

SUSCEPTIBILIDAD DE LOS ADULTOS DE LA CHIRIMACHA (*TRITOMA INFESTANS*) HACIA EL DDT, LINDANO, MALATION Y PROPOXUR¹

David A. Maquera²William E. Dale³

RESUMEN

Bajo condiciones de laboratorio, por el método de aplicación topical y regresión lineal dosis/mortalidad, se determinó la susceptibilidad de machos y hembras de *Triatoma infestans* a los insecticidas DDT, lindano, malation y propoxur.

Los adultos mostraron gran resistencia al DDT, equivalente a más de 600 veces las dosis de los otros insecticidas que causaron la máxima mortalidad. Comparando las Dosis Letales Medias entre sexos, se encontró mayor susceptibilidad en machos hacia el propoxur y malation;

no existieron diferencias significativas entre machos y hembras tratadas con lindano.

Al nivel de DL50 no se observaron diferencias en susceptibilidad de los machos aplicados con lindano y propoxur; estos dos insecticidas fueron significativamente más tóxicos que el malation. Para hembras, el lindano fue el principio más tóxico, seguido por el propoxur y el malation; se observaron diferencias significativas entre los tres insecticidas a nivel equitóxico.

SUMMARY

Under laboratory conditions, by using the topical application method, and a lineal regression dosis/mortality analysis, the susceptibilities in male and female adults of the chinch-bug *Triatoma infestans* to DDT, lindane, malathion and propoxur were determined. The adults manifested marked resistance to DDT, an equivalent to 600 times the dosis which caused maximum mortality with the other insecticides under study.

Comparisons between sexes at Median Lethal Dosis

level showed higher susceptibility in males than in females to propoxur and malathion; there were no significant differences between sexes under the lindane treatment.

There were not significant differences among males treated with lindane and propoxur at LD50; these two insecticides were significantly more toxic than malathion. With females, lindane was the most toxic material, followed by propoxur and malathion; there were significant differences among them at an equitoxic level.

INTRODUCCION

Triatoma infestans, conocida regionalmente como "chirimacha" es, en el Perú suroccidental así como en el cono sur de América, la principal especie transmisora de la Enfermedad de Chagas — Mazza o trypanosomiasis americana, una enfermedad importante para el hombre rural y ciudadano, asociada con extremo grado de pobreza.

La técnica para evitar la propagación de esta enfermedad se limita al control del insecto transmisor o vector, pues existen dificultades en crear protección inmunológica en el hombre.

El uso de insecticidas que eliminen ninfas, adultos y aun los huevos de esas chinches aún no pierde vigencia, por el poco éxito que han tenido otras estrategias de control. Entre las varias razones que sustentan su uso están el relativo bajo costo de su aplicación y la facilidad con que pueden implementarse programas masivos de control.

Fuera de los problemas de contaminación ambiental, el uso continuo de insecticidas trae como consecuencia la generación local de resistencia en la población de insectos; esto último ha obligado a la reformulación periódica de dosis de aplicación y aun al abandono de ciertos productos los que, a pesar de ser baratos, resultan ser infectivos, después de cierto tiempo.

Las campañas de control químico contra las chinches, son organizadas a nivel municipal o regional y debido a su alto costo global, se hace necesario medir el grado de susceptibilidad de la población hacia los productos candidatos, para así escoger el más conveniente. La determinación de la susceptibilidad es hecha en el laboratorio,

por la facilidad con que pueden estandarizarse las condiciones de la prueba. Debido a la diferente historia en el uso de insecticidas, la población sujeta a la prueba debe provenir del lugar donde se pretende organizar la campaña de control.

El presente trabajo tiene por finalidad determinar comparativamente, el grado de susceptibilidad de machos y hembras de *T. infestans* hacia el DDT, lindano (isómero gamma del BHC o HCH), malation y propoxur, con una población de chinches proveniente del límite norte en la distribución geográfica de la especie. Estos cuatro insecticidas fueron o están siendo usados en el control de las chinches y la metodología y los resultados obtenidos, podrán ser empleados para futuros ensayos con chinches provenientes del mismo u otros lugares, facilitando de este modo indicios sobre la posible evolución de la resistencia entre localidades y en el tiempo. Los resultados asimismo confiamos serán de ayuda al momento de seleccionar los productos a usarse.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado durante 1978 y 1979, con hembras y machos de *T. infestans*, libres de *Trypanosoma cruzi*, descendientes (F7 y F8) de una muestra colectada intradomiciliariamente, a mediados de 1975, en la ciudad de Nazca, departamento de Ica, Perú. Las colonias fueron mantenidas entre 27 y 29°C y entre 70 y 80% de H.R., alimentadas sobre palomas, siguiendo el método descrito por Maquera (1980).

