

ites
7 de julio 1979
N. 24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE UN LASER DE ARGON EN Oryzaephilus
surinamensis (L.) (COLEOPTERA, CUCUJIDAE).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

BLANCA LOURDES DE LA CUEVA BARAJAS

MEXICO, D. F.

6352

1979

592

37



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EFFECTO DE UN LASER DE ARGON EN Oryzaephilus
surinamensis (L.) (COLEOPTERA, CUCUJIDAE)

INDICE

- I INTRODUCCION
- II OBJETIVOS E HIPOTESIS
- III GENERALIDADES
 - a) Método de Control de Plagas
 - b) El Láser
 - c) Tipos y Usos del Láser
 - d) Oryzaephilus surinamensis (L)
- IV MATERIAL Y METODO
- V RESULTADOS
- VI DISCUSION
- VII LITERATURA CONSULTADA

I INTRODUCCION

En la presente tesis se hace un ensayo con uno de los más recientes logros de la ciencia, esto es la luz láser. Es importante encontrar un método que no solo sea efectivo en proteger las propiedades nutritivas de los alimentos, sino también que los preserve del ataque de diferentes organismos y además que no desarrolle partículas o sustancias dañinas a la salud del organismo que consuma estos alimentos.

Debido al desproporcionado crecimiento de la población mundial, y en especial de México, en relación con el abastecimiento de alimentos, especialmente de granos y sus derivados, hace importante mantener ésta producción a un máximo nivel, esto es, libre de plagas tanto de insectos como de roedores, aves, hongos y microorganismos, además de las pérdidas debidas al manejo inadecuado en el transporte y almacenamiento.

Los alimentos una vez almacenados, son seriamente atacados por los insectos. En México

se calcula entre el 25 y 30% de pérdidas anuales de la producción de granos y sus derivados. El nuevo método debe tener como principal característica la de proteger con mayor eficiencia a los alimentos almacenados, debido a que se guardan por períodos relativamente largos, en México su almacenamiento varía entre 3 y 6 meses (ANDSA). En este tiempo los daños pueden ser severos, debido a la infestación simultánea por varias especies de insectos, cuyos restos permanecen mezclados en el alimento.

Una de las plagas más importantes es la causada por "Oryzaephilus surinamensis (L)" conocido como gorgojo aserrado de los granos, insecto que se considera como plaga secundaria, cosmopolita, resistente a las bajas temperaturas y que infesta una gran variedad de productos, introduciéndose fácilmente en los alimentos aparentemente bien empacados, debido a su cuerpo aplanado.

II OBJETIVOS E HIPOTESIS

OBJETIVOS

Los objetivos que nos planteamos en esta investigación fueron encontrar la dosis esterilizante, la dosis letal media y la dosis letal cien; además de observar la diferencia del porcentaje de mortalidad en organismos irradiados con y sin harina, así como el tiempo de recuperación y anotar las alteraciones en el tiempo de desarrollo, al igual que la viabilidad de los descendientes.

HIPOTESIS

La luz Láser puede ser usada como método de control de insectos de granos y productos almacenados, matándolos o provocando su esterilidad, debido a los cambios termoquímicos y los efectos fotoquímicos.

- 4 -

III GENERALIDADES

a.- METODOS DE CONTROL DE PLAGAS:

Por la creciente demanda de alimentos y el aumento constante de la población, se estableció desde hace tiempo una carrera en la cual la meta final es evitar que se pierdan grandes cantidades de alimentos, debido a los ataques de plagas de insectos, por lo que se han buscado métodos que controlen o exterminen tales plagas.

Existen muchos métodos de control, uno de ellos es el control biológico o Biocontrol, que es un método antiguo y eficaz en el control de insectos y plagas similares. Consiste en utilizar a los enemigos naturales-parásitos, depredadores y organismos patógenos para atacar y destruir a las plagas. Este tipo de método tiene muchas ventajas, que no pueden ofrecer la mayoría de los otros medios de control de plagas, entre las cuales podemos citar tres: la permanencia, la seguridad y la economía, además de no tener efectos secundarios, así como su uso y aplicación no -

implica peligros. Sus desventajas son: no ser adecuado para todas las plagas, que la dispersión del depredador sea inadecuada, por lo que se recomienda usarse solo como parte de un sistema más amplio, que incluya otros medios de control.

Otra técnica de control biológico es el microbiano, que consiste en el uso de microorganismos patógenos con el objeto de controlar a las especies nocivas, pueden usarse virus, bacterias, protozoarios o nemátodos.

Quizá el método más antiguo y en algunos casos la más primitiva de todas las prácticas sea el control de plagas por los métodos mecánicos. Se basan en los principios de remoción y destrucción directa. Algunas ventajas de este método son: que utilizan labor manual, y por lo tanto los costos son bajos, además de que no se tiene el problema de residuos, y las desventajas por lo que es poco eficiente, se necesita de una aplicación frecuente.

Entre los métodos de combate físicos se encuentran la temperatura, la humedad, el sonido, la energía de radiofrecuencia, la energía radiante visible

o casi visible, etc.

Otro método usado es el del empleo - de agentes químicos que alteran los procesos de nutri-- ción y desarrollo del insecto, como ciertos antimetabo-- litos que interrumpen el proceso normal de la asimila-- ción, esencial para el crecimiento y desarrollo de los insectos. También se usan los disuasivos de la alimen-- tación, que interfieren con la ingestión de alimentos, así como también algunos compuestos hormonales que evi-- tan el desarrollo normal, interfiriendo con la muda y - otros procesos que intervienen reacciones endócrinas.

La esterilización sexual de los in-- sectos fué establecida como un medio práctico y distin-- to del control de plagas de insectos en 1950. El prin-- cipio de esterilidad se puede aplicar en dos formas: == criando insectos y esterilizándolos para liberarlos des-- pués o usando sustancias químicas para inducir la este-- rilidad en la población natural. El concepto básico pa-- ra cualquiera de estos dos sistemas consiste en que los insectos sexualmente esterilizados, se apareen o con in-- sectos normales en la población neutralizando su poten-- cial reproductivo. El método de liberación de insectos-

estériles tiene mayor potencial para eliminar o controlar plagas a un nivel bajo, por lo tanto, el método es muy ventajoso cuando se usa en poblaciones que ya se han reducido por otros métodos. Esta esterilización puede llevarse a cabo por medio de radiaciones tanto de rayos gamma como de rayos X o por esterilizantes químicos, etc.

Uno de los métodos de uso más común, y del que las primeras referencias de su empleo datan de hace 3000 años, son los insecticidas. El conocimiento actual de los fumigantes químicos, aún están basadas en las enseñanzas de Plinio. En general, los insecticidas son la primera línea de defensa en el control de plagas de insectos, y las causas por lo que se emplean son: ser muy efectivos, su efecto es inmediato, pueden poner rápidamente bajo control grandes poblaciones de insectos, se pueden emplear tanto como sea necesario. Sin embargo, en la actualidad se ha visto que los insecticidas tienen limitaciones importantes, sobre todo en el área de la resistencia de los insectos a ellos; se hacen insensibles a éstos, y al aplicarlos pueden perturbar el sistema ecológico con efectos adversos a la vida silves-

tre, y a otras especies convenientes al hombre, ya que no son específicos, ni selectivos. Los residuos que dejan en los productos tratados pueden representar riesgos para la salud.

Existen insecticidas inorgánicos y orgánicos o botánicos, además de los orgánicos sintéticos. Se pueden presentar en forma de líquidos, tabletas, gas, polvo, aerosoles, granulados, etc., y dependiendo del tipo de plaga que se va a combatir y del lugar, se escogerá el insecticida adecuado y la forma de aplicación para obtener buenos resultados.

También existen los métodos basados en atrayentes químicos, paralizantes, repelentes, etc..

En México, para combatir plagas de insectos que atacan granos y harinas almacenadas se usan principalmente los siguientes insecticidas: el bromuro de metilo cuya fórmula química es CH_3Br , y se utiliza como fumigante, no es inflamable, y su fuerza de penetración permite que se use en una amplia variedad de materiales. Es reactivo químicamente y, con ciertas plantas y frutas puede producir efectos fisiológicos, siendo en otros alimentos tolerable. En los productos

alimentos sobre los que se aplica, se forman bromuros inorgánicos que son el objeto de las tolerancias residuales. Su dosificación es de 30 a 40 gr. de bromuro de metilo por tonelada de alimento, aunque se ha visto que afecta seriamente el sistema nervioso central en el hombre aún en bajas concentraciones.

Otro fumigante muy usado en México es el fosfuro de hidrógeno (ANDSA) H_3P que se utiliza en forma de tabletas en dosis de 3 tabletas por tonelada de alimento. La fosfina es lo que mata al insecto, ya que es un gas tóxico generado por el fosfuro de hidrógeno. Es sumamente venenoso para el hombre, siendo la dosis D_{L50} de 20 mg/Kg y la concentración letal en el aire es de 1,000 ppm., es muy inflamable, y los residuos son muy ligeros y se pueden eliminar con un método adecuado de aereación.

III_b LASER

Para lograr la construcción de un láser, muchas personas contribuyeron, entre ellos Albert-Einstein, que introdujo los conceptos de emisión espontánea y estimulada de radiación por la materia. Al principio de la década de los cincuentas, Weber y Townes de los Estados Unidos, y en la Unión Soviética Basov y - - Prokhorov propusieron un proceso de amplificación por - emisión estimulada en la región de las microondas, culminando estos trabajos en 1954 cuando Townes en la Universidad de Columbia completó la construcción del primer "amplificador de microondas" que fué llamado Máser, palabra que se forma por las letras iniciales de Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Este trabajo precedió a la construcción del primer amplificador de luz láser, por Theodore Maiman en 1960 de las Hughes Research Laboratories. La palabra Láser se formó por las primeras letras de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, que significa "Amplificación de la luz mediante la emisión estimulada de -- radiación", o sea que la energía resultante de la ampli

ficación está en la gama visible del ojo humano del espectro electromagnético.

El primer láser que se construyó - fué de rubí, del tipo pulsado y poco tiempo después, - también en 1960 se obtuvo el primer aparato láser gaseoso que era de Helio-Neón y fué por estudios hechos por Javan y Sanders de los Bell Telephone Laboratories.

El láser, por definición, es un -- instrumento que amplifica luz por medio de emisiones -- estimuladas por radiación, y en la práctica es considerado generalmente como una fuente o generador de radiación.

Los principales componentes de un láser se pueden dividir en 3 partes:

- I.- En medio activo que será excitado. En el caso - del láser de rubí será una barra de rubí, en -- los láseres gaseosos habrá un tubo perfectamente cerrado conteniendo mezcla de gases como helio-neón, argón-kriptón, etc.
- II.- La fuente de excitación. Esta provee la energía necesaria para activar el medio láser. En un láser de rubí, será una o varias lámparas de -- Xenón. En el caso de láseres gaseosos puede --

ser una fuente de corriente eléctrica.

III.- La cavidad óptica. Es el sistema que actúa como amplificador y consiste en dos espejos generalmente, uno plano y uno cónico, siendo uno de ellos reflector total y el otro con un determinado porcentaje de reflectividad dependiendo del láser de que se trate.

La luz visible abarca una determinada porción de la amplia escala de radiaciones electromagnéticas que se encuentran entre los 4000 y 7500 Å, estando situada entre el infrarrojo y el ultravioleta, que ya no son captadas por el ojo humano. La luz producida por un láser tiene como su principal característica la de ser coherente, es decir, monocromática, (posee un solo color de luz), y que las ondas que la componen guarda una relación de fase, por lo tanto la dispersión de un haz de luz láser será mínima aún a grandes distancias. Esta luz es de gran pureza y puede ser de diferentes colores dentro del espectro visible, el infrarrojo y el ultravioleta.

IIIc TIPOS DE LASER

Existen diferentes tipos de láser. - La diferencia entre ellos está dada por el tipo de material que produce el efecto láser. Los láseres se pueden encontrar en los 3 estados de la materia, como son del tipo sólido, líquido y gaseoso.

Entre los láseres más comunes se encuentra el láser de rubí, este dispositivo emite luz coherente y pulsada, utiliza rubíes artificiales que se obtienen fundiendo y cristalizando óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido de cromo (Cr_2O_3) a la temperatura de 2050°C . El rubí empleado tiene un color rojo pálido. La luz pulsante que emite el dispositivo es de color rojo e intensamente brillante.

Los láseres líquidos emplean un medio láser disuelto en algún solvente transparente. Una de las ventajas es que el líquido puede ser refrigerado directamente y así evitar el calentamiento del dispositivo, presenta gran homogeneidad y se puede controlar fácilmente la pureza del líquido.

También existen láseres construídos-

con gas, que son los más comunes en la actualidad y --
tienen gran cantidad de aplicaciones. La luz resultan-
te es continua y el medio activo puede ser una mezcla-
de diferentes gases, por ejem. helio-neón, argón-helio,
etc. Las mezclas gaseosas están contenidas en un tubo-
cilíndrico de cerámica o vidrio.

El primer láser gaseoso, era de He-
lio-Neón, fué creado por Ali Javan, William R., - - -
Bennett y R. Herriot de los Laboratorios Bell, y las -
ventajas que tiene es que es continuo y puede ser con-
trolado con mayor precisión.

Por último están los láseres de in-
yección que fueron creados por Rediker, Nathan, y Hall.
Este tipo de láser consiste en un diodo semiconductor-
construido por ejemplo, de arseniuro de galio (un dio-
do es una válvula que conduce la corriente prácticamen-
te en un solo sentido). Este tipo de dispositivo ha da-
do resultados satisfactorios en pruebas para comunica-
ciones.

APLICACION DEL LASER

En la industria e ingeniería se está utilizando para la soldadura y microsoldadura, en la fabricación de circuitos electrónicos, para microperforación y micromaquinado, ya sea de materiales extremadamente duros o suaves. Puede derretir plomo, cortar, taladrar y dar forma a materiales ultraduros como el tungsteno, fundir metales super resistentes al fuego como aleaciones de titanio.

Existe un aparato que se llama Geodolito, en realidad es un altímetro que usa un láser y puede graficar en papel a escala los perfiles del terreno que va pasando debajo de él, éste sirve para hacer mapas de lechos de ríos, mares, etc. con la ventaja de que puede ir varios metros sobre el terreno que se quiere mapear y a velocidad de 300 Km/hr.

También se ha montado el láser de helio-neón a un tránsito y se le llama Transit-Line, éste aporta una gran ayuda a la industria de la construcción y de la ingeniería. En las excavaciones de túneles sirve el fino haz de luz láser como eje para

dar dirección adecuada. Se puede decir como conclusión que acelera los trabajos de medición topográfica, de construcción de carreteras, caminos, tuberías de agua potable, sanitarias, deslinde de propiedades, trazo y construcción de oleoductos y gaseoductos.

Debido a las características físicas del láser es posible medir grandes distancias con error de 5 mm. por Km.

En el campo de las comunicaciones el láser tiene grandes aplicaciones, por ejemplo el láser modulado puede transmitir ondas de radio, televisión, teletipos, señales codificadas, órdenes a aparatos computadores, calculadoras electrónicas, etc., todo al mismo tiempo y con la ventaja de que la energía no se disipa y se propaga en línea recta.

En la medicina es de extraordinaria utilidad, se ha usado el láser de rubí en la cirugía de los ojos, principalmente para tratar casos de desprendimiento de retina, este haz es muy fino, con un diámetro de una décima de milímetro, se aplica sobre los bordes de las fisuras, soldándolos a la coroides por medio de la albúmina del tejido, con el beneficio

para el enfermo de que no es necesario abrir el ojo, so lo se adormece y se le dilata la pupila con la ventaja de que se tardará aproximadamente solo 20 minutos el -- tratamiento.

Está en experimento un bisturí utili zando un láser de CO_2 que emite luz infrarroja, y de -- una longitud de onda donde la radiación es totalmente - absorbida en una capa delgada de tejido. Como la profun didad de penetración es pequeña, solo quema la capa su- perior y los tejidos más profundos apenas si llegan a - calentarse, por lo que puede operarse con gran preci- - sión, además se trabajaría en forma aséptica y se po- - dría evitar la metástasis. Esto es especialmente impor- tante en el caso de tejidos cancerosos disminuyendo la- posibilidad de que aparezca un nuevo foco canceroso al- poco tiempo, además tiene la ventaja de cauterizar al - cortar, por lo que se evita derrames y grandes pérdidas de sangre, y se abre la posibilidad de ser operado el - hígado.

Por las características de esta luz- láser pueden desaparecer tatuajes, lo único que se nece sita es escoger la longitud de onda que solamente sea -

absorbida por la materia colorante y así no ejerza ningún efecto sobre la piel. También se ha usado en la -- destrucción de varios tipos de lunares coloreados y el grado de destrucción dependerá de la energía incidente. El Dr. León Goldman está experimentando como cauterizar con luz Láser los tumores y manchas cutáneas y -- hasta cierto tipo de cáncer en la piel, obteniendo resultados alentadores.

En el campo de la odontología se -- usaría un láser de argón, que destruye solo a las bacterias que provocan las caries sin llegar a temperaturas de evaporación. Se puede utilizar porque las caries de color oscuro absorberían casi toda la energía del haz y las partes sanas que son de color blanco no absorberían la radiación.

Otra aplicación de la luz láser sería, para sacar fotos tridimensionales u hologramas, -- detectar fraudes en obras de arte, iluminar las profundidades del océano, vaporizar cualquier sustancia, determinar la composición de la atmósfera, construcción de aviones supersónicos, radares con un error de 7.5 -- m. en 500 millas, para encontrar intervalos de preci--

si3n de bombas, etc. y otro campo muy importante es en la Biologfa Celular.

Hu en 1967 dijo que los daos que - causa el l3ser en materiales biol3gicos son por cam- - bios termoqufmicos inducidos por una onda t3rmica tran- sitoria, vaporizaci3n del protoplasma, o dao mec3nico ac3stico y efectos fotoqufmicos.

Se ha observado cierta capacidad de cambio de amino3cidos por la irradiaci3n de la luz mono crom3tica (McLaren 1964). Tambi3n se ha visto que un - micro haz de luz l3ser induce efectos secundarios so-- bre la sntesis del RNA nuclear, mitocondrias de AAP,- y sntesis de ATP nuclear.

