

Desarrollo poblacional de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), en diferentes dietas y su influencia sobre la toxicidad y resistencia a malatión

A. A. CASADÍO y E. N. ZERBA

Numerosos factores, entre ellos los ecológicos, ya sean ambientales (como temperatura, dieta) o poblacionales (edad, sexo) influyen en el desarrollo de resistencia a insecticidas en insectos. En este trabajo se estudió la eficiencia de cría a través de la evolución poblacional de *Tribolium castaneum* en cuatro medios de cría (trigo, tricepuro, centeno y una mezcla de harina con levadura y fécula). Se utilizaron dos cepas de insectos, una susceptible y otra resistente al insecticida organofosforado malatión.

En todas las experiencias se observó que el medio constituido por harina, levadura y fécula fue el más eficiente. En tanto que el centeno fue el alimento que mostró menor eficiencia de cría. Asimismo, se observó, que la producción de insectos disminuye notablemente en la cuarta camada para todas las dietas.

Se realizaron estudios de efecto insecticida y de resistencia a malatión utilizando la metodología de exposición a residuos de malatión sobre: a) papel de filtro; b) a alimento tratado con y sin aceite. En la exposición a papel se observó mayor susceptibilidad y mayor GR en adultos. Los GR obtenidos por exposición a papel y a medio de cría con y sin aceite variaron cuanti y cualitativamente al comparar los estadios.

CASADÍO, A. A.: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Uruguay, 151 (6300) Santa Rosa, La Pampa (Argentina).

ZARBA, E. N.: Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CITEFA-CONICET). Zufriategui, 4380 (1603), Villa Martelli, Buenos Aires (Argentina).

Palabras claves: *Tribolium castaneum*, dieta, desarrollo poblacional, resistencia a insecticidas, malatión.

INTRODUCCIÓN

El medio de cría es una variable que afecta a la evolución y desarrollo poblacional. Esto incluye la duración de los estadios de huevo, larva y pupa, la mortalidad en los estadios inmaduros, la longevidad de los adultos y su fertilidad (FUJII, K., 1975; HAGRAS, A. E., 1986; CHON, E. K., 1991; KOURA, 1971).

Por otra parte, este tipo de variable puede influir en el desarrollo de resistencia a insecticidas como lo han demostrado los estudios de CICHY, D. (1971). YUN (1947), observó en

T. confusum que la dieta afecta la susceptibilidad a vapores de sulfuro de carbono; mientras que CICHY (1969) llegó a conclusiones similares sobre la susceptibilidad a Pybutrin en *T. castaneum*.

Otros autores han relacionado la toxicidad de insecticidas en insectos con otros factores ecológicos como la densidad poblacional en *Drosophila melanogaster* (GODAN, 1964), o el estado fenológico de los vegetales de los que se alimenta *Lygus hesperus* (BACON *et al.*, 1964).

El objetivo de este trabajo fue correlacionar la eficiencia del medio de cría, a través

del desarrollo poblacional de *T. castaneum* criados en cuatro dietas, con la toxicidad y resistencia del organofosforado malatión. Para ello se determinaron parámetros de CL50 por diferentes metodologías con insectos provenientes de cada una de las dietas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico: Se utilizaron dos cepas de *T. castaneum*, una susceptible y otra resistente a malatión, perteneciente a una colonia mantenida en el Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CIPEIN). Los insectos se mantuvieron en condiciones controladas de temperatura (22° C) y humedad relativa (65%).

Los estudios poblacionales se iniciaron con individuos adultos de 5 días de edad y sexados durante el estadio pupal, introducidos en recipientes conteniendo 10 gramos de medio.

En los ensayos de toxicidad se utilizaron larvas de sexto estadio y adultos de 2 semanas de edad.

Los medios de cría utilizados fueron: trigo (*Triticum aestivum*), centeno (*Secale cereale*), tricepiro (cereal proveniente de cruzamientos de trigo con centeno y agropiro *Agropyron* sp) y una dieta constituida por la mezcla de harina tipo 0000, levadura de cerveza y fécula de maíz (BRY, DAVIS, 1985).

Insecticidas y drogas: En los ensayos biológicos se utilizó el insecticida organofosforado malatión 98.8% (Sintyal, Argentina), en dos tipos de soluciones: a) solución madre y diluciones sucesivas en el solvente acetona; b) solución madre con aceite de oliva: acetona (1:1) y las diluciones sucesivas con una mezcla de éter de petróleo y acetona (3:1).

