

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y MARITIMAS

EVALUACION DE UN INSECTICIDA NATURAL
DE LAS HOJAS DE Helietta parvifolia Gray Benth
EN CONDICIONES DE ALTA HUMEDAD

TESIS

MIGUEL ANGEL BURROLA S.

1983

040.63
TEC.29
1983
c.2

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

EVALUACION DE UN INSECTICIDA NATURAL DE LAS HOJAS DE Helietta
parvifolia GRAY BENTH EN CONDICIONES DE ALTA HUMEDAD

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

POR

MIGUEL ANGEL BURROLA S.

1983

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de
concluir una etapa mas de -
mi vida

A MIS PADRES

Sr. Rafael Miguel Burrola Salcido

Sra. Rita Serrata de Burrola

Por su estímulo, amor y comprensión
que me han brindado durante toda mi
vida

A MIS HERMANOS

María de los Angeles

Susana

Gerardo

Verónica

Alonso

José Normando

Lic. David S. De la Fuente S.

Por su amistad y apoyo

AGRADECIMIENTOS

Biol. M. C. Magdalena Rovalo

Por su asesoría en la realización de esta tesis

Biol. María Esther González

Por su asesoría, cooperación y entusiasmo que me transmitió durante la realización de esta tesis

Lic. María del Refugio Peña

Por su amistad y ayuda desinteresada en todo momento

Ing. Elsy Molina

Por su colaboración en los análisis estadísticos

Biol. Lydia González

Ing. Dora Rojas

INDICE GENERAL

INTRODUCCION -----	1
LITERATURA REVISADA -----	4
<u>Helietta parvifolia</u> Gray Benth	
Distribución geográfica -----	4
Descripción botánica -----	4
Composición química -----	5
Potencial alelopático -----	5
Investigaciones como insecticida natural -----	6
Desarrollo de insecticidas de origen natural -----	8
Importancia económica -----	8
Antecedentes -----	9
Insecticidas botánicos -----	10
Piretrinas -----	10
Rotenoides -----	11
Nicotina -----	11
Investigaciones con el aceite esencial y extractos acuosos de plantas con propiedades insecticidas -----	12
En México -----	12
En La India -----	15
Insectos que atacan a los granos almacenados -----	19
Importancia económica -----	19

Temperatura y humedad relativa	-----	20
<u>Sitophilus granarium</u> L.	-----	21
<u>Sitophilus oryzae</u> L.	-----	22
<u>Sitophilus seamais</u> L.	-----	23
<u>Sitotroga cerealella</u> O.	-----	23
<u>Oryzaephilus</u> spp.	-----	24
Distribución y fluctuación poblacional de insectos primarios y secundarios del maíz	-----	25
MATERIAL Y METODOS	-----	26
Obtención del material activo	-----	26
Modo de aplicación	-----	27
Trabajo de campo	-----	27
Trabajo de laboratorio	-----	28
RESULTADOS EXPERIMENTALES	-----	29
Evaluación del aceite esencial como insecticida sobre insectos que atacan al grano almacenado	-----	29
Evaluación del grano picado (Larva y/o pupa)	-----	33
Evaluación del grano dañado	-----	33
Bioensayo con adultos de <u>Sitophilus</u> spp	-----	33
Determinación del TL ₅₀	-----	36
Temperaturas	-----	36
DISCUSIONES	-----	41
CONCLUSIONES	-----	45
RESUMEN	-----	47
BIBLIOGRAFIA	-----	50

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla No.		Pag.
1	Porcentajes de mortalidad corregida de <u>Sitophilus</u> spp mediante la fórmula de Abbot, en los tratamientos con respecto al testigo a los 15, 30 y 45 días. -----	32
2	Porcentajes de mortalidad corregida de <u>Oryzaephilus</u> spp mediante la fórmula de Abbot, en los tratamientos con respecto al testigo a los 15, 30 y 45 días. -----	32
3	Temperaturas del grano en grados centígrados (⁰ C) que se registraron durante la investigación, tanto del -- testigo como del tratamiento de 30%, 70% y 100% de hu medad relativa, respectivamente. -----	36

Figura No.