Los ensayos se efectuaron aproximadamente a 21°C, con adultos de tres a cinco días de edad, en ayuno y con pesos promedios de 206 mg para machos y 236 mg para hembras.

Después de realizar pruebas tentativas para determinar las dosis de trabajo, se iniciaron las pruebas definitivas con grupos de veinte ejemplares de cada sexo por repetición.

Se probó un mínimo de cuatro dosis por insecticida (Cuadro 1), cada una de ellas con tres a cuatro repeticiones. Las dosis son expresadas en microgramos μg (0.000001 g) de ingrediente activo por gramo del peso promedio de

1. Tesis presentada por el primer autor, como requisito para optar el Grado de Magister in Scientiae en Entomología, ante el Programa Académico de Graduados de la Universidad Nacional Agraria, La Molina.

2. Dirección actual: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Apartado 278, Huánuco, Perú.

3. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Apartado 456, Lima 100, Perú.

cada ejemplar. Los insecticidas, en grado técnico, fueron disueltos en acetona y, en la dilución apropiada, dejados sobre el insecto con un microaplicador ISCO modelo M⁴. Cada insecto, adormecido con anhídrido carbónico, recibió en sus dos primeros esternitos abdominales una gota de 2 mm³ de la dilución insecticida.

CUADRO 1 — CONCENTRACION DEL INGREDIENTE ACTIVO Y DOSIS DE APLICACION DEL DDT, LINDANO, PROPOXUR Y MALATION, CONSIDERADAS EN LOS ENSAYOS PARA MEDIR LA SUSCEPTIBILIDAD DE MACHOS Y HEMBRAS DE *TRIATOMA INFESTANS*.

Insecticida	% Ingrediente Activo	Dosis ensayadas (ug/g) por sexo	
		Machos	Hembras
DDT	73.5	100-120-250-500-1000 2500 - 5000 - 6000	100-120-250-500-1000 2500 - 5000 - 6000
lindano	95.0	3 - 5 - 7 - 9	5 - 7 - 9 - 11
propoxur	99.3	5 - 7 - 9 - 11	5 - 7.5 - 10 - 12.5 15
malation	96.0	10 - 20 - 30 - 40	30 - 40 - 50 - 60

Las chinches tratadas fueron observadas por cinco días, antes de registrar el por ciento de mortalidad por repetición y tratamiento.

Para el análisis del efecto insecticida, se siguió el criterio de Bliss (1935), introduciendo los ajustes y correcciones de pesos del mismo autor y los de Swaroop & Uemura (García, 1959). El cálculo de las Dosis Letales (DL) 30, 50 y 90, fue hecho mediante el modelo de regresión lineal dosis-mortalidad; los límites fiduciales sirvieron para determinar si existieron diferencias significativas entre insecticidas y entre sexos, en sus dosis equitoxicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los ensayos con el DDT, no se observó mortalidad ni en machos ni en hembras, a la máxima concentración del ingrediente activo en acetona (58 g en 100 ml, según Jones *et al.*, 1945), equivalente a más de 6000 ug por gramo de peso de insecto. Los demás insecticidas en cambio causaron un promedio de 90% de mortalidad, con dosis entre 11 y 56 ug/g.

El DDT es un producto cuyo uso actual se limita al control de ciertos insectos vectores como son los zancudos en países en vías de desarrollo pues, a pesar de todas las controversias en su entorno, reúne cualidades de bajo costo y adecuada residualidad. Pocos años después del ingreso del producto como agente de control, se encontraron evidencias de que ciertas especies de chinches eran poco susceptibles (¿tolerantes o resistentes?) al insecticida, aun cuando éste se aplicaba en depósitos tan altos como 100 g i.a./m² (Busvine & Barnes,

1947), 50 veces más altos que los empleados ahora para el control de zancudos.

