

ACCION INSECTICIDA DIRECTA Y SISTEMICA
DE
ALGUNOS ESTERES DEL ACIDO CARBAMICO
(URETANOS)

ANTECEDENTES Y EXPERIMENTACION CON « SCHIZAPHIS GRAMINUM »¹

POR HECTOR C. SANTA MARIA²

El ácido carbámico o carbamídico no se conoce en estado libre, pero sí sus sales, ésteres y amidas. De entre sus derivados, son los ésteres los más importantes, a los que se denomina genéricamente uretanos, teniendo por fórmula general: $\text{NH}_2\text{COO C}_n\text{H}_{2n+1}$. En rigor, específicamente corresponde el nombre de uretano al éster etílico del ácido carbámico, denominándose carbamatos de metilo, de isopropilo, etc., a las demás combinaciones de este tipo.

Los ésteres del ácido carbámico constituyen sustancias estables, cristalizables, que se obtienen por reacción de los ésteres clorocarbónicos con amoníaco o con aminas. Todos los uretanos tienen propiedades hipnóticas, usándose en farmacología experimental el éster etílico como prototipo de hipnótico. En medicina tienen igual aplicación, particularmente los uretanos de alcoholes superiores, ya que la acción soporífera se intensifica si se sustituye el radical etilo por ra-

¹ Trabajo comunicado en la Sesión Agronómica, celebrada el 28 de mayo de 1953, bajo el auspicio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Eva Perón, recibido para su publicación el 3 diciembre de 1953.

² Profesor Adjunto de la Cátedra de Zoología Agrícola y Encargado del Laboratorio de Plaguidas de la Dirección General de Defensa del Agro, del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires.

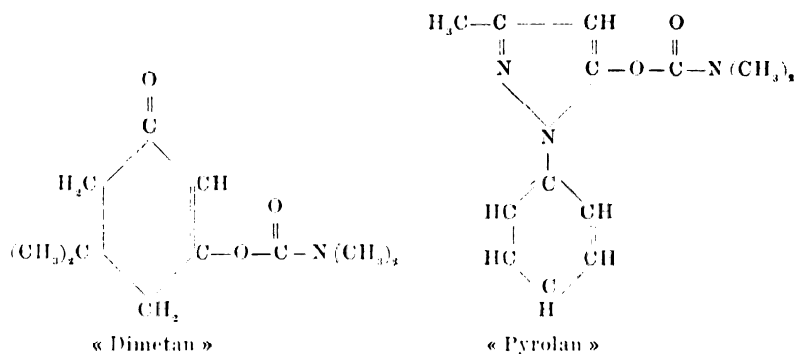
El autor agradece al Director del Instituto de Sanidad Vegetal, ingeniero Ubaldo López Cristóbal, las sugerencias recibidas durante la realización del trabajo y la lectura y corrección de los originales.

dicales mayores con cadena ramificada. Ejemplos de ellos lo constituyen el « Hedonal », que es el uretano del pentanol; el « Voluntal », del alcohol tricloroetílico, que asociado al piramidón origina el poderoso analgésico denominado « Compral »; el uretano del p. bencilfenol, empleado como oxiuricida con el nombre de « Butolán », etc.

El principio activo de las semillas de *Physostigma venenosum* (haba del Calabar), la eserina, es el metil-uretano de un fenol complejo de la serie heterocíclica, cuya acción fisiológica estriba, fundamentalmente, en una inhibición de la colinesterasa con el consiguiente efecto parasimpatomimético, pudiendo ser reemplazado en sus efectos por la prostigmina, que es un uretano sintético. Es interesante hacer notar esta circunstancia por la relación que guarda esta acción fisiológica, con la forma en que se supone, ejercen su acción insecticida los uretanos que se consideran en este trabajo.

Si bien los ésteres del ácido carbámico habían sido usados como narcóticos de insectos con fines experimentales, incluyéndolos Brown (1), en su clasificación farmacológica de venenos para insectos, dentro de las drogas narcóticas, son investigadores suizos, quienes a partir del año 1949 experimentan e investigan las posibilidades insecticidas de diversos uretanos, buscando sustitutos del DDT, ante el problema que plantea la resistencia creada para esta droga, por especies antes susceptibles.

« Dimetan y « Pyrolan ». En 1951, Grob (2), dió a conocer los resultados logrados con los compuestos experimentales G-19.258 (« Dimetan ») y G-22.008 (« Pyrolan »), uretanos a los que corresponde la siguiente nomenclatura química: 5-5 dimetil-dihidioresorcín-dimetil-carbamato y 1-fenildimetil-pirazolil-5 dimetil-carbamato, respectivamente. Sus fórmulas estructurales serán pues:



Las síntesis de ambos compuestos fué realizada por primera vez por Gysin de J. R. Geigy S. A. El « Dimetan », grado técnico, se presenta en forma de cristales amarillos, de punto de fusión entre 43° y 45°C. Es ligeramente soluble en agua (3 % a 20°C) y en aceites de petróleo; muy soluble en la mayoría de los solventes orgánicos.

Los cristales incoloros del « Pyrolan » funden a 57°C. Este compuesto es prácticamente insoluble en agua y en aceites de petróleo; soluble en alcohol, acetona e hidrocarburos aromáticos.

La actividad insecticida de estos dos uretanos, aunque limitada en cuanto al número de especies susceptibles, resultó extraordinaria, motivando la prosecución de investigaciones de compuestos afines, abriéndose así un camino de insospechables posibilidades en el « control » de los insectos, de importancia, quizá, similar al originado por los clorados y fosforados sintéticos.