1	Porcentaje de mortalidad corregida de <u>Sitophilus</u> spp mediante la fórmula de Abbot en los tratamientos con respecto al testigo a los 15, 30, 45 y 60 días. -----	30
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

- 2 Porcentaje de mortalidad corregida de Oryzaephilus --
spp. mediante la fórmula de Abbot en los tratamientos
con respecto al testigo, a los 15, 30 y 45 días. ----- 31
- 3 Porcentaje de grano picado (larva y/o pupa) a los 60
días, comparandola con la muestra inicial de 30%, 70%
y 100% de humedad relativa. ----- 34
- 4 Porcentaje de grano dañado a los 60 días comparandolo
con la muestra inicial de 30%, 70% y 100% de humedad
relativa, respectivamente. ----- 35
- 5 Porcentaje de mortalidad de Sitophilus spp. de apli-
cación por contacto mediante la técnica del residuo
del aceite esencial de Helietta parvifolia. % prome-
dio de 4 repeticiones y 10 individuos por repetición.- 37
- 6 Porcentaje de mortalidad de Sitophilus spp. de apli-
cación por contacto mediante la técnica del residuo
comparando el aceite esencial de Helietta parvifolia
con un testigo comercial (Malarión). % promedio de
4 repeticiones y 10 individuos por repetición. ----- 38

- 7 Determinación del TL_{50} del aceite esencial de Helietta parvifolia aplicado a adultos de Sitophilus spp mediante la técnica del residuo a una concentración de 1%. % Promedio de 4 repeticiones y 10 adultos -- por repetición. ----- 39
- 8 Determinación del TL_{50} del aceite esencial de Helietta parvifolia aplicado a adultos de Sitophilus spp mediante la técnica del residuo a una concentración de 0.5%. % en promedio de 4 repeticiones y 10 adultos por repetición. ----- 40

INTRODUCCION

El uso de plaguicidas en la agricultura actual se ha reafirmado como una de las herramientas más importantes dentro del proceso productivo, no se pueden negar los beneficios que han aportado, pero su uso irracional puede provocar grandes problemas como lo son: Contaminación ambiental, aumento del costo del combate de plagas, inducción de resistencia por parte de algunos insectos a ciertos insecticidas, destrucción de insectos útiles al hombre como las abejas, pérdida de fuentes de trabajo al abandonarse los cultivos que requieren mano de obra como es el caso del algodón (31).

Unos de los problemas que trae consigo el almacenamiento de granos es la invasión sobre los mismos de ratas, ratones, insectos y hongos; es frecuente oír que las pérdidas que se ocasionan por la invasión de estos parásitos son tan inevitables como los que sobrevienen a través del ciclo de siembra, crecimiento y siega, y se caracterizan por ser ajenas al control de la mano del hombre (3). El problema de la conservación de los granos y semillas en México, tienen gran importancia debido a la carencia de un adecuado almacenamiento, sobre todo, en aquellas regiones bajas, cálidas y húmedas del país que propician las condiciones ecológicas adecuadas para la infestación por insectos que dañan al grano (31).

El esfuerzo del hombre por mejorar su ambiente lo ha llevado a tratar de reducir el uso de plaguicidas y a buscar nuevas técnicas de control de plagas, incluyendo la aplicación de compuestos muy selectivos como los insecticidas hormonales, lo que representa un elevado costo; por otro lado se ha investigado sobre la actividad biológica de compuestos orgánicos de origen vegetal (Metabolitos secundarios), sobre el comportamiento de los insectos ofreciendo un futuro promisorio (12).

La barreta Helietta parvifolia Gray Benth, es un arbusto que pertenece a la comunidad de matorral Submontano; su dominancia, la escases de vegetación herbácea, así como la gran cantidad de compuestos aromáticos que despide ésta planta, llevó a pensar que ejerce una influencia alelopática en su comunidad, y además que sea responsable de ciertos efectos biocidas, particularmente sobre hongos, -- bacterias e insectos de importancia económica en el campo y en el - almacenamiento de granos (13).

Es por esto que en la presente investigación se evaluará la acción del aceite esencial de la barreta Helietta parvifolia G., como un recurso potencial contra insectos de granos almacenados, considerados como consumidores directos del grano propiciando la entrada de los consumidores secundarios que requieren del grano ya dañado. Específicamente se evaluará la acción del aceite esencial de H.

parvifolia G. en Sitophilus spp., causantes de la destrucción de un alto porcentaje de la producción de maíz almacenado en todo el mundo.