La poca efectividad del DDT contra *T. infestans* fue corroborada en Argentina (Abalos & Wygodzinski, 1951) y en Chile (Neghme & Silva, citados por Brown, 1958), atribuyéndose la "generación de resistencia" a la inadvertida acción de selección que operó sobre la población de chinches, las intensas campañas antimaláricas (Anónimo, 1966). Más aún, se encontró que las ninfas IV y V de *T. infestans* y de otras especies de triatomíneos, eran menos susceptibles que los adultos (Abalos & Wygodzinski, 1951; Fox *et al.*, 1966; Corréa *et al.*, 1971).

Entre los organoclorados, no sólo el DDT presentó problemas en su empleo continuo; el dieldrin fue el insecticida más usado en Venezuela contra *Rhodnius prolixus*, la chinche vectora más importante en aquel país (Carrillo, 1954; Cova *et al.*, 1962; Gonzales, 1966). Sin embargo, después de un tiempo, se decidió su reemplazo por el BHC cuando se demostró la resistencia de la población de chinches y se evaluaron los riesgos de su alta toxicidad hacia mamíferos (Nocerino, 1976). Igual que con el DDT, las ninfas fueron menos susceptibles que los adultos (Fox *et al.*, 1966; Kul'kova & Fedder, 1976).

Comparando los coeficientes de regresión o pendientes (b), las DL50 y sus límites fiduciales de machos y hembras, tratados con lindano, malation y propoxur (Cuadro 2), se observa que la susceptibilidad de los adultos, independientes del peso, estuvo determinada por el sexo. Machos que recibieron lindano y malation, responden con menores incrementos de mortalidad que las hembras, al cambiar la dosis de aplicación; lo opuesto sucede con el propoxur. Sin embargo, una vez hallada la ecuación de regresión, trazadas las líneas de regresión dosis-mortalidad (Gráficos 1 y 2) y encontrados los límites fiduciales, se infiere que los machos son significativamente más susceptibles que las hembras tratándose del malation y propoxur, no existiendo diferencias entre los sexos en el caso del lindano. Debido a la ampliación de los límites fiduciales al nivel de DL90, no se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras para ninguno de los tres insecticidas. La mayor susceptibilidad, de machos de *T. infestans* hacia ciertos insecticidas fue reportada por Kul'kova (1975). Usando papeles impregnados con dieldrin, encontró que la concentración que causa 50% de mortalidad fue de 0.43% para machos y de 0.72% para hembras; chinches alimentadas fueron menos susceptibles que aquellas en ayuno, quizás por la variación de la relación dosis/peso del insecto, pero las diferencias entre machos y hembras se incrementaron. En el arrebatiado *Dysdercus peruvianus*, una chinche fitófaga, se encontró situación parecida: los machos fueron más susceptibles que las hembras al paration etílico (Zavala, 1966; Reyna, 1969) y al carbaryl (García & Raven, 1969; Reyna, 1969).

CUADRO 2.— COEFICIENTES DE REGRESION, DOSIS LETALES (ug/g) 30, 50, 90 Y SUS LIMITES FIDUCIALES (P=0.95) DEL LINDANO, PROPOXUR Y MALATION PARA MACHOS Y HEMBRAS DE *TRIATOMA INFESTANS*, HALLADAS POR EL METODO DE APLICACIONES TOPICALES.

Insecticida	Número total individuos	b	DL30		DL50		DL90	
			(límites)	(límites)	(límites)	(límites)		
MACHOS								
DDT	240	—	Más de 6,000					
lindano	240	3.30	4.2	(3.6 a 4.9)	6.1	(5.4 a 6.9)	15.0	(10.1 a 19.9)
propoxur	320	4.59	5.6	(5.0 a 6.2)	7.3	(6.7 a 7.8)	13.9	(11.4 a 16.2)
malation	240	3.33	15.7	(13.2 a 18.1)	22.5	(19.9 a 25.3)	54.7	(40.9 a 68.4)
HEMBRAS								
DDT	240	—	Más de 6,000					
lindano	240	6.78	5.9	(5.4 a 6.4)	7.1	(6.6 a 7.5)	11.0	(9.8 a 12.1)
propoxur	380	3.51	6.1	(5.3 a 6.9)	8.6	(7.9 a 9.4)	20.0	(15.9 a 24.1)
malation	240	6.86	30.5	(27.6 a 33.5)	36.4	(33.9 a 38.9)	56.0	(50.6 a 61.4)