El « Pyrolan » y el « Dimetan » actúan como tóxicos de contacto e ingestión, poseyendo además la condición de incorporarse al vegetal por vía radicular o por las hojas, translocándose y provocando la muerte de las especies susceptibles por acción insecticida sistémica. En pulverizaciones, a concentraciones tan bajas como 0,02 %, resultan altamente eficaces para el « control » de numerosas especies de áfidos, citando Grob, entre otras, las siguientes: *Eriosoma lanigerum*; *Myzus persicae*; *Capitophorus braggi*; *Anuraphis persicae-niger* y *Toxoptera aurantii*. No dieron resultados satisfactorios para *Brevicoryne brassicae* y sólo mediocres para *Macrosiphum rosae*. Algunos tisanópteros, tal como *Heliothrips haemorrhoidalis*, resultan harto sensibles a estos uretanos, mientras que otros, por ejemplo, *Taeniothrips simplex*, no son afectados. De los ácaros de interés agrícola, sólo *Bryobia praetiosa* es muy susceptible a estos compuestos. Wiesmann et. al. (3), refiriéndose al « Dimetan », señalan que en concentraciones mayores es efectivo para un gran número de especies de insectos.

El « Pyrolan » ha demostrado poseer también valor para el « control » de la mosca común, aunque en este orden, otros ésteres carbámicos y fosfóricos de la serie sintetizada por Gysin, tales como el « Pymiramat » y el « Diazinon » se mostraron más promisorios, de acuerdo a Hansens y Bartley (4).

En lo que respecta a la acción insecticida sistémica del « Pyrolan » y del « Dimetan », se ha demostrado que al 0,02 % en pulverizaciones, se incorporan por las hojas, translocándose más rápidamente que el « Parathion », como lo indica la tabla siguiente, transcrita de Grob:

Compuesto	Concentración	Tiempo	Reducc. de áfidos
« Dimetan »	0,02 ‰	12 hs.	66,8 ‰
« Pyrolan »	0,02 »	12 »	62,2 »
« Parathion »	0,04 »	12 »	27,3 »
« Dimetan »	0,02 »	110 »	92,4 »
« Pyrolan »	0,02 »	110 »	96,7 »
« Parathion »	0,01 »	110 »	90,0 »

La velocidad de la acción por vía sistémica, es más rápida para el « Dimetan » que para el « Pyrolan », necesitando este último 1 hora para producir un efecto similar al provocado por el primero en sólo 20 minutos. Por el contrario, el poder residual es muy superior para el « Pyrolan », que llega hasta 18 días, mientras que el del « Dimetan », no se prolonga más de 4 días. Es de hacer notar que el efecto insecticida de ambas drogas experimenta apreciables variaciones, condicionadas a factores abióticos, tales como temperatura y humedad ambiente.

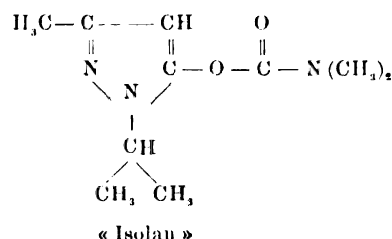
Un aspecto que preocupa a los biólogos es la universalidad de muchos de los plaguicidas modernos, que provoca considerables disturbios en el equilibrio biológico, creando problemas por la destrucción de especies útiles. Por ello, en el estudio de cualquier nuevo producto insecticida, debe considerarse su efecto sobre tales especies. En el caso de los uretanos que nos ocupa, Wiesmann et. al. (3), han demostrado que resultan inocuos para los representantes de familias tan importantes como los Eulófidios, Iceneumónidos y Calcídidos y para dípteros tan benéficos como los Sífidos.

Todos los uretanos insecticidas actúan inhibiendo la colinesterasa, lo que impide su acción catalítica en la hidrólisis de la acetil-colina, que es el mediador químico en la transmisión de los impulsos nerviosos. La acumulación de la acetil-colina produce profundos disturbios nerviosos, que se traduce en convulsiones musculares que preceden a la muerte del individuo intoxicado. Es decir que los uretanos, tienen una acción fisiológica similar a la de los fosforados orgánicos (« Parathion », « TEPP », etc.), que en mayor o menor grado, según del éster carbámico de que se trate, se reproduce en los mamíferos, por lo que deben ser manipulados con máximas precauciones.

El estudio toxicológico del « Dimetan » y del « Pyrolan », asigna al primero una baja toxicidad para los mamíferos, pues su D. L. 50, para ratas y ratones es de 150 mg./kg. (vía oral), mientras que el segundo acusa una toxicidad apreciablemente superior: 42 mg./kg., para ratones y 62 mg./kg. para las ratas.

Isolan. — las variaciones en la duración de la efectividad de los ésteres citados, debido a factores ambientales, hizo que se prosiguiera la búsqueda de uretanos de mayor estabilidad, resultando de ello, que el reemplazo en la molécula del grupo fenilo por radicales alquilo o hidrógeno, originaba insecticidas de potencia mucho mayor. De los compuestos sintetizados por Gysin, resultó notablemente activo el uretano identificado con el número G-23.611, al que posteriormente se denominó « Isolan ».

La primera información acerca de la composición y propiedades de este éster carbámico la suministró Grob (5) en el 3^{er} Congreso Internacional de Fitofarmacia, celebrado en París, en septiembre de 1952. Químicamente, se trata del isopropil-metil-pirazolil-dimetil-carbamato cuya fórmula estructural es :



El « Isolan », al estado puro, se presenta como un líquido incoloro e inodoro, de punto de ebullición 105° a 107°C a 0,3 mm. Peso específico 1,07 a 20°C. Es miscible en cualquier proporción en agua, alcohol, acetona y xilol; muy estable en medio neutro, se saponifica con ácidos fuertes o álcalis. El producto grado técnico es de una coloración marrón rojiza, que le comunica la pirazolona que siempre contiene como impureza.

La acción insecticida del « Isolan » se ejerce por ingestión, contacto y fumigación. Su característica principal estriba en la facilidad con que es absorbido por la planta, translocándose rápidamente, actuando sobre los insectos como tóxico sistémico.

El campo de acción del « Isolan », en lo que se refiere al número de especies susceptibles, es más amplio que el de los uretanos considerados anteriormente, no obstante ser su aptitud esencial, afdicida. En distintos ensayos se ha mostrado activo para determinados psídidos, algunos coleópteros y ciertos ácaros.