Las alteraciones que causa un micro haz de luz l3ser sobre las paredes celulares de Spirogyra y Closterium son la destrucci3n de las paredes. A nivel de n3cleo en c3lulas neurobl3sticas de un salta- montes hubo un decrecimiento del tamano, pero 3sto se- efectu3 con un micro haz l3ser en UV, en el citoplasma se ha observado retracci3n, cesaci3n de ciclos por - algunos minutos y gelatinizaci3n, dependiendo del ti- po de l3ser, longitud de onda que se use y tipo de c3-

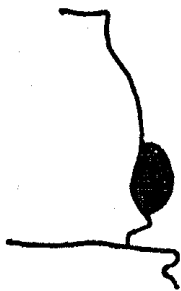
lula en que se aplique.

También se ha observado que la radiación láser, es capaz de retrasar la división celular porque parece que las células pierden la sincronía por algún tiempo después de la irradiación; así como su diferenciación.

IIIId Oryzaephilus surinamensis (L)

Oryzaephilus surinamensis (L) tiene metamorfosis completa por lo que su desarrollo es holo metábolo, o sea que pasa del huevo al estado de larva, de pupa y finalmente al estado de adulto.

El género Oryzaephilus tiene dos especies, que causan por igual grandes daños; la surinamensis y la mercator, las dos especies son similares, pero existe una diferencia en la distancia que hay entre los ojos y el tórax; siendo esta distancia mayor en la especie surinamensis.



mercator



surinamensis

La clasificación es la siguiente:

Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Subclase	Pterygotha
Orden	Coleoptera
Suborden	Polymorpha
Familia	Cucujidae
Género	<u>Oryzaephilus</u>
especie	<u>surinamensis</u> (L)

CICLO DE VIDA:

El ciclo de vida de Oryzaephilus surinamensis (L) en condiciones óptimas de desarrollo dura alrededor de 30 días.

Las hembras ovipositan un promedio de 1 a 4 huevecillos diarios, entre los 5 y 7 días después de haber emergido, ya sea aisladamente o en pequeños grupos escondidos en ranuras que se forman en el alimento o directamente sobre él.

Los huevecillos son alargados, de forma oval, delgados, de color blanco brillante, miden aproximadamente 0.8 mm. de largo, y tardan de 3 a 17 días en eclosionar, dependiendo de las condiciones ambientales de humedad y temperatura.

La siguiente etapa del desarrollo es la larva, que se alimenta activamente, las larvas recién emergidas son de color blanco, muy pequeñas y poco activas, y la actividad aumentará al avanzar el desarrollo; cuando alcanzan la madurez el color cambia a amarillento claro y aparecen dos bandas de color café claro a lo largo de la superficie dorsal de los segmentos ab-

dominales y torácicos. La cabeza es de color café amarillento pálido, poseen numerosos pelillos largos repartidos a lo largo de todo el cuerpo. La longitud total de una larva madura es de aproximadamente 4 mm., y alcanza la madurez entre las 2 y 10 semanas según las condiciones ambientales que le rodean y el número de mudas puede variar de 2 a 4, pero generalmente son 3.

La pupa es semejante al adulto, tiene las patas encogidas, los élitros curvados alrededor del cuerpo en vista ventral, además tiene a lo largo de cada lado del cuerpo un surco de espinas de tamaño regular, durante toda esta etapa no se alimenta, permaneciendo adherida a cualquier objeto por el extremo caudal de la piel larval. Tienen una longitud aproximadamente de 2.5 mm. Para la pupación, la larva construye un capullo uniendo partículas de alimento o pequeños granos que le rodean por medio de una secreción oral. El período pupal dura entre los 6 y 21 días. Al emerger el adulto es de color café muy claro y se va oscureciendo al pasar el tiempo, hasta tomar el color café oscuro rojizo característico. El tamaño es de 2.5 a 3.5 mm. de longitud. La longevidad es de 3

años o más. El cuerpo es alargado, delgado, muy aplanado, lo que le permite introducirse por pequeños orificios ya sea de envases aparentemente bien cerrados, o en almacenes, por lo que causa serias infestaciones. Tienen alas perfectamente bien desarrolladas, pero casi nunca las usan para trasladarse, sino que lo hacen caminando rápidamente. Poseen dimorfismo sexual, los machos tienen las fémoras posteriores armadas con un diente de los cuales las hembras carecen.

A este insecto se le conoce generalmente como "gorgojo aserrado de los granos", como "gorgojo dentado", o como "gorgojo diente de sierra", debido a que a lo largo de los bordes del tórax presentan 6 proyecciones dentadas a cada lado, que les dan una forma característica y proporciona una rápida identificación. Además la superficie dorsal del tórax está recorrida por 3 elevaciones longitudinales alternadas con 2 depresiones existiendo una elevación en la parte central. El abdómen está cubierto completamente por los élitros característicos del Orden a que pertenecen.

fig. No. 9.

Oryzaephilus surinamensis (L) es un

insecto cosmopolita, que ataca no solo granos almacena dos sino también harinas, frutos secos, th e, azúcar, - nueces, avellanas, copra, tortillas de semillas oleagi nosas, etc. infestando también cualquier alimento alma cenado de origen vegetal. Por el daño físico que cau-- sa este insecto a los productos almacenados se le con sidera "Plaga Secundaria" o sea que no son capaces de-- principiar el ataque al grano rompiéndole, sino que -- ataca después de que un insecto primario lo ha hecho.

El gorgojo aserrado, es capaz de so portar climas fríos dentro de los almacenes y solo el-- adulto tiene la capacidad de invernar, porque los de-- más estados del desarrollo no soportan las bajas tempe raturas y mueren.

Dependiendo de las condiciones am-- bientales de humedad y temperatura el número de genera ciones anuales puede variar pero si son adecuadas, ha-- br  de 4 a 6 generaciones y si son adversas disminu-- r n hasta 2 y como máximo 4 generaciones.

IV MATERIAL Y METODO

Todos los organismos que se usaron a lo largo del experimento se obtuvieron de cultivos bien establecidos, de aproximadamente 3 meses, con adecuadas condiciones de temperatura, humedad y medio de cultivo, los cuales se realizaron en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM.

El medio que se utilizó, fué una mezcla de diferentes harinas previamente desinfestadas.

Para desinfestar las harinas primero se cernieron perfectamente, haciéndolas pasar por coladeras muy finas, después se metieron al congelador a una temperatura entre -5 y -10°C , durante 12 días, dejándola asolearse un día más, para usarla después.

Las proporciones que se utilizaron fueron las siguientes:

40 % de harina de trigo

40 % de harina de maíz

20 % de salvado

1 cucharadita de levadura por Kg. de mezcla de harinas.

Tanto los cultivos originales como-

los experimentales y testigos estuvieron en una cámara de cultivos a la temperatura de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa a $60 \pm 5\%$.

Se irradiaron los 4 estados del desarrollo de Oryzaephilus surinamensis (L.) que son: huevo, larva, pupa y adulto. Se hicieron por cada estado 5 grupos de los cuales 4 lotes eran experimentales y un lote testigo, contando cada lote con 30 individuos tomados al azar, por lo tanto fueron 150 organismos por grupo y un total de 750 organismos en el experimento. De cada uno de los estados cada grupo fue irradiado en cada una de las 5 dosis; siendo estas: 60, 90, 120, 240 y 480 joules utilizando una potencia de salida de 100 miliwatts, medidos con un medidor de potencia modelo 401B de Spectra-Physics. La longitud de onda utilizada fue de 4880 \AA que corresponde al color azul del espectro visible. El láser empleado fue de Argón modelo 165 de Spectra-Physics, perteneciente al Centro de Investigación de Materiales de la UNAM, la dosimetría fue realizada por el M. en C. Jesús Ma. Siqueiros, Investigador del mismo Centro.

Para calcular el tiempo de irradiación

ción que correspondía a las diferentes dosis se utilizó la fórmula siguiente:

E = energía

$$\frac{E}{t} = 100 \times 10^{-3} \text{ joules/seg.}$$

t = tiempo

$$t = \frac{E}{100} \times 10^3 \text{ seg.}$$

Correspondiendo a las diferentes dosis los siguientes tiempos:

60.	joules	10 minutos
90	joules	15 minutos
120	joules	20 minutos
240	joules	40 minutos
480	joules	80 minutos

Para llevar a cabo el experimento - se hicieron 2 fases siguiendo el mismo método que anteriormente se explicó y utilizando el mismo dispositivo de irradiación. En la fase 1 los organismos recibieron la irradiación láser sin medio de cultivo, esto es sin harina y en la fase 2 se irradiaron los organismos con 8 gr. de medio de cultivo o sea de la mezcla de las di

ferentes harinas.

Por lo tanto se ocuparon 750 organismos para irradiarlos en las 5 diferentes dosis con harina y 750 organismos para irradiarlos sin harina por cada uno de los estados, que hace un total de 6,000 organismos irradiados incluyendo los lotes testigos en cada dosis.

El dispositivo que se utilizó para la irradiación de los insectos se puede separar en dos partes; la parte física que incluye al aparato de rayo láser y la parte mecánica que sería donde se colocaron los insectos para recibir la radiación láser.

Parte Física : que constaba del láser con sus aditamentos más el medidor de potencia.

Parte mecánica : Consiste en una base que sostiene un soporte en el cuál se colocó un espejo de aproximadamente 10 cm. de diámetro, 10 cm. más abajo del espejo se puso un objetivo de 10X, y finalmente sobre la mesa un frasco de 7 cm. de altura con un anillo en

la parte superior que sostenía al tubo de ensaye en el que se ponían los organismos a irradiar. Fig. No. 1.

Ya que se obtenía el láser con la potencia y longitud de onda deseada, se hacía incidir el haz sobre el espejo colocado en el soporte que tendría cierta inclinación hacia abajo para provocar que el haz formara un ángulo de 90° e incidiera en el objetivo de $10\times$, el cuál al atravesar dicho objetivo abarca en su totalidad al tubo de irradiación, y en consecuencia el diámetro del haz aumentó a 3 cm. Fig. No. 2.

Esto fué necesario debido a las características físicas del láser. Ya que se obtuvo el haz láser del objetivo con un mayor diámetro, éste va directamente al tubo donde estaban los organismos.

Después de terminar de irradiar a los insectos se pasaron del tubo de ensaye a los frascos de plástico de 7.5 cm. X 2.5 cm. de diámetro, con 8 gr. de medio de cultivo y se les hicieron pequeñas perforaciones a las tapas para permitir la aereación, finalmente se metieron a la cámara de cultivo, donde se tuvieron hasta que terminó el experimento.

Las revisiones se hicieron a los 10, 20, 30, 40 y 60 días de irradiados, en el caso de adultos 90, 120 y 180 días, en todas las dosis y repeticiones, considerando en los resultados la mortalidad solo de los organismos irradiados y de los descendientes.

Se observó el porcentaje de supervivencia, el cual se expresa en las gráficas, el estado en que se encontraban los insectos muertos; también se vió como afectaba la radiación láser a la reproducción en cuanto a la cantidad de descendientes, tamaño, color y actividad de estos, así mismo se observaron los cambios físicos de los insectos irradiados. Para observar F_1 y F_2 o primera y segunda generación se llevaron a cabo tres revisiones más o sea las de 90, 120 y 180 días-

Los análisis químicos de Weende según el método de AOAC (American Organization Analytical Chemists) fueron realizados por el Biol. José Manuel -- Pino Moreno, en el Laboratorio de Bioquímica de la Nutrición de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, analizando los organismos que murieron después de la irradiación y los organismos muertos sin haber sido irradiados. También se hicieron análisis químicos de --

Weende a las harinas irradiadas con las diferentes dosis que se utilizaron a lo largo de todo el experimento y de harinas sin haber recibido radiación láser. El propósito era saber si había cambios producidos por el láser, que se sabrían al comparar los resultados entre los organismos y harinas irradiadas con los organismos y harinas no irradiadas, en contraste con los testigos.

Para observar si la mortalidad hallada era causada por el manejo de los organismos, o por la acción del láser a los resultados, se les aplicó un análisis de varianza, con la prueba de "F".

Los resultados que se obtuvieron de la supervivencia se graficaron contra el tiempo transcurrido desde la irradiación, esto se hizo en todos los estados con harina y sin harina. También se hicieron las gráficas para obtener la dosis letal media y la dosis letal cien y se hicieron tablas de porcentaje de Oryzaephilus surinamensis (L) que continuaron el desarrollo desde estados anteriores al de adulto.

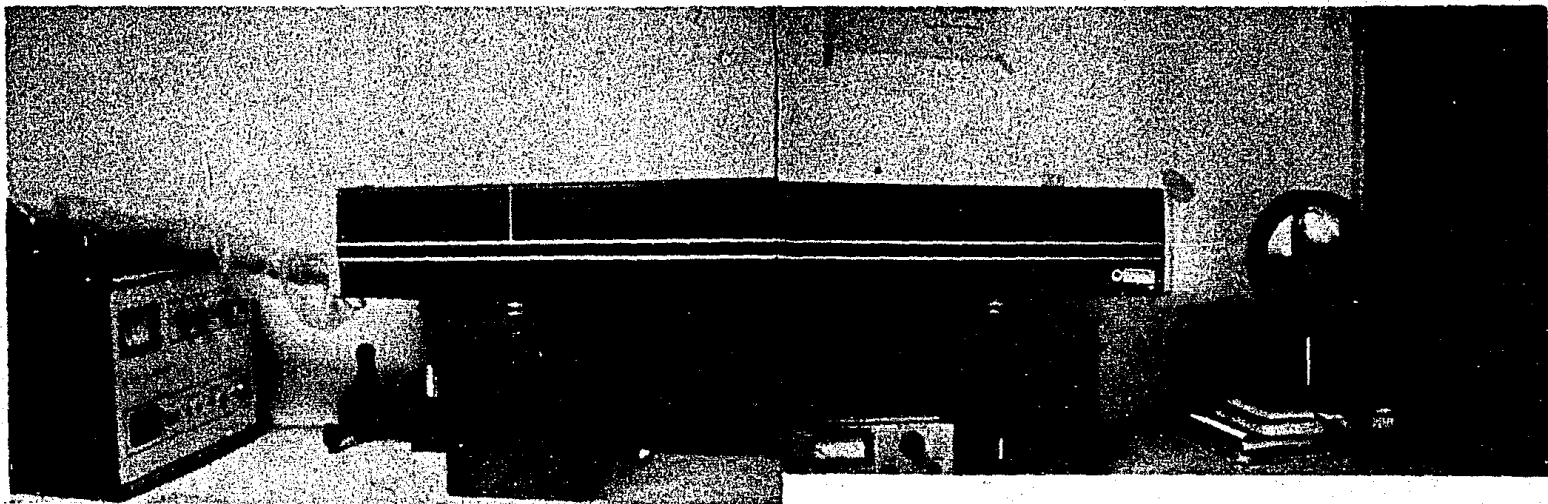


FIG. No. 1 APARATO LASER DE ARGON

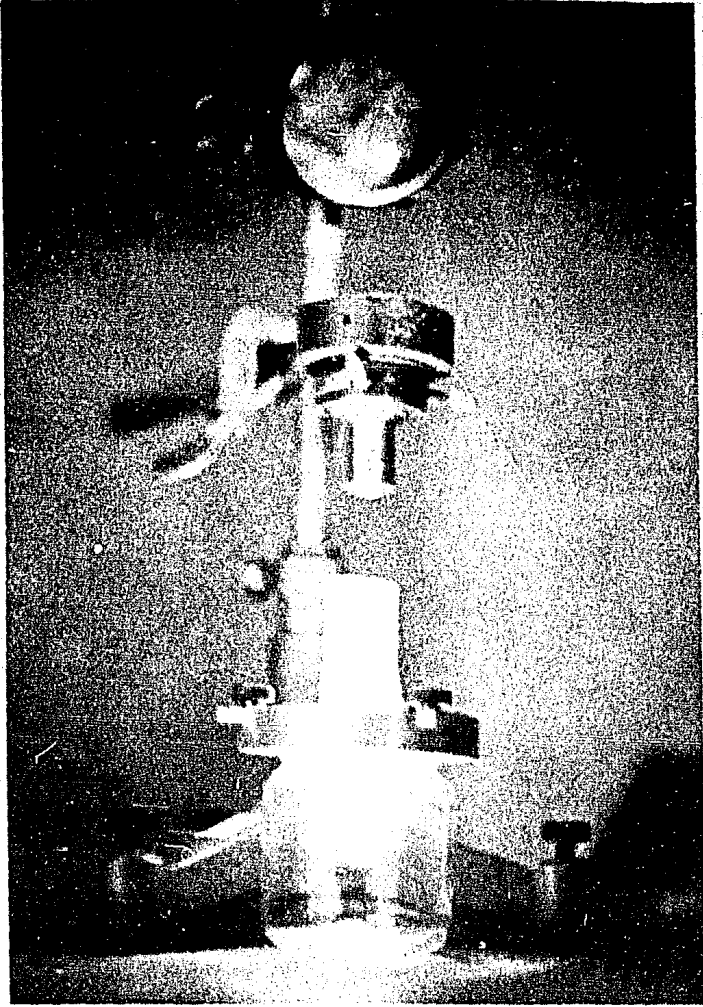


Fig. No. 2 Dispositivo para la irradiación de los insectos.