4. ISCO, Scientific Laboratory Instruments, 5624 Seward Ave., Lincoln, Nebraska, U.S.A.

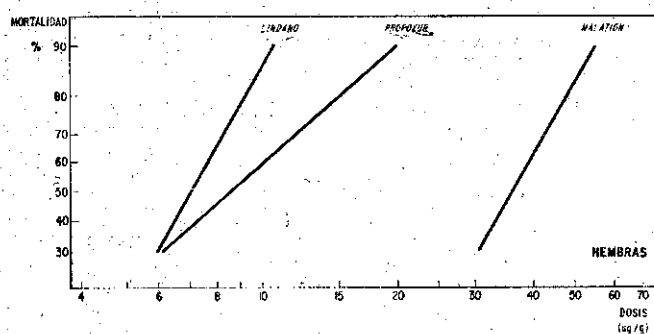


GRAFICO 1.—Líneas de Regresión Dosis/Mortalidad para Hembras de *Triatoma infestans*, en Ensayos de Laboratorio con lindano, propoxur y malation.

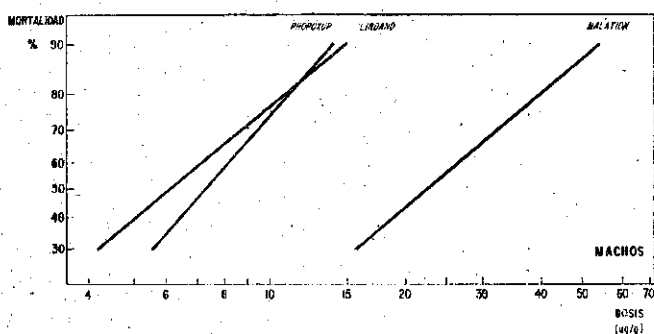


GRAFICO 2.—Líneas de Regresión Dosis/Mortalidad para Machos de *Triatoma infestans*, en Ensayos de Laboratorio con lindano, propoxur y malation.

La causa de la diferencia en susceptibilidad entre sexos de *T. infestans* no ha sido establecida, sin embargo, en otros insectos vectores se cree está ligada a la expresión de los cromosomas sexuales (Seawright et al., 1978).

Los principios tóxicos ensayados, al ser comparados independientemente los machos de las hembras, presentan diferencias en efecto (Gráfico 1 y 2). Análisis comparativos de las pendientes (b), indican que la respuesta funcional en la mortalidad de los machos al cambiar la dosis aplicada, es mayor en el propoxur que en el malation y lindano. En hembras sucede lo opuesto, pues tanto el malation como el lindano producen mayor respuesta en la mortalidad que el propoxur. Comparaciones entre los límites fiduciales de la DL50 entre insecticidas, permitieron establecer que los efectos del lindano y propoxur en machos no difieren entre sí, sin embargo, ambos fueron significativamente más tóxicos que el malation. Traduciendo estas diferencias a términos de potencia relativa el malation requeriría 3 y 3.7 veces dosis más alta que el propoxur y que el lindano respectivamente, para matar el 50% de los machos expuestos. En el caso de las hembras, el orden de toxicidad (DL50) es similar, es decir el lindano es el principio más tóxico, seguido por el propoxur y malation, pero existen diferencias significativas entre los tres; las diferencias en toxicidad son mucho mayores entre el propoxur y malation que entre el propoxur y lindano. El malation, para matar 50% de la población, requeriría incrementar su concentración o dosis en 4.2 y 5.1 veces las respectivas dosis del propoxur y lindano.

Aunque no es posible extrapolar los resultados de estas pruebas en recomendaciones de campo, ni poderlas comparar con la eficiencia absoluta de control hallada con otros métodos de evaluación, existe cierta concordancia

entre ellos y lo encontrado en la literatura. El BHC, como lindano o como materia activa no refinada, ha sido considerado adecuado para el control de *T. infestans* y otras especies de triatominos (Martínez et al., 1975); dosis de aplicación equivalentes a 2 g i.a./m², en el laboratorio controlaron la totalidad de las chinches (Correa et al., 1971), sin embargo, su alto costo, el daño que causa su aspersión a los enseres domésticos en su empleo domiciliario, su facilidad en degradarse en aguas y superficies alcalinas, así como su menor acción a temperaturas bajas, han sido causas para pensar en descontinuar su uso (Perlowagora, 1954; Martínez et al., 1975).

