

EFFECTO DE LAS RADIACIONES DEL COBALTO 60 EN *Tribolium confusum* DUVAL*

Por Julieta Ramos-Elorduy de Conconi¹

Rama de Entomología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Sinopsis

Uno de los usos de las radiaciones ionizantes es la de proteger los productos almacenados contra el ataque de los insectos. Desde hace algunos años se han efectuado experimentos para el control de plagas de productos almacenados mediante el empleo de las radiaciones gamma del Cobalto 60. En los insectos, el uso de estas radiaciones, dependiendo el grado de las dosis, puede provocar una serie de alteraciones en su comportamiento e incluso llegar hasta la muerte de los mismos. El objeto del presente trabajo fue el de precisar las dosis letales media y total de las radiaciones gamma de Cobalto 60 en *Tribolium confusum*, así como el de observar otros efectos como la pérdida del apetito, parálisis, fertilidad, fecundidad, cambios en el desarrollo, etcétera.

Summary

One of the applications of ionizing radiations is the protection of store products against the attack of insects. In the last few years experiments have been made on the control of stored products pest by means of Gamma-radiations of Cobalt 60. Depending of the doses applied these radiations may provoke several alterations in the behavior of the insect and even kill them. The purpose of this work was to determinate the lethal dosis of Gamma-radiations from cobalt 60 on *Tribolium confusum* as well as to observe some other effects, such as the reduction of eating capacity, partial or total paralysis, changes in fertility and fecundity, developmental changes, etc.

Introducción

El hombre siempre se ha preocupado por la preservación de sus alimentos utilizando diversos métodos como el secado, la congelación, la pasteurización, etcétera. El uso de las radiaciones ionizantes es el más reciente método en esta preocupación, ya que es un sistema rápido, económico y seguro. Con un aumento de temperaturas internas de muy pocos grados, las radiaciones ionizantes pueden preservar los alimentos por inhibición (retardo en su metabolismo o en su grado de reproducción) o destrucción de los organismos.

En los productos almacenados, los principales agentes de daño son los insectos. Los pesticidas químicos pueden destruir los insectos adultos, pero sus huevecillos se quedan y eclosionan. Los expertos creen que las radiaciones son el camino más efectivo para la destrucción de los huevecillos sin dañar al grano y sin correr el riesgo de los residuos tóxicos de los insecticidas. La desinfestación de granos, mo-

¹ *Dirección actual:* Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70233. Ciudad Universitaria. México 20, D. F.

* Trabajo realizado por el Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura e Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México en colaboración con el Programa de Radioisótopos Aplicados a la Agricultura, de la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

La autora desea hacer patente su agradecimiento al Dr. Leopoldo López Martínez de Alba, Director del Programa de Radioisótopos Aplicados a la Agricultura de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo; asimismo expresa su reconocimiento al Ing. Ernesto Bucio Sánchez por el cálculo de las dosis de las irradiaciones y al M. C. Felipe Romero Rosales por la planeación del experimento, ambos del Programa de Radioisótopos Aplicados a la Agricultura.

linos de harina o de otros subproductos, puede ser fácilmente realizada por medio de la irradiación. Actualmente en varios países como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, Rusia, etcétera, ha sido aprobado el uso de las radiaciones para la desinfección del grano; para esto, existen plantas en donde hay una fuente de irradiación y el producto, ya sea en paquetes o a granel, va a través de una banda sinfín a la fuente de irradiación para ser desinfestado.

Desde hace algún tiempo en todo el mundo se realizan investigaciones para precisar las condiciones en las que la energía nuclear, bajo la forma de radiaciones ionizantes, podría ser utilizada para proteger los productos almacenados contra los insectos devastadores (Pesson, 1965.). El objeto de este trabajo es el de estudiar el efecto de las radiaciones gamma del Cobalto 60 en *Tribolium confusum*, coleóptero de la familia Tenebrionidae, porque gravita sobre la economía del país. Este insecto es muy abundante en México y generalmente se alimenta de productos farináceos. *T. confusum* es indudablemente una de las plagas más abundantes y perjudiciales de los molinos de harina. Se le encuentra en graneros, molinos, bodegas y en donde se almacenan granos y productos harinosos, como son las fábricas de galletas y pastas.

