

## SUPERVIVENCIA DE LARVAS Y ADULTOS DE *SITOPHILUS ZEAMAI* MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IRRADIADOS CON UN LÁSER DE ARGÓN

JULIETA RAMOS-ELORDUY DE CONCONI\*

GEORGINA URBÁN CARRILLO\*\*

### RESUMEN

Larvas y adultos de *Sitophilus zeamais* M. se sometieron a la acción de la luz proveniente de un láser de Argón a una longitud de onda de 4880Å y en una potencia de 100 milivatios. La supervivencia de ellos disminuye conforme aumenta el nivel de energía a que fueron expuestos y el tiempo transcurrido. Las larvas fueron más afectadas que los adultos. La luz láser provoca mortalidad, anorexia, deshidratación, cambios de melanización, inmovilidad, alargamiento del desarrollo, esterilidad a nivel de F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> según la dosis, y ligera estimulación de la reproducción en las dosis bajas. Las dosis letales se calcularon a los 30 días.

Palabras clave: Insecta, *Sitophilus zeamais*, Láser de argón, Supervivencia, Dosis letal, Efectos.

### ABSTRACT

Larves and adultes of *Sitophilus zeamais* M. were exposed to the action of light from an argon laser source, this laser was adjusted to a wavelength of 4880Å and with a 100 milliwatts potency. The laser light provoked: Mortality, anorexia, dehydration, changes in development, sterility of F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> levels depending on the dose and a little stimulation of the reproduction in the lesser doses. The lethal doses were calculated at 30 days.

Key words: Insecta, *Sitophilus zeamais*, Argon laser, Survival, Effects, Lethal dose.

### INTRODUCCIÓN

La actual problemática alimenticia mundial es conocida por todos; de ahí que el hombre se esfuerce por obtener mayores cantidades de alimento y de preservarlo.

Esta es la causa por la cual, la presente investigación va dirigida a dar un empleo potencial al rayo láser, como un método de combate físico de las plagas de los granos almacenados y sus productos.

En la República Mexicana, encontramos más de 30 especies de insectos que

\* Laboratorio de Entomología, Instituto de Biología, UNAM.

\*\* Becario del Instituto de Biología.

atacan a los granos; afortunadamente no todas tienen la misma capacidad de ataque y destrucción, siendo uno de los de mayor importancia *Sitophilus zeamais* Motschulsky, conocido como gorgojo del maíz.

Debido a su forma de alimentación y oviposición, estos insectos dañan a los granos y semillas. Estos y otros factores disminuyen considerablemente la calidad alimenticia y económica, así como el poder germinativo de los granos.

Se ha estimado que de un 5% a un 10% del total de la producción mundial de cereales, se pierde a causa de los insectos, aunque esta cifra puede aumentarse en lugares cálidos y húmedos.

El láser de argón utilizado presenta emisión continua, en el espectro electromagnético, que va del verde al ultravioleta.

La luz láser presenta varios efectos biológicos, Hu y colaboradores (1967) sugieren cuatro formas de acción principales sobre los sistemas vivos que son: los cambios termoquímicos, el daño mecánico o acústico, la vaporización del protoplasma y el efecto fotoquímico.

## MATERIAL Y MÉTODO

Los cultivos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky se mantuvieron en los granos de maíz de variedad cacahuazintle, previamente tratados a bajas temperaturas ( $-4^{\circ}\text{C}.$ ) procedentes del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

Se les determinó la humedad relativa de  $11 \pm 0.5\%$  empleando un higrómetro (Steinlite RCT-B).

Posteriormente los cultivos fueron colocados en una cámara a una temperatura constante de  $24 \pm 4^{\circ}\text{C}.$  y una humedad relativa de  $68 \pm 2\%$ .

La irradiación del material y la dosimetría se llevaron a cabo en el Centro de Investigación de Materiales de la U.N.A.M., utilizando un láser de argón (modelo 625 SpectraPhysics), ajustado a emitir en una longitud de onda de  $4880\text{Å}.$

La potencia de emisión que se determinó (modelo 401 C Spectra-Physics), fue de 100 milivatios.