Varios han sido los candidatos de sustitución, entre ellos el propoxur y el malation. Ensayos comparativos de campo con propoxur (OMS-33) y lindano en el Brasil, reportan que tanto ninfas como adultos de *T. infestans* son susceptibles hacia ambos productos a la dosis de 1.6 g i.a./m², pero su residualidad está condicionada a la naturaleza del sustrato donde se hace el depósito (Correa et al., 1971). Córdova et al. (1964) reportaron control eficiente de *T. infestans* en el interior de viviendas en Arequipa, Perú, con propoxur a concentración de 2 g i.a./m²; Schenone et al. (1970), en Chile, mostraron que la misma dosis resultaba "completamente eficaz" hasta por dos y medio meses, además de mostrar efectos repelentes y cierta acción ovicida. La eficiencia del propoxur para el control de *Rhodnius prolixus*, ha sido reportada para Venezuela (Nocerino et al., 1975).

La toxicidad del malation hacia *Rhodnius prolixus* fue estudiada por Fox et al. (1966); aspersiones en dosis de 12.8 g i.a./m² controlaron el 97% de los adultos expuestos por 24 horas. Al bajar la dosis a 1.6 g i.a./m² no hubo control y dosis intermedias mostraron causar progresivos incrementos de mortalidad. Estos autores encontraron que las ninfas I y II fueron las más susceptibles, ninfas III y IV así como los adultos fueron medianamente susceptibles y las ninfas V son tolerantes. Correa et al. (1971) encontraron similares tendencias en susceptibilidad ligada al desarrollo de *T. infestans*, aunque un equivalente de 6.4 g i.a./m² fue suficiente para el control de todos los adultos; esta dosis fue tres y cuatro veces mayor que la del propoxur y lindano, para causar igual mortalidad. Viviendas aplicadas con malation a bajo volumen (5 ml i.a./m²) y como concentrado emulsionable (1.9 ml i.a./m²), mostraron haber reducido el 99.8% y el 98.3% de adultos de *T. infestans*, tres meses después de la aplicación (Figueroa, 1968). En la Argentina, aplicaciones con este pesticida a ultra bajo volumen (2.5 ml i.a./m²), mantuvo buen control de esa especie dentro de los cuatro meses de la aplicación; fue encontrado que el malation tiene acción ovicida, pudiendo destruir entre el 80 al 85% de los embriones, a concentración de 2 ml i.a./m² (Martínez et al., 1975). Schenone et al. (1972), posiblemente usando una menor concentración, encontraron mortalidad embrional menor al 11%.

LITERATURA CITADA

ABALOS, J.W. & P. WYGODZINSKI. 1951. Las Triatominae Argentinas (Reduviidae, Hemiptera). An. Inst. Med. reg., Tucuman. Publ. No 601, Monogr. No 2, 178 pp.
 ANONIMO. 1968. Campaña contra la enfermedad de Chagas. Revta. venez. Sanid. Asist. cos. 31: 113-154.
 BLISS, C.I. 1935. The calculation of the dosage mortality curve. Ann. Applied Biol. 22: 134-176.
 BROWN, A. W. 1968. Insecticide resistance in arthropods. Wild. Hlth. Org. 240 pp.
 BNSVINE, J.R. & S. Barnes. 1947. Observations on mortality among insects exposed to dry insecticide films. Bull. ent. Res. 38: 81-90.
 CARRILLO, S. J. 1954. El empleo del Dieldrin en Venezuela. Boln. Of. Sanit. Pan-am 37: 76-81.