Su acción insecticida directa es tan poderosa que bastan 4 a 6 gramos de droga en 100 litros de agua (0,004 a 0,006 %), para provocar la muerte de los afdidos en pocos instantes. Entre las especies que

sucumben a la concentración antedicha merecen destacarse por su importancia económica, *Eriosoma lanigerum*; *Myzus persicae*; *Macrosiphum solanii* y *Brevicoryne brassicae*. Es de hacer notar que a la eficacia del producto en su acción directa se suma la actividad sistémica, que se produce como consecuencia de la absorción del pulverizable a través del follaje, lo que determina la muerte de los insectos refugiados en agallas u hojas deformes que, comúnmente, escapan a la acción de otros afidicidas.

Los métodos de aplicación por los cuales ha sido posible incorporar el « Isolan » a la corriente de savia del vegetal, con la consiguiente acción insecticida sistémica, son : a) por pulverización de la parte aérea ; b) mediante riegos ; c) « pintando » zonas de troncos y tallos ; d) por inmersión de tubérculos y semillas en soluciones de la droga. Algunos ejemplos tomados de trabajos de Grob (5) y otros citados por Ferguson y Alexander (6), han de servir para ilustrar acerca del poder letal del « Isolan », según sea el procedimiento de aplicación.

Pulverizaciones con 0,005 % de activo sobre *Vicia faba*, infestadas con *Aphis fabae*, mantienen en la planta una toxicidad tal como para producir una mortalidad del 100 % de individuos durante un período de 7 días, porcentaje que a partir de entonces decrece y sólo llega al 50 % a los 12 días. Para otras especies de afididos, tal como *Myzus persicae*, con la concentración antedicha, sólo se logra un control de 100 % durante 2 días, requiriéndose elevarla al 0,01 % para mantener una eficacia similar durante 7 días. La absorción por vía radicular es muy rápida, como lo muestra el hecho de que la inmersión de raíces de plantas infestadas con *Macrosiphum pisi* en una solución del uretano al 0,005 %, produzca la muerte de los afididos en pocas horas. En otros ensayos se logró mediante riegos con soluciones de « Isolan », a concentraciones variables entre 0,05 % y 0,025 % a dosis de 200 cc., preservar plantas de Canna del ataque de afididos durante un mes.

Otra de las formas de aplicación, como se ha expresado, consiste en « pintar » tallos o ramas con la droga incorporada en vaselina o lanolina, con lo que se logra la absorción por la planta y su translocación. Manzanos en espaldera, a los que se aplicó en la base de los tallos el « Isolan » al 0,2 % en vaselina, en una dosis de activo de 2 á 5 veces mayor que la requerida para una pulverización normal (que se expresa en gramos de sustancia por centímetro cuadrado de sección de tallo), se los liberó del ataque de diversos afididos, entre ellos *Eriosoma lanigerum*, durante un período de más de 4 meses. Este

procedimiento de aplicación es el que confiere mayor poder residual.

La inmersión de tubérculos de papa en soluciones de «Isolan» al 2 ‰ y 4 ‰, durante 16 horas, da a las plantas originales de tales tubérculos, poder tóxico para *Myzus persicae* durante 25 a 34 días. Existiendo una correlación marcada entre concentración del baño y duración de la acción insecticida sistémica, como lo prueban estas cifras:

0,4 ‰	»	mueren los afidos hasta 11 días después de la germinación		
2 ‰	»	»	25	»
4 ‰	»	»	34	»

El aumento de la concentración y del tiempo de inmersión determinan efectos fitotóxicos, tales como retraso y aun anulación de la germinación. Estos resultados guardan estrecha analogía con los obtenidos por el autor en el tratamiento de semillas de avena.

El tratamiento de semillas de *Vicia faba*, durante 24 horas, en soluciones al 0,1 ‰, confiere protección a las plantas originadas de las mismas, durante alrededor de 30 días.

El «Isolan», que actúa como insecticida al igual que los demás uretanos, por inhibición de la colinesterasa, tiene una acción selectiva con respecto a los insectos benéficos, menor que la del «Dimetan» y del «Pyrolan». Las larvas de coccinélidos y los sírfidos son susceptibles a sus efectos, mientras que los Calcídidos han demostrado ser resistentes.

La toxicidad del «Isolan» para los mamíferos es considerablemente mayor que la de los otros uretanos insecticidas, dando Grob las cifras siguientes: DL 50 para ratones: 12 a 18 mg/kg y de 54 mg/kg para las ratas. De estos datos se infiere que el «Isolan» es un tóxico poderoso para los animales de sangre caliente, que puede ser absorbido por piel o inhalado, por lo que debe ser manipulado con precauciones similares a las recomendadas para los insecticidas fosforados orgánicos, que son de acción fisiológica idéntica.

EXPERIMENTACIÓN DE LOS URETANOS PARA EL «CONTROL» DE «SCHIZAPHIS GRAMINUM»

Desde el año 1949 se conducen en el Laboratorio de Zoología, trabajos referentes a insecticidas sistémicos y a su incorporación a la planta por el método original de tratamiento de semillas (7). Por ello, las primeras noticias sobre la actividad insecticida de los ure-

tanos nos indujo a experimentarlos, los que fué posible gracias a la inestimable colaboración de la Cía. Geigy Argentina, que suministró al Laboratorio droga y material bibliográfico, permitiendo así encarar los ensayos aquí relatados y los que se efectúan actualmente sobre otras plagas de interés agrícola ¹.

El objetivo fundamental de la experimentación consistió en determinar las posibilidades de los uretanos en el « control » del « pulgón verde de los cereales » (*Schizaphis graminum*). Primeramente se ensayó el « Pyrolan » y luego concitó la atención el « Isolan », dado que se lo estimó mucho más promisorio para luchar contra la mencionada plaga. Los dos ésteres carbámicos fueron probados en el laboratorio en pulverizaciones, espolvoreos, riegos y tratamiento de semillas, procedimiento este último, experimentado más intensamente.

Tratamiento de semillas. — Se trataron por inmersión semillas de avena (*Avena sativa*), en soluciones de la droga en agua, a las concentraciones siguientes: 0,25 %; 0,5 %; 1 % y 2 %. El tiempo de tratamiento fué variable entre 15 minutos y 48 horas. Las plantas provenientes de las semillas tratadas y los correspondientes testigos se infestaron en momentos variables, según fuera la finalidad del ensayo, a razón de 25 áfidos ápteros (adultos y ninfas) por planta, haciéndose observaciones periódicas a partir de 1 hora después de hecha la infestación.