Las dosis utilizadas fueron de 90, 120, 240, 330 y 480 joules.

Las muestras fueron de 30 individuos con 4 repeticiones para cada una de las seis dosis empleadas, lo cual nos da 720 individuos utilizados por dosis y un total de 2280 individuos utilizados para el presente trabajo.

Para poder valorar el efecto de la luz láser sobre los adultos, así como en las larvas, se trató por un lado maíz infestado por este organismo, en los estados de desarrollo antes citados, que sería la forma natural, y además, se trataron los individuos solos, con los que se formaron cuatro grupos experimentales.

En el primero, se sometió a los adultos sin grano a irradiación; después, los diferentes lotes fueron colocados en tubos de plástico conteniendo 8 gramos de maíz de la variedad "cacahuazintle", tratado en la forma antes descrita, y se colocaron en la cámara en las condiciones previamente mencionadas. El segundo grupo experimental se colocó en tubos de plástico, conteniendo la misma cantidad

de maíz, un día antes de ser sometidos al tratamiento, para que pudieran penetrar en el grano.

El tercer grupo experimental, estuvo formado por larvas que se irradiaron sin grano y que posteriormente fueron colocados en tubos de plástico que contenían también 8 gramos de maíz, pero fraccionado, con el fin de facilitar la entrada.

El cuarto grupo experimental, consistió de larvas con grano; para ello se les colocó en tubos de plástico, igual que en el caso anterior, un día antes de ser sometido a la irradiación.

Las revisiones de los experimentos se efectuaron a los 10, 20, 30, 40, 60, 100 y 120 días después de ser irradiados.

Los resultados se expresan en tablas y gráficas, con las correspondientes DL-50 y DL-100, calculadas a los 30 días.

Se calculó también la velocidad promedio de aparición de la  $F_1$  entre 30 y 80 días y de la  $F_2$  entre 80 y 120 días, para lo cual se utiliza la fórmula de la pendiente de una recta.

Los niveles de significación se obtuvieron mediante una prueba de "T de Student" para muestras pequeñas.

## RESULTADOS

Como se observa en las tablas 1, 2, 3 y 4, así como en las gráficas 1 y 2, la mortalidad es directamente proporcional a la dosis, siendo ésta de tipo exponencial.

En la tabla número 1 referente a la supervivencia de los adultos, expuestos a la luz láser a varios niveles de energía, sin grano, se observa para las revisiones de 10, 20 y 30 días que en todas las dosis los porcentajes van disminuyendo según aumentan la energía y el tiempo, con la excepción de la revisión de los 10 días con 480 joules.

En la revisión efectuada a los 40 días advertimos la aparición de la  $F_1$  en el testigos y en las dosis de 90, 120 y 480 joules, puesto que los porcentajes de supervivencia aumentan a 115.3%, 90.8%, 70.8% y 24.16% respectivamente; ésta es detectada hasta los 60 días en la dosis de 240 joules. En el caso de la dosis de 330 joules no hubo aparición de la  $F_1$ .

En las revisiones posteriores realizadas llegando hasta los 120 días, se advierte en el caso de los testigos, que la población crece de 130% hasta 227.3%; en el caso de 90 joules, la población se incrementa de 112.5% hasta 156.66%. Con 120 joules el aumento de la población es muy ligero de sólo un 12.5%. A partir de 240 joules la población disminuye ligeramente, en contraste con los casos anteriores, teniéndose a los 120 días un 36.6% en 240 joules, un 20.8% en 330 joules y un 30% en 480 joules.

Las dosis letales determinadas se muestran en la gráfica N° 1 en donde se puede ver claramente que la mortalidad de los adultos sin grano, es directamente proporcional al logaritmo de la dosis determinando una DL 100/30 de 831 joules y una DL-50/30 de 145 joules.

En la tabla N° 2 referente al porcentaje de supervivencia de adultos expuestos a la luz láser a varios niveles de energía, con grano, observamos que los valores

encontrados en la revisión de 10, 20 y 30 días nos indican que la supervivencia en general disminuye conforme a la dosis y el tiempo transcurrido.