Seguimiento poblacional: Los adultos padres fueron retirados del medio de cría cada 15-20 días, pasándolos a nuevos recipientes con alimento fresco. El número de larvas en desarrollo de cada dieta se tomó a

partir de una muestra de 1.2 gramos de medio. Cuando emergieron los adultos de la primera generación se contabilizaban y retiraban para evitar el desove.

Metodologías de bioensayo: Para la evaluación de toxicidad del malatión en larvas y adultos de ambas cepas, los insectos se expusieron a residuos del insecticida mediante dos metodologías principales:

1) papel de filtro Whatman N° 1 de 7 cm de diámetro, impregnados con 0.5 ml de la solución aceitosa del tóxico. Se dejó evaporar el solvente durante 24 horas y luego los insectos, ayunados 24 horas, se confinaron con aros de vidrio de 5 cm de diámetro durante 20 horas. Posteriormente se colocaron en vasos de plástico descartables conteniendo 3 gramos de alimento; la mortalidad se registró al cabo de 48 horas.

2) alimento (3 grs) impregnado con diferentes concentraciones de malatión de dos maneras diferentes: a) soluciones aceitosas (igual a las empleadas en papel); b) soluciones acetónicas.

Procesamiento de datos: Para la obtención de los parámetros estadísticos (Concentraciones letales 50) se utilizó un paquete computacional desarrollado en el CIPEIN y basado en el método de LITCHFIELD y WILCOXON (1949). El mismo requiere el ingreso del número de individuos tratados, dosis o concentraciones del tóxico, número de individuos muertos en cada nivel y porcentaje de mortalidad en controles si lo hubiere. Los valores se expresaron en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o $\mu\text{g}/\text{g}$.

RESULTADOS

ESTUDIOS POBLACIONALES: Los resultados de los estudios poblacionales indican que la evolución de la población de la cepa susceptible fue muy similar a la de la cepa resistente. Razón por la cual sólo se presentan los gráficos obtenidos a partir de los datos de la susceptible.

Distribución de los diferentes estadios: se analizaron las dos primeras camadas pro-