Materiales y métodos

El cultivo de *Tribolium confusum* se mantuvo en la cámara de cría del Programa de Radioisótopos Aplicados a la Agricultura, de la Comisión de Energía Nuclear, a una temperatura de 28°C y a una humedad relativa de 60 a 70 por ciento, por ser éstas las condiciones adecuadas para su mejor desarrollo. Este se efectuó en frascos de vidrio que contenían harina de trigo y levadura al 5 por ciento. El material se separó utilizando tamices de diferente diámetro, seleccionándolos posteriormente en grupos de 30 ejemplares. Larvas, pupas y adultos fueron puestos en frascos de cristal de 130 ml de capacidad con 8 gr de la harina de trigo mezclada con la levadura; los huevecillos a su vez se colocaron en cajitas de plástico de 3 cm de diámetro por 1.5 cm de altura, y de esta manera se llevaron al Centro de Energía Nuclear de Salazar, México, para ser irradiados por la fuente de Cobalto 60 del Programa de Radioisótopos Aplicados a la Agricultura. La irradiación se efectuó a una temperatura de más o menos 15°C y a una humedad relativa de 50 a 55 por ciento.

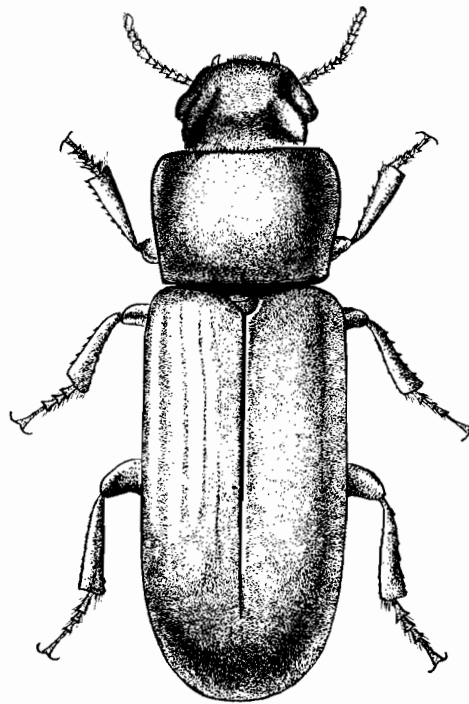


Figura 1. *Tribolium confusum* Duv., mide aproximadamente 36 mm de largo.

La población fue heterogénea y el porcentaje de sexos, calculado sobre una muestra de 1000 ejemplares, arrojó un 65 por ciento de hembras y un 35 por ciento de machos.

Se irradiaron huevecillos, larvas, pupas y adultos de *T. confusum* a diferentes dosis y con una intensidad de 115 rads por segundo, existiendo siempre los testigos que también se llevaban al Centro Nuclear de Salazar para que tuvieran las mismas variaciones ambientales. Se hicieron revisiones a los 10, 20, 30, y 40 días y cada dosis tuvo 4 repeticiones en cada una de las revisiones, lo que da un total de 2880 individuos por experimento.

Resultados

Como observaremos en las gráficas, la supervivencia es inversamente proporcional a la relación dosis-tiempo en la generalidad de los casos.

Las dosis usadas en los huevecillos fueron de 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 rads. En la Figura 2 están las curvas de supervivencia de los huevecillos, que son de tipo exponencial, teniendo en las ordenadas el porcentaje de supervivencia y en las abscisas el logaritmo de la dosis en kilorads. En esta gráfica se observa que el efecto de las radiaciones se manifiesta de los 20 días en adelante. Además encontramos que hay mayor porcentaje de formas vivas en 1000 y 2000 rads que en el testigo y que su desarrollo fue más rápido. En el rango de 3000 a 5000 rads la mayoría de los huevecillos se volvieron flácidos y de color café, y que en otros se notaban por transparencia, los embriones muertos de color café oscuro y que no pudieron eclosionar. Las larvas que llegaron a eclosionar murieron muy poco tiempo después. Los adultos provenientes de los huevecillos irradiados a 1000 y 2000 rads ovipositaron, pero en un porcentaje muy bajo, no siendo viables sus huevecillos. En 3000 rads uno solo llegó al estado adulto y murió.