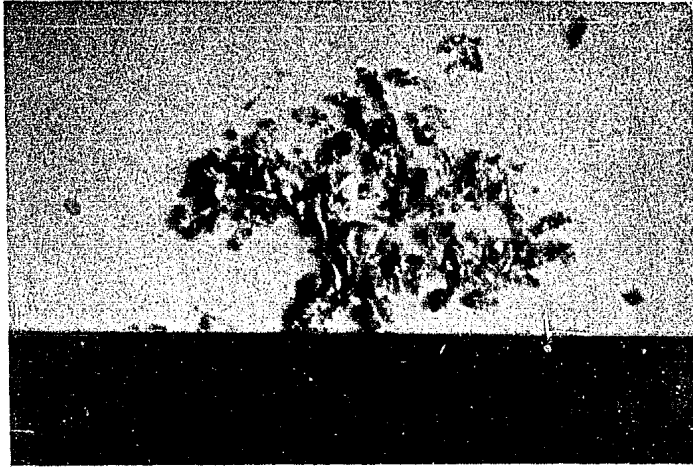


Fig. No. 3 Larvas y Pupas muertas después de la irradiación



Fig. No. 4 Larvas y Pupas muertas sin haber sido irradiadas



Fig. No. 5 Pupas muertas después de haber sido irradiadas a más aumento

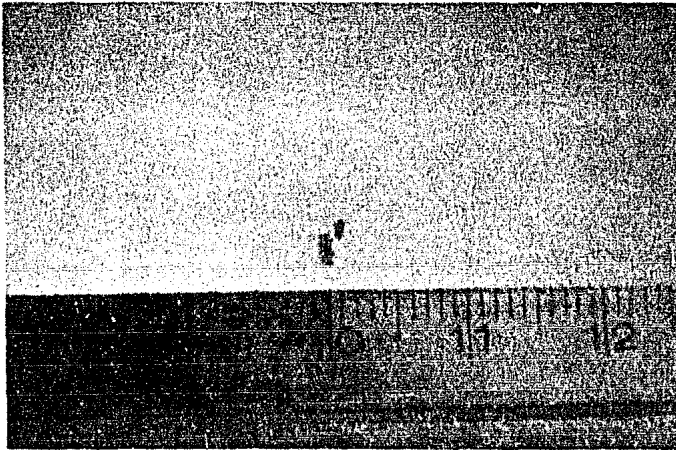


Fig. No. 6 Diferencia entre un progenitor irradiado y un descendiente, (F_1).

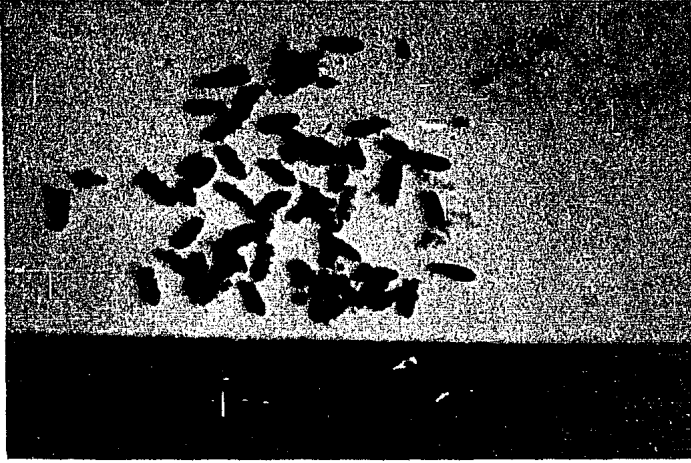


Fig. No. 7 Adulto de Oryzaephilus surinamensis (L)
muerto después de la irradiación

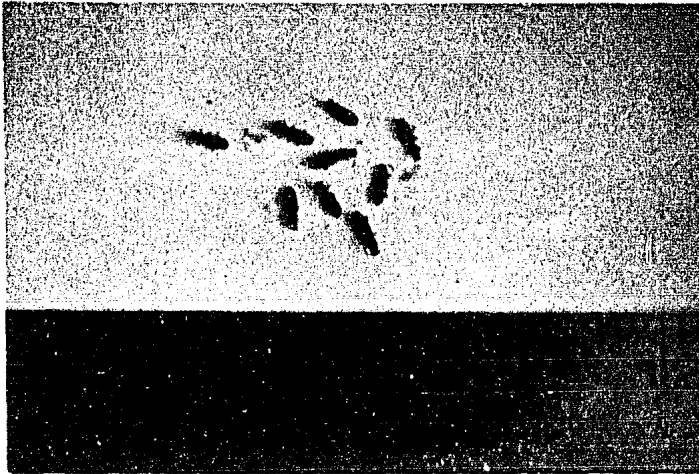


Fig. No. 8 Adultos de Oryzaephilus surinamensis (L)
muertos sin haber sido irradiados

ADULTO DE Oryzaephilus surinamensis (L)

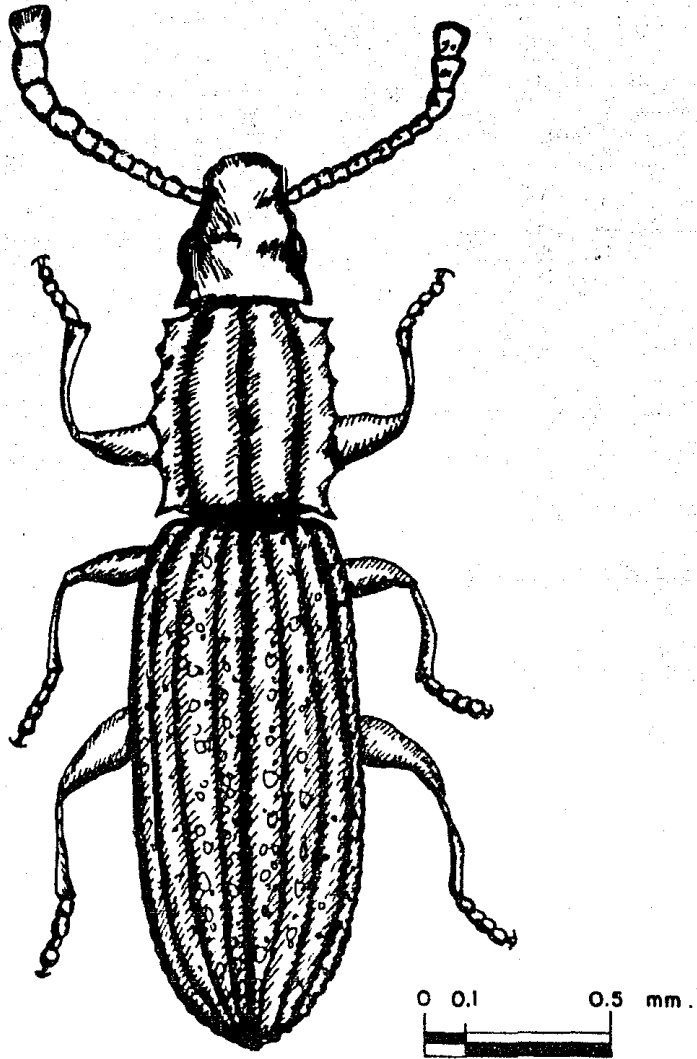


FIGURA # 9

V RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los tratamientos de irradiación con luz láser de Oryzaephilus-surinamensis (L) tanto con harina como sin harina, en los diferentes estados del desarrollo fueron significativos al aplicarles la prueba estadística de varianza, lo que nos dice que las diferencias en supervivencia -- que existen entre los lotes testigos y los lotes experimentales se deben exclusivamente a la acción del tratamiento a que fueron sometidos los organismos y no al azar.

Los resultados del análisis de Ween- de de las harinas irradiadas con las diferentes dosis, comparándolas con las harinas sin irradiar, al igual -- que de los insectos con y sin irradiación, arrojaron diferencias no significativas por ser menores al 5%, como se muestra en la tabla No. 1, lo que indica que no hubo un cambio en ellos, por la radiación.

En los huevecillos irradiados con harina encontramos los siguientes resultados: desde la dosis de 60 hasta 240 joules, algunos huevecillos logran-

eclosionar, siendo en mayor número en las dosis bajas;--
habiéndose obtenido el 25% de supervivencia a los 60 --
joules, en 90 joules el 15%, en 120 joules el 5% y en --
240 joules el 1.66% en la revisión efectuada a los 10 -
días, éstos porcentajes de supervivencia van disminuyendo
do en las siguientes revisiones, tabla No. 2, 10 y a -
los 30 días no había supervivencia, excepto en 60 jou--
les en que era de un 4.2%. En ningún caso, logran lle--
gar a estados avanzados del desarrollo y menos a pupa.--
En la dosis de 480 joules, tabla No. 2, 10, gráfica No.
1, desde los 10 días se logra una total mortalidad.

En huevecillos irradiados sin hari-
na, tabla No. 16 los resultados son muy semejantes al -
experimento de huevecillos con harina, solo que en este
caso el porcentaje de supervivencia a los 10 días es mucho
cho más bajo que en el caso anterior, siendo a los 60 -
joules de un 10%, a los 90 joules de 3.4%, en 120 jou--
les de 2.5% y en 240 joules de 0.83%, tampoco llegan --
más allá de larvas de los primeros estadios, tabla No.-
16. En 480 joules, al igual que en huevecillos con harina
na no hay supervivencia a los 10 días, tabla No. 3, gráfica
fica No. 3.

En las larvas irradiadas con harina, tabla No. 10, el ciclo de vida se acorta, encontrando ya adultos en las dosis de 60 y 480 joules en la revisión de 10 días, las que a los 60 días en la dosis de 60 joules se encuentran ya solo el 5% de adultos, los cuales pueden reproducirse, pero su descendencia no es fértil. La mayoría de la población no llega más que al estado de pupa y mueren paulatinamente. En la dosis de 90 joules, tabla No. 13, también se acelera el ciclo de vida, ya que a los 20 días aparecen los adultos y en el lote testigo es hasta los 40 días. A los 10 días en esta dosis hay el 39.16% de supervivencia, tabla No. 4, pero solo llega al estado de adulto el 1.66% y no tiene la capacidad de reproducirse, tabla No. 11, por lo tanto es una dosis esterilizante. Estos adultos mueren al poco tiempo, llegándose al 100% de mortalidad a los 60 días, tabla No. 4, 14.

Al igual que en los 60 y 90 joules el desarrollo se acelera, en el resto de las dosis solo hay diferencia en el porcentaje de individuos que es --

tán vivos a los 10 días, tabla No. 4. Igualmente los --
adultos provenientes de larvas irradiadas a los 120 y --
240 joules no se reproducen, pero en la dosis de 480 --
joules si llegan algunos a reproducirse, tabla No. 12, --
aunque en un porcentaje muy bajo y sus descendientes --
mueren en estado de larva. La longevidad de los progenitos
irradiados es más corta que la de los lotes testigos
y varía de los 20 a 60 días, siendo la normal de alrededor
de 3 años. gráfica No. 5.

En las larvas que recibieron la irradiación láser sin harina el desarrollo se acelera, tabla No. 16, porque mientras que en el lote testigo todos --
los organismos están en estado de larva a los 10 días, --
en el lote experimental de la dosis de 60 joules, había un 12.5% de adultos y un 67.5% de pupas, presentando --
las mismas características que en el caso anterior, los organismos que llegan al estado de adulto son fértiles, pero los descendientes aunque llegan al estado de adulto no se reproducen, por lo tanto se esteriliza a nivel de F_1 . Igual que a los 60 joules, a los 90 joules se --
acelera el desarrollo, pero en menor proporción que en el caso anterior, ya que solo hay un 84.16% de pupas a --

los 10 días. A los 20 días, tabla No. 5, 17, el 17.66% pasó al estado de adulto y tiene la capacidad de reproducirse, pero su descendencia solo llega al estado de pupa. En 120 joules la supervivencia a los 10 días es menor que en 90 joules y es de un 64.2%, de los cuales el 60.83% son pupas y el 3.37% son larvas, siendo hasta los 40 días que aparece un adulto, el cual muere poco tiempo después, tabla No. 19, gráfica No. 7.

En 240 joules el desarrollo se acelera, pero solo llegan al estado de pupa, tabla No. 19, existiendo a los 40 días el 100% de mortalidad, y en consecuencia ninguno llega al estado adulto; a diferencia de 480 joules, en donde con un número muy bajo (3.33%) a los 30 días, aparecen los adultos con las características de no ser fértiles y poco tiempo después mueren, tabla No. 18, ya que a los 40 días se presenta el 100% de mortalidad, tabla No. 19, por lo tanto se acorta la longevidad del adulto enormemente, tablas Nos. 5, 20 gráfica No. 7.

En el estado de pupa, irradiadas con harina, tabla No. 6 en la dosis de 60 joules se observó a los 10 días que aparentemente el 2.5% de larvas las -

cuales corresponden a la generación F_1 , o sea que se --
aceleró el desarrollo, tabla No. 10, solo el 1.66% de --
ellas alcanza el estado de adulto y sobreviven hasta --
los 40 días en que mueren y la descendencia que dejan, --
es en un número bajísimo y corresponden a la F_2 , y muer-
ren al poco tiempo en estado de pupa. En la dosis de 90
joules hay el 70.83% de supervivencia a los 10 días, pe-
ro en las siguientes revisiones la población decrece no-
tablemente, hasta la total mortalidad a los 40 días, --
sin poder llevar a cabo la metamorfosis ninguno de los
individuos, por lo tanto no aparecen adultos, tabla No.
13. En la dosis de 120 joules, tabla No. 10, a los 10 -
días la población disminuyó alrededor de la mitad - ---
(52.49%), siendo en el testigo de 97.5%; solo el 3.3%-
de los sobrevivientes irradiados llegan al estado de --
adultos y se reproducen en muy baja cantidad, pero sus-
descendientes no pasan a pupa y mueren en estado de lar-
va siendo su muerte la mayoría de las veces en los pri-
meros estadios. En 240 joules a los 10 días hay una po-
blación de 62.5% de pupas vivas; pero a los 30 días so-
lo quedan con vida el 11.66% y ninguna llega al estado-
de adulto, muriendo todos a los 40 días; algo muy seme-

jante pasa en la dosis de 480 joules, tabla No. 6, ninguna pupa alcanza el estado de adulto, se llega al 100% de mortalidad a los 30 días, tabla No. 12 y a los 10 -- días la población de pupas vivas es un poco menor que - en 240 joules siendo de 45.8%, gráfica No. 9.

En las pupas que recibieron la radiación con luz láser sin harina, se observó que el desarrollo se retrasó 30 días aproximadamente, porque aparecen los adultos en el lote testigo a los 10 días y en el experimental hasta los 30 días tabla No. 16, 18. La población total a los 10 días es de 94.16% y la del lote testigo de 98.3% o sea que son muy semejantes, tabla No. 7 . Solo el 5.83% de las irradiadas a los 60 joules, llegan al estado de adulto y se reproducen pero en un número muy bajo (2.47%), tabla No. 20. En la dosis de 90 joules a los 10 días hay un 85% de supervivencia, pero este porcentaje va disminuyendo en las siguientes revisiones, hasta llegar al 100% de mortalidad a los 40 días sin que ninguno logre llegar al estado de adulto, - tabla No. 19.

Las dosis de 120, 240 y 480 joules - son muy semejantes porque a los 40 días se logra el - -

100% de mortalidad, tabla No. 7, existiendo una ligera-diferencia en los porcentajes de supervivencia a los --10 días, siendo éste mayor a dosis bajas, en ningun caso se llega al adulto, gráfica No. 11, tabla No. 16.

Los adultos irradiados con harina,- tabla No. 8, muestran los siguientes resultados: En 60-joules la población disminuye poco en relación al lote-testigo, en las primeras 4 revisiones, pero a los 60 --días hay un 100% de mortalidad aunque fueron capaces de reproducirse y a los 90 días encontramos un 12.5% de --adultos correspondientes a la F_1 que a los 120 días aumenta al 14.16%, tabla No. 15, éstos también son fértiles, pero en las revisiones de 180 días había el 100% -de mortalidad. Entonces, la longevidad se acorta de aproximadamente 3 años a unos cuantos meses. Además, en los lotes irradiados aparecen antes larvas, pupas y adultos en comparación con el lote testigo, tabla No. 10, 12 y-14, algo similar sucede a los 90 joules con respecto a-la mortalidad, aunque los porcentajes de supervivencia-en las diferentes revisiones es menor que en las ante--riores, con la diferencia de que aquí los adultos son -fértiles pero la F_1 no es viable y solo llegan al esta

do de pupa, lográndose el 100% de mortalidad a los 60 días, tabla No. 8, 14. Igualmente a los 120 joules, el desarrollo se acelera porque aparecen larvas, pupas y adultos antes que en el testigo, también la población va decreciendo en las diferentes revisiones llegándose solo al 10% de supervivencia a los 60 días, siendo fértiles los adultos irradiados, pero no así la F_1 tabla No. 14. En la dosis de 240 joules el porcentaje de supervivencia es alto, aún a los 60 días en donde hay 84.2% de supervivencia tabla No. 8, que aunque se reproducen; es un número muy bajo y la F_1 es estéril, no llegando a ovipositar, el 100% de mortalidad se obtuvo a los 120 días, tabla No. 15. Por último en la dosis de 480 joules de adultos irradiados con harina son muy semejantes al anterior porque el porcentaje de supervivencia es alto llegando en 60 días a 65%, pero se reproducen menos que en la dosis anterior y la F_1 es también estéril, el 100% de mortalidad se obtuvo a los 180 días, tabla No. 8, gráfica No. 13.

En la fase de adultos irradiados sin harina se observa que a los 60 joules el ciclo de vida se acorta, aproximadamente se lleva a cabo en la mitad-

del tiempo con respecto al testigo. La mortalidad es -- muy grande ya que a los 60 días solo el 1.66% sobrevive y corresponde a la generación F_1 , que se reproducen pero su descendencia si puede llegar al estado de adulto. En las revisiones de 120 días encontramos las larvas de la F_2 , tabla No. 21, pero a los 180 días en que se hizo la última revisión se encontró el 100% de mortalidad, tabla No. 9. Igual que en la dosis anterior, en 90 joules el ciclo de vida se acorta, pero aquí el porcentaje de supervivencia a los 60 días es de 37.5%, éstos son fértiles y se pueden reproducir, por lo que se observa F_2 pero en un número bajo, los que a los 180 días llegan de la misma manera al 100% de mortalidad, tabla No. 9. En la dosis de 120 joules sucede lo mismo que en las dosis de 60 y 90 joules con respecto a la velocidad de desarrollo, o sea que se acorta el ciclo de vida, la población decrece conforme pasa el tiempo, primero poco a poco y después bruscamente hasta llegar al 100% de -- mortalidad que se obtuvo a los 180 días. Tabla No. 9. -

En los 480 joules los efectos son se mejantes a los de la dosis anterior, pero aquí el porcentaje de supervivencia a los 60 días es muy elevado,-

80.8%, aunque los porcentajes de la F_1 a los 90 y 120-días son significativamente menores que en el caso anterior, además también son estériles, el 100% de mortalidad se obtuvo de nuevo a los 180 días, tabla No. 9, - gráfica No. 15.