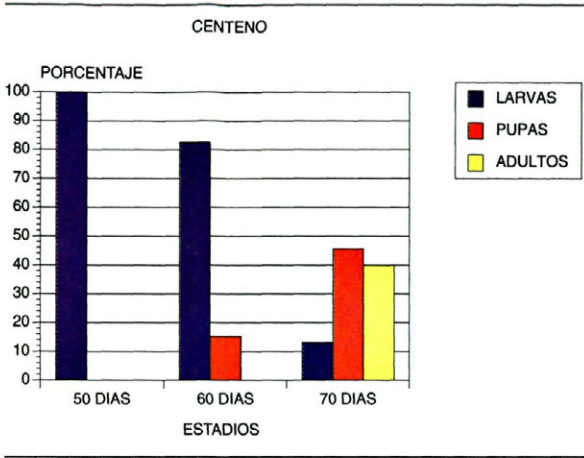


Fig. 1A

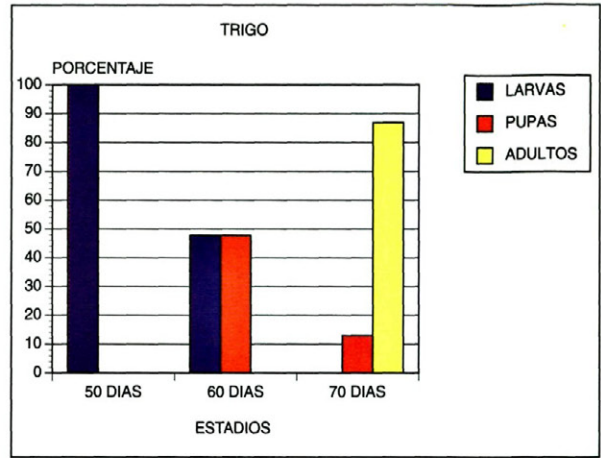


Fig. 1B

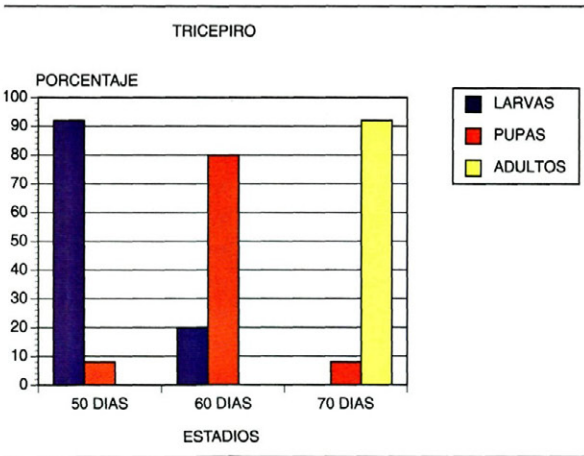


Fig. 1C

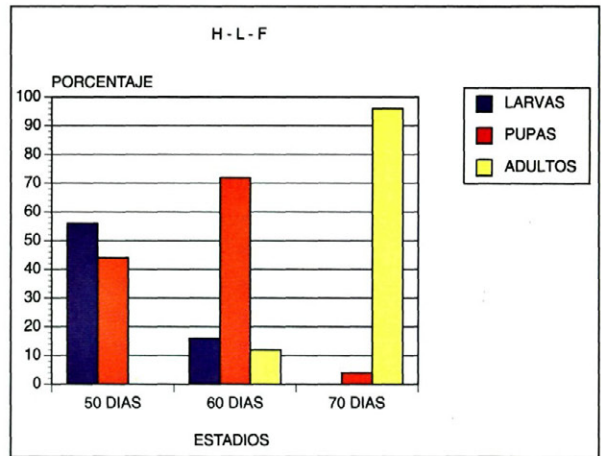


Fig. 1D

Fig. 1—Distribución de los diferentes estadios de la cepa susceptible durante la primera camada..
A) Centeno, B) Trigo, C) Tricepiro, D) H - L - F

venientes de 5 hembras y 5 machos a los 50 días (35 en la segunda camada), 60 y 70 días del inicio del experimento en los cuatro medios de cría en estudio.

En la primera camada se observa una respuesta similar en centeno (Fig. 1A), trigo (Fig. 1B) y tricepiro (Fig. 1C) donde el total de individuos encontrados corresponde al estadio larval. En HLF a los 50 días hay una impor-

tante proporción de pupas (Fig. 1D). A los 60 días en centeno comienzan a aparecer las primeras pupas (20%), en trigo las proporciones de larvas y pupas se igualan (50%) y en los otros dos medios las pupas forman el estadio más numeroso. A los 70 días, en tricepiro y HLF, los adultos constituyen casi el total de los individuos, en trigo llegan al 90 % y en centeno constituyen un 40 %.