El registro de las observaciones se hacía, 6; 24 y 48 horas después de la infestación, computándose los pulgones caídos, pero con movimiento, como « knock-down » y los inmóviles como « muertos ». Asimismo se anotaba la clorosis producida por los áfidos, expresándola en por ciento de área foliácea afectada.

Resultados de las inmersiones durante 15 y 30 minutos y 1 y 2 horas en soluciones al 0,25 % y 0,5 %. — La germinación se inició, en testigos y tratados, a los 4 días de efectuada la siembra para los tres primeros tiempos y hubo un retraso de aproximadamente 48 horas en las tratadas durante 2 horas; no ocurrió la germinación en las semillas mantenidas 24 horas en inmersión.

En todos los casos las plantas provenientes de semillas tratadas tuvieron efecto insecticida sistémico para el pulgón verde. El término requerido para que las plantas quedaran prácticamente libres de in-

¹ El autor deja constancia de su agradecimiento a « Geigy Argentina » y muy especialmente al Jefe del Servicio Biológico, ingeniero Richard Cooper.

sectos fué de alrededor de 48 horas. En uno de los ensayos se contaron, al término de dicho lapso, sobre 5 plantas tratadas, 13 individuos y 280 sobre los correspondientes testigos. A los 7 días de realizada la infestación no quedaba ningún afidido sobre el lote tratado, que tenía una clorosis que tomaba del 30 al 40 % del área foliácea, mientras los testigos comenzaban a ser abandonados por los pulgones en razón de su clorosis casi total (95 %). Transcurridos 12 días desde la emergencia, las plantas se reinfestaron, notándose una sensible disminución del poder insecticida sistémico, ya que, a las 48 horas, aún había un considerable número de afididos sobre las plantas tratadas (30 % de los existentes sobre los testigos).

Resultados de inmersión de semillas en soluciones de « Isolan » al 1 %, durante períodos iguales a los anteriores. — La germinación fué normal para los 4 primeros términos, no retrasándose para la inmersión de 2 horas, como ocurrió en el caso anterior, lo que induce a pensar que pequeñas variantes en la temperatura de la solución o las condiciones ambientales, juegan un rol importante sobre el efecto de la droga.

A los dos días de producida la emergencia de las plantas se infestaron con 25 afididos cada una. En uno de los ensayos, observado en forma ininterrumpida desde el momento de la infestación, se comprobó que 1 hora después de realizada, el 90 % de los individuos estaban ubicados sobre las plantas, alimentándose, experimentando 2 horas más tarde el efecto de la droga, habiendo sido derribados la casi totalidad, quedando algunos muertos sobre el vegetal con el rostro inserto en él, lo que mostraba la violencia del tóxico. De los derribados sólo algunos pocos acusaban movimientos, pero eran incapaces de subir a la planta.

A los 5 días se reinfestaron las plantas, registrándose 16 horas más tarde la totalidad de los pulgones derribados, de los que el 70 % estaban aparentemente muertos. Mientras tanto, las plantas testigos, que seguían sufriendo los efectos de la infestación inicial, tenían una clorosis de más de 50 %. En el ensayo que se relata no se apreció diferencia entre los distintos períodos de tratamiento (fotografías 1 y 2).

Los mismos lotes de plantas se continuaron infestando con intervalos de 5 días para determinar el poder residual, apreciándose que el tiempo que tardan en intoxicarse los pulgones es cada vez mayor, lo que denota una disminución del poder tóxico de los jugos tisulares, provocada, quizá, por descomposición de la droga o por dilución de

la concentración. La acción insecticida sistémica llegó a anularse totalmente transcurridos 35 días desde la emergencia de las plantas.

En los ensayos precedentemente relatados, pudo comprobarse que existe correlación entre tiempo de tratamiento y duración de la efectividad. Las plantas originadas de semillas tratadas durante 24 horas al 1% (nótese que en este caso hubo germinación en contraposición

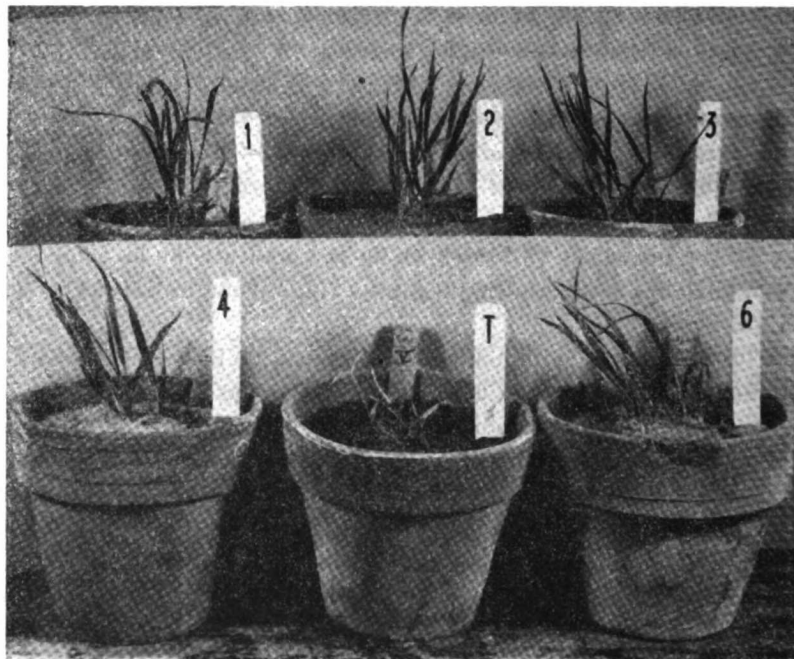


Fig. 1. — Aspecto de plantas (1-2-3-4 y 6) provenientes de semillas tratadas con « Isolan » al 1% durante 15 ; 30 ; 60 y 120 minutos y 24 horas, respectivamente, después de haber sorteado tres infestaciones de *Schizaphis graminum*. Compárese con las plantas testigos (T), totalmente secas como consecuencia de la primer infestación.

a lo que ocurrió a concentraciones menores), que tenían un desarrollo marcadamente inferior al de los testigos, mantuvieron una actividad insecticida más energética, lo que se puso particularmente en evidencia a los 20 días de la emergencia, pues la caída de los pulgones se producía mucho más rápidamente que en el resto de plantas, en las que había una gradación en la velocidad de acción, condicionada a los distintos tiempos de tratamiento.