Las dosis letales encontradas para los diferentes estados del desarrollo de Oryzaephilus-surinamensis (L), gráficas No. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, y 16, calculadas para huevecillos con harina a los 20-días, sin harina a los 10 días y para el resto de los estados, tanto con harina como sin harina se hizo a los 30 días.

Con Harina	DL ₅₀	DL ₁₀₀
Huevecillos	10.96 joules	117.49 joules
Larvas	46.77 "	229.08 "
Pupas	31.62 "	158.49 "
Adultos	269.15 "	912.01 "

Sin Harina	DL ₅₀	DL ₁₀₀
Huevecillos	1.44 joules	154.88 joules
Larvas	95.49 "	275.42 "
Pupas	97.72 "	346.73 "
Adultos	269.15 "	794.32 "

VI DISCUSION

Los resultados mostraron diferentes - grados de eficiencia en los objetivos propuestos, en cada una de las dosis ensayadas y en los diferentes estados del desarrollo de Oryzaephilus surinamensis (L.).

Los huevecillos irradiados tanto con, como sin harina, son muy sensibles a la radiación láser, aún en las dosis más bajas como son 60 y 90 joules, ya que en todas la pruebas se obtuvo el 100% de mortalidad a los 30 días, tabla No. 2, además los huevecillos que lograron eclosionar, solo llegaron a larva y morían, por lo tanto el láser no solo causa la muerte, sino también un bloqueo del desarrollo. Las larvas que provienen de los huevecillos irradiados son más pequeñas y de color café claro en lugar de ser blancas como en el lote testigo y la banda longitudinal es café oscuro. Se notó una ligera diferencia entre los lotes irradiados con harina y los irradiados sin harina, siendo mayor la mortalidad inicial en los lotes de huevos irradiados sin harina, -- tabla No. 3 y fué mayor la mortalidad, en las dosis más altas.

En los lotes de larvas irradiadas -- se observó que el desarrollo se acelera, aproximadamente 10 días en el período de larvas a pupas y 40 días en el de pupas a adultos. Además, se acorta enormemente la longevidad ya que en condiciones normales es de 3 años o más. Se puede concluir, que las larvas tanto con la harina, como sin harina, son sensibles a la radiación láser, sobre todo en las dosis de 240 y 480 joules o -- sea las más altas, tabla No. 4 y 5; las diferencias que existen entre los lotes de larvas que recibieron la radiación láser con la harina y las larvas que la recibieron sin harina, es que en las primeras las dosis de 60- y 480 joules, se produjo la metamorfosis de las larvas y llegaron al estado de adultos, éstos son fértiles y -- sus descendientes ó sea la generación F_1 , los que no son viables mueren cuando más en el estado de pupa, tabla -- No. 12. Las dosis restantes de 90, 120 y 240 joules son dosis esterilizantes, porque las larvas que sobreviven a la irradiación llegan al estado de adulto, no dejando descendientes, además mueren al poco tiempo, presentándose en 60 días el 100% de mortalidad, tabla No. 14. En comparación con los lotes de larvas irradiadas sin hari

na, se observó que la mortalidad fué menor que en el caso anterior y que en las dosis de 60 y 90 joules sí hubo reproducción en los adultos que provenían de larvas irradiadas, tabla No. 18, pero no era viable su descendencia, ya que solo llegaban al estado de larva y morían al poco tiempo en el resto de las dosis; los adultos provenientes de larvas irradiadas eran estériles y en 240 joules ninguna larva irradiada pudo llegar al estado de adulto, siendo la mayor mortalidad en el estado de larva y algunos en el estado de pupa. Además tanto en las larvas que recibieron la irradiación con la harina como las que la recibieron sin harina, se presenta la no viabilidad de los individuos de la generación F_1 , en las dosis que no fueron esterilizantes y lograron reproducirse. En general, se acorta la longevidad, los adultos son más pequeños y de color ligeramente más claro que en los lotes testigos y también se observó que las larvas de la generación F_1 son más pequeñas, de color más oscuro así como con menor actividad, al igual que los adultos.

En las pupas al igual que en las larvas se acelera el desarrollo sin existir mucha dife--

rencia entre los lotes con harina y los lotes sin harina. La mortalidad es a largo plazo, pues en las primeras revisiones no se obtuvo el 100% de mortalidad y fué hasta los 40 y 60 días que se llega a ella. La mortalidad en los lotes irradiados con harina, al principio -- fué mayor que en los otros, pero a los 40 días era más grande en los lotes de pupas sin harina. Al igual que -- en las larvas, las pupas son sensibles a la radiación -- láser sobre todo en las dosis altas, como las de 240 y 480 joules, tabla No. 6. En las dosis de 60 joules las pupas con la harina, sólo llegan al estado de adulto en una cantidad de 1.66%, los que pueden reproducirse, pero la generación F_1 muere en estado de larva. En la dosis de 120 joules es el 3.33% de las pupas irradiadas -- con harina las que llegan al estado de adulto, tabla -- No. 10, éstos, son fértiles pero la generación F_1 es es t^{ér}il. En la dosis de 90, 240 y 480 joules se logra el 100% de mortalidad a los 40 días, tabla No. 13.

En las pupas sin harina, se observa que fué más severo el bloqueo del desarrollo, pues sólo en 60 joules, llegan a adulto alrededor de 30 días después del lote testigo, tabla No. 18, es decir alargó mu

cho el período de pupación. Los adultos son fértiles pero su descendencia (F_1) es estéril.

Los adultos de la F_1 provenientes de adultos irradiados, al igual que en los casos anteriores son más pequeños, fig. No. 6, de color más claro y ligeramente menos activos. En cuanto a la resistencia de la irradiación, son más resistentes que los otros estados del desarrollo.

El comportamiento de los adultos no es tan uniforme como en los lotes mencionados anteriormente y ésta diferencia no es sólo entre los lotes que recibieron la radiación con luz láser, sino también entre las diferentes dosis. Aquí también el desarrollo se aceleró tanto con como sin harina, aproximadamente en 10 días tanto las larvas, como el adulto de la generación F_1 de los lotes irradiados respecto a los testigos, tabla No. 10 y 16. La mortalidad es ligeramente mayor en los lotes de adultos sin harina, en todas las revisiones hasta los 60 días, la mortalidad es lenta y por lo tanto a largo plazo.

En los adultos con harina se obtuvo el 100% de mortalidad en los 90 días a los 60 días y

en las demás dosis hasta los 180 días después de la - - irradiación, tabla No. 8 y 15. La generación F_1 es fértil y la longevidad se acortó, pero la generación F_2 es estéril y muere al poco tiempo ya sea en el estado de larva, pupa o adulto, tabla No. 21.

En los adultos irradiados con harina en las dosis bajas a los 60 días la supervivencia es nula en 60 joules y de 10% a los 120 joules, aquí se incrementa notablemente la población, pues se encuentra - a los 90 días el 93.26% y 71.6% respectivamente, porcentaje que va disminuyendo paulatinamente hasta la totalmortalidad a los 180 días, tabla No. 8. En 240 y 480 -- joules la población a los 60 días es de 84.2% y 65% respectivamente, incrementándose también y luego disminu--yendo hasta llegar a la mortalidad completa de la población a los 180 días, tabla No. 15.

En los adultos irradiados sin harina la dosis en que se obtuvo el 100% de mortalidad es - en la de los 120 joules, tabla No. 16. A diferencia del caso anterior, a los 90 días los porcentajes se habían incrementado en más del 200%, pero a los 180 días hubo el 100% de mortalidad, tabla No. 21.

Se puede decir que aunque existe en ambos casos este incremento tan notable, los adultos - así como los estados inmaduros de la F_1 , son aproximadamente de la mitad del tamaño de los progenitores y - por lo tanto es factible que ingieran menos alimento, - además se notó anorexia tanto de las larvas como en -- los adultos por lo que, aunque aparentemente con el in- cremento de la población (que aunque luego se esterili- zan) pudiese haber mayor detrimento del producto alma- cenado, posiblemente no lo es, por las características anteriormente mencionadas.

De acuerdo a los resultados obteni- dos, se puede concluir que las dosis más efectivas en el combate de Oryzaephilus surinamensis (L) fueron 90- joules para lotes irradiados con harina y de 120 jou- les para lotes irradiados sin harina, ya que provocan el 100% de mortalidad a los 30 días en huevecillos, a los 60 días en larvas, 40 días en pupas y 60 días en - adultos en la fase con harina. A los 20 días en hueve- cillos, a los 60 días en larvas, a los 40 días en pu- pas y a los 60 días en adultos en la fase sin harina, - tabla No. 2 a la No. 9.

En general las Dosis Letales media- y cien resultaron más elevadas en las dosis aplicadas con insectos sin harina que en las dosis aplicadas de insectos con harina, con excepción de los adultos en -- que la dosis letal cien (DL_{100}) es más elevada en la fa se irradiada con harina.

La acción provocada por la radia- - ción láser en todos los estados del desarrollo de Ory-- zaephilus surinamensis (L), son en términos generales:

- 1.- Aceleración del desarrollo en los organismos irra- diados.
- 2.- Esterilidad y no supervivencia de los descendien- tes.
- 3.- Disminución del tamaño.
- 4.- Coloración ligeramente más clara.
- 5.- Disminución de la actividad en los organismos de- la generación F_1 , foto No. 6.
- 6.- Sensibilidad en diferentes grados a la radiación- con luz láser.
- 7.- Disminución de la longevidad en organismos irra- diados, que en condiciones normales es de tres a- ños o más.

- 8.- Bloqueo del desarrollo tanto en los progenitores - como en la F_1 .
- 9.- Mortalidad generalmente a largo plazo, pues mueren entre los 40 y 60 días después de ser irradiados - los progenitores y a los 180 días los de la generación F_1 .
- 10.- En número de descendientes en todos los estados - del desarrollo de los insectos irradiados es mayor y aparecen siempre primero en los lotes irradiados que en los lotes testigos.
- 11.- En larvas irradiadas el color se vuelve ligeramente más oscuro, foto No. 3.
- 12.- Deshidratación foto No. 7.
- 13.- Alteración en el proceso de melanización.

De acuerdo a los puntos anteriores-- se observa que los objetivos propuestos en este trabajo se cumplieron, por lo tanto, se puede aceptar la hipótesis planteada, concluyendo que el láser puede ser útil - en el control de plagas de insectos de alimentos almacenados como Orizaephilus surinamensis (L.) .

TABLA No. 1

ANALISIS QUIMICO POR EL METODO AOAC EN BASE HUMEDA DE LA HARINA E INSECTOS
EXPUESTA A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA A UNA POTENCIA
DE 100 MILIWATTS.

C O N C E P T O	H A R I N A						A D U L T O S	
	Testigo	60 Joules	90 Joules	120 Joules	240 Joules	480 Joules	Testigo	Irradiados
Materia Seca %	89.53	89.79	89.40	89.54	89.00	91.12	91.06	89.94
Humedad %	10.47	10.21	10.60	10.46	11.00	8.88	8.94	10.06
Proteína Cruda (NX 6.25) %	12.50	12.51	12.52	12.39	12.29	12.47	53.98	43.86
Extracto Etereo %	2.07	3.37	3.09	3.54	2.92	4.26	0.0	0.0
Cenizas %	1.90	1.99	2.0	2.05	1.39	2.02	0.0	1.01
Fibra Cruda %	1.20	1.69	1.52	1.65	1.42	1.26	0.0	0.0
Extracto Libre de Nitrógeno %	71.85	70.24	70.27	69.90	70.97	71.12	0.0	0.0
T.N.D. % (Aprox. base seca)	76.01	77.65	77.30	77.86	35.15	78.96	0.0	0.0

TABLA No. 2

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE HUEVECILLOS DE Oryzaepi--
lus surinamensis (L). PROGENITORES DESPUES DE SER SOMETI-
DOS A RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA-
POTENCIA DE 100 MILIWATTS CON HARINA.

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
	10	20	30	40	60
0	90.0	86.7	86.7	82.0	80.0
60	25.0	15.8	4.2	0.0	0.0
90	15.0	8.3	0.0	0.0	0.0
120	5.0	1.6	0.0	0.0	0.0
240	1.66	0.0	0.0	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TABLA No. 3

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE HUEVECILLOS DE Oryzaephi--
lus surinamensis (L). PROGENITORES DESPUES DE SER SOMETI-
DOS A RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA-
POTENCIA DE 100 MILIWATTS SIN HARINA.

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
	10	20	30	40	60
0	86.7	86.7	83.3	76.7	76.7
60	10.0	6.7	4.2	0.0	0.0
90	3.4	2.5	0.0	0.0	0.0
120	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
240	0.83	0.0	0.0	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TABLA No. 4

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA CON LARVAS DE Oryzaephilus - surinamensis (L). PROGENITORES DESPUES DE SER SOMETIDAS A RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS CON HARINA.

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
	10	20	30	40	60
0	96.7	93.3	87.8	83.8	79.3
60	67.5	45.0	23.4	23.4	20.0
90	39.16	31.66	10.0	1.66	0.0
120	60.8	33.3	8.3	0.0	0.0
240	74.2	41.7	19.16	3.3	0.0
480	62.5	43.3	15.0	0.0	0.0

TABLA No. 5

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LARVAS DE *Oryzaephilus* - -
surinamensis (L). PROGENITORES DESPUES DE SER SOMETIDAS -
 A RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA PO--
 TENCIA DE 100 MILIWATTS SIN HARINA.

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
	10	20	30	40	60
0	95.8	91.7	88.3	81.7	77.5
60	80.8	70.0	55.0	38.3	38.3
90	86.7	58.3	51.7	37.5	20.0
120	64.2	47.5	21.7	1.7	1.7
240	75.0	31.7	7.5	0.0	0.0
480	52.5	35.0	10.0	0.0	0.0

TABLA No. 6

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE PUPAS DE *Oryzaephilus* -
surinamensis (L). PROGENITORES DESPUES DE SER SOMETIDAS A-
 RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA POTEN-
 CIA DE 100 MILIWATTS CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
	10	20	30	40	60
0	97.5	95.8	95.0	92.5	87.5
60	85.8	59.2	30.8	15.8	2.5
90	70.83	30.0	15.0	0.0	0.0
120	52.49	29.2	9.2	6.7	6.7
240	62.5	32.5	11.7	0.0	0.0
480	45.8	27.5	0.0	0.0	0.0

TABLA No. 7

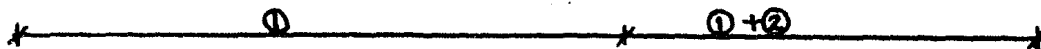
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE PUPAS DE Oryzaephilus surinamensis (L.) PROGENITORES DESPUES DE SER SOMETIDAS A RADIA--
CION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA POTENCIA DE -
100 MILIWATTS. SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
	10	20	30	40	60
0	98.3	94.2	91.7	88.3	88.3
60	94.16	85.0	70.0	8.3	8.3
90	85.0	60.0	25.0	0.0	0.0
120	89.2	68.3	43.3	0.0	0.0
240	92.5	55.8	39.2	0.0	0.0
480	78.3	13.3	3.3	0.0	0.0

TABLA No. 8

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ADULTOS DE Oryzaephilus surinamensis (L.) DESPUES DE SER SOMETIDOS A RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA POTENCIA DE 100-MILIWATTS.
CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO							
	10	20	30	40	60	90	120	180
0	97.5	97.5	95.3	95.3	93.3	120.9	146.0	160.0
60	92.5	90.0	90.0	84.2	0.0	93.26	54.96	0.0
90	95.8	87.5	72.5	65.8	0.0	0.0	0.0	0.0
120	96.7	85.8	85.0	83.3	10.0	71.6	20.76	0.0
240	90.0	87.5	86.7	84.2	84.2	129.0	0.0	0.0
480	76.7	76.7	75.0	70.0	65.0	116.6	54.16	0.0



PROGENITORES

①

F₁

②

TABLA No. 9

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ADULTOS *Oryzaephilus surinamensis* (L.) DESPUES DE SER SOMETIDOS A RADIACION LASER EN VARIOS NIVELES DE ENERGIA A UNA POTENCIA DE - 100 MILIWATTS.

SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO							
	10	20	30	40	60	90	120	180
0	100	98.2	98.2	94.2	94.2	121.0	148.0	159.6
60	75.8	61.6	57.5	55.0	1.66	243.3	114.93	0.0
90	91.7	72.5	69.2	65.8	37.5	217.46	149.9	0.0
120	94.2	92.5	88.3	88.3	0.0	0.0	0.0	0.0
240	89.2	87.5	79.2	76.7	15.0	218.0	165.8	0.0
480	95.8	87.5	87.5	80.8	80.8	146.16	41.6	0.0

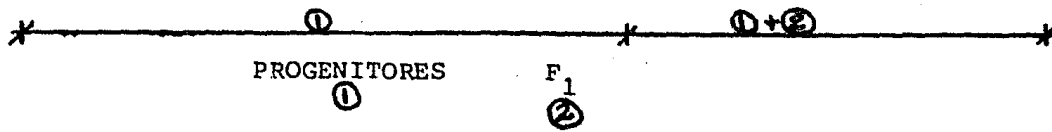


TABLA No. 10

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.)
SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS

10 DIAS

CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ / _* LARVA	PUPA	ADULTO	² / _* LARVA	PUPA	ADULTO	³ / _* LARVA	PUPA	ADULTO
0	90.0	0.0	0.0	96.6	0.0	0.0	0.0	90.0	75.0	0.0	0.0	0.0
60	25.0	0.0	0.0	5.0	61.66	0.83	2.50	81.66	1.66	25.0	0.0	0.0
90	15.0	0.0	0.0	4.0	35.16	0.0	0.0	70.83	0.0	11.66	0.0	0.0
120	5.0	0.0	0.0	3.33	57.5	0.0	0.0	49.16	3.33	27.5	0.0	0.0
240	1.66	0.0	0.0	3.33	70.83	0.0	0.0	62.5	0.0	0.0	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	11.66	50.0	0.83	0.0	45.83	0.0	0.0	0.0	0.0

1
*
2
*
3
*

CONTINUAN COMO LARVAS

SON LARVAS DE LA F₁

HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

TABLA No. 11

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.)
SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS

20 DIAS

CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ / _* LARVA	PUPA	ADULTO	² / _* LARVA	PUPA	ADULTO	³ / _* LARVA	PUPA	ADULTO
0	86.7	0.0	0.0	89.0	43.0	0.0	0.0	45.8	50.0	39.16	0.0	0.0
60	15.83	0.0	0.0	1.66	28.66	14.16	0.0	57.5	1.66	57.5	0.0	0.0
90	8.33	0.0	0.0	0.0	30.0	1.66	0.0	30.0	0.0	61.6	0.0	0.0
120	1.66	0.0	0.0	0.83	30.83	1.66	0.0	25.8	3.33	65.8	0.0	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	41.7	0.0	0.0	32.5	0.0	76.7	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	39.16	4.16	0.0	27.5	0.0	89.2	0.0	0.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS

*

2 SON LARVAS DE LA F₁

*

3 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

*

TABLA No. 12

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L) -
SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS.