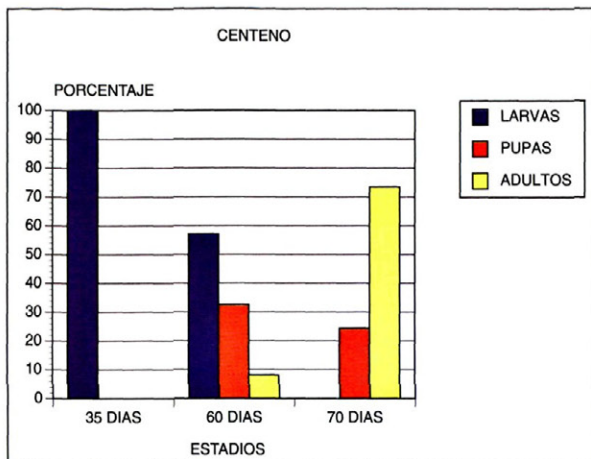


Fig. 2A

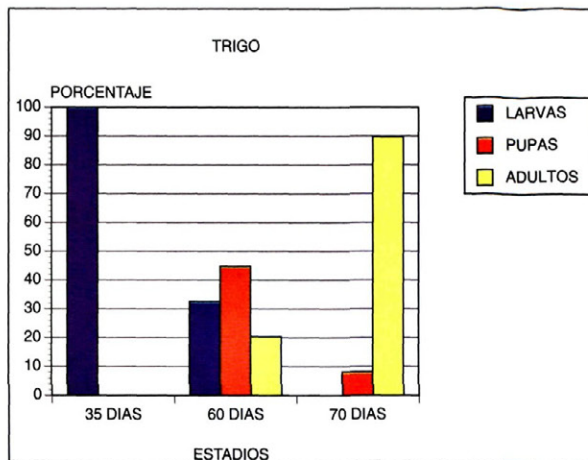


Fig. 2B

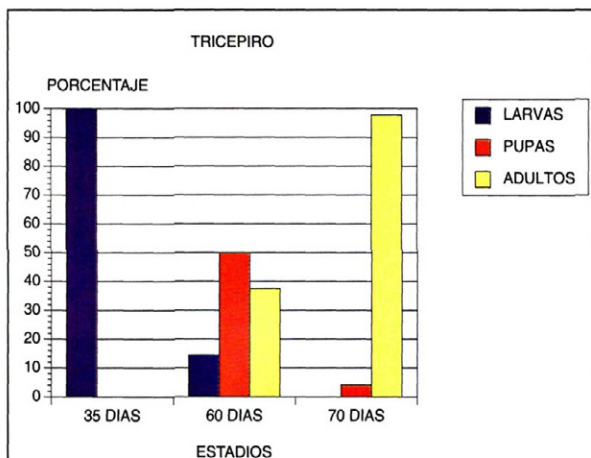


Fig. 2C

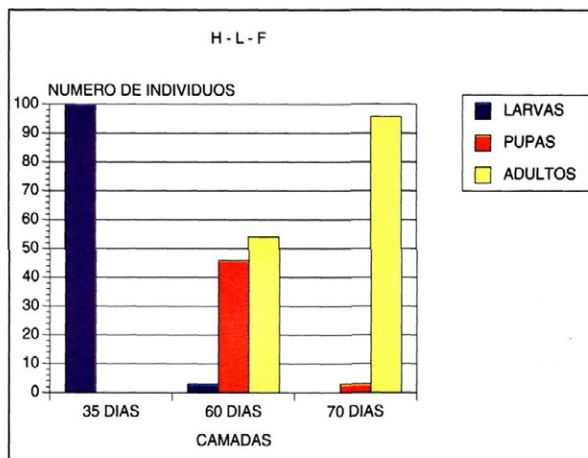


Fig. 2D

Fig. 2-Distribución de los diferentes estadios de la cepa susceptible durante la segunda camada..
A) Centeno, B) Trigo, C) Tricepiro, D) H - L - F

A los 60 días de la segunda camada, en tricepiro (Fig. 2C) y en HLF (Fig. 2D), se hallan principalmente pupas y adultos, en trigo (Fig. 2B) hay mayor cantidad de pupas, mientras que en centeno hay un 60 % de larvas (Fig. 2A). Número de camadas: en un lapso de 8 meses se encontró que los adultos introducidos originaron una cantidad de camadas diferentes según los medios. Así en

HLF llegaron a oviponer en 12 oportunidades (camadas) (Fig. 3A), en tricepiro (Fig. 3B) desarrollaron 8 camadas, en centeno ocurrieron 5 puestas (Fig. 3C) y en trigo 7 camadas (Fig. 3D).

Número de individuos por camada: en la mezcla de harina (Fig. 3A) se encontró el número de individuos en la segunda camada, contabilizándose 200 individuos a los 45 días;