El « Isolan » al 2% fué también probado, obteniéndose resultados satisfactorios desde el punto de vista insecticida, pero tiempos de

tratamiento de 60 minutos y aun de 30, en determinados casos, produjeron efectos fitotóxicos, evidenciados por retraso en la germinación y necrosis del ápice de las hojas. En una de las pruebas (2 % inmersión 30 minutos), fueron suficientes 60 minutos desde la infestación para que las plantas quedaran libres de pulgones.

Con el « Pyrolan » se realizaron algunos ensayos para tratar de incorporarlo por vía de la semilla. Primero se intentó por inmersión de semillas en soluciones hidroalcohólicas de la droga y luego mediante

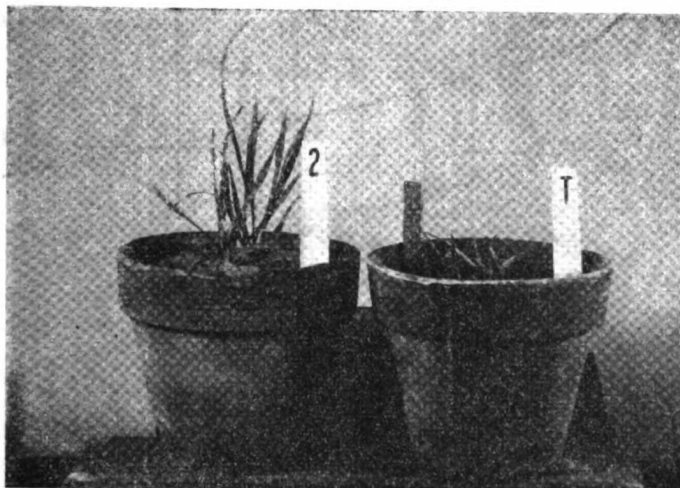


Fig. 2. — Detalle de plantas (2) originadas de semillas sometidas a inmersión en « Isolan » durante 30 minutos y que en el término de 20 días fueron infestadas cuatro veces con áfidos, eliminándolos por acción insecticida sistémica. Las plantas testigos (T) murieron por la primer carga de pulgones.

el tratamiento con suspensiones, preparadas con « Gesaflox », producto comercial, humectable, a base de 10 % de « Pyrolan ». En el caso de las soluciones la fitotoxicidad fué muy intensa, observándose no obstante, cierta acción insecticida sistémica. Con el polvo mojable al 0,5 %, la inmersión de las semillas durante 64 horas, originó plantas que en 5 días producían la muerte de los áfidos. Estos resultados sólo tienen un valor relativo, ya que los ensayos fueron incompletos y se abandonaron ante las mayores perspectivas que presentaba el « Isolan », por su mayor poder insecticida y su solubilidad en agua.

Pruebas demostrativas de la incorporación de la droga a la planta. — Se consideró necesario realizar algunos ensayos complementarios,

que demostraran en forma irrefutable, la translocación a la planta del « Isolan » absorbido por la semilla y descartaran la suposición de que la muerte de los afídidos fuera ocasionada por acción fumigante de los vestigios de droga adheridos a las semillas.

En un primer ensayo se cortaron trozos de hojas provenientes de semillas tratadas con « Isolan » al 1 % durante 1 hora, disponiéndolas en arena que obraba como soporte (fig. 3). Inmediatamente se infestaron con afídidos, que insertaron normalmente sus rostros en

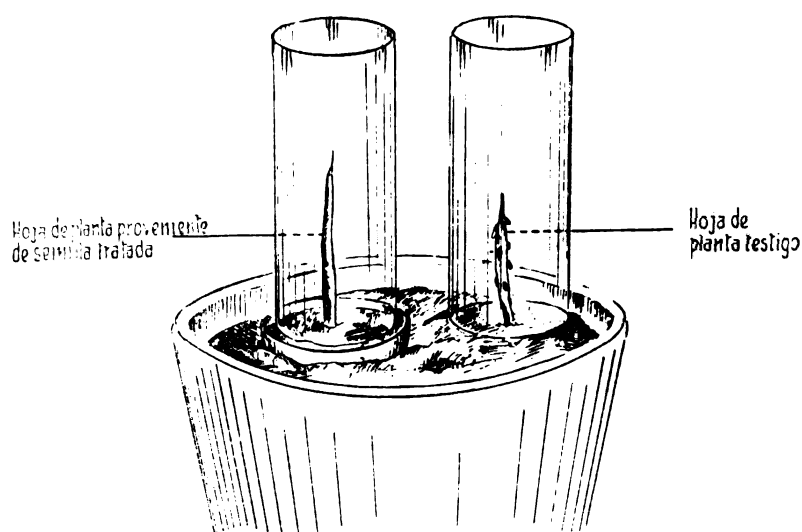


Fig. 3. — Disposición de las hojas en uno de los ensayos probatorios de la acción insectida sistémica

los tejidos, experimentando al cabo de 3 horas los efectos letales del uretano.