LITERATURA REVISADA

Distribución Geográfica

La barreta Helietta parvifolia Gray Benth, clasificada dentro del matorral Submontano establecido por Rzedowsky (37), y corresponde al matorral Alto Perenifolio de Rojas Mendoza (36), y al matorral Subinerme de Miranda y Hernández (27). Prospera en climas relativamente menos áridos (450 a 900 mm de precipitación anual), y rara vez sobrepasa los 2 000 metros de altitud. Se encuentra distribuida a lo largo de la Sierra Madre Oriental, desde Nuevo León hasta Hidalgo, extendiéndose un poco hacia la planicie Costera Nororiental y también hacia el altiplano (13,32). Según reporta Graue (13), las especies dominantes en el matorral Submontano de Villa de Santiago, N. L., son por orden de importancia: Helietta parvifolia, Pithecellobium pallens, Sargentis gregi, Acacia rigidula, Neopringleo intergrifolia y Celtis pallida.

Descripción Botánica

Son arbustos sin espinas, de 2 a 4 metros de alto, hojas opuestas, trifoliadas, de 25 a 50 mm de largo, en su mayoría glabras. Hojas sésiles o casi sésiles, generalmente oblongadas u ovadas, redon

deadas, pequeñas; el cáliz seccionado en 3 ó 4 partes, de 2 mm de ancho con 3 ó 4 pétalos, imbrincados en botón, elípticos de 2.5 a 3 mm de largo, 3 ó 4 estambres con ovarios de 3 a 4 lóbulos, frutos con 3 ó 4 carpelos indehiscentes de tipo samara que se separan en la madurez; alados en su parte dorsal, de 10 a 15 mm de largo, con 2 óvulos en cada cavidad, pero las semillas solitarias al liberarse (13).

Composición Química

Estudios fitoquímicos del aceite esencial de la barreta Helietta parvifolia G., han demostrado la presencia de compuestos como son: Safrol, isosafrol, eugenol y O-metileugenol (10). En estudios realizados con las hojas y corteza, se encontraron componentes de tipo alcaloide: Flindersiamina ($C_{14}H_{11}O_5N$), Kokusaguinina ($C_{14}H_{13}O_4$) helioparvifolina y heliparvina; además un hidrocarburo saturado del grupo de los alcanos: Dotriacontane, y un alcohol de cadena recta: Tetracosanol (8,9,11).

Potencial Alelopático

El término alelopatía fue dado por Molisch para referirse a la interacción bioquímica benéfica o perjudicial entre todos los tipos de plantas, incluyendo a los microorganismos. Pero en el uso corriente, el término se refiere al efecto perjudicial que produce una -

planta superior (donador) en la germinación, crecimiento y desarrollo de otras plantas (receptor), a través de la liberación de sustancias tóxicas (13).

En el estudio realizado por Graue (13) sobre el potencial inhibitor y alelopático de la H. parvifolia, demostró que uno de los factores que intervienen en la dominancia de la barreta es la producción de sustancias alelopáticas que impiden el crecimiento de otras plantas y probablemente también tengan un efecto sobre posibles parásitos de esta planta, ya que los aceites esenciales tuvieron un efecto altamente inhibitor, sobre todos los microorganismos probados, y no se aislaron microorganismos patógenos del suelo de la comunidad. La vía de liberación de las sustancias alelopáticas de H. parvifolia es principalmente la lluvia, que al lavar las hojas arrastra un alcaloide aún no identificado totalmente; la volatilización de ciertas sustancias que también tienen efecto inhibitor y los aceites esenciales, faltando aún por estudiarse otras probables vías de liberación como el mantillo.

Investigaciones como insecticida natural

Bocanegra (2) realizó una evaluación del aceite esencial de H. parvifolia sobre larva- y adultos de la mosca casera Musca domestica L., especie cosmopolita y ubicua, la cual ha desarrollado un elevado nivel de resistencia a los insecticidas químicos sintéticos,

complicando y volviendo muchas veces incosteable su control. Se utilizó la técnica de contacto sobre adultos de 10 días de edad; -- las concentraciones utilizadas fueron de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% - del aceite esencial con 40 adultos por concentración. Se tomaron datos cada 15 minutos hasta los 105 minutos. Los resultados experimentales indican que los porcentajes de mortalidad corregida fueron a los 105 minutos de 90% de mortalidad para una concentración de 1%, una mortalidad de 95% para una concentración de 2%, de 98% para una concentración de 3% y un 100% de mortalidad para las concentraciones de 4%, 5% y 6%. Las larvas de 6 días de edad, colocadas en un medio de crecimiento se le añadió una emulsión de aceite esencial de la barreta al 2.4%. Los resultados corregidos indican que la pupación se redujo en un 62.12% y la emergencia de adultos en las pupas obtenidas en un 64.01%, por lo tanto se puede concluir que el aceite esencial de la barreta a una concentración de 2.4%, ejerce buen efecto larvicida en larvas próximas a pupar.