- CORDOVA, E.; F. NAQUIRA & J. MONTESINOS. 1964. Experiencia de control de *Triatoma infestans* en una localidad de La Joya-Arequipa. Cong. Nac. Microbiol. Parasit. 1: 56-57.
- CORREA, R. R.; G. R. RAMALHO; L. ZAIA; J. T. CUNHA; A. CALCANTE & F. ROSARIO. 1971. Resistencia e susceptibilidade aos insecticidas, do *Triatoma infestans*, vector da doenca de Chagas. Revta. bras. Malar. Doenc. trop. 23: 125-135.
- COVA G., P.; L. TONELLI & M. A. SUAREZ. 1962. Control de *Rhodnius prolixus* en el municipio Los Guayos, Distrito Valencia, Estado de Carabobo, Venezuela. Arch. venez. Med. trop. Parasit. Med. 4: 165-182.
- FIGUEROA K., E. 1968. Encuesta epidemiológica en la localidad Huancarqui, Provincia Castilla, Departamento de Arequipa. Experiencia de control de *Triatoma infestans* con algunos insecticidas. Ministerio de Salud. Perú. Mecanogr. 23 pp.
- FOX I.; G. BAYONA & H. I. OROSCO. 1966. Toxicity of DDT, dieldrin, malathion and fenthion to *Rhodnius prolixus* in the laboratory. Bull. Wild. Hlth. Org. 35: 974-976.
- GARCIA B., G. 1959. Contribución al estudio de la resistencia del Arrebiatado *Dysdercus peruvianus* al BHC. Rvta. per. Ent. 2: 91-102.
- GARCIA B., U. & K. RAVEN. 1969. Influencia del sexo, la edad y el estado de desarrollo del Arrebiatado *Dysdercus peruvianus* Guer. en la susceptibilidad al paration y sevin. Conv. Nac. Ent., Resúmenes, 3 pp.
- GONZALES V., F. 1966. Control de triatomíneos en la lucha contra la Enfermedad de Chagas. Rvta. venez. Sanid. Asist. soc. 31: 155-157.
- JONES, H. A.; H. L. FLUNO & G. T. MCCOLLOUGH. 1945. Solvents for DDT. Soap Sanit. Chem. (November).
- KULKOVA, T. A. 1975. Susceptibility of the Hemipteran *Triatoma infestans* Klug in relation to stage of development and physiological state. Medskaya Parazit. 43: 708-710. Rev. Appl. Ent. (B) 63: 2408.
- KULKOVA, T. A. & M. L. FEDDER. 1973. The susceptibility of *Rhodnius prolixus* Stal. to dieldrin, fenthion and malathion. Medskaya Parazit. 41: 108-110. Rev. Appl. Ent. (B) 61: 54.
- MAQUERA, D. A. 1980. Técnica de Crianza Masiva de *Triatoma infestans* Klug (Hemiptera: Triatominae) con fines Experimentales. Universidad Nac. San Antonio Abad Cusco. Tesis mimeogr., 26 pp.
- MARTÍNEZ, A.; A. CICHERO; I. REANO & F. GONZALES. 1975. Control of *Triatoma infestans* Klug with malathion concentrate. J. Med. Ent. 11: 653-675.
- NOCERINO, F. 1976. Susceptibilidad de *Rhodnius prolixus* y *Triatoma maculata* a los insecticidas en Venezuela. Boln. inf. Malar. Saneam. Amb. 16: 276-283.
- _____; N. R. RODRIGUEZ; B. SANCHEZ; M. A. OTERO & R. J. TONN. 1975. Pequeño ensayo de campo empleando dieldrin, BHC, Fenthion y OMS-33 para el control de *Rhodnius prolixus*. *Ibid.* 15: 98-109.
- PERLOWAGORA SZUMLEWICZ, A. 1954. A eficacia do expurgo domiciliario com hexaclorociclohexano no controle do vetor da doenca de Chagas (A importancia de alguns características biológicas dos triatomíneos no planejamento do ciclo de aplicação do insecticida). Rvta. bras. Malar. Doenc. trop. 6: 63-100.
- REYNA R., N. 1969. Toxicidad relativa de Sevin y Paration contra adultos y ninfas del Arrebiatado *Dysdercus peruvianus*. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Lima-Perú. Tesis mimeogr., 68 pp.
- SCHENONE, H.; F. VILLARDEL & E. KUNZ. 1970. Ensayos de control de *Triatoma infestans* en viviendas rurales mediante rociamientos con isopropoxifenil-n-metilcarbamato (OMS-33). Boln. chil. Parasit. 25: 143-146.
- SCHENONE, H.; E. ZOMOSA; F. VILLARDEL; A. ROJAS; E. ALFARO & M. QUIROZ. 1972. Acción de siete formulaciones de insecticidas sobre *Triatoma infestans* criados en laboratorio. Boln. chil. Parasit. 27: 14-22.
- SEAWRIGHT, J. A.; P. E. KAISER; D. A. DAME & C. F. LOFGREN. 1978. Genetic Method for the preferential elimination females of *Anopheles albimanus*. Science 200: 1303-1304.
- ZAVALA R., M. 1966. Toxicidad comparativa de nueve insecticidas orgánicos contra el Arrebiatado *Dysdercus peruvianus*. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima-Perú. Tesis mimeogr., 122 pp.