En otra prueba, entre 5 plantas de semillas sin tratar infestadas con pulgones (A), se dispuso un tubo con 1 cc. de « Isolan » al 10 %, quedando la boca del tubo a ras del suelo (fig. 4). En otra maceta (B), se dispuso otro igual, sujeto a la parte superior de un tubo de farol (fig. 5), que se colocó también en la maceta (A), creándose así un ambiente confinado. A las 24 horas los insectos de la maceta (B) habían caído en su totalidad por efecto fumigante de los vapores de la droga. En el caso (A), a las 24 horas los afídidos estaban aparentemente normales y recién después de 48 horas comenzaron a caer. La diferencia en la velocidad de acción se explica en razón de la densidad de los vapores. El ensayo, prueba que en ningún caso el efecto

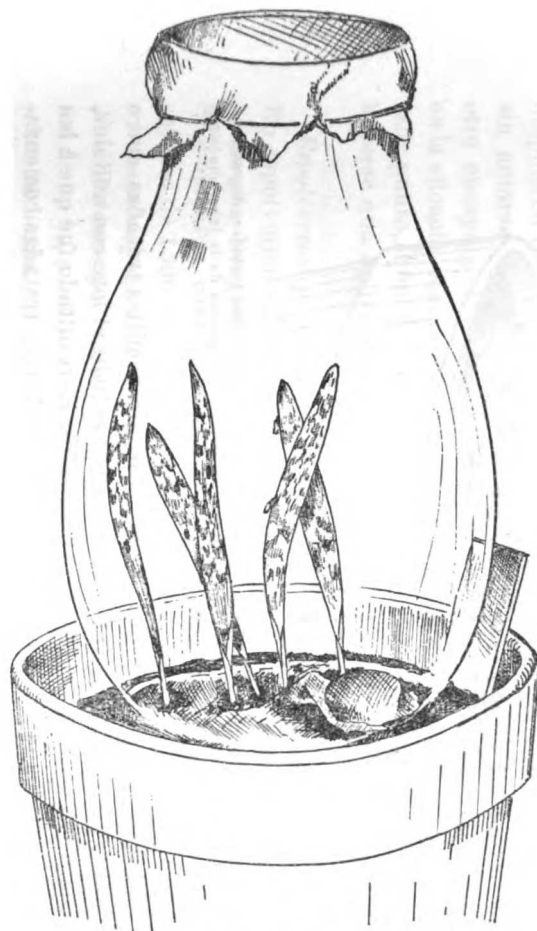


Figura 4

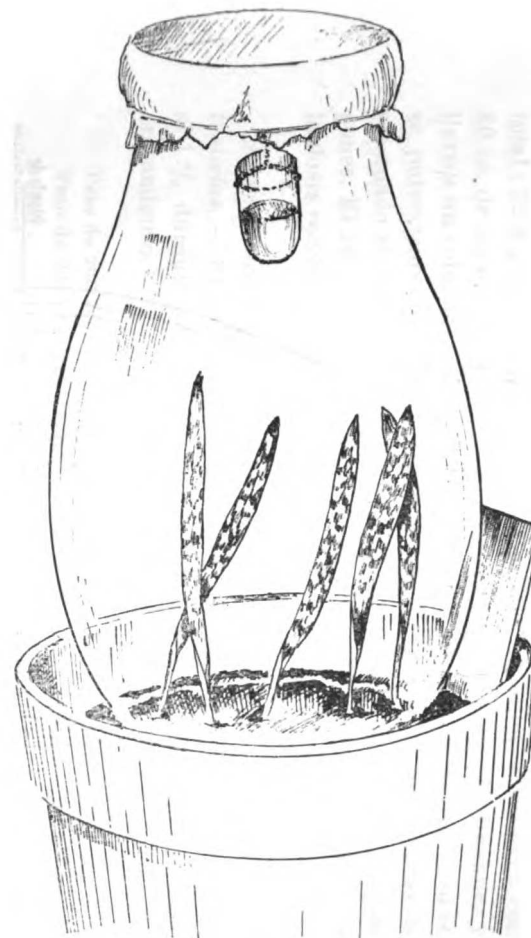


Figura 5

Macetas con tubos conteniendo 1 cc. de « Isolan » al 10 %, en ambiente confinado, para determinar el poder fumigante de la droga

tóxico rápido experimentado por los pulgones sobre plantas de semillas tratadas, pueda deberse a acción fumigante de las cantidades infinitamente menores de droga adherida a los tegumentos de las semillas.

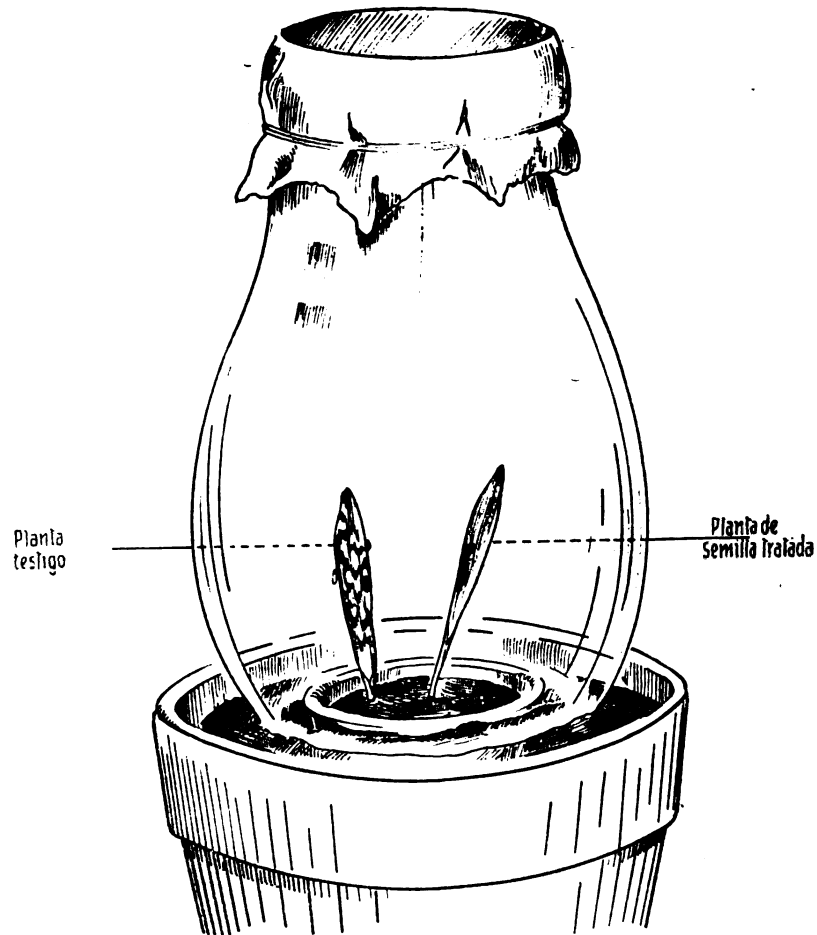


Fig. 6. — El efecto sobre los pulgones de plantas de avena de semillas tratadas, dispuestas conjuntamente con otras testigos, infestadas, constituyó otra prueba de la incorporación del « Isolan » por vía de la semilla.