De las primeras investigaciones realizadas por González (*) - con el aceite esencial de la barreta Helietta parvifolia Gray como insecticida contra la mosca Mexicana de la fruta Anastrepha ludens Loew, se encontraron efectos tóxicos que afectan en el caso de larvas maduras el comportamiento, la pupación y la formación del adulto; encontrándose un cero porciento de emergencia de adultos - en una concentración de 25% en los tratamientos al suelo. En los

(*) Comunicación personal

tratamientos con adultos se encontró que la DL_{50} fue entre 4% y 6% del aceite esencial de la barreta.

Desarrollo de Insecticidas de Origen Natural

a).- **Importancia Económica.**- Si bien con el descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT en la década de los 30's, se revolucionó completamente el combate de plagas y se inició una época -- más tecnificada que contribuyó notablemente a incrementar los rendimientos en muchos cultivos; el uso a gran escala de pesticidas sintéticos han tenido diversos efectos colaterales. Uno de los más relevantes, especialmente en el caso de los insecticidas organoclorinados, es la muerte y a veces la casi extinción de muchas especies de aves silvestres como resultado de haber ingerido granos y frutos contaminados. Por otra parte, pueden aparecer como plaga algunas especies que antes no eran, como es el caso de diversos ácaros al eliminarse sus enemigos naturales; así como también el desarrollo de elevados niveles de resistencia en algunos insectos hacia determinados insecticidas, lo que ha lesionado fuertemente la economía del control de plagas en los últimos años (23,25).

Por lo anteriormente expuesto, en la década de los setentas, - organismos encargados de mantener la conservación de la pureza del medio ambiente y la salud, han establecido reglas cada vez más estrictas, para la utilización de plaguicidas sintéticos. De esto -- surgió la idea de investigar otro tipo de insecticidas más selectivos y menos persistentes como los de origen natural (2).

b).- Antecedentes.- Los insecticidas botánicos están considerados dentro de la primera generación de plaguicidas, ya que su uso como tal se remonta a siglos antes de la era cristiana. Entre los principales insecticidas de origen natural utilizados en la práctica - se encuentran: Piretrinas, nicotina, rotenona, sabadilla y anabasi na (2). De estos el piretro es el que hasta la fecha ha tenido -- sin comparación un mayor uso. El compuesto tóxico del piretro son las piretrinas que están contenidas en el polvo de la flor seca -- del crisantemo Chrysanthemum cinerariaefolium. Alrededor de 1940 se logró islar e identificar el principio tóxico del piretro, dando lugar a los insecticidas piretroides, productos sintéticos con poca similitud a los originales naturales, estos poseen las mismas características favorables del compuesto natural, con la ventaja - de una mayor persistencia que hace más costeable su empleo. La -- ventaja de los insecticidas de origen natural es que no presentan problemas de residualidad, son biodegradables, no son tóxicos para animales de sangre caliente, incluyendo al hombre (2).

c).- Insecticidas botánicos: I.- Piretrinas.- Son los componentes tóxicos del piretro natural. Se obtienen como un extracto de las cabezas del crisantemo Chrysanthemum cinerariaefolium L. La composición química del piretro natural consistente en una mezcla de ésteres orgánicos formados por la combinación de 2 ácidos carboxílicos: Crisantémico y Pirétrico; con 3 cetoalcoholes: Piretrolona, cinerolona y jasmolona. Las piretrinas son fácilmente fotodegradables e inestables a la hidrólisis (sobre todo a la alcalina), por lo tanto son poco persistentes. Actúan por contacto, produciendo en los insectos el "Efecto de derribe". Presentan un coeficiente de toxicidad negativo, es decir, a más baja temperatura el efecto en los insectos es mayor. Es el único insecticida que a nivel comercial se mezcla con sinergistas (butóxido de piperonilo), compuesto que sin considerarse tóxico por sí mismo, actúa bloqueando, evitando de esta manera que el insecticida sea descompuesto por las oxidasas del insecto. Son fácilmente degradables por animales de sangre caliente, no fitotóxicos, su persistencia en el ambiente es más o menos 48 horas; no inducen resistencia con facilidad y no es acumulable en la grasa. Las desventajas que presenta es su inestabilidad, por lo que únicamente se usa como insecticida casero, además de que su obtención de la flor es muy costoso. El mecanismo de acción tóxica de las piretrinas, en alguna manera interfieren con la transmisión nerviosa a nivel tanto de sistema nervioso central como periférico. La sintomatología de estos insecticidas comprende: Hiperexcitabilidad, ataxia y parálisis (2,15).