30 DIAS

CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ LARVA	PUPA	ADULTO	² LARVA	PUPA	ADULTO	³ LARVA	PUPA	ADULTO
0	61.7	25.0	0.0	37.6	50.2	0.0	0.0	10.0	85.0	61.66	0.0	0.0
60	4.16	0.0	0.0	4.66	11.3	7.5	6.16	23.0	1.66	91.7	0.0	0.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	8.33	1.66	0.0	15.0	0.0	91.7	15.83	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	6.66	1.66	4.0	3.16	2.0	94.2	57.5	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	15.16	4.0	0.0	11.16	0.0	95.8	89.2	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.83	12.5	2.49	0.0	0.0	0.0	41.7	32.5	0.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS

*

² SON LARVAS DE LA F₁

3

* HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L) - -
SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERCI, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS.

40 DIAS

CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A :			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	1 LARVA *	PUPA	ADULTO	2 LARVA *	PUPA	ADULTO	3 LARVA *	PUPA	ADULTO
0	2.0	80.0	0.0	0.0	74.66	8.66	0.0	0.0	92.0	70.83	32.5	0.0
60	0.0	0.0	0.0	16.66	5.16	1.66	4.16	10.0	1.66	95.8	12.0	0.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.83	0.83	0.0	0.0	0.0	92.5	65.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.83	1.6	11.66	45.83	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	1.66	1.66	0.0	0.0	0.0	101.0	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.5	0.0	0.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS

*

2 SON LARVAS DE LA F₁

*

3 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

*

TABLA No. 14

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L) SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS.

60 DIAS

CON HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	$\frac{1}{*}$ LARVA	PUPA	ADULTO	$\frac{2}{*}$ LARVA	PUPA	ADULTO	$\frac{3}{*}$ LARVA	PUPA	ADULTO
0	0.0	0.0	80.0	0.0	3.0	76.3	0.0	0.0	87.5	76.7	49.16	0.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	0.0	2.5	0.0	16.66	8.33	0.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.66	4.0	65.0	0.0	10.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	35.0	112.5
480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	8.33	90.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS

*

2 SON LARVAS DE LA F₁

*

3 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

*

TABLA No. 16

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.) SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS

10 DIAS

SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	LARVA	PUPA	ADULTO	LARVA	PUPA	ADULTO	LARVA	PUPA	ADULTO
0	86.7	0.0	0.0	95.8	0.0	0.0	0.0	88.3	10.0	0.0	0.0	0.0
60	10.0	0.0	0.0	0.83	67.5	12.5	0.0	94.16	0.0	61.66	0.0	0.0
90	3.3	0.0	0.0	1.66	84.16	0.83	0.0	85.00	0.0	11.66	0.0	0.0
120	2.5	0.0	0.0	3.37	60.83	0.0	0.0	89.16	0.0	64.10	0.0	0.0
240	0.83	0.0	0.0	5.0	70.00	0.0	0.0	92.50	0.0	0.0	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	10.83	41.66	0.0	0.0	78.30	0.0	0.0	0.0	0.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS
 SON LARVAS DE LA F₁
 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

TABLA No. 17

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.) SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS

20 DIAS

SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A :			LARVA A :			PUPA A :			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ / _* LARVA	PUPA	ADULTO	² / _* LARVA	PUPA	ADULTO	³ / _* LARVA	PUPA	ADULTO
.0	86.70	0.0	0.0	85.00	6.6	0.0 0	0.0	34.16	60.00	49.16	0.0	0.0
60	6.66	0.0	0.0	0.83	49.16	20.00	0.0	85.00	0.0	81.66	0.0	0.0
90	2.50	0.0	0.0	7.00	33.66	17.66	0.0	60.00	0.0	87.50	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	8.33	34.16	5.00	0.0	68.30	0.0	82.50	0.0	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	31.66	0.0	0.0	55.80	0.0	0.0	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	32.50	2.50	0.0	13.30	0.0	31.66	0.0	0.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS

2 SON LARVAS DE LA F₁

3 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

TABLA No. 18

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.) SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS.

30 DIAS

SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A :			ADULTO A :		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ / _* LARVA	PUPA	ADULTO	² / _* LARVA	PUPA	ADULTO	³ / _* LARVA	PUPA	ADULTO
0	52.50	30.80	0.0	50.00	38.30	0.0	0.0	5.0	86.66	62.50	0.0	0.0
60	4.16	0.0	0.0	2.50	41.66	13.33	0.0	69.16	0.83	92.50	3.33	0.0
90	0.0	0.0	0.0	5.00	35.83	10.83	0.0	25.00	0.0	95.80	11.66	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	21.66	0.0	0.0	43.30	0.0	96.70	25.00	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	7.50	0.0	0.0	39.16	0.0	54.16	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	6.66	3.33	0.0	3.33	0.0	90.00	0.0	0.0

¹/_{*} CONTINUAN COMO LARVAS

²/_{*} SON LARVAS DE LA F₁

³/_{*} HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

TABLA No. 19

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.)
SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS

40 DIAS

SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ LARVA	PUPA	ADULTO	² LARVA	PUPA	ADULTO	³ LARVA	PUPA	ADULTO
0	10.70	66.00	0.0	1.66	76.00	4.00	0.0	0.0	88.30	70.83	11.66	0.0
60	0.0	0.0	0.0	30.16	5.66	2.50	0.0	0.0	8.30	87.50	57.50	0.0
90	0.0	0.0	0.0	8.33	19.16	10.0	0.0	0.0	0.0	96.70	76.70	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.83	0.83	0.0	0.0	0.0	100.00	49.16	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.16	0.0	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.20	87.50	0.0

1 CONTINUAN COMO LARVAS

*

2 SON LARVAS DE LA F₁

*

3 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

*

TABLA No: 20

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO DE *Oryzaephilus surinamensis* (L.)
SOMETIDOS A RADIACION LASER EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA, A UNA POTENCIA DE 100 MILIWATTS.

60 DIAS

SIN HARINA

ENERGIA (JOULES)	HUEVECILLO A:			LARVA A:			PUPA A:			ADULTO A:		
	LARVA	PUPA	ADULTO	¹ LARVA	PUPA	ADULTO	² * LARVA	PUPA	ADULTO	³ * LARVA	PUPA	ADULTO
0	0.0	0.0	76.70	0.0	40.50	37.00	0.0	0.0	88.30	87.50	49.16	0.0
60	0.0	0.0	0.0	30.16	5.66	2.50	0.0	2.47	5.83	0.0	0.0	1.66
90	0.0	0.0	0.0	3.33	15.83	0.83	0.0	0.0	0.0	31.66	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.83	0.83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.00	3.33	0.0
480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.83	50.00	76.66

1 CONTINUAN COMO LARVAS

*

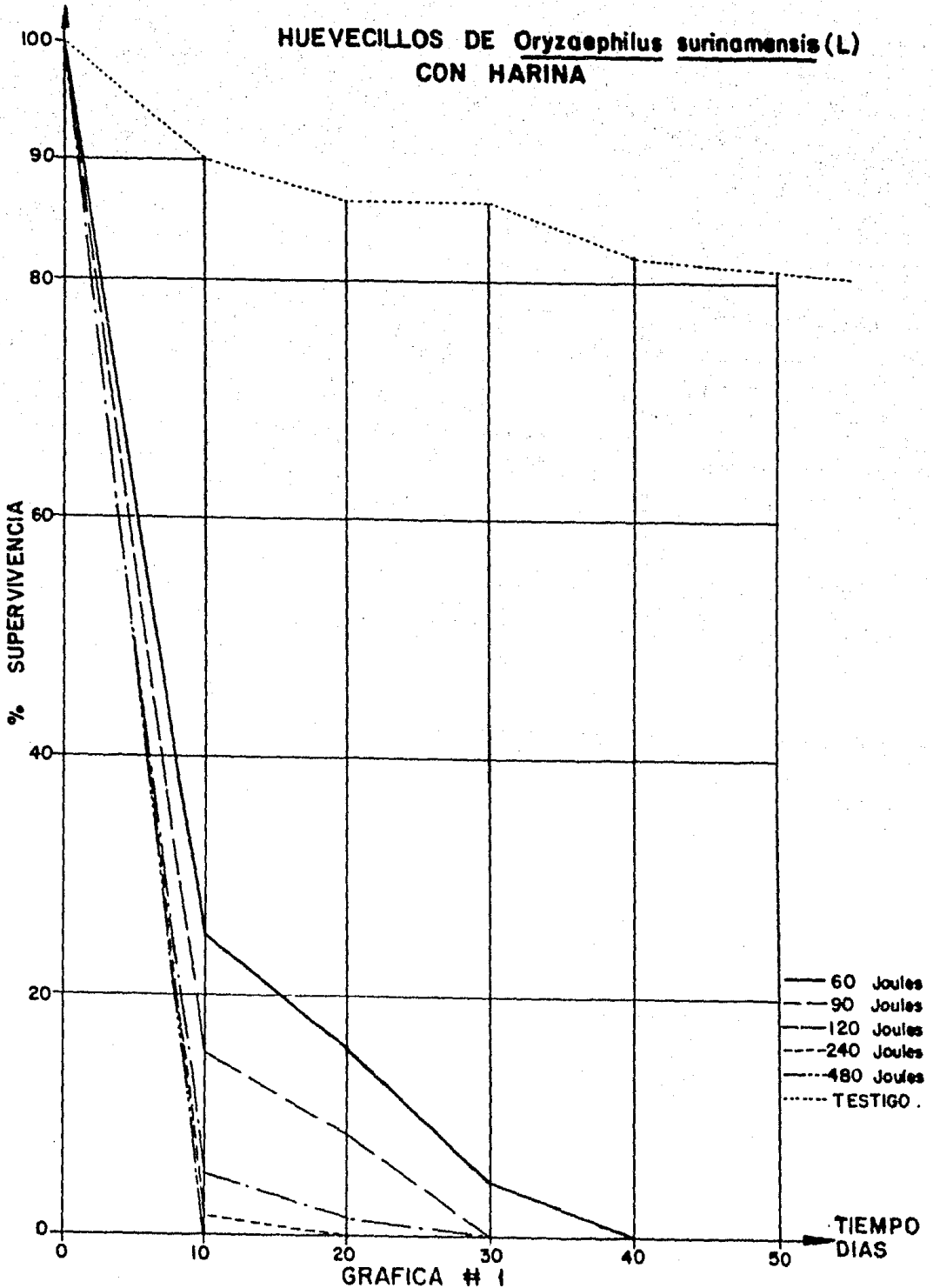
2 SON LARVAS DE LA F₁

*

3 HUEVECILLOS QUE NO SE PUDIERON OBSERVAR

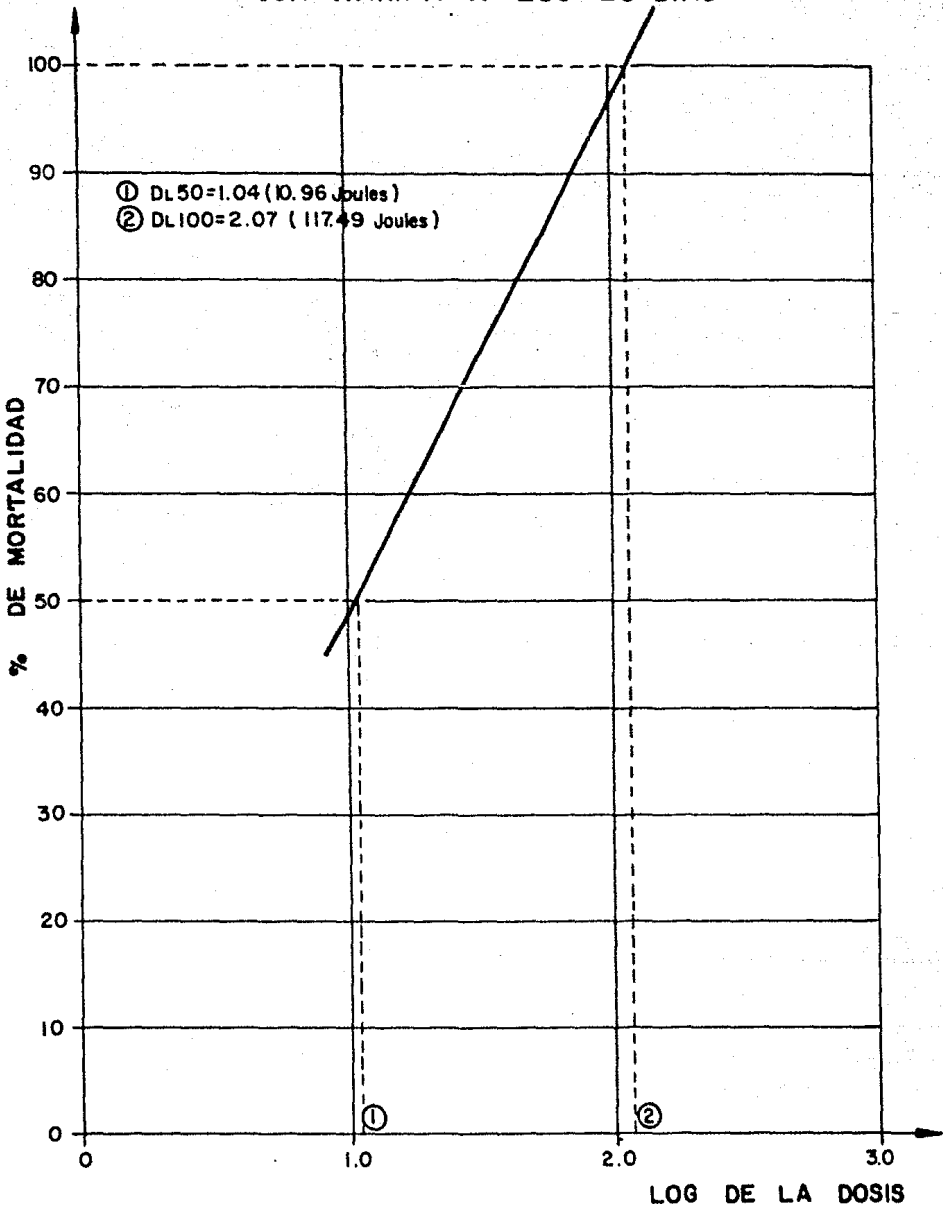
*

HUEVECILLOS DE *Oryzaephilus surinamensis* (L) CON HARINA



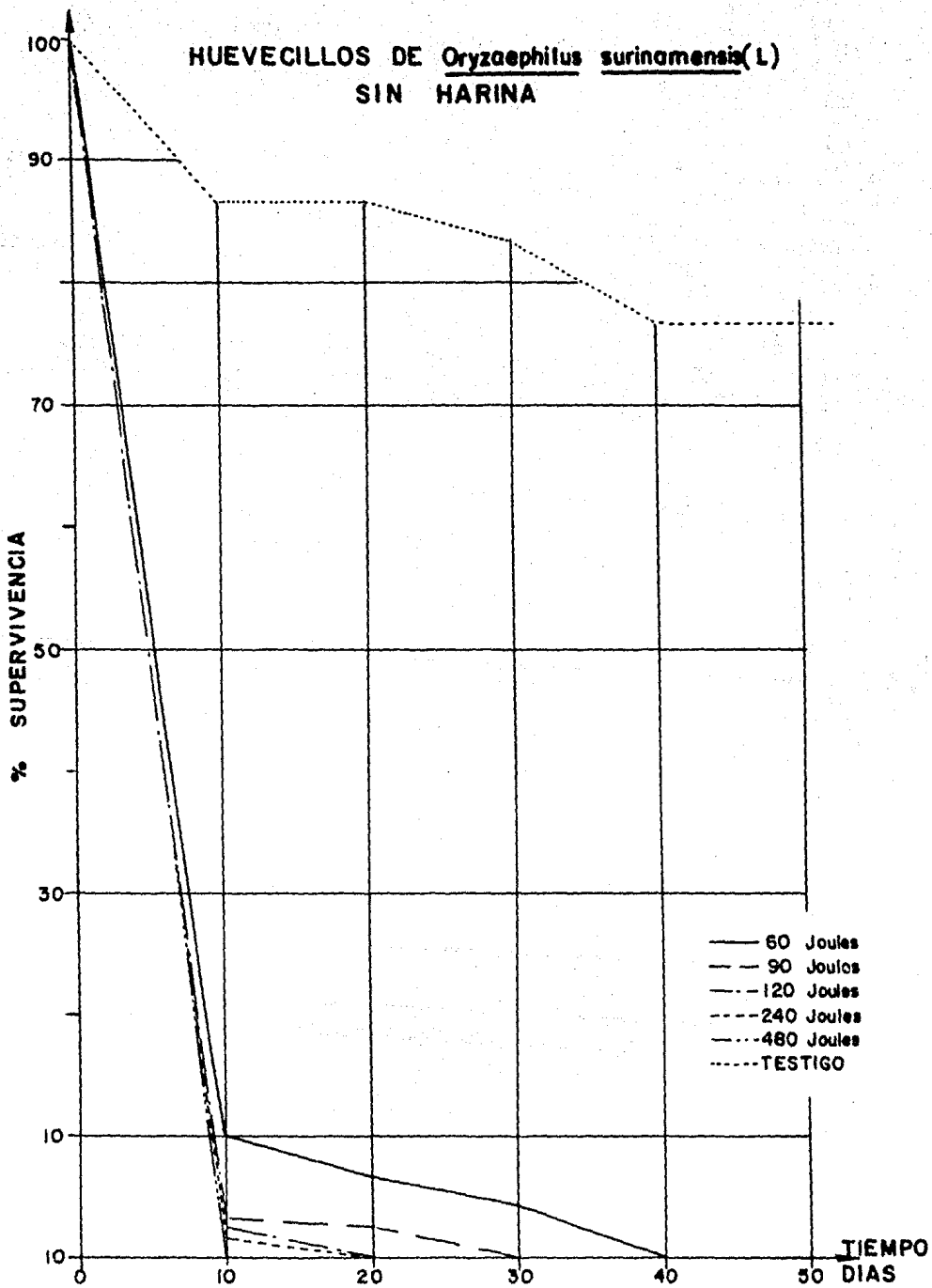
GRAFICA # 1

DOSIS LETAL EN HUEVECILLOS DE
Oryzaephilus surinamensis (L)
CON HARINA A LOS 20 DIAS