En la revisión realizada a los 40 días se detectó la aparición de la  $F_1$  para los casos del testigo, 90, 120 y 240 joules, ya que los valores se incrementan a 112.5%, 90.8%, 59.1% y 23.3% respectivamente, para 480 joules es hasta los 60 días que se observa.

En el resto de las revisiones, la población crece tanto en el testigo como en las tres primeras dosis, aunque en una proporción menor conforme aumenta la energía, siendo ésta con la dosis de 240 joules, de aproximadamente una cuarta parte con respecto al testigo, en el que es de 225.3%.

En el caso de 330 joules, vemos que no hay aparición de la  $F_1$  y la supervivencia va gradualmente disminuyendo según las revisiones. En 480 joules hay un ligero aumento de 7% por aparición de  $F_1$ , encontrándose la población a los 120 días alrededor de una décima parte (26.6%) en relación con el testigo.

Las dosis letales en este caso son de 162 joules para la dosis letal media y de 1288 para la dosis letal cien.

En la tabla N° 3, referente al porcentaje de supervivencia de larvas expuestas a luz láser, sin grano, podemos observar que éste, se ve enormemente afectado, encontrándose en 330 y 480 una mortalidad total a los 10 días; con la dosis de 240 joules la supervivencia es de sólo 1.67% y la máxima es de 9.34% en la dosis más baja (90 joules).

En la revisión correspondiente a los 30 días, se obtiene el 100% de mortalidad en todas las dosis.

En la tabla referente al porcentaje de supervivencia de larvas expuestas a luz láser, con grano (tabla 4), se advierte lo mismo que en el caso anterior, sólo que los valores son un poco más elevados pero a los 30 días de nuevo se llega a la total mortalidad.

Las dosis letales calculadas para los 30 días, tienen por lo tanto los mismos valores, para larvas con grano, y sin grano, siendo la DL-50/30 de 9.33 joules y la DL-100/30 de 90 joules.

Al analizar la velocidad promedio de aparición de la  $F_1$  y  $F_2$  provenientes de adultos irradiados, tanto con grano como sin él (tabla 5), encontramos que los valores son siempre menores que en el testigo, en todas las dosis a nivel de la  $F_2$ , al igual que de la  $F_1$  a partir de 240 joules, notando que con la dosis de 330 joules los individuos son estériles desde la  $F_1$  en ambos casos. Se presenta también esterilidad total en la  $F_2$  desde los 240 joules en los lotes de individuos irradiados: sin grano y a partir de 330 joules en los irradiados con grano.

## DISCUSIÓN

De los resultados anteriores, deducimos que las larvas son muy sensibles a la radiación láser, tanto dentro del grano como fuera de él, ya que los valores de mortalidad encontrados en la primera revisión, aun con las dosis más bajas, es de 90% (tablas 3 y 4); también se observó una diferencia muy marcada tanto en el comportamiento como en los efectos provocados por la irradiación, con

respecto al testigo, ya que después de ser irradiadas, presentan síntomas que van desde un cierto grado de inmovilidad hasta una completa deshidratación, acompañada de un ligero cambio en la melanización.

Resultó notable el hecho de que las pupas provenientes de las larvas sobrevivientes, sometidas a la luz del láser, tardaron más del doble en llevar a cabo su desarrollo, pero en ningún caso lograron sobrevivir al estado de preadulto.

Los adultos presentaron una relativa resistencia a la radiación; sin embargo, fueron afectados por la exposición a la luz láser provocando en ellos una marcada anorexia, inmovilidad y melanización, además de una posible ceguera, ya que las omatidias se encontraban marcadamente deshidratadas.

La oviposición también se vio muy afectada, ya que como mencionamos hay esterilidad total en la  $F_2$  desde 240 joules en individuos irradiados sin grano y a partir de 330 joules en los irradiados con grano.

Además, los porcentajes de supervivencia son siempre menores en los lotes tratados, que en el testigo (tabla 1 y 2), reduciéndose éste marcadamente en las tres últimas dosis (240, 330 y 480 joules).