II.- Rotenoides.- Se obtiene de 12 géneros de Derris spp y 12 de Lonchocarpus spp (15). El principio tóxico fue aislado e identificado a principios de siglo por Nagai. La rotenona es inocua para las plantas pero sumamente tóxica para muchos insectos, y relativamente inofensiva para mamíferos. Son fotodegradables con facilidad. Su uso es contra insectos picadores-chupadores como pulgones, chinches, así como para insectos masticadores (17). Son excelentes para combatir parásitos externos de animales como piojos y pulgas. Su efecto se ejerce sobre el sistema de transporte de electrones en la respiración celular, impidiendo la síntesis de ATP, la energía metabólica de la célula. Los síntomas de envenenamiento con rotenoides en insectos son: Disminución en la tasa de latidos del corazón y consumo de oxígeno, depresión de los movimientos respiratorios y parálisis flácida (2).

III.- Nicotina.- En 1809 fué descubierta una sustancia venenosa colátil en el tabaco misma que en 1828 fue identificada como un alcaloide al que se le llamó nicotina. Su principal uso es en el control de insectos chupadores que no pueden ser destruídos con venenos estomacales, ya que la nicotina penetra a través del integumento y los espiráculos actuando directamente sobre los ganglios del sistema nervioso central. La sintomatología en insectos incluye -- tremulación, convulsiones y parálisis (15,23).

Investigaciones con el aceite esencial y extractos acuosos de plantas con propiedades insecticidas.

I).- En México

En nuestro país se ha dado prioridad en la búsqueda de plantas que contengan sustancias tóxicas al gusano cogollero Spodoptera frugiperda J.E. Smith, una de las principales plagas del maíz. El método de control más utilizado contra esta plaga es el químico y se lleva a cabo principalmente en zonas tecnificadas. La mayoría de los campesinos minifundistas dedicados al cultivo del maíz no hacen caso de las recomendaciones oficiales para el control de esta plaga por diferentes razones, entre las que destacan la dificultad para la adquisición de estos insecticidas, tanto físico como económico. Es por esto que se ha propuesto el uso de sustancias tóxicas de plantas silvestres y medicinales para combatir esta plaga. Esta investigación aún se encuentra en la primera en la primera etapa, la cual consiste en buscar y recolectar plantas en diferentes estados del país, e identificarlas para posteriormente realizar bioensayos con el gusano cogollero (7,19,20,22,24).

También en el frijol Phaseolus vulgaris L., cultivo básico en la alimentación del pueblo mexicano, se están realizando pruebas con extractos acuosos y con aceites refinados de plantas de importancia económica para controlar plagas que ataquen tanto a la planta en el campo durante su crecimiento y producción, así como también contra insectos que atacan al frijol cuando se encuentra almacenado.

Se utilizaron aceites refinados de cártamo, maíz, ajonjolí y girasol para controlar los gorgojos que atacan al frijol almacenado: -- Acanthoscelides obtectus S. ó gorgojo común o pardo del frijol, y -- Zabrotes subfasciatus B. ó gorgojo mexicano o pinto del frijol. Se utilizaron 2 variedades de frijol: Bayo 107 y Cacahuate 72, reconocidas como muy susceptibles al ataque de los gorgojos. La edad de los adultos fue de 1 a 3 días. Se trataron 500 gr de frijol con -- los diversos tipos de aceites, de los cuales 4 muestras de 100 gr -- representaron 4 repeticiones y los otros 100 gr se utilizaron para pruebas de germinación. Las concentraciones estudiadas fueron de 1, 5 y 10 ml/Kg; se infestó con 10 parejas de adultos sin sexar dejándolos que ovipositaran. De los aceites el que mejor protegió a las semillas fue el de maíz, considerando las dos especies de gorgojos. El girasol se mostró más eficaz contra Z. subfasciatus, mientras -- que el aceite de ajonjolí contra A. obtectus. La germinación no se vió afectada en caso de que la semilla se destinara para siembra (14). Por otra parte, también se están llevando a cabo investigaciones -- con plantas silvestres que controlen a la Conchuela del frijol Epilachna varivestis M., una de las plagas más importantes que en ocasiones puede causar la pérdida total del cultivo del frijol. Hasta el momento esta investigación se encuentra en sus inicios, ya que -- solamente se han seleccionado las plantas prometedoras y posteriormente se realizará su evaluación en el campo y el laboratorio (28).