En las larvas, las dosis utilizadas fueron de 2500, 5000, 7500, 10000 y 15000 rads. Al igual que en los huevecillos, el efecto de las radiaciones se manifiesta de los 20 días en adelante, formando curvas de tipo exponencial que guardan la misma relación que el caso anterior (Figura 3). En las larvas la radiación provoca inmovilidad y anorexia, y esto se acentúa conforme aumenta la dosis. A los 20 días solamente el testigo y los irradiados a 2500 rads se habían transformado en pupas, pero estas pupas también habían perdido movilidad. Los adultos emergidos de estas larvas irradiadas ovipositaron en un 80 por ciento menos que el testigo, pero sus huevecillos no eclosionaron, lo que da una total mortandad en la segunda generación; además hubo un retardo en el desarrollo, ya que el testigo se desarrolló más rápidamente que los de 2500 rads.

Las pupas se irradiaron a 4000, 8000, 12000, 16000 y 20000 rads, pero contrariamente a los casos anteriores, en 8000 rads hubo un aumento de supervivencia en relación con el resto de las dosis usadas, guardando así la misma relación exponencial (Figura 4). En este experimento se observó que la radiación provoca parálisis, y los adultos que llegaron a eclosionar y vivieron, tenían una

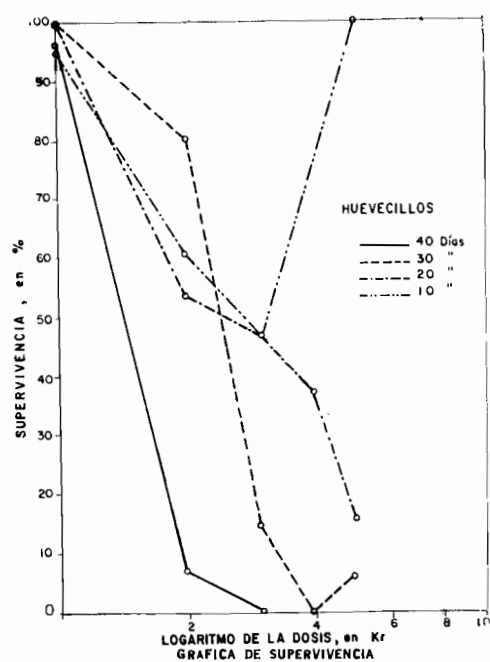


Figura 2. Curvas de supervivencia de los huevecillos de *Tribolium confusum*. En la gráfica se observa que el efecto de las radiaciones se manifiesta de los 20 días en adelante.

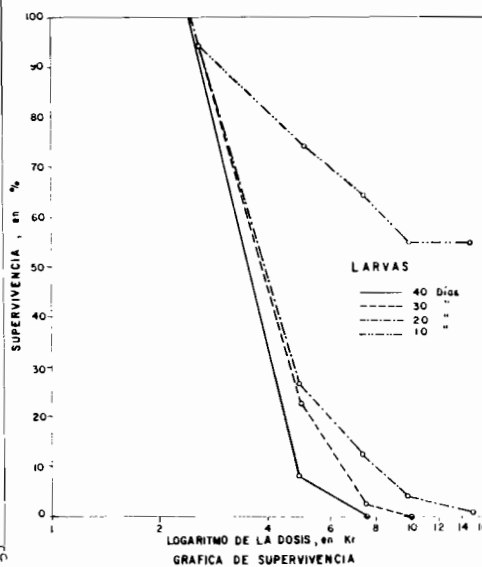


Figura 3. Efecto de las radiaciones ionizantes en las larvas de *T. confusum*. Estas radiaciones provocaron inmovilidad y anorexia que se acentuó conforme aumentó la dosis radioactiva.