El trasplante de avenas provenientes de semillas tratadas entre plantas sin tratar (fig. 6) y la infestación de todo el lote con áfidos, constituyó otro de los ensayos realizados. El resultado fué que a las dos horas, los individuos ubicados en las plantas tratadas comenzaron a experimentar los efectos del compuesto, mientras que los testi-

gos continuaban normalmente hasta marchitez total, ocasionada por las toxinas del pulgón.

Otra prueba concluyente fué la siguiente: 296 plantas provenientes de semillas tratadas con « Isolan » al 1 % durante 1 hora, se cortaron a ras del suelo cuando tenían una altura media de 5 cm (peso total: 22,5 gramos), disponiéndolas en una licuadora « Turmix » con 80 cc. de agua, durante tres minutos; se filtró luego por Buchner y llevó a un volumen de 150 cc. Con el líquido, mediante un De Vilbiss, se pulverizaron avenas infestadas con pulgones. A las 6 horas de efectuado el tratamiento habían caído alrededor del 80 % de los pulgones. El 20 % restante sobrevivió, presumiblemente, debido a que la dosis recibida fué mínima.

Determinación del aumento de peso experimentado por las semillas tratadas. — Se trataron 200 semillas con una solución de « Isolan » al 1 % durante una hora, pesándolas antes y 24 horas después del tratamiento.

Peso de 200 semillas sin tratar :	7,782 g	Promedio :	38,9 mg
Peso de 200 semillas tratadas :	9,128 g	Promedio :	45,64 mg
Aumento promedio por semilla :		6,74 mg	

Como último dato de interés respecto al tratamiento de semillas, resta agregar que semillas tratadas y guardadas inmediatamente después en recipientes cerrados, fueron sembradas un mes más tarde, sin notarse disminución de la actividad insecticida sistémica. En otro ensayo, a los 45 días había ocurrido una sensible disminución en la eficacia. Actualmente se han dispuesto ensayos metódicos sobre este punto, que se considera de importancia en caso de llegar a hacerse una aplicación práctica del procedimiento.

Espolvoreos, pulverizaciones y riegos con « Pyrolan » e « Isolan ». — En espolvoreos se ensayó el « Pyrolan » al 1 %, aplicado en la cámara usada por Brugnoli (8), que permite dosificar la cantidad de polvo. Se emplearon cantidades equivalentes a 20 kilos por hectárea, sobre cajones de 1500 cm² de superficie, con avena sembrada en tres líneas e infestadas con *Schizaphis graminum*, a razón aproximadamente de 25 individuos por planta. La reducción de afidos sobre las plantas fué de 90 %, a los 30 minutos de realizado el tratamiento, y de 100 % a las 24 horas.

Resultados similares se obtuvieron pulverizando con De Vilbiss

suspensiones de « Pyrolan » al 0,04 %. En este caso, a las 48 horas se reinfestaron las plantas para observar el poder residual, registrándose 2 días después un control de 92 %.

Con el « Isolan » se efectuaron pulverizaciones de plantas de avena de 5 a 10 cm, dispuestas a razón de 5 por maceta, infestadas con 25 a 30 pulgones cada una. La aplicación se hizo con De Vilbiss, usándose 5 cm³ de solución para cada lote de plantas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes :

- | | | |
|---------------|--------|--|
| Concentración | 1 ‰ | : a los 5 minutos comienzan a caer los áfidos y a los 30 el « Knockdown » es total. |
| » | 0,5 ‰ | : resultado igual al anterior. |
| » | 0,05 ‰ | : no ocurre caída inmediata de pulgones. A las 24 horas quedan sobre las plantas 16 individuos sobre un total de 140 (control 90 %). |
| » | 0,01 ‰ | : a las 24 horas sobre un total de 128 áfidos hay sobre las plantas 32 (control 75 %). |

Además de los ensayos relatados, efectuados en el laboratorio, el autor en colaboración con el ingeniero Francisco K. Ulaver, en su condición de técnicos de la Dirección General de Defensa del Agro del Ministerio de Asuntos Agrarios, tuvieron oportunidad de hacer una aplicación a campo del « Isolan » al 0,5 ‰, en la localidad de Villa Iris (Prov. de Bs. As.), en un campo intensamente infestado por el pulgón verde de los cereales, dispersándolo sobre parcelas de 100 metros cuadrados, mediante un pulverizador a mochila, provisto de pico para herbicidas. El resultado obtenido fué muy promisorio, lográndose un control, prácticamente del 100 %.

Finalmente, se hicieron algunas aplicaciones del « Isolan » al 1 ‰, en riegos, sobre plantas de avena de 2 meses de edad, infestadas con *Schizaphis graminum*. La dosis de aplicación fué de 30 cm³ para una superficie de 175 cm². A las 24 horas de realizada la aplicación, las plantas estaban completamente libres de pulgones. Para descartar una probable acción fumigante se dispusieron junto a las macetas de riego otras con plantas infestadas pero sin tratar, en forma tal que las hojas quedaran entremezcladas. El resultado fué que solamente los áfidos ubicados sobre las plantas que habían recibido el riego, experimentaron el efecto tóxico de la droga.

DISCUSIÓN

De la revisión bibliográfica y de los resultados precedentes se infiere que los uretanos, particularmente el « Isolan », son afidicidas de extraordinarias posibilidades cuya experimentación exhaustiva a campo, para el control del pulgón verde de los cereales, urge realizar, pues puede constituir una solución en la lucha química contra una de las plagas de mayor incidencia en la economía nacional.