Los efectos generales provocados por la radiación láser fueron: 1. Mortalidad; 2. Anorexia; 3. Deshidratación; 4. Cambios de melanización; 5. Inmovilidad; 6. Aletargamiento; 7. Alargamiento del ciclo de vida; 8. Esterilización de la  $F_1$  y  $F_2$  según dosis; 9. Posible ceguera; y 10. Ligera estimulación de la reproducción de la  $F_1$  en las dosis más bajas.

Hay algunos factores que nos ayudan a explicar el retardo en el desarrollo sufrido por las larvas de *Sitophilus zeamais* como son que la radiación láser puede cambiar la configuración de las moléculas y por lo cual alterar o anular su acción (Bellin y Yankus, 1968), así como retardar la división celular por pérdida de la sincronía, por un periodo de tiempo después de ser sometidos a la irradiación (Carlson y colaboradores, 1960).

Igualmente se ha visto que la radiación láser inhibe la actividad respiratoria, mediante la destrucción del citocromo B, así como la alteración de la fase "S" del ciclo celular modificando los sistemas enzimáticos vitales (Rounds y Adams, 1964).

Si comparamos los efectos provocados por la irradiación con láser en *Sitophilus zeamais*, con *Tribolium confusum* Duv., encontramos una mayor radiorresistencia por parte de los adultos de *Sitophilus zeamais*, puesto que los valores de la DL-50/30 y de la DL-100/30, fueron de 145 y 831 joules respectivamente en el caso de los organismos irradiados sin grano. Los valores registrados para *Tribolium confusum* D. son para DL-50/30 de 49 joules y una DL-100/30 de 250 joules, en la misma potencia estando irradiados sin harina.

Con respecto a las larvas, los valores registrados son similares, teniendo *Sitophilus zeamais* una DL-50/30 de 9.33 joules y una DL-100/30 de 90 joules, tanto para los organismos irradiados sin grano como los irradiados con grano; *Tribolium confusum* presenta una DL-100/30 de 88 joules y una DL-50/30 de 33 joules irradiados sin harina (Conconi, J. R. E. et. al., 1978).

## AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias al Dr. Jorge Rickards del Centro de Investigación de Materiales de la UNAM, por habernos permitido el uso del láser y al Físico Jesús Ma. Siqueiros Beltrones, por haber hecho el cálculo de la dosimetría empleada.

## LITERATURA CITADA

- BELLIN, J. S. and C. A. YANKUS, 1968. Influence of dye Binding on the sensitized photooxidation of amino acids. *Arch Biochem Biophys.* 123:18.
- CARLSON, J. G., M. E. GAULDEN and J. JAGGER, 1960. Mitotic effects of monochromatic ultraviolet irradiation of the nucleolus, in *Progress in Photobiology* M. C. Christensen and B. Duchmann, (eds) pp. 251-253, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- CONCONI, J. RAMOS ELORDUY, M. L. HERNÁNDEZ, M. RAMÍREZ, J. M. SIQUEIROS, 1978. Laser ray effect on *Tribolium confusum* Duv. *Trib. Inf. Bull.* 21:120-131.
- HU C., J. LAURIDSON and F. S. BARNES, 1967. Thermal damage to biological materials *Ann Rep U. S. Army Med. Res. Dev. Comm. Da-49-193-MD-2652:1.*
- ROUNDS, D. E. and J. E. ADAMS, 1964. DNA. *Metabolism in synchronized cells following laser radiation.* Abstr third Boston laser conf. 123 págs.

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ADULTOS  
SITOPHILUS ZEAMAIIS

EXPUESTO A LUZ LASER A VARIOS NIVELES DE ENERGIA SIN GRANO

POTENCIA milliwatts.	ENERGIA joules	Días después del tratamiento							
		10	20	30	40	60	80	100	120
0	0	98.6	98.6	98.0	115.3	130.0	144.6	200	227.3
1 0 0	9 0	91.6	84.16	80.83	90.8	122.5	128.3	131.6	156.66
1 0 0	1 20	78.3	63.3	43.3	70.8	106.6	111.6	117.5	119.1
1 0 0	2 4 0	55.8	38.3	33.3	31.6	40.83	39.16	38.3	36.6
1 0 0	3 3 0	3 5	28.3	2 5	24.6	23.3	23.3	21.6	20.8
1 0 0	4 8 0	5 0	22.5	18.3	24.16	28.3	30.8	30.8	3 0