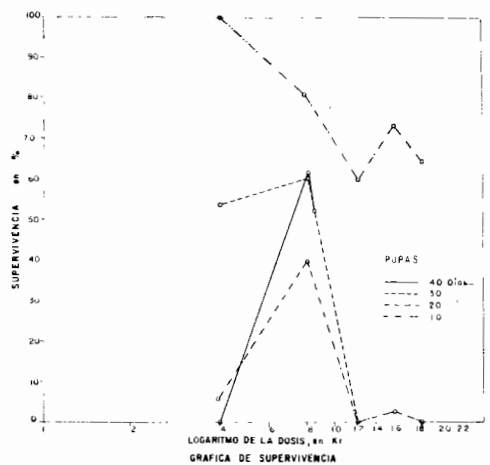


Figura 4. Las pupas se irradiaron a 4000, 8000, 12000, 16000 y 20000 rads, pero contrariamente a los casos anteriores, en 8000 rads hubo un aumento de supervivencia en relación con el resto de las dosis usadas, guardando así la misma relación exponencial.

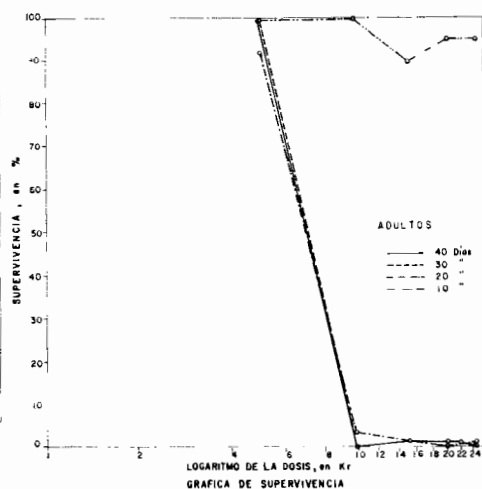


Figura 5. Para los adultos de *T. confusum* se aplicaron dosis de 5000, 10000, 15000, 20000 y 25000 rads. Al igual que en las larvas, la radiación provocó falta de apetito e inmovilidad.

movilidad menor que el testigo; además éste tuvo siempre una supervivencia muy superior a la de cualquiera de las dosis ensayadas. El porcentaje de oviposición fue siempre mayor en el testigo, que en el porcentaje en los irradiados, en los cuales la oviposición fue de 6 por ciento en 8 000 rads y de 4 por ciento en 4 000 rads. Muy pocos de estos huevecillos eclosionaron y sobrevivieron sus descendientes, no sabiendo si ellos fueron fértiles o no porque las observaciones no se continuaron.

Otros efectos observados fueron: en 4 000 rads uno de los adultos emergidos tenía la cabeza blanca, lo que hace suponer una posible mutación; en 8 000 rads el desarrollo de las pupas no fue uniforme, ya que algunas se encontraban como si estuvieran recién eclosionadas, es decir, blancas aún a los 30 días de irradiadas; los adultos que emergieron y murieron tenían la cubierta pupal pegada en la parte posterior del abdomen, lo cual indica que morían al eclosionar.

En 12 000, 16 000 y 20 000 rads, las radiaciones impidieron una completa esclerotización de las pupas. Estas mostraron la cabeza y las alas muy esclerotizadas, pero el abdomen blanco y blando; además los adultos que emergieron, murieron al eclosionar.

Para los adultos se aplicaron dosis de 5 000, 10 000, 15 000, 20 000 y 25 000 rads. Al igual que en las larvas, la radiación provocó falta de apetito e inmovilidad. A los 20 días sólo sobrevivieron los irradiados a 5 000 rads y un porcentaje mínimo de los irradiados a 10 000 rads, que a los 30 días estaban muertos. En este experimento se conservaron las curvas exponenciales con las mismas características de su relación de supervivencia que en los casos ya mencionados (Figura 5). A los 10 días todos ovipositaron en más o menos el mismo número, pero de 10 000 rads en adelante los huevecillos murieron. El corión era más duro conforme la dosis de radiación era mayor. Los huevecillos provenientes de los irradiados a 5 000 rads eran más pequeños y en menor número que los del testigo y eclosionaron hasta los 40 días, teniéndose 6 larvas del primer estadio en 5 000 rads contra 499 del testigo. Las observaciones se continuaron hasta los 75 días, viéndose que la mayoría de los huevecillos de los adultos irradiados a 5 000 rads eclosionaron, pero sólo un 2 por ciento de ellos llegó al estado adulto y ovipositaron en un número semejante al testigo; por lo tanto, el efecto de la radiación ya no existía.

La longevidad de los adultos irradiados a 5 000 rads fue mayor que la del testigo en un 250 por ciento hasta esa fecha, porque a los 75 días aún había un 48.3 por ciento de vivos en la prueba de 5 000 rads.