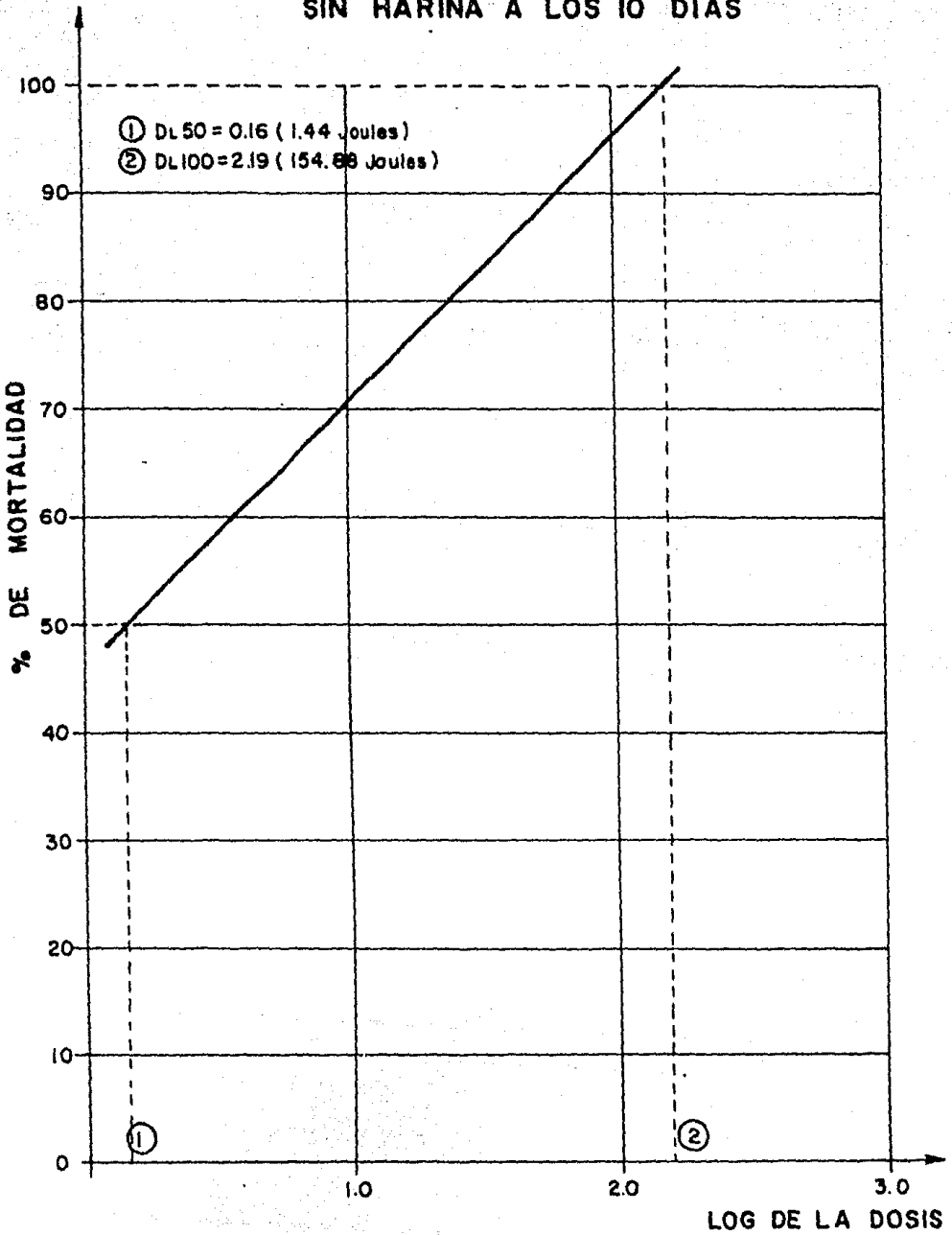
GRAFICA # 2

HUEVECILLOS DE Oryzaephilus surinamensis(L)
SIN HARINA



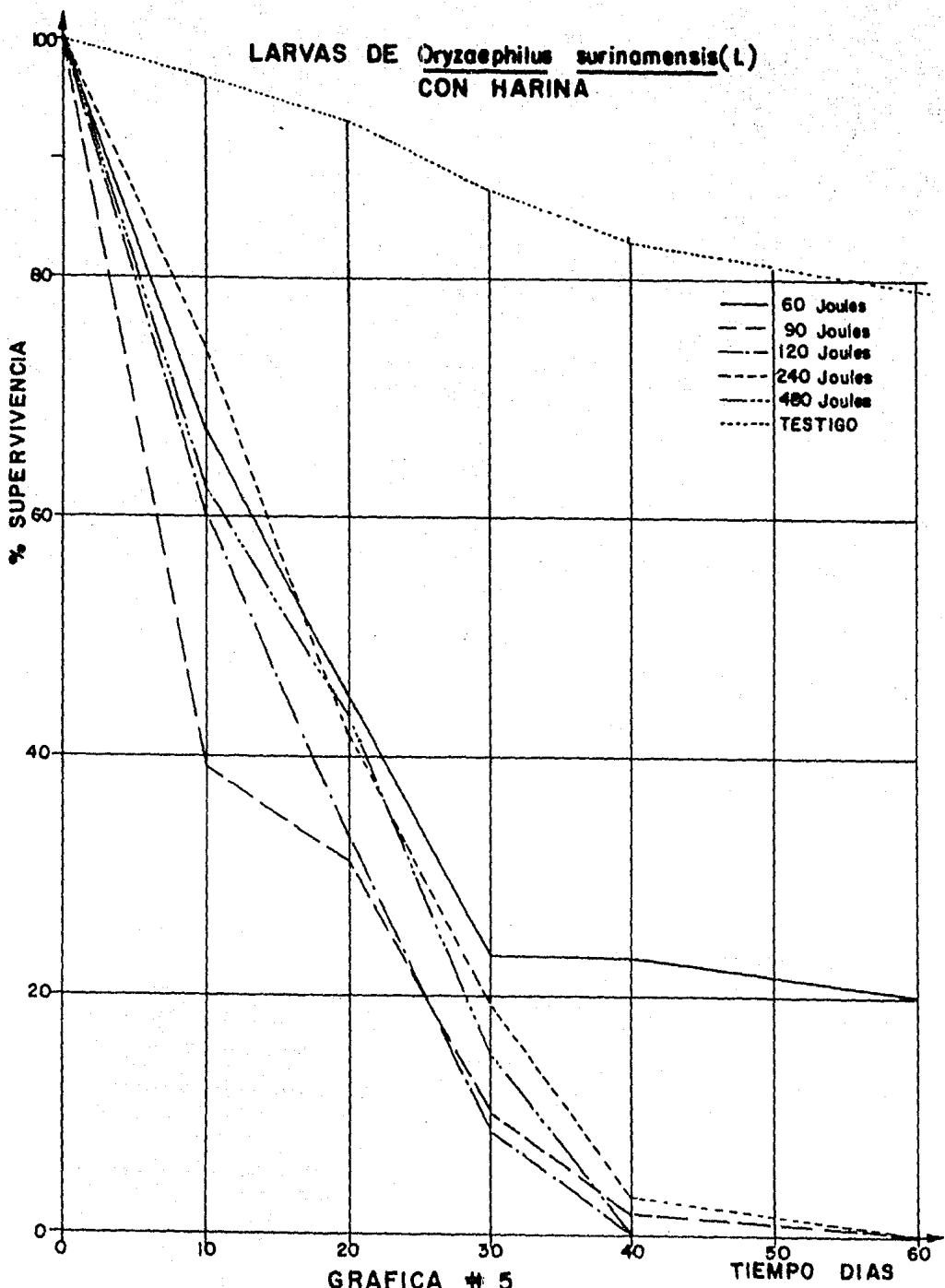
GRAFICA #3

DOSIS LETAL EN HUEVECILLOS DE
Oryzophilus surinamensis(L)
SIN HARINA A LOS 10 DIAS