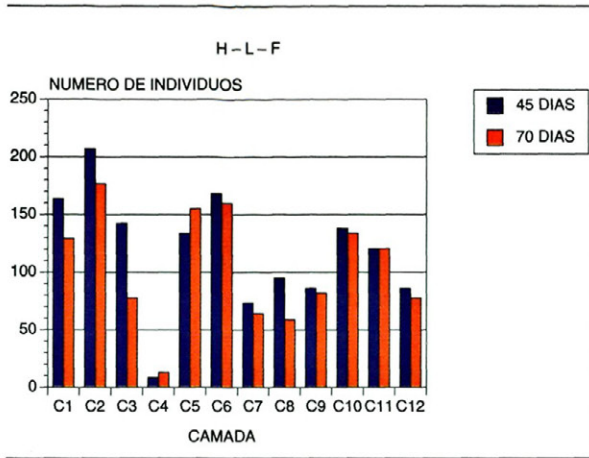


Fig. 3A

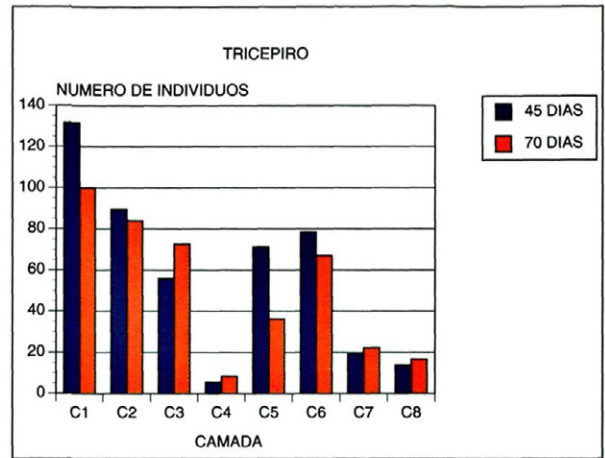


Fig. 3B

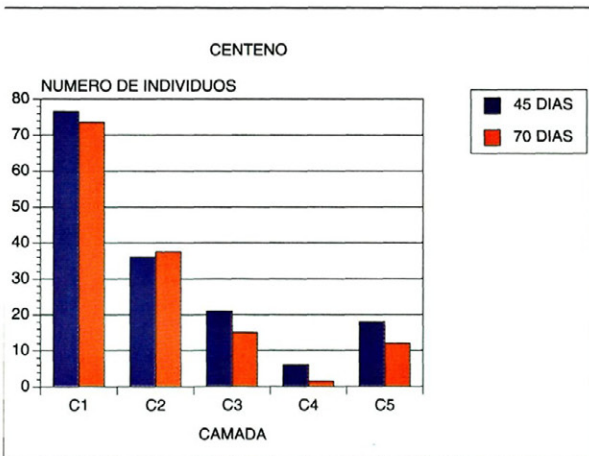


Fig. 3C

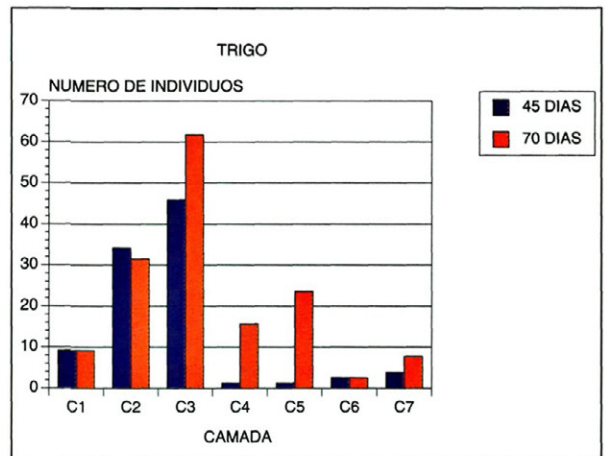


Fig. 3D

Fig. 3.-Número de camadas y cantidad de individuos por camada en los diferentes medio de cría. a) H - L - F, B) Tricepiro, C) Centeno, D) Trigo

a partir de la tercera y hasta la cuarta hubo una disminución acentuada en esta ultima y coincidiendo con las cuartas camadas de los otros alimentos. Se observa este comportamiento aproximadamente cada 4 camadas.

En tricepiro (Fig. 3B) el número máximo de insectos fue de 130 a los 45 días de la primera camada y disminuye progresivamente hasta la cuarta. En la quinta incrementa nue-

vamente para disminuir luego hasta la muerte de los padres en la octava camada.

En centeno (Fig. 3C) ocurre algo similar donde la primera camada tiene 80 individuos y va disminuyendo hasta la cuarta con algo menos de 10, finalizando con la muerte de los adultos en la quinta.

En trigo (Fig. 3D), en cambio, el número máximo de individuos se alcanzó en la ter-

Cuadro 1. CL50 (mg/cm²) en papeles de filtro impregnados con soluciones de malatión de larvas y adultos susceptibles y resistentes criadas en cuatro diferentes medios

Medio	Larva S	Larva R	Adultos S	Adulto R
H-L-F	0.59 (0.26-1.38)	1.46a (1.18-1.80)	0.11ab (0.09-0.15)	0.36abc (0.3-0.45)
Tricepiro	0.29a (0.18-0.47)	0.61 (0.21-1.79)	0.08cd (0.06-0.11)	0.26ad (0.23-0.29)
Centeno	0.46 (0.27-0.82)	0.73a (0.42-1.27)	0.17ace (0.16-0.23)	0.27be (0.23-0.31)
Trigo	0.82a (0.5-1.36)	2.10 (0.75-5.91)	0.03bde (0.02-0.04)	0.17cde (0.14-0.2)

Los valores seguidos de la misma letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$) (Rato *et al.* 1976).
Los datos entre paréntesis representan los límites del intervalo de confianza

Cuadro 2. CL50 (mg/g) en alimento tratado con soluciones aceitosas de malatión de larvas y adultos susceptibles y resistentes criadas en cuatro diferentes medios

Medio	Larva S	Larva R	Adultos S	Adulto R
H-L-F	2.8a (1.12-7.10)	6.34abc (4.06-10.0)	3.7abc (2.6-5.3)	6.86abc (4.29-11.0)
Tricepiro	0.46ab (0.3-0.79)	2.81ad (1.82-4.39)	0.76ad (0.53-1.09)	3.86ad (2.84-5.07)
Centeno	1.55b (0.99-2.41)	1.88b (1.29-2.77)	1.55bde (0.99-2.15)	2.9 be (2.21-3.76)
Trigo	0.9 (0.58-1.41)	1.14cd (0.76-1.74)	0.53ce (0.36-0.76)	1.95cde (1.39-2.67)

Los valores seguidos de la misma letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$) (Rato *et al.* 1976).
Los datos entre paréntesis representan los límites del intervalo de confianza

Cuadro 3. CL50 (mg/g) en alimento tratado con soluciones acetónicas de malatión de larvas y adultos susceptibles y resistentes criadas en cuatro diferentes medios.