El análisis estadístico demostró siempre diferencias significativas entre los tratamientos y no significativas entre las repeticiones, variando el grado de significancia según los días en que se efectuaron las revisiones.

La prueba de Duncan reveló después de 30 días de observaciones:

I. En los huevecillos:

- a) Que las dosis de 3 000, 4 000 y 5 000 rads son iguales entre sí, siendo diferentes de las dosis de 1 000, 2 000 rads y del testigo.
- b) Que el testigo y la dosis de 2 000 rads son iguales, pero diferentes de la dosis de 1 000 rads.

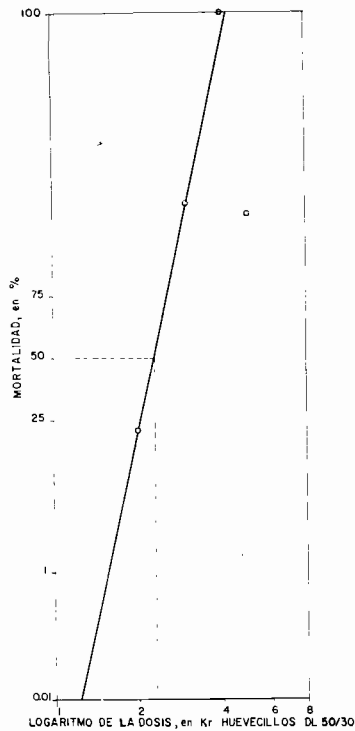


Figura 6. Gráfica de mortandad para los huevecillos de *T. confusum*. Las dosis letales 50/30 son de 2300 rads y 100/30 de 4000 rads.

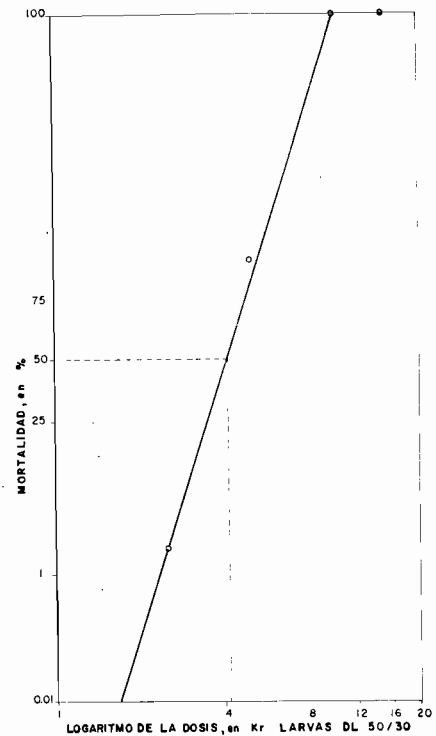


Figura 7. Gráfica de mortandad para las larvas de *T. confusum*. La DL 50/30 es de 4200 rads y la DL 100/30 es de 7500 rads.

II. En las larvas:

- a) Que las dosis de 7 500, 10 000 y 15 000 rads son iguales, pero diferentes de las dosis de 5 000, 2 500 y del testigo.
- b) Que estas tres últimas también son iguales entre sí.

III. En las pupas:

- a) Que las dosis de 12 000, 16 000 y 20 000 rads son iguales, pero diferentes de las dosis de 4 000, 8 000 y del testigo.
- b) Que las dosis de 4 000 y 8 000 rads son iguales entre sí, pero diferentes del testigo.

IV. En los adultos:

- a) Que las dosis de 10 000, 15 000, 20 000 y 25 000 rads son iguales, pero diferentes de la dosis de 5 000 rads y del testigo.
- b) Que el testigo y la dosis de 5 000 rads son diferentes entre sí.

Las dosis letales de 50 y 100 fueron calculadas a los 30 días y se encontró que para los huevecillos la D L 50/30 es de 2 300 rads y la D L 100/30, de 4 000 rads, como lo podemos observar en la Figura 6.