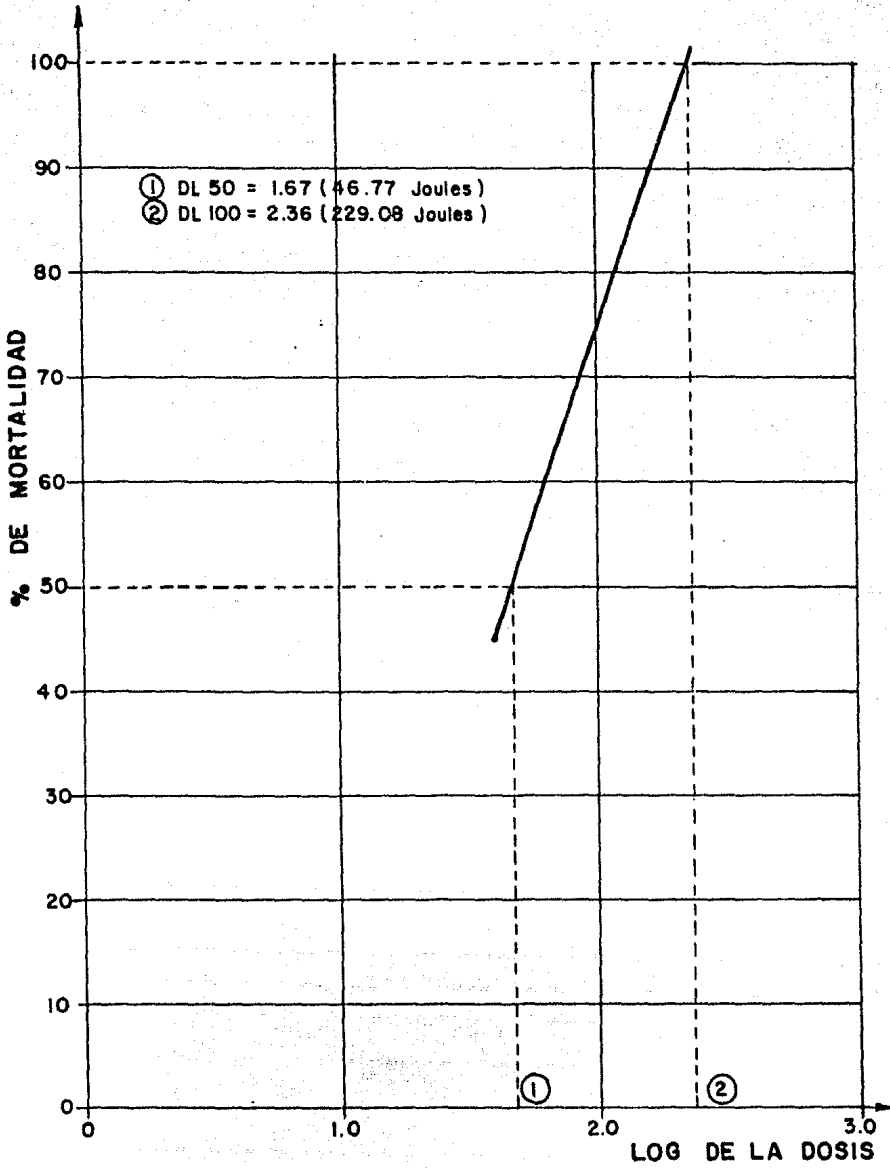
GRAFICA # 4

LARVAS DE *Oryzaephilus surinamensis*(L)
CON HARINA



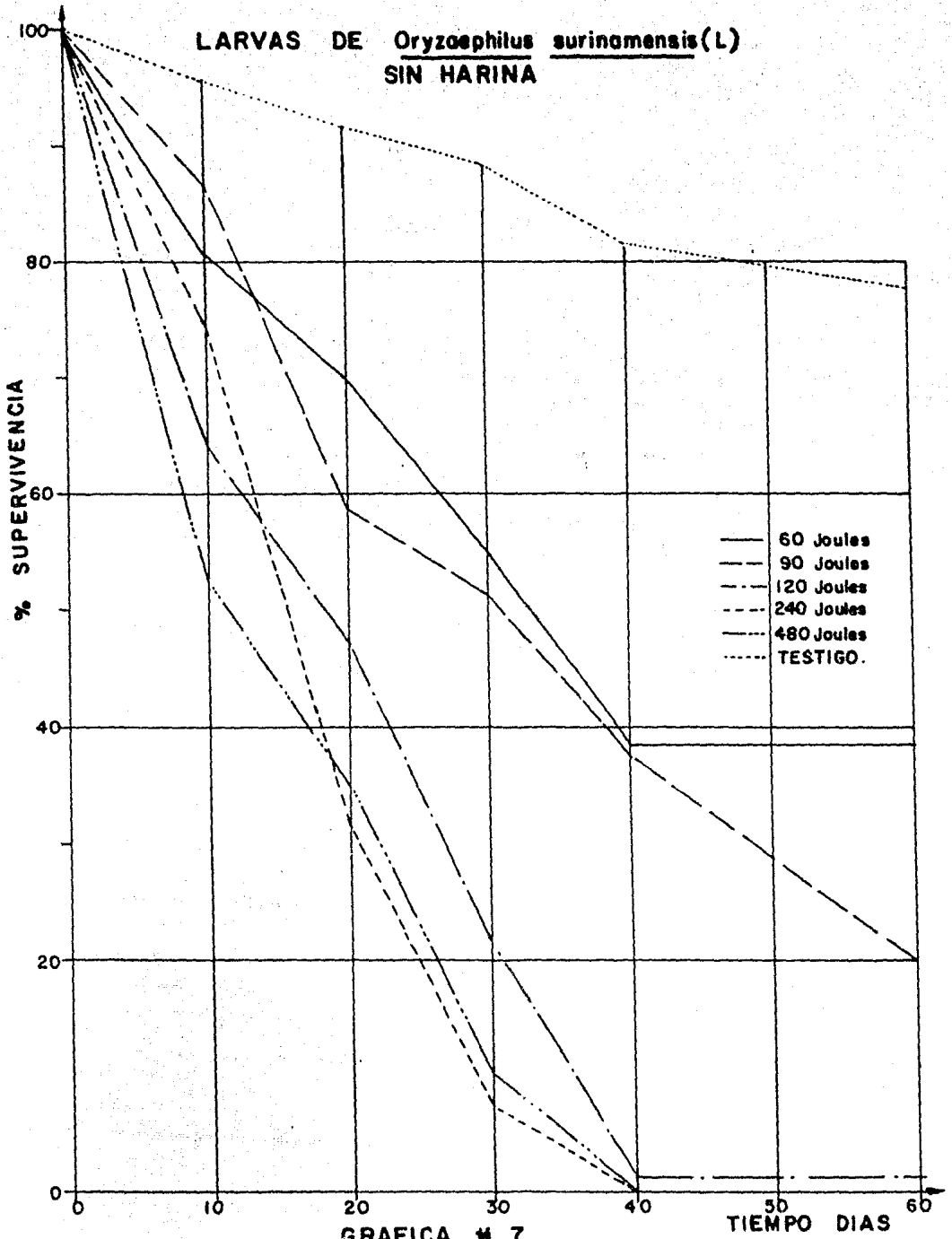
GRAFICA # 5

DOSIS LETAL EN LARVAS DE
Oryzaephilus surinamensis(L)
CON HARINA A LOS 30 DIAS



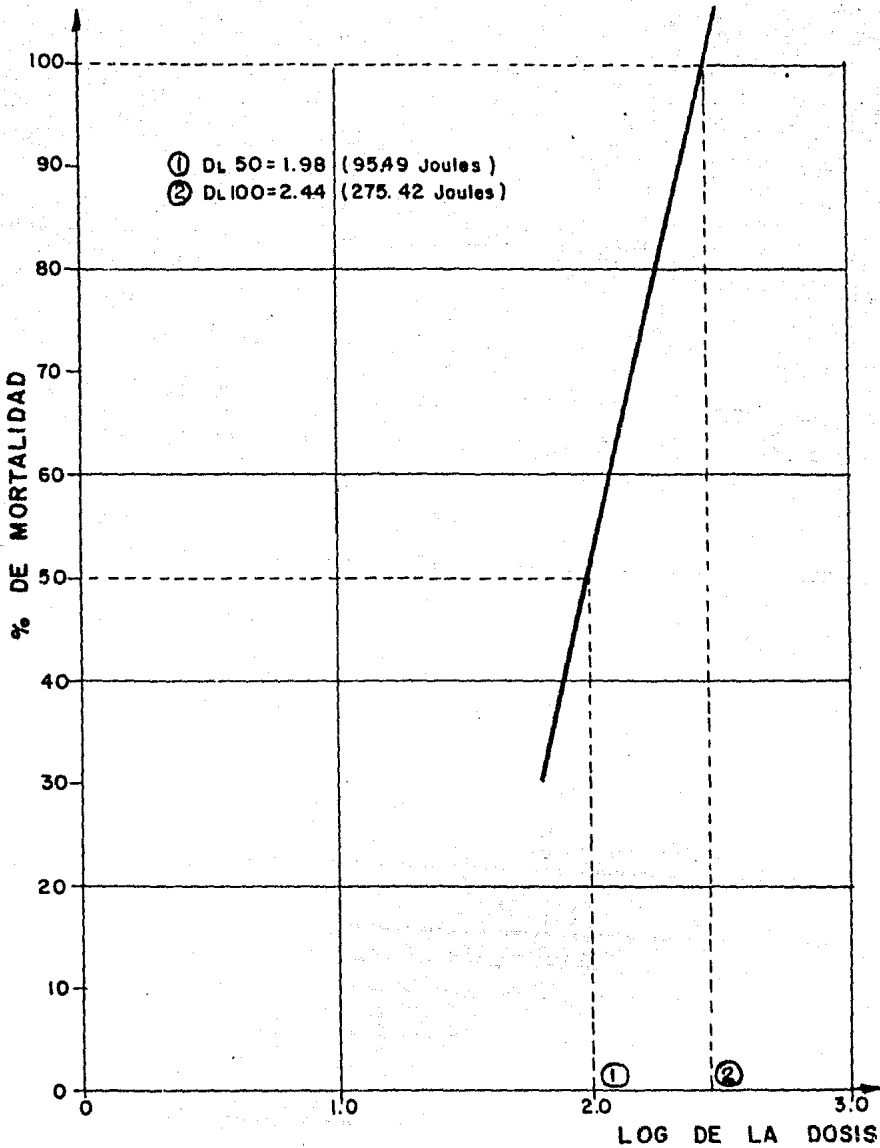
GRAFICA # 6

LARVAS DE Oryzoepphilus surinomensis(L)
SIN HARINA



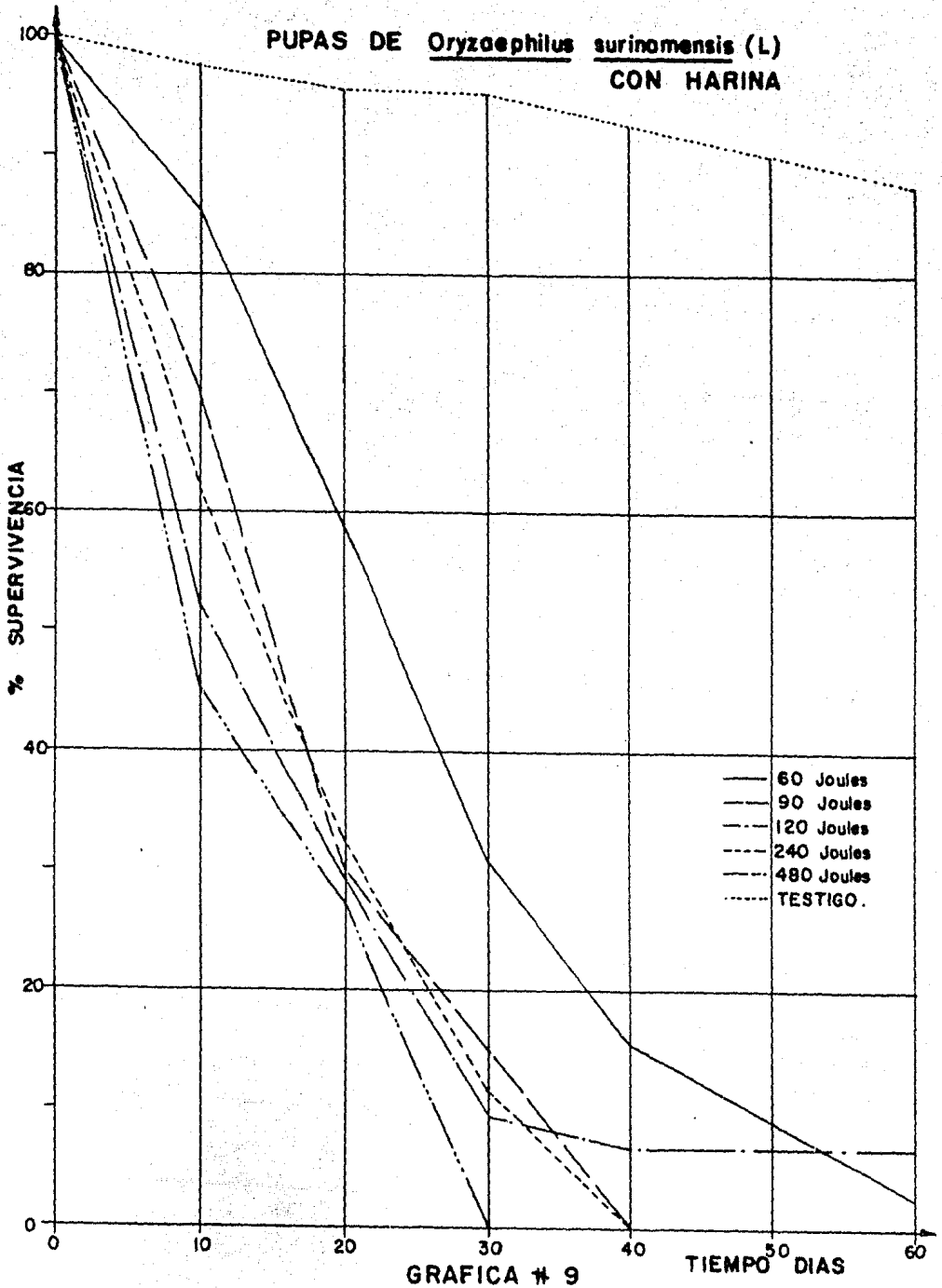
GRAFICA # 7

DOSIS LETAL EN LARVAS DE
Oryzaephilus surinamensis(L)
SIN HARINA A LOS 30 DIAS.



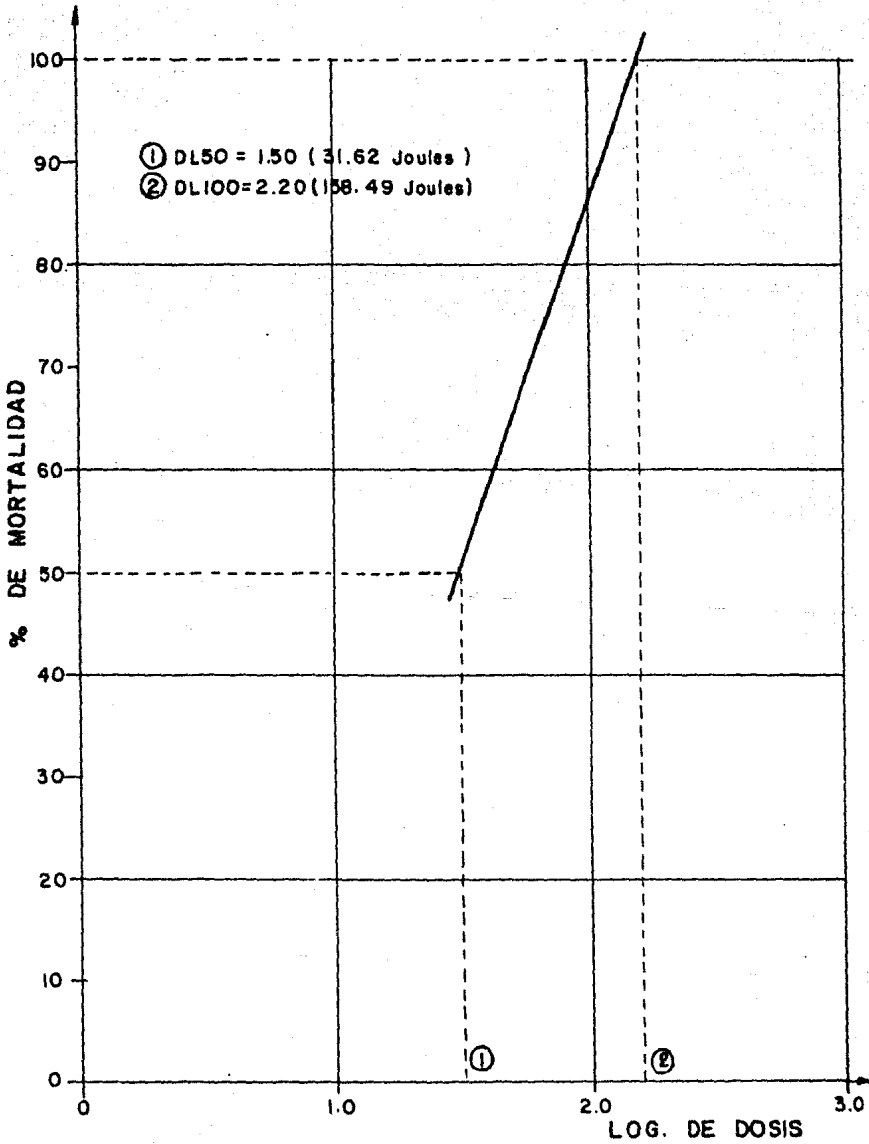
GRAFICA # 8

PUPAS DE Oryzaephilus surinomensis (L)
CON HARINA



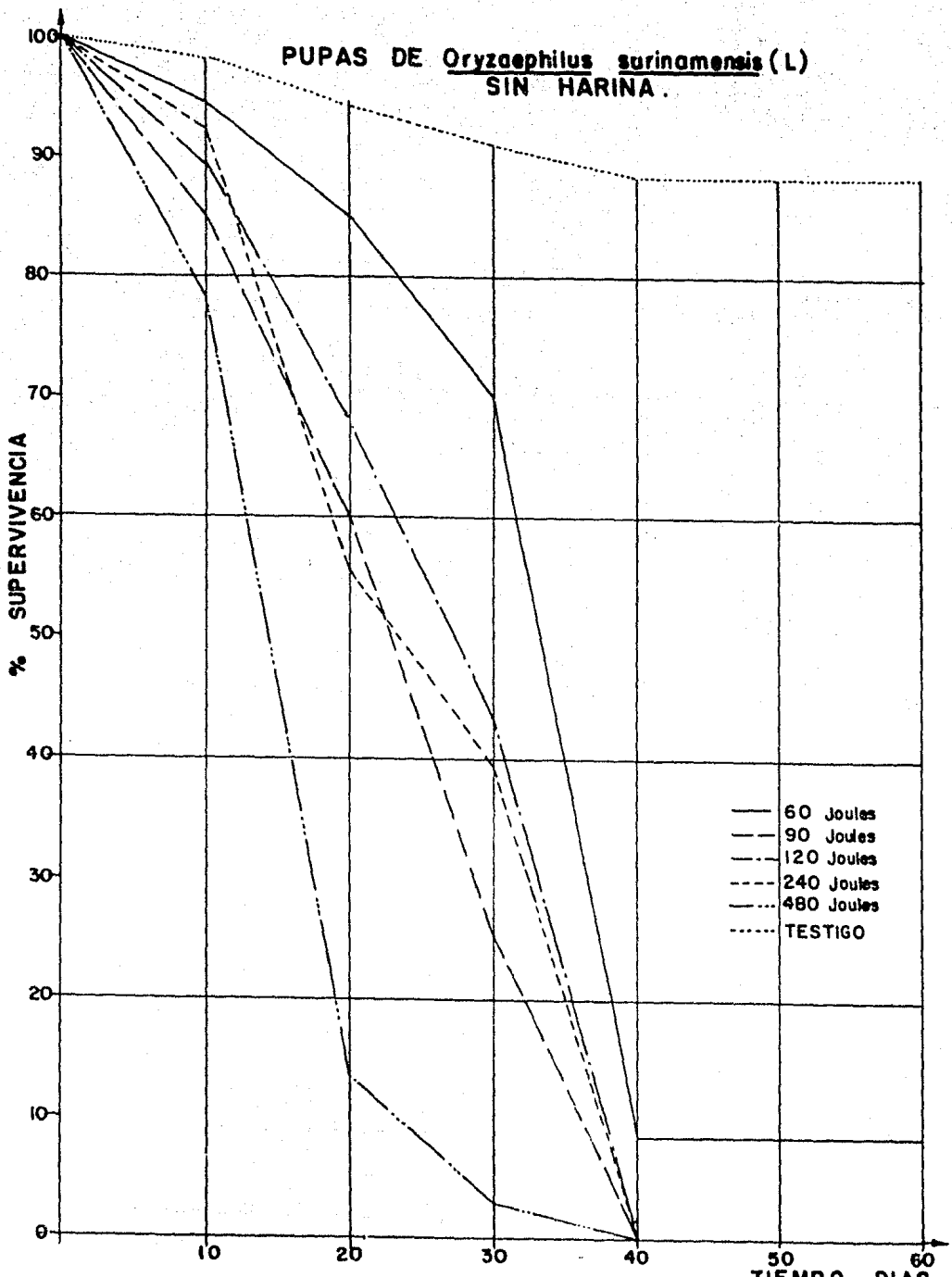
GRAFICA # 9

DOSIS LETAL EN PUPAS DE
Oryzaephilus surinamensis(L)
CON HARINA A LOS 30 DIAS.



GRAFICA # 10

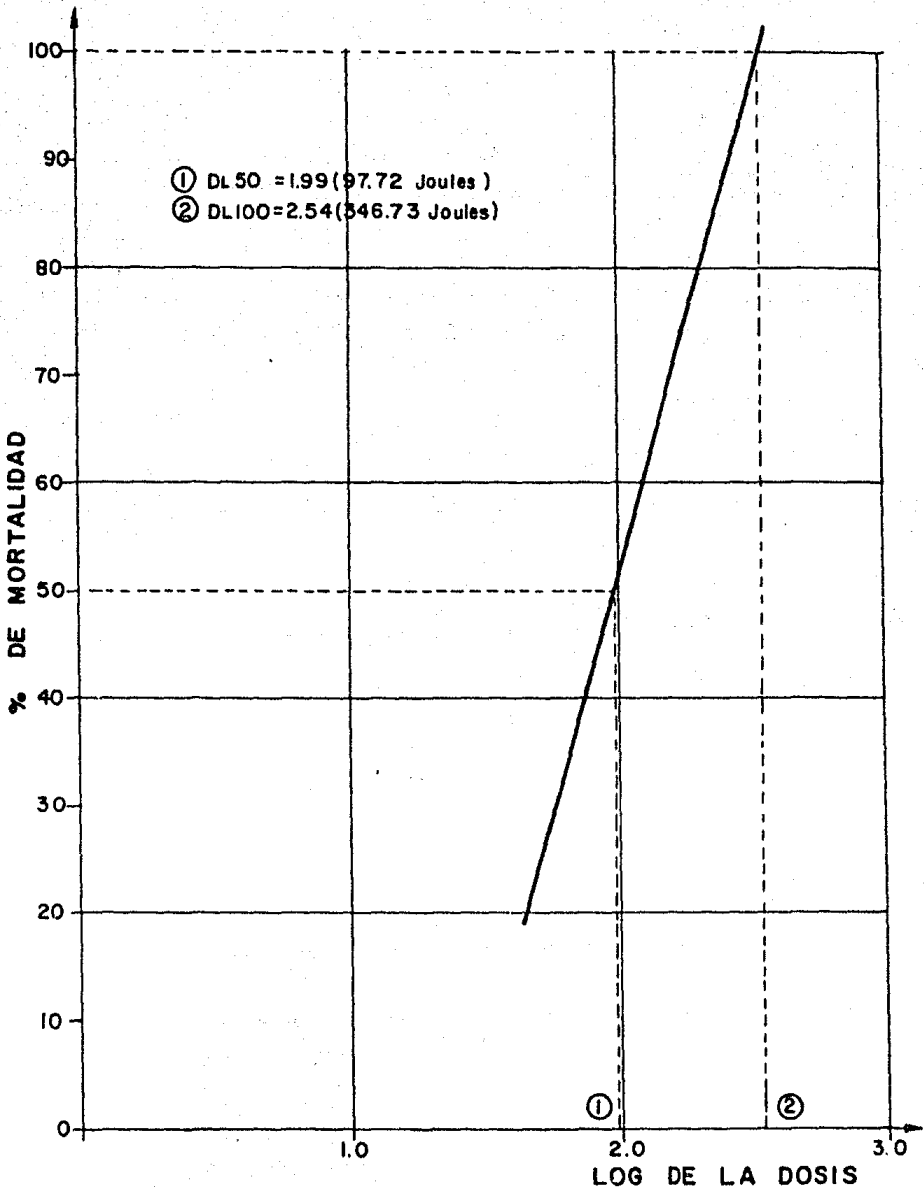
PUPAS DE Oryzaephilus surinamensis (L)
SIN HARINA.