Medio	Larva S	Larva R	Adultos S	Adulto R
H-L-F	2.51 (0.43-14.19)	14abc (7.36-26.57)	1.02a (0.5-2.05)	2.81a (2.24-3.47)
Tricepiro	1.82 (0.33-9.87)	3.10a (1.42-6.60)	0.89b (0.56-1.35)	2.24 (1.82-2.74)
Centeno	2.24a (1.49-3.37)	2.84bd (1.68-4.79)	2.54abc (1.91-3.37)	1.82a (1.29-2.51)
Trigo	1.09a (0.73-1.68)	5.61cd (3.76-8.42)	0.89c (0.46-1.42)	2.28 (1.78-2.94)

Los valores seguidos de la misma letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$) (Rato *et al.* 1976).
Los datos entre paréntesis representan los límites del intervalo de confianza

cera camada con sólo 60 individuos, hay una disminución posterior en la cuarta y un leve incremento en la quinta para luego, en las dos camadas siguientes, llegar al número mínimo hasta la muerte de los padres.

En resumen, con respecto a la distribución de los estadios, se puede generalizar, según lo evidenciado en las camadas aquí analizadas y en las siguientes, que a los 35 días se encuentran únicamente larvas y a los 70 días

completaron su desarrollo llegando a la adultez en cualquiera de los medios alimenticios en el que se desarrollen, con un pequeño retraso en trigo y centeno.

ESTUDIOS DEL EFECTO INSECTICIDA:

En términos generales existe una mayor tolerancia en los individuos criados sobre HLF (Cuadros 1-3). La única excepción

Cuadro 4. Peso (mg) de larvas de sexto estadio y adultos susceptibles y resistentes criadas en diferentes medios alimenticios

Medio	Larva S	Larva R	Adultos S	Adulto R
H-L-F	2.8 (± 0.3)	2.9 (± 0.4)	2.3 (± 0.3)	2.2 (± 0.3)
Tricepiro	2.7 (± 0.4)	2.6 (± 0.3)	2.3 (± 0.4)	2.0 (± 0.5)
Centeno	2.4 (± 0.4)	2.3 (± 0.3)	1.9 (± 0.4)	1.9 (± 0.2)
Trigo	2.2 (± 0.4)	2.3 (± 0.2)	1.8 (± 0.3)	1.8 (± 0.3)

Los valores son el promedio de 10 mediciones \pm desviación estándar

se observó en la CL50 sobre papel determinadas para larvas susceptibles y resistentes, donde si bien los individuos criados sobre HLF mostraron una tolerancia al malatión mayor que los criados en otras dietas, fueron menos tolerantes al insecticida que los alimentados con trigo (Cuadro 1).

La mayor tolerancia en los insectos criados en HLF es coincidente con el medio de cría que resultó más eficiente y con mayor peso corporal de las larvas y adultos provenientes de ese medio (Cuadro 4), lo cual redundaría en un mejor estado fisiológico general.

ESTUDIOS SOBRE EL FENOMENO DE RESISTENCIA:

Grado de resistencia (GR) también se vieron influenciados por las dietas. Es difícil encontrar un perfil general sobre la dieta que mostró los mayores valores de GR, pero en papel los mismos ocurrieron en los criados sobre trigo (Fig. 4A).

Cuando las experiencias se hicieron sobre alimentos tratado con aceite, tricepiro y HLF generaron los mayores valores de GR (Fig. 4B). En HLF y trigo sin aceite (Fig. 4C) se registraron los valores más altos de GR, sólo para larvas.

Al analizar los medios de cría respecto a los menores valores de GR, se observa claramente que en centeno se produjeron los

valores más bajos e incluso, el fenómeno de resistencia llega a revertirse (Fig. 4).

DISCUSIÓN

ESTUDIOS POBLACIONALES:

Al comparar los diferentes medios de cría (centeno, trigo, tricepiro y la mezcla de harina con levadura y fécula), se observó mayor cantidad de descendientes, y un desarrollo de las larvas más rápido en el alimento constituido por la mezcla de harinas que en las otras dietas. Asimismo, el número de carnadas y de individuos por camadas fue mayor en este alimento. Por esta razón, la harina mezclada con levadura y fécula (HLF), puede considerarse la dieta más eficaz entre las estudiadas para ambas cepas de *Tribolium castaneum*.