Investigadores mexicanos se han dado a la tarea de buscar plan

tas tanto silvestres como medicinales que contengan sustancias tóxicas al mosquito casero Culex quinquefasciatus Say. Cibrian (4) - determinó los mecanismos de resistencia del mosquito al DDT, en el cual se definieron los mecanismos principales de resistencia mediante el uso de clorofebtol y butóxido de piperonilo; se encontró que este insecticida clorinado induce resistencia al mosquito después de sucesivas aplicaciones a larvas de cuarto instar, seleccionando una colonia resistente a través de 30 generaciones. Los resultados demuestran que la resistencia del mosquito casero al DDT se debe en forma importante a factores metabólicos; estos corresponden a la enzima dehidroclorinasa y a la presencia de oxidasas (FOM) que intervienen en la destoxificación del insecticida. Lagunes et al (21) -- evaluaron 332 plantas silvestres con propiedades tóxicas al mosquito, destacando Cestrum anagyris (Solanaceae), con un promedio de -- mortalidad corregida del 88.3%; por otra parte, se evaluaron 79 --- plantas medicinales que pueden contener sustancias tóxicas contra larvas del mosquito casero. Los resultados indican que la planta -- conocida como cancerina o ixcate mostró un alto porcentaje de mortalidad en las larvas de mosquito.

II).- En La India

Debido a la falta de tecnología y a los altos costos de los insecticidas, La India, país tercermundista ha enfocado ciertas investigaciones con el objetivo de encontrar plantas nativas de ese país con propiedades tóxicas a insectos; para tal propósito se utilizaron extractos de alcohol, éter de petróleo y éter de Acorus calamus L., cuyos rizomas han sido probados contra insectos de granos almacenados (Sitophilus oryzae L.), una de las plagas que más daño causan a los cereales almacenados en La India. Se usaron adultos de S. oryzae de 5 a 6 días y un testigo comercial (Malatión), teniendo un total de 5 concentraciones diferentes, con 6 repeticiones cada una, agregando 1 ml de la solución a cada caja petri. Se mantuvieron constantes las condiciones de humedad y de temperatura, tomándose observaciones cada 24 horas por 8 días consecutivos. Los resultados demuestran que todos los extractos de Acorus calamus son tóxicos al S. oryzae en mayor o en menor grado, siendo el mas tóxico el extracto de éter de petróleo, siguiendole el extracto de éter y por último el extracto alcohólico. El extracto de éter de petróleo de A. calamus es tóxico a S. oryzae y la DL_{50} es de 365.95 Mg/Cm^2 (42).

En estudios realizados por Attri, BS et al (1) indican que el aceite esencial de Azadirachta indica posee actividad tóxica contra Culex quinquefasciatus, observandose un 100% de mortalidad a las 24 horas a una concentración de 0,04% del aceite esencial. Además resultó tóxico para peces, especialmente insectívoros como el género Gambusia spp.

La chinche pinta Bagrada cruciferarum Kirk, es una de las principales plagas de las crucíferas; por lo que investigadores de la India, evaluaron 3 plantas con propiedades insecticidas. Se evaluaron extractos de: Rizomas secos de Acorus gramineus, hojas secas de Solanum xanthocarpum y de tallos secos de Swlortia chirayita. Las concentraciones utilizadas fueron de 2%, 1% y 0.5% usando éter de petróleo como solvente para su extracción, además un solvente (Benceno) y un emulsificante al 0.5% (Tritón), Se usó la técnica del film seco y se aplicó en el laboratorio y en el campo. En cada caso se agregó 1 ml de la preparación del insecticida en cada caja petri, colocando 10 chinches por caja, manteniéndolas por 2 horas y después se pasaron a cajas petri limpias. Las observaciones en el laboratorio se tomaron a las 6, 12 y 24 horas, mientras que en el campo fueron a las 24, 48 y 72 horas. Los resultados indican que Acorus gramineus mostró el más alto porcentaje en las 3 diferentes concentraciones, tanto en condiciones de campo como de laboratorio, precediéndole S. chirayita; mientras que S. xanthocarpum presentó el más bajo porcentaje de mortalidad (34).