Tabla 1

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ADULTOS  
SITOPHILUS ZEAMAIIS

EXPUESTO A LUZ LASER A VARIOS NIVELES DE ENERGIA CON GRANO

POTENCIA miliwatts.	ENERGIA joules	Días después del tratamiento							
		10	20	30	40	60	80	100	120
0	0	97.5	96.6	95.8	112.5	138.3	143.3	202.6	225.3
100	90	92.5	67.5	83.3	90.6	114.16	134.16	139.1	154.1
100	120	67.5	60	57.5	59.1	63.3	115	128.3	130
100	240	52.5	30.8	21.6	23.3	28.3	50	56.6	58.33
100	330	46.6	35	30.8	28.3	28	26.6	26.6	25.8
100	480	45	24.1	21.6	20.5	26.33	27.5	26.6	26.6

**PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LARVAS**  
**SITOPHILUS ZEAMAI**  
**EXPUESTO A LUZ LASER A VARIOS NIVELES DE ENER-**  
**GIA SIN GRANO.**

POTENCIA milliwatt	ENERGIA joules	DIAS			DESPUES 20	DEL 30	TRATAMIENTO. 40	60
		10	20	30				
0	0	97.40	89.34	87.34	87.34	87.34	87.34	
100	90	9.34	2.50	0	0	0	0	
100	120	6.67	0.84	0	0	0	0	
100	240	1.67	0	0	0	0	0	
100	330	0	0	0	0	0	0	
100	480	0	0	0	0	0	0	

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LARVAS  
SITOPHILUS ZEAMIS  
EXPUESTO A LUZ LASER A VARIOS NIVELES DE ENER-  
GIA CON GRANO

POTENCIA milliwatt.	ENERGIA joules	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO.				
		10	20	30	40	60
0	0	95.34	90.67	88.67	88.67	87.34
100	90	10.00	1.67	0	0	0
100	120	9.17	2.50	0	0	0
100	240	4.17	2.50	0	0	0
100	333	0	0	0	0	0
100	480	0	0	0	0	0

VELOCIDAD PROMEDIO DE APARICION DE F<sub>1</sub> Y F<sub>2</sub>

INDIVIDUOS IRRADIADOS SIN GRANO

ENERGIA ( Joules )	TIEMPO ( dias )	
	30 - 80	80-120
0	0.932	2.06
90	0.95	0.70
120	1.36	0.18
240	0.11	- 0.06
330	- 0.03	- 0.06
480	0.25	- 0.02

INDIVIDUOS IRRADIADOS CON GRANO

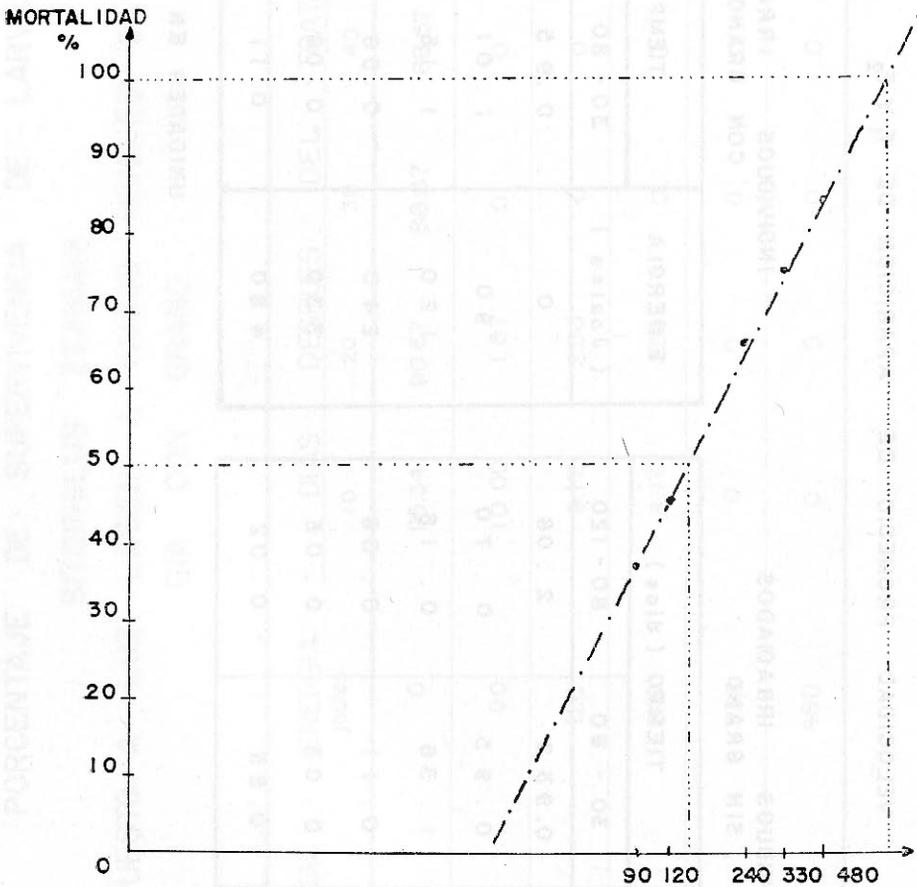
ENERGIA ( Joules )	TIEMPO ( dias )	
	30 - 80	80-120
0	0.95	2.05
90	1.01	0.49
120	1.15	0.37
240	0.56	0.20
330	- 0.08	- 0.02
480	0.11	- 0.02