Estos resultados son coincidentes con los de otros autores como CHON *et al.* (1991) quien estudió la duración de los estadios en trigo, maíz y arroz integral; o los estudios sobre longevidad de *T. castaneum* en trigo, maíz, arroz, harina y paja de trigo que llevaron a cabo KOURA *et al.* (1971). Asimismo la capacidad reproductiva de las hembras es mayor sobre harina que en sémola según los trabajos de SINGH y KRISHNA (1982)

ESTUDIOS DEL EFECTO INSECTICIDA:

La influencia de la alimentación en la susceptibilidad a insecticidas fue observada

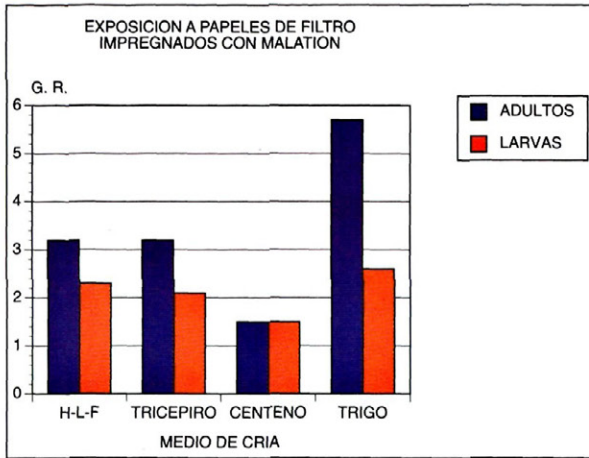


Fig. 4A

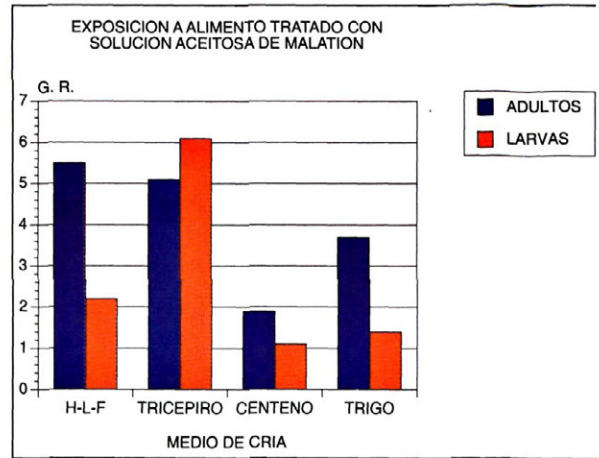


Fig. 4B

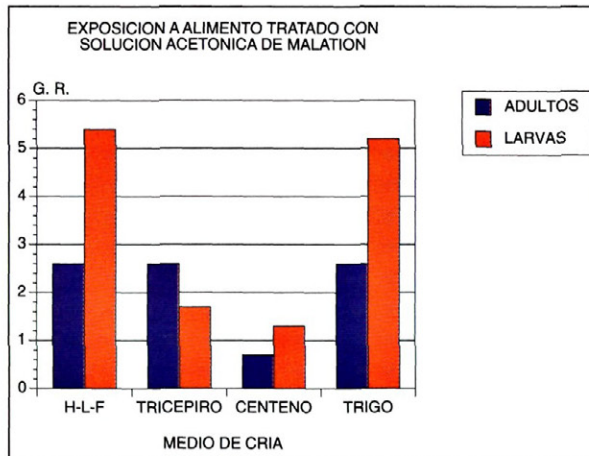


Fig. 4C

Fig. 4—Grado de resistencia en larvas y adultos de diferentes medios de cría y tratados con distintas metodologías de bioensayo. A) Papel de filtro impregnado con solución aceitosa de malatión; B) Alimento impregnado con solución aceitosa; C) Alimento tratado con solución acetónica.

por varios autores, entre ellos, RIVERA y STEINHAUER (1962) estudiando este fenómeno con DDT en *Drosophila*. En este trabajo se observó una significativa variabilidad en la susceptibilidad a malatión de larvas y adultos de ambas cepas criados en las diferentes dietas.

Es sabido que la toxicidad de un compuesto químico en un organismo es inversa-

mente proporcional a la calidad de su estado fisiológico. De esta manera, las dietas diferentes a HLF, al tener menor eficiencia de cría reducen la tolerancia de *T. castaneum* a malatión. Estudios similares en otras especies han sido recopilados por Busvine (1971). Esta mayor eficiencia poblacional, debido al mejor valor nutricional del HLF, en general, correlaciona positivamente con

la tolerancia al malatión, cualquiera sea la metodología de bioensayo utilizada.