La subfamilia Amaryllidoideae, se encuentra distribuída principalmente en la región tropical y subtropical del mundo. Las especies pertenecientes a esta subfamilia son famosas por su atractiva fragancia de sus flores y por sus propiedades medicinales, sin embargo pocas plantas han sido reportadas por contener principios tóxicos. Se supone que la savia celular de las hojas de Crinum asiaticum

tienen propiedades parasiticidas; es por esto que en esta investigación se evaluó el efecto de las hojas de Crinum asiaticum y C. bulbisperium en estados inmaduros de Schistocerca gregaria, los cuales para el propósito del experimento se mantuvieron sin comer. La máxima concentración utilizada fue de 0.1%. Los resultados muestran que la savia celular de las hojas de Crinum spp., controlan a S. gregaria siendo C. bulbisperium un poco más efectivo que C. asiaticum, pero la diferencia no es significativa. Se concluyó que las propiedades tóxicas contra S. gregaria es debido a un contenido innumerable de sustancias entre las que destacan ciertos alcaloides; sin embargo aún no han sido estudiadas a nivel de componentes químicos (40).

En una evaluación de la actividad potencial insecticida del aceite esencial de Dennettia tripetala G., obtenido por destilación de vapor de los frutos; fueron evaluados en ninfas y adultos de la cucaracha americana Periplaneta americana L., y en un saltamontes - Zonocerus variegatus L., utilizando la técnica de aplicación tópica y la técnica de superficie expuesta, ambas técnicas pertenecientes al método de contacto. Además se comparó con 3 insecticidas de diferentes grupos químicos: Un organofosforado (diazinon), un organoclorinado (lindano) y un carbámico (propoxur). Los resultados demuestran claramente que el aceite de D. tripetala fue el más tóxico para todos los insectos, siendo el saltamontes el más susceptible en las dos técnicas (16).

En estudios fitoquímicos del aceite esencial de D. tripétala - se encontró que el componente activo principal es un compuesto ni-- trogenado que ocupa el 80% del total del aceite y es el B-fenilni-- troetano, y además, cantidades pequeñas de otros componentes como - son: L-linalool, nerolidol, B-endesmol, A-humulane, B-humulane y -- B-cariofileno (16).

Otras de las investigaciones llevadas a cabo por investigado-- res de La India, es la evaluación del aceite esencial de Anethi Anethum sowa R., como sinergista para piretroides contra Tribolium cas-- taneum Hbrst.; se evaluaron fracciones de A. sowa ricas en terpenoi-- des a concentraciones de 5% contra Schistocerca gregaria F., logran-- do controlarla. Saxena (38), evaluó el aceite de trementina y -- fracciones de A. sowa ricas en terpenoides (a) y ricas en carvone - (b). Se probaron 5 concentraciones con 3 repeticiones cada una, -- utilizando acetona como solvente y se rociaron hojas frescas de maíz con 1 ml de cada dilución, colocandolas en cajas petri. Se tomaron observaciones a las 24 horas después de tratadas. Los resultados - indican que el mejor control lo ejerció la fracción rica en carvone (b), siguiendole la fracción rica en terpenoides (a), y por último el aceite de trementina. Singh, R.P. et al (41) evaluó extractos - de diferentes partes de Himenocallis littoralis D., encontrando que las flores mostraron la máxima actividad contra S. gregaria proba-- blemente debido a la presencia de alcaloides presentes en las flo-- res de esta planta.

La actividad antimicrobial y otras propiedades medicinales han sido descritas del "Alicin", componentes principal del ajo Allium sativum L., se demostró que el aceite natural del ajo puede ser usado como larvicida contra 5 especies de mosquitos Aedes y Culex spp. Las investigaciones desde el punto de vista químico indican que los responsables de la propiedad larvicida contra los mosquitos es debido a la mezcla de dos compuestos: Dialil-disulfide y Dialil-trisulfide. Además también se encontró que tienen efecto ovicida; así como también acción fungicida contra ciertos hongos fitopatógenos, inhibiendo el crecimiento de los micelios y la germinación de esporas -- (30).

