contacto en todas las observaciones efectuadas. Su uniforme y elevada efectividad, así como su prolongado poder residual, lo colocan a la cabeza de todos los productos experimentados. Todo ello, sumado a la particularidad de presentar una muy baja toxicidad para los animales de sangre caliente, ya que su LD 50 es de 3750 mg/kg, permiten señalarlo como un compuesto de interesantes posibilidades futuras.

Dípterex. — La acción tóxica de este compuesto se manifestó con registros del 100 % de mortalidad para *S. oryza* hasta la observación practicada al cabo de seis semanas, para descender al 84 % en la observación posterior (2 meses), y dejar de tener significación en la subsiguiente (3 meses), con sólo un 2 % de mortalidad. Para *T. confusum*, si bien inicialmente sólo se registró un 79 % de mortalidad, los valores posteriores alcanzaron niveles más significativos, llegando al 100 % al cabo de seis semanas para descender en las observaciones posteriores hasta un 74 % de mortalidad en la practicada a los cinco meses, y caer bruscamente a cero en la siguiente, es decir, al cabo de seis meses.

Debe admitirse, en consecuencia, que el comportamiento del Dípterex tuvo cierta falta de uniformidad en su acción sobre *T. confusum*, no obstante el valor de mortalidad obtenido luego de cinco meses de iniciado el ensayo.

Cabe señalar asimismo que en casi todas las observaciones efectuadas con este compuesto, la mortalidad comprobada a las 24 horas de contacto con el insecto fué notoriamente baja en comparación con los registros obtenidos a las 48 horas, tal como puede verificarse en los cuadros correspondientes. Ello permite inferir que requiere lapsos más prolongados de exposición para que se note su acción insecticida.

En cuanto a su efectividad sobre *S. oryza*, es de menor amplitud, ya que después de los dos meses la mortalidad registrada resultó extremadamente baja.

CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas de laboratorio, asimilables al tratamiento de locales e instalaciones destinados al almacenaje y conservación de granos, permiten extraer las siguientes conclusiones:

- 1º — Todos los insecticidas estudiados, es decir: Nexion, DDT, metoxicloro, Dípterex y lindano, registraron valores de mortalidad que oscilaron entre 91 % y 100 % para ambas especies de insectos experimentales (*Sitophilus oryza* y *Tribolium confusum*), con la única excepción del Dípterex para *T. confusum* que señaló sólo 79 %, en la observación inmediata al tratamiento. De ello se infiere que cualquiera de dichos insecticidas, con la salvedad apuntada, podría ser aconsejado para aquellos casos en que no interesa mayormente el poder residual.
- 2º — El compuesto Nexion presentó un elevado poder residual ya que su efectividad se mantuvo uniformemente al más alto nivel, tanto para *S. oryza* como para *T. confusum* hasta la última observación practicada al cabo de seis meses.
- 3º — El DDT conservó su efectividad máxima hasta las dos semanas para *S. oryza* y hasta los cuatro meses para *T. confusum*.
- 4º — El metoxicloro registró valores de mortalidad del 96 % para *S. oryza* al cabo de seis semanas y de 100 % para *T. confusum* luego de cuatro meses.
- 5º — El Dípterex acusó el máximo de eficacia hasta las seis semanas para *S. oryza*, en tanto que para *T. confusum* si bien inicialmente la mortalidad sólo fue del 79 %, con posterioridad, al cabo de seis semanas, los registros alcanzaron el más

alto nivel. Cierta irregularidad en su comportamiento sobre esta última especie induce a señalar la necesidad de ampliar las investigaciones sobre el mismo.

- 6º — El lindano se mostró como el insecticida de menor poder residual, pues su efectividad máxima se extendió hasta las cuatro semanas para *S. oryza* y sólo hasta las dos semanas para *T. confusum*.

RESUMEN

En este trabajo se empleó un método de laboratorio tendiente a determinar la eficacia y persistencia de varios insecticidas que pueden ser empleados en el tratamiento o desinfección de locales, silos u otras instalaciones previamente al almacenaje de cereales y con la finalidad de destruir los gorgojos, carcomas, palomitas y otros insectos.