GRAFICA # II

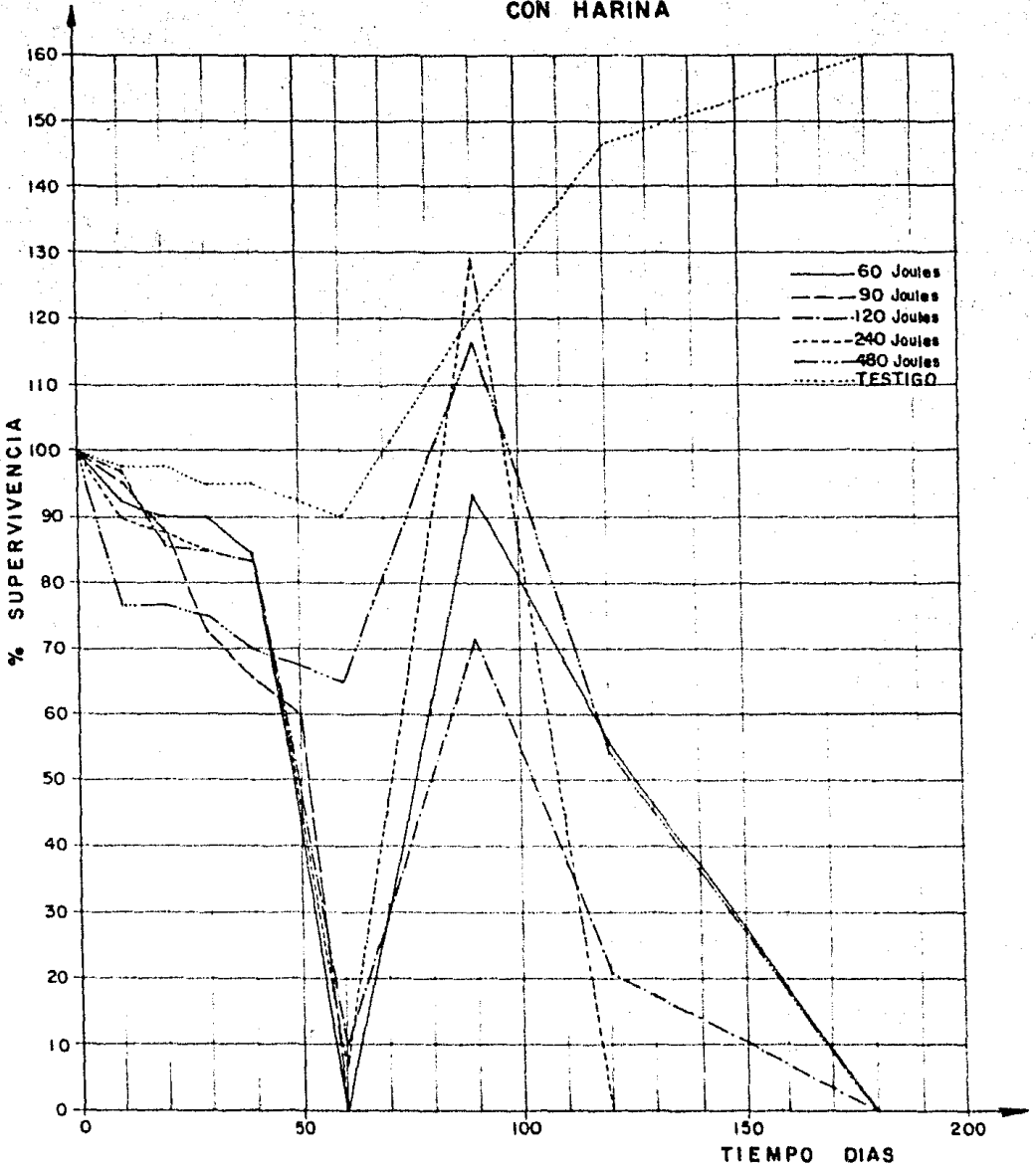
TIEMPO DIAS

DOSIS LETAL EN PUPAS DE
Oryzaephilus surinamensis (L)
SIN HARINA A LOS 30 DIAS.



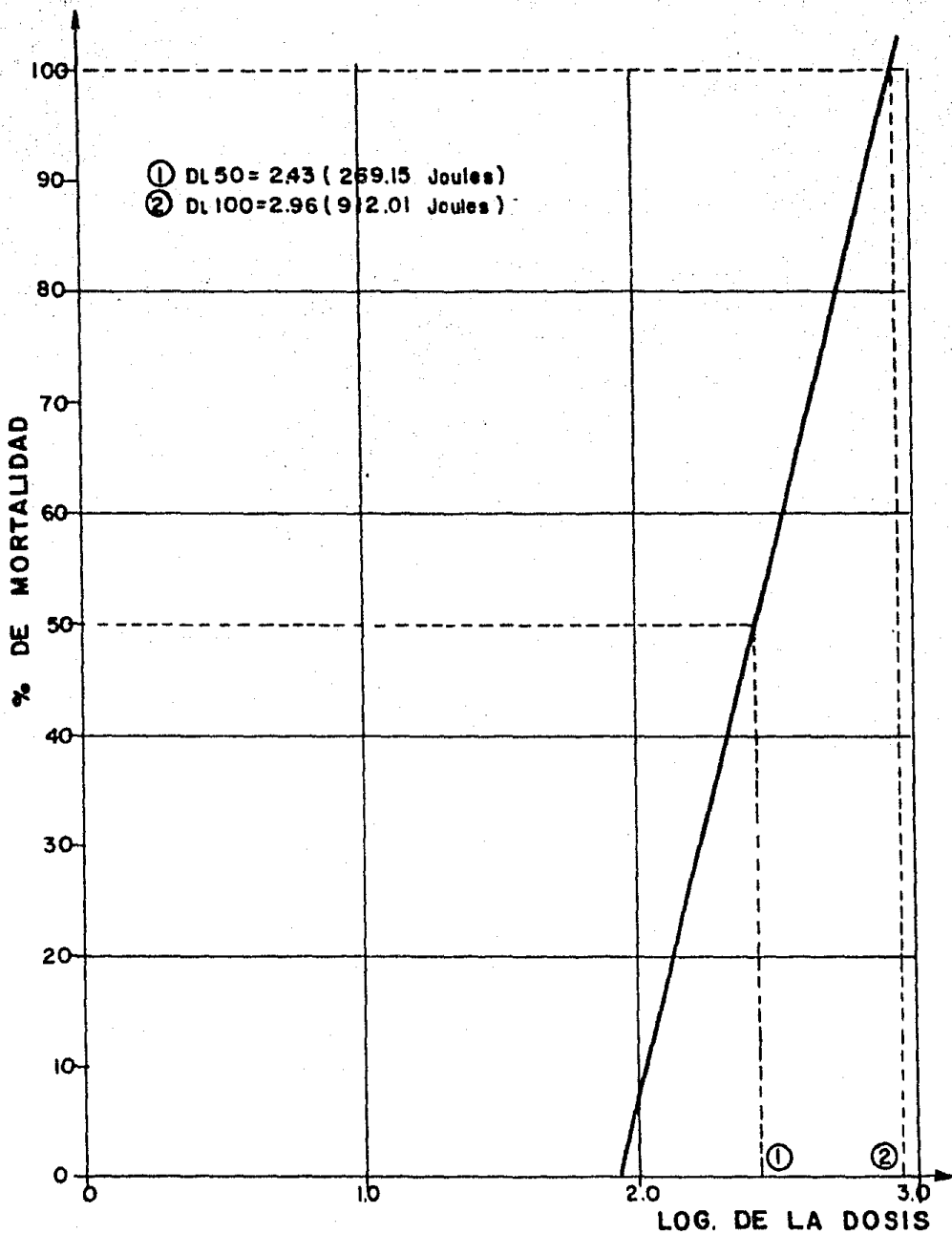
GRAFICA # 12

ADULTOS DE Oryzophilus surinamensis (L)
CON HARINA



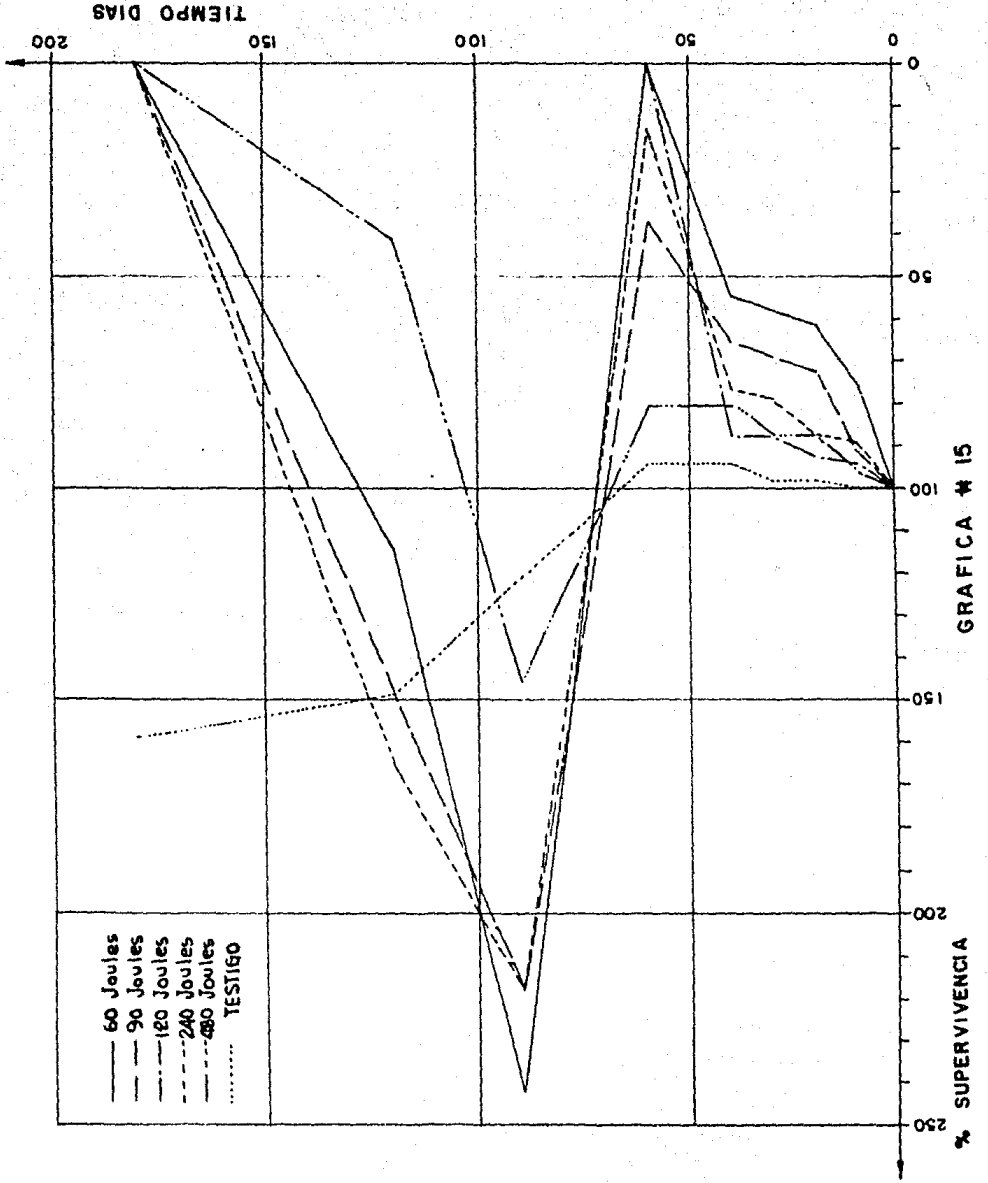
GRAFICA # 13

DOSIS LETAL EN ADULTOS DE
Oryzaephilus surinamensis (L)
CON HARINA A LOS 30 DIAS.



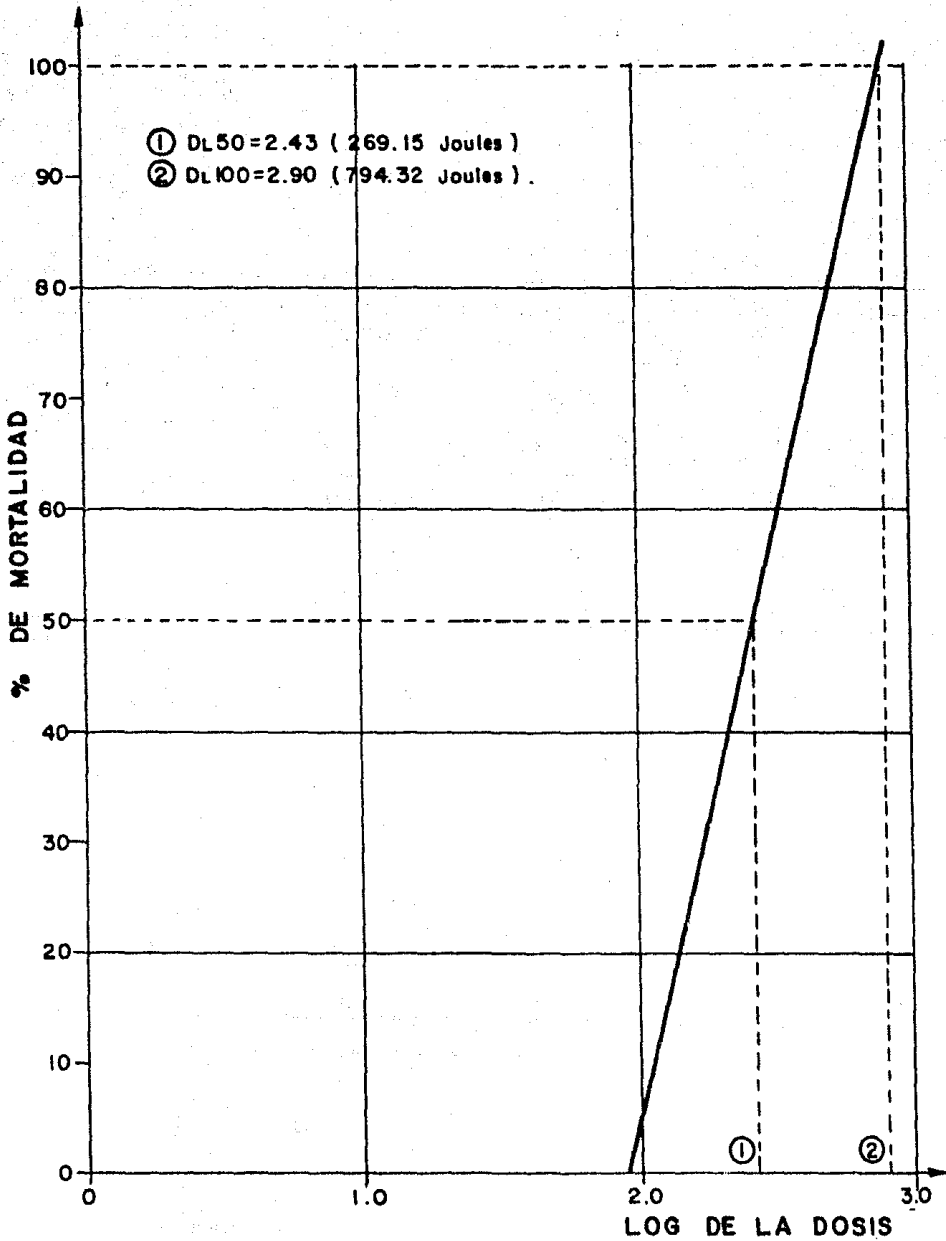
GRAFICA # 14

ADULTOS DE Oryzaephilus surinamensis(L)
SIN HARINA



GRAFICA # 15

DOSIS LETAL EN ADULTOS DE
Oryzaephilus surinamensis(L)
SIN HARINA A LOS 30 DIAS



GRAFICA # 16

LITERATURA CONSULTADA

Anónimo, (1971). Insect-Pest Management and Control. --
Nat. Acad. Sci. 3: 522 pp.

Anónimo, (1978). Manejo y Control de Plagas de Insectos,
Edit. Limusa, 311-388 pp.

Brower J., Tilton E., (1972). Comparative Gamma Radia- -
tion Sensitivity of Sawtoothed Grain Beetle and Merchant
Grain Beetle. Environm. Ent., 1 (6): 735-738 pp.

Brower J. Tilton E., (1972). Insect Desinfestation of --
Shelled Pecans, Almonds, and Walnuts by Gamma Radiation.
Jour, Econ. Ent. 65 (1): 222-224 pp.

Brower J. Tilton E., (1970). Insect Desinfestation of --
Dried Fruit by Using Gamma Radiation. Food Irradiation.-
11 (1-2): 10-14 pp.

Brower J., Tilton E., (1971). Insect Desinfestation of -
Peanuts by Gamma Radiation. J. Georgia Ent. Soc., 6 (3):
199-202 pp.

Cavalli-Sforza L., (1961). Analisi Statistica per Medici
e Biologi e Analisi del Dosaggio Biologica. Edit. Borin-
ghieri, 72-82 pp.

Christensen C., (1977). Contaminación por hongos en granos Almacenados. Edit. Pax. México, 10-35 pp.

De la Jarra F., De la Parra C., (1977). Manual de Toxicología de las Intoxicaciones con Plaguicidas. Asoc. Mex.-Ind. Plaguicidas y Fertilizantes., 72-73 y 83-86 pp.

De la Peña A., (1968). Principios Básicos y Aplicación del Rayo Láser. Inst. Mex. Ing. Quím., IX: 10-21 pp.

Goldman L., Webel J., (1964). The Laser. Ann. New York Acad. 122: 571-834 pp.

Heavens O., (1966). Recent Applications of Laser. British Jour. Appl. Phys., 17: 287-309 pp.

Jamieson M., Jobber P., (1975). Manejo de Alimentos, 2,- Edit. Pax. México. 5-149 pp.

Lengyel B., (1966). Introduction to Laser Physics. John-Wiley and Sons, Inc, New York. 1-3 y 49-57 pp.

Mills S., (1966). Stored-Products Insects as Experimental Animals in High School Biology. Am. Biol. Teacher. - 28 (6): 638-643 pp.

Miller I., Freund J., (1965) Probability and Statistics for Engineers. Prentice-Hall. 279-283 pp.

Michaelson S., (1972). Human Exposure to nonionizing Radiant Energy-Potential Hazards and Safety Standards. - -- Proceed. IEEE, 60 (4): 403-406 pp.

Nery J., (1978). Sistemas para Fumigación con Bromuro de Metilo y Fosforo de Hidrógeno. Bol. ANDSA, 70: 8-9 pp.

Ortiz J., (1974). Diseño y Construcción de un Láser de CO_2 Universidad Nacional Autónoma de México, México 42 - 46 pp.

Ramírez G. M., (1967). Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas, CECSA, México 285 pp.

Sharp D., (1970). Insects the Cambridge Natural History. Dover Publications Inc. 2: 189, 213, 234 pp.

Schoenherr W., Rutledge J., (1967). Insect Pest of The Food Industry. Lauhoff Grain Co.

Schwaeger E., (1975). Láseres, La luz del Futuro. Edit.- Brugera, 250 pp.

Siqueiros J.M., (1968). Láser de Rubí de Pulso Gigante.- Universidad Nacional Autónoma de México, México, 15 pp.

Tilton E., Brower J., Cagburn R., (1974). Insect Control in Wheat Flour with Gamma Irradiation. Int. Jour. App. - Rad. Isot., 25: 301-305 pp.