ESTUDIOS SOBRE EL FENOMENO DE RESISTENCIA:

Con respecto a los grados de resistencia, en los insectos criados sobre centeno se obtuvieron los menores valores en cualquiera de los métodos y estadios estudiados.

Estos resultados pueden ser comparables a los efectos de las dietas sobre el desarrollo de resistencia a insecticidas en *Sitophilus oryzae* y en *Tribolium castaneum*, observados por CICHY (1969, 1971).

Los resultados presentados señalan la importancia de las dietas utilizadas en la cría de insectos como variable que afecta la medición de efectos tóxicos, incluyendo fenómenos de resistencia.

ABSTRACT

CASADÍO A. A. y E. N. ZERBA, 1996: Desarrollo poblacional de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), en diferentes dietas y su influencia sobre la toxicidad y resistencia a malatión. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (3): 511-520.

Development of insecticide resistance in insects is influenced by ecological factor such as environmental temperature, diet, age and sex. This work presents studies in *Tribolium castaneum* about rearing efficiency evaluated by population evolution with four different diets: wheat, rye, tricepiro and a mixture of flour, starch and yeast. Studies were performed in a susceptible strain and in malathion resistant strain. HLF resulted the more efficient rearing diet. Rye was the most inefficient diet. Population is significantly reduced in the fourth brood for all the diet. More over the insecticide effect of malathion and its resistance factor was by exposition to impregnated filter paper and wheat grains with and without vegetable oil as coayuvant. More susceptibility and higher resistance factor observed in adult insect when the filter paper method was used. The resistance factor obtained by exposition on filter paper and diet with and without oil, when the phases compared they varied quantitatively and qualitatively.

Key words: *Tribolium castaneum*, diet, population evolution, malation.

REFERENCIAS

- BACON, O. G.; RELEY, W. D.; ZWEIG, G., 1964. The influence of certain biological and environmental factors on insecticide tolerance of the *Lygus* bug *Lygus hespersus*. *J. Econ. Entomol.* 57: 225-230.
- BRY, R.; DAVIS, R., 1985. *Tribolium confusum* and *Tribolium castaneum*. In Handbook of insect rearing vol. 1, 291-293 pp.
- BUSVINE, J. R., 1971. *A critical review of the Techniques for testing insecticides*. London, Commonwealth Agricultural Bureau, 345 págs.
- CHON, W. K.; HONG, Y. S.; RYOO, M. I., 1991. A note on the development of *Tribolium castaneum*. Coleoptera, Tenebrionidae on brown rice *Oryza sativa* L. Korean. *J. Appl. Entomol.* 30 (2):130-136.
- CICHY, D., 1969 The influence of some ecological factors on the susceptibility of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col. Tenebrionidae) to Pybuthrin. *Journ. Stored Prod. Res.*, 2:211-228.
- CICHY, D., 1971. The role of some ecological factors in the development of pesticide resistance in *Sitophilus oryzae* L. and *Tribolium castaneum* Herbst. *Ekologia Polska*, 19 (36): 563-616.
- FULLI, K., 1975. A general simulation model for laboratory insect populations. Part. j. From cohort of eggs to adult emergences. *Res. Popul. Ecol.* (Kyoto) 17, (1): 85-133.
- HAGRAS, A. E., 1986. Effect of diet space and temperature on longevity of female rust-red flour beetle *Tribolium castaneum*. *Ann. Agric. Sci.*, (Cairo) 31,(2):1417-1426.

- KOURA, A.; RISK, S.; EL HALFAWY, M.; ALY, F. D., 1971. Type of food as a factor influencing the longevity of some stored products insects. *Agr. Res. Rev.* 49:30-33.
- RIVERA, S. T.; STEINHAEUER, A. L., 1962. DDT susseptibility of *Drosophila melanogaster* in relation to dietary aminonitrogen. *J. Econ. Entom.* 55: 393-395.
- SINGH, R. N.; KRISHNA, S. S., 1992. Effects of certain

- dietary regimes and exteroceptive factors associated with the developing pupa of *Tribolium castaneum* on the insect reproductive programming. *Mitt. Zool. Mus. Berl.* 57(1):5-10.
- YUN, Y. P., 1947. Toxicity of fumigants: *Tribolium*. *Tech. Bull. Minn. agric. Exp. Sta.*, n° 177, 104 pág.

(Aceptado para su publicación: 7 julio 1995)