Se trata de una primera etapa de investigaciones en la que se llevó a cabo una ponderación del comportamiento de cuatro insecticidas formulados como polvos mojables y uno como polvo soluble. Principalmente se procuró determinar la residualidad de varios compuestos químicos que tienen la propiedad de que las películas resultantes de su aplicación pueden matar a los insectos que se desplazan sobre ellas durante espacios de tiempo variables.

Fueron ensayados los insecticidas y formulaciones siguientes: DDT (polvo mojable al 50 %), lindano (polvo mojable al 25 %), metoxicloro (polvo mojable al 50 %), Dípterex (polvo soluble al 80 %) y Nexion (polvo mojable al 25 %).

En cuanto a los insectos, se utilizaron adultos de *Sitophilus oryza* (L.) y *Tribolium confusum* (Duv.), cuya presencia es frecuente en los locales de almacenaje de granos y que además son de difusión cosmopolita.

Las observaciones, a los efectos de controlar la efectividad y persistencia de los productos ensayados, se llevaron a cabo en forma periódica, efectuando la primera observación inmediatamente después del tratamiento y posteriormente varias veces más hasta llegar a nueve al cabo de seis meses.

El insecticida que mejor se comportó fue el *Nexion*, que desde la primera hasta la última observación registró el más alto nivel de mortalidad, tanto para *S. oryza* como para *T. confusum*.

En orden decreciente y con variabilidad en su comportamiento sobre cada una de las especies de insectos experimentales, pueden ubi-

earse metoxicloro, DDT, Dípterex y lindano, cuya residualidad en todos los casos fue menor que la registrada para Nexion.

SUMMARY

In this work we used a laboratory method with view to determinate the effectiveness and persistency of several insecticides that may be employed to desinfest rooms, silos or other buildings before storing grains in them. Our purpose was to destroy the weevils, grain moths and other insects.

This was the first step of our research. During it we performed a pondering of the behaviour of four insecticides formulated as wettable powders and one as soluble powder.

Our most important purpose was to determinate the residuality of several chemical compounds that produce a film when spraid or applied and are able to kill the insects that move over it during variable time rates.

The following insecticides and formulations were tested: DDT (wetable powder at 50 %), lindane (wetable powder at 25 %), methoxichlor (wetable powder at 50 %), Dipterex (soluble powder at 80 %) and Nexion (wetable powder at 25 %).

With reference to the insects, we used adults of *Sitophilus oryza* (L.) ("rice weevil") and *Tribolium confusum* (Duv.) ("confused flour beetle") that frequently appear where grains are stored. Besides, these insects are well known all over the world.

The observations were performed periodically, with view to control the effectiveness and persistency of the tested products. The first observation was performed immediately after the treatment and then several times more, completing nine observations during six months.

We consider the best insecticide is *Nexion* that since the first up to the last observation recorded the highest mortality for both *S. oryza* and *T. confusum*.

In decreasing order, and with diverse effectiveness for each insect studied, we may place methoxychlor, DDT, Dipterex and Lindane, whose residuality was always lower than the one recorded with Nexion.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOT, W. S. *A method of computing the effectiveness of an insecticide*. Jour. Econ. Entomology 18 (3): 265-267, 1925.
- KANTACK, B. H. y LAUDANI H. *Comparative laboratory tests with emulsion and wettable powder residues against the Indian meal moth*. Jour. Econ. Entomology 50 (4): 513-514, 1957.
- MARCH, R. B. y METCALF, R. L. *Laboratory and field studies of DDT resistant houseflies in Southern California*. California, Dep. of Agriculture. Bulletin 38 (2): 93-101, 1949.
- VINCENT, L. E. y LINDGREN, D. L. *Laboratory evaluation of contact insecticides on three species of stored products insects*. Jour. Econ. Entomology, 50 (3): 372-373, 1957.
- WALKER, D. W. *Population, fluctuation and control of stored grain insects*. Washington, Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin, 31, 66 p., 1960.