En esta gráfica aparecen en las ordenadas los porcentajes de mortalidad y en

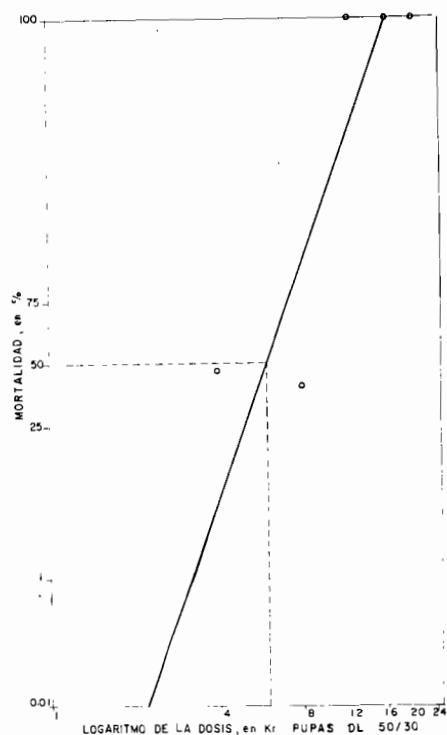


Figura 8. Gráfica de mortandad para las pupas de *T. confusum*. La DL 50/30 es de 6000 rads y la DL 100/30 es de 12000 rads.

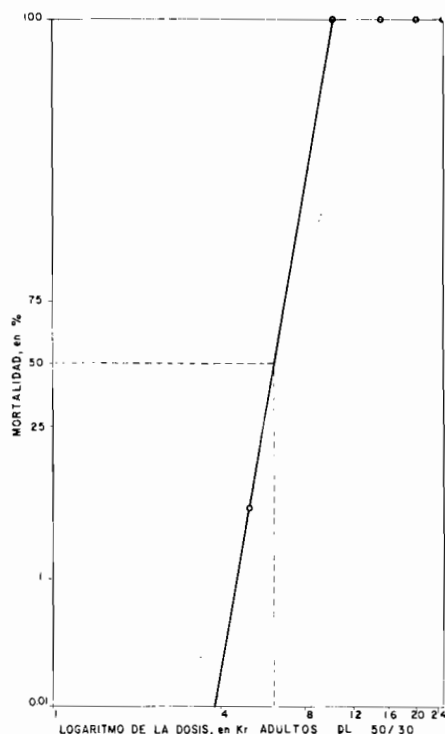


Fig. 9. Gráfica de mortandad para los adultos de *T. confusum*. La DL 50/30 es de 6100 rads y la DL 100/30 es de 10000 rads.

las abscisas, el logaritmo de la dosis en kilorads. Para las larvas, la D L 50/30 es de 4 200 rads, y la D L 100/30 es de 7 500 rads (Figura 7).

Para las pupas la D L 50/30 es de 6 000 rads y la D L 100/30 es de 12 000 rads (Figura 8). Para los adultos la D L 50/30 es de 6 100 rads y la D L 100/30 es de 10 000 rads (Figura 9). El hecho de que la dosis letal 100 de las pupas sea superior a la dosis letal 100 de los adultos, se debe quizá a la falta de pruebas intermedias entre 8 000 y 12 000 rads.

Conclusiones

- I. Las radiaciones provocan en *Tribolium confusum*:
 - a) Un retardo en el desarrollo del insecto.
 - b) Una prolongación de la vida con dosis pequeñas.
 - c) Parálisis.
 - d) Anorexia.
 - e) Alteran la melanización.
 - f) Impiden la esclerotización, como en el caso de las pupas.
 - g) Afectan la fertilidad y la fecundidad de los mismos.
- II. Se deduce que la dosis de 12 000 rads sería la más adecuada para almace-

namientos mayores de 45 días, ya que a los 30 días se obtendría la muerte total.

- III. Con una irradiación de 7 500 rads se obtendría un 100 por ciento de mortandad en los huevecillos y larvas, así como una mortandad un poco superior al 50 por ciento de las pupas y de los adultos, además de provocar la esterilidad de los adultos restantes, dosis que es la apropiada para almacenamientos menores de 45 días.

Nota: Los efectos de la irradiación varían según la intensidad de la misma; por lo tanto, para obtener estos resultados se necesitarían condiciones iguales a aquéllas en que fue realizada esta investigación.