El control del pulgón verde de los cereales se hace actualmente en nuestro medio mediante espolvoreo con hexaclorociclohexano, que si bien resulta efectivo, es muy oneroso y dado su relativamente corto poder residual no previene las reinfestaciones. En la última campaña cumplida contra el afidido en los Estados Unidos de Norteamérica, se usaron, como lo señala Ashdown (9), exclusivamente pulverizaciones, que resultan más económicas y eficaces que los espolvoreos. La droga empleada en dicha campaña fué el « Parathion » humectable y especialmente en emulsión. Las aplicaciones fueron realizadas, por el Estado y Compañías particulares, con aviones y equipos de gran poder, mientras los agricultores emplearon con éxito las máquinas dispersoras de herbicidas, procedimiento preconizado por nosotros desde el año 1948 (10).

En el caso del « Isolan », su solubilidad en agua facilitaría grandemente su aplicación como pulverizable y el tratamiento de las semillas con la droga, podría en determinados casos, proteger las plantas de avena en su primera edad y posiblemente, de otros cereales y forrajes, época en que la susceptibilidad a las toxinas del pulgón es máxima.

El uso práctico de los uretanos en el control de *Schizaphis graminum* debe ser precedido de estudios toxicológicos para determinar persistencia de la droga en la planta, efectos para el ganado, tiempo que debe transcurrir entre el tratamiento y pastación de un cultivo, etc. Asimismo deberán establecerse todos los recaudos necesarios para el manipuleo de la droga sin peligro, en forma de instruir al personal encargado de la aplicación y evitar posibles accidentes. En este último aspecto, debe hacerse notar que es sumamente necesario ir entrenando a los operarios de nuestro medio rural en el manejo de drogas de toxicidad elevada, tales como el « Parathion », uretanos, etc., pues frente a una ventaja económica importante que pueda significar su uso, no es posible prescindir de ellos, como nos están demostrando los países de más acabada técnica agrícola que, con las

demostrando los países de más acabada técnica agrícola que, con las debidas precauciones, los emplean en grandes cantidades para preservar sus cultivos. De ello constituye un ejemplo bien ilustrativo el hecho de que en 1950, solamente en el Estado de Oklahoma (EE. UU.), se hayan tratado, salvándolas del pulgón, más de 600.000 hectáreas de cereales con un tóxico tan violento como es el « Parathion ».

Resumen y conclusiones. — a) Se revisa la bibliografía referente a uretanos insecticidas, informándose acerca de las propiedades, composición y acción insecticida directa y sistémica de los ésteres carbámicos denominados « Dimetan », « Pyrolan » e « Isolan ».

b) Se demuestra la posibilidad de incorporar el « Isolan » a los jugos tisulares de plantas de avena, con las consiguiente acción insecticida sistémica, mediante tratamiento de las semillas en soluciones de la droga.

c) Se prueba la efectividad del « Isolan » y del « Pyrolan » para el control de *Schizaphis graminum*, aplicados en pulverizaciones y espolvoreos a distintas concentraciones.

d) Se demuestra la capacidad del « Isolan » para incorporarse por vía radicular por riegos y su posterior acción insecticida sistémica para el pulgón verde de los cereales.

e) Frente a los resultados logrados en la experimentación de laboratorio, sugiere la prosecución de los mismos a campos, por entender que las drogas estudiadas, particularmente el « Isolan », podrían constituir insecticidas eficaces y económicos para el control del pulgón verde de los cereales.

Summary and conclusions ¹. — a) The bibliography referring to urethane insecticides is revised, a report about the properties, composition and direct or systemic insecticidal action of the carbamic esters registered as : « Dimetan », « Pyrolan » and « Isolan », is followed.

b) The possibility to incorporate the « Isolan » in oat tissue saps, with its resulting systemic insecticidal action, by seed treatment with solutions of this insecticide, is demonstrated.

c) The effectiveness of « Isolan » and « Pyrolan » by spraying and powdering at different concentrations for the control of *Schizaphis graminum*, is demonstrated.

d) The ability of the « Isolan » to be incorporated by means of the root system and by irrigation is demonstrated and its resulting systemic insecticidal action for the control of the « greenbug », is considered.

e) As consequence of the results obtained in laboratory experiments, it is suggested that the same be continued in field trials, it is believed that this drugs, in particular the « Isolan », should be effective and economic insecticides for « greenbug » control.

¹ Resumen vertido al inglés por el profesor Ricardo D. Rodríguez.

BIBLIOGRAFIA

1. BROWN, A. W. A. 1951. *Insect control by chemicals*. New York, John Wiley y Sons. Inc., 817 pp.
2. GROB, H. *Field trials and results obtained with selective insecticides with a translocant action*. Congreso Internacional de Entomología, Amsterdam, agosto de 1951.
3. WIESMANN, VON R., R. GASSER und H. GROB. 1951. *Ueber ein neuartiges selektives Aphizid mit Tiefenwirkung*. Separata de *Experientia* VII (3) : 117-120.
4. HANSENS, E. J. and C. E. BARTLEY. 1953. *Three New Insecticides for Household Control in Barns*. — *Jour. Econ. Ent.* 46 (2) : 372-374.
5. GROB, H. *Research on the control of aphids with new chemicals based on urethanes and phosphoric esters*. Congreso Internacional de Protección de Cultivos, París, setiembre de 1952.
6. FERGUSON, G. R. and C. C. ALEXANDER. 1953. *Heterocyclic Carbamates Having Systemic Insecticidal Action*. — *Jour. of Agric. and Food Chemistry*, 1 (14) : 888.
7. SANTA MARÍA, H. C. y P. GARESE. 1949. *Nueva Técnica de Aplicación de Insecticidas Clorados*. — *Bol. Zool. Agric.* n° 11, Fac. Agr. Univ. Nac. Eva Perón.
8. BRUGNONI, H. C. 1949. *Ensayos con Nuevos Acaricidas*. — *Bol. Zool. Agric.* n° 11, Fac. Agr. Univ. Nac. Eva Perón.
9. ASHDOWN, D., ET AL. 1953. *Hazards in the use of Parathion for Greenbug Control*. — *Jour. Ent. Econ.* 45 (1) : 82-85.
10. SANTA MARÍA, H. C. 1948. « *Control* » químico de « *Schizaphis graminum* » (Rond.) Blanchard. — *Bol. Zool. Agric.* n° 10, Fac. Agr. Univ. Nac. Eva Perón.

Eva Perón, noviembre 30 de 1953.