UNIDADES EN IND./DIAS

TABLA 5

**ADULTOS SIN GRANO**  
**GRAFICA 1**

**SITOPHILUS      ZEAMAIS**

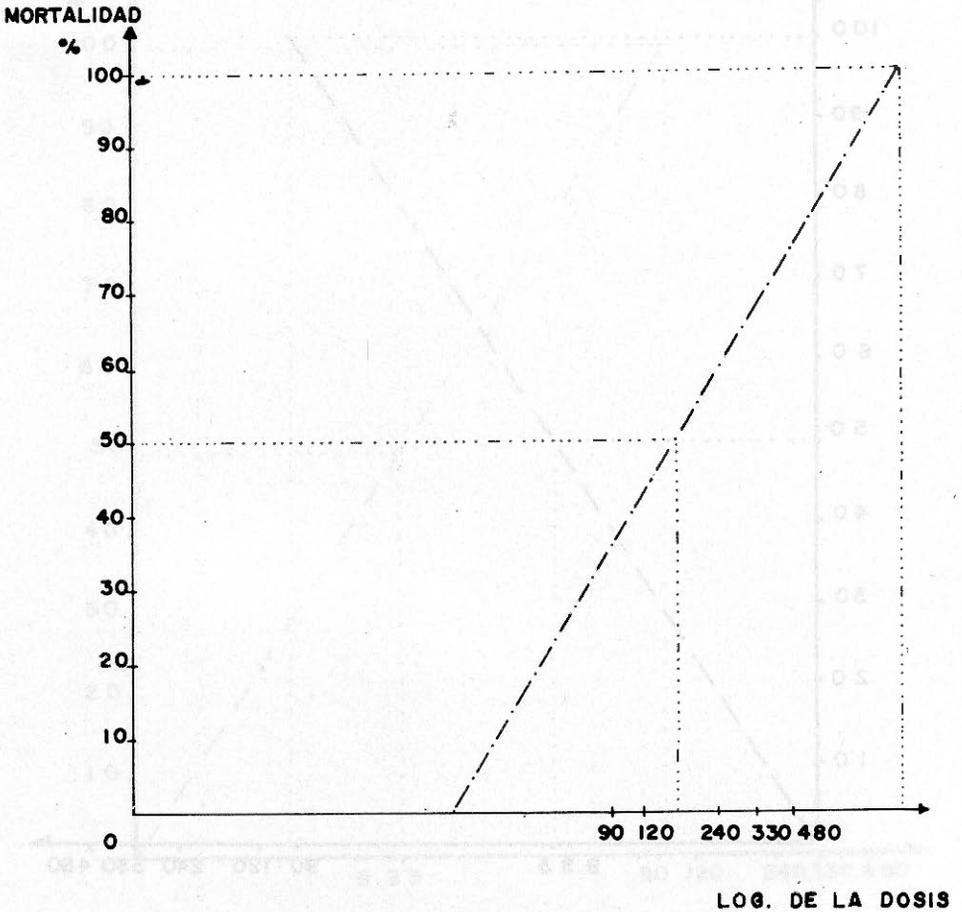


DOSIS LETAL 50 - 145 JOULES.  
DOSIS LETAL 100 - 831 JOULES.