Bibliografía consultada

- BANHAM, E. J. (1962). *The susceptibility of the confused flour beetle to gamma irradiation*. AERE-R-3888 United Kingdom Atomic Energy Authority Research Group Isotop. Res. Div. Wantage Berks, England.
- BUCIO, S. E. (1966). *Efectos de las radiaciones gamma en la emergencia de Anopheles albimanus W.* Tesis de la Fac. de Agrobiología de Michoacán, México.
- CAVALLI-SFORZA. (1961). *Analisi Statistica per Medici e Biologi. E analisi del dossagio biologico*. Boringhieri, Italia.
- CHARBONNEAU y LEMONDE. (1960). *Unidentified growth factors in brewer's yeast I. Necessity of these factors for Tribolium confusum D.* Canad. J. Zool. Ottawa 38: 87-90.
- CORK, J. M. (1957). *Gamma radiation and longevity of the flour beetle*. Radiation Research 7: 551-557.
- CORNWELL. (1957). *Lethal and sterilizing effects of gamma irradiation on insects infesting cereal commodities*. Nature 179: 670-627.
- (1958) *The control of pests in grain by gamma irradiation*. New Scientist 4. 79: 30-33.
- (1966). *The entomology of radiation disinfestation of grain*. Pergamon Press. Ltd.
- DAVEY, W. P. (1919). *Prolongation of life of Tribolium confusum apparently due to small doses of X rays*. J. Eptl. Zool. 28: 447-458.
- DENNIS, N. M. (1961). *The effects of gamma-rays irradiation on certain species of stored-products insects*. J. E. Ent. Vol. 54 No. 1: 211-213.
- DUCOFF, H. S. y WALBURG, H. E. (1960). *Response of Tribolium larvae to X irradiation (abstracts)*. Anat. Record 137: 351.
- ERDMAN, H. E. (1962). *Comparative X-ray sensitivity of Tribolium confusum and T. castaneum at different developmental stages during their life cycle*. HW 72500 p 156-158.
- (1963). *The differential sensitivity of flour beetles Tribolium confusum and Tribolium castaneum to X-ray alteration of reproductive abilities induced dominant lethals, biomass and survival*. J. Exp. Zool. Philadelphia 153: 141-147. 4 figs.
- HILCHEY, J. D. (1957). *Action of ionizing radiation on insects*. Radiation Preservation of Food Eds. Bailey S. D. et al. 240-266.
- HORNE, T. y BROWNELL, L. E. (1952). *The use of radiation sources for insect control radioisotopes and radiation in entomology*. Viena.
- KHALIFA, A. y DADAWY, A. (1955). *The effect of nutrition on the biology of Tribolium confusum D., Tribolium castaneum and Latheticus oryzae W.* Bull. Soc. Ent. Egypte, Cairo 39: 337-350. 4 figs.
- MCDONALD, D. J. y LONG, H. C. (1961). *The effect of neutron irradiation on the fertility of Tribolium confusum D.* Am. Naturalist 95: 124-126.
- ROMERO, R. F. (1967). *Efecto de las radiaciones gamma en el gorgojo del arroz (Sitophilus oryzae) L. Observaciones preliminares*. Tesis del Colegio de Postgraduados de la Esc. Nal. de Agric. México.
- PARK, T. y FRANK, M. B. (1950). *The fecundity and development of the flour beetles Tribolium confusum and Tribolium castaneum at three constant temperatures*. Ecology 29: 368-374. 2 figs.
- PARK, T., DEBRUYN y BOND, J. A. (1958). *The relation of X radiation to the fecundity and fertility of two species of flour beetles*. Physiol. Zool. 31: 151-170.
- PESSON, P. (1963). *Utilization des radiations ionizantes (⁶⁰Co) pour la protection des denrées contre les insectes nuisibles*. Ind. Alim. Agr. No. 3: 211-226.
- (1965). *L'Energie nucléaire est-elle utilisable pour la protection des stocks de céréales contre les insectes*. Inf. e Doc. Agric. 2:
- PESSON, P. y VERNIER, J. M. (1963). *La protection des denrées contre les insectes ravageurs par l'emploi des radiations ionisantes en vue d'obtenir la sterilité des insectes adultes*. Ann. de la Nutrition et de l'Alimentation XVII 6: 487-497.