LOG. DE LA DOSIS  
( JOULES )

ADULTOS CON GRANO  
GRAFICA 2

SITOPHILUS ZEAMAIIS



DOSIS LETAL 50 — 162 JOULES

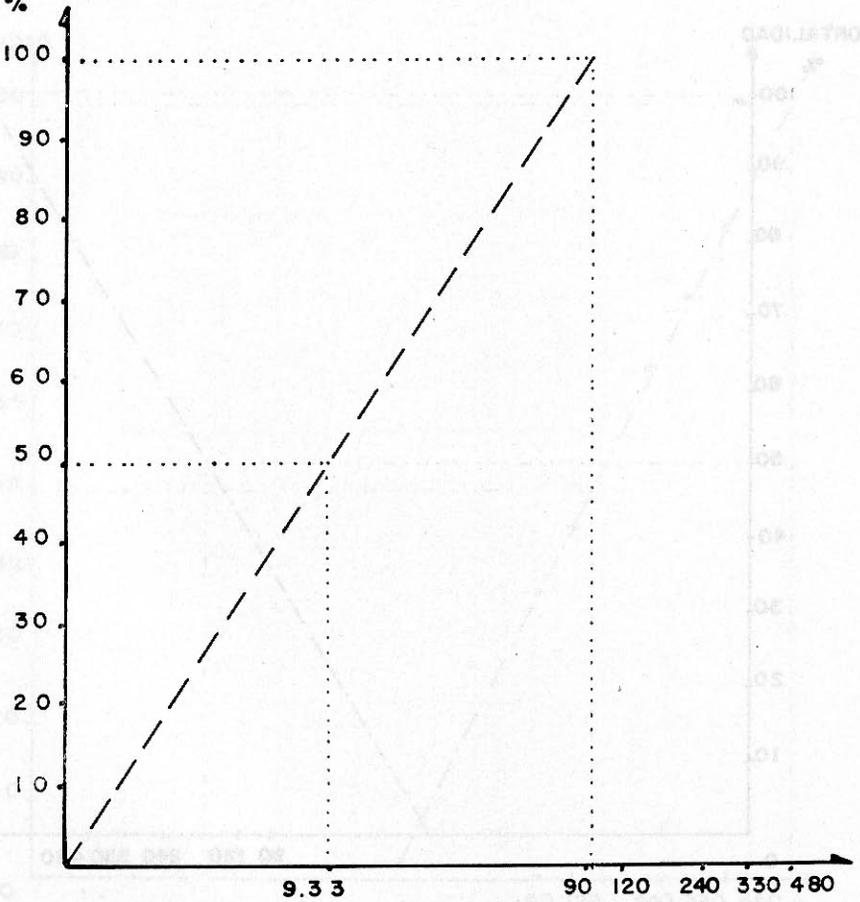
( JOULES )

DOSIS LETAL 100 — 1288 JOULES

LARVAS CON GRANO  
GRAFICA 3

SITOPHILUS ZEAMAIS

MORTALIDAD  
%



LOG. DE LA DOSIS

( Joules )

DOSIS LETAL 50 - 9.33 Joules

DOSIS LETAL 100 - 90 Joules

## LARVAS SIN GRANO

## GRAFICA 4

SITOPHILUS ZEAMAI

MORTALIDAD

%

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

9.33 90 120 240,330,480

LOG. DE LA DOSIS

( Joules )

DOSIS LETAL 50 - 9.33 Joules

DOSIS LETAL 100 - 90 Joules

Instituto de Biología, UNAM, Laboratorio de Entomología  
 y Zoología, Ciudad de México, México.