Insectos que atacan a los granos almacenados

a).- Importancia Económica.- El gorgojo de los graneros Sitophilus spp junto con la palomilla de los graneros Sitotroga cerealella, - son quizá los insectos primarios mas destructivos de los granos almacenados en el mundo; así como el Oryzaephilus spp, considerados como plaga secundaria de los granos almacenados, puesto que no es capaz de atacar semillas sanas, sino que requiere del grano ya dañado por otros insectos (Plagas primarias). Frecuentemente causan la casi completa destrucción de los granos en los elevadores, en los silos de los graneros o en los barcos, donde las condiciones sean favorables para su desarrollo y el grano no sea movido por mucho -- tiempo. Se alimentan de maíz, trigo, avena, cebada, sorgo, trigo sarraceno y otros granos y sus productos derivados. Los adultos --

(sarraceno y otros granos y sus productos derivados. (Los adultos) se alimentan sobre las semillas harinosas enteras, pero la larva sólo se desarrolla en semillas o en pedazos de semillas o cereales y sus productos suficientemente grandes para ellos como para vivir dentro y no en las harinas, a menos que estas se encuentren aterronadas (3, 4, 18, 26).

b).- Temperatura y Humedad Relativa.- Como todo ser viviente, los insectos requieren de determinados rangos de humedad relativa y temperatura durante todo su ciclo de vida. Los granos almacenados para poder ser almacenados necesitan de un 13% de humedad como máximo; - por lo tanto se puede afirmar que los insectos que atacan a los granos almacenados requieren de un porcentaje similar, pudiendo sobrevivir satisfactoriamente a humedades más bajas con una temperatura óptima. Un alto porcentaje de humedad en granos almacenados, trae consigo una fuerte infestación por hongos, ya que estos requieren de un porcentaje más alto que los insectos para desarrollarse; sin embargo con un 13% de humedad y en condiciones favorables de temperatura logran desarrollarse. La temperatura es el otro factor importante en la vida de los insectos; Truman (43) establece que la temperatura óptima requerida por el Sitophilus spp para completar su ciclo en 30 a 45 días es de 27 °C y que pueden vivir en estado adulto hasta 4 -- semanas a 30 °C y 9 semanas a 20 °C. A temperaturas más bajas de - 13 °C y arriba de 35 °C la hembra no puede ovipositar, interrumpiendo su ciclo. Los requerimientos para Oryzaephilus spp considerados como plaga secundaria, son muy similares al Sitophilus spp.

Se ha comprobado que cuando el grano almacenado ha sido atacado por insectos, la temperatura y la humedad relativa aumentan, debido a la actividad metabólica de los insectos llegando en ocasiones a germinar el grano (43).

I.- Sitophilus granarius L. .- Según Cornwell (6) el gorgojo de los graneros es originario del Mediterráneo. El adulto es un mayate, un tanto cilindrico de 4 a 6 mm de largo. Es de color café casi negro, con las alas cubiertas de surcos y un pico prolongado que se extiende hacia abajo del frente de la cabeza, a una distancia mas o menos de 1/4 de la longitud del cuerpo. Una marca distintiva del S. granarius es la forma de los pequeños huecos del protórax que son ovales. La hembra al masticar hace pequeñas cavidades en los granos o en otros alimentos, y así deposita de 200 a 400 huevecillos, estos son blancos, uno en cada cavidad, sellándola con un tapón de una secreción gomosa.. Los huevecillos incuban en unos cuantos días dando lugar a larvas carnosas, suaves, de color blanco, ápodas, que se alimentan del interior de los granos, ahuecándolos; al alcanzar su completo desarrollo miden aproximadamente 3 mm de largo. Las larvas cambian a pupas blancas, desnudas y mas tarde emerge el gorgojo adulto (6,18,26,43).

El ciclo completo del S. granarium es de 30 a 45 días. Son resistentes al frío, llegando a invernar. Los adultos viven de 4 a -

5 meses bajo condiciones favorables de temperatura y humedad (6,18, 43). Truman (43) afirma que los adultos pueden llegar a vivir hasta 7 u 8 meses bajo condiciones óptimas. Se puede tener 1 a 2 generaciones por año en condiciones favorables. El gorgojo de los graneros tiene las cubiertas de las alas unidas, y es incapaz de volar por lo que su distribución depende enteramente del hombre (6,18).

Los granos infestados no pueden ser detectados visiblemente al principio, sin embargo por medio de la técnica del teñimiento, se pueden hacer visible la secreción gomosa que cubre los huevecillos. Esta técnica consiste en sumergir el grano en una solución de ácido de fuscina por 2 a 5 minutos, lavando el exceso con agua. Los huevecillos se tiñen de un color rojo cereza, mientras que el grano se tiñe de un color rosa claro (43).

II.- Sitophilus oryzae L. .- Es originario de la India (26), muy semejante al gorgojo de los graneros S. granarium es sus hábitos alimenticios, tipo de daño que causa, así como su ciclo de vida y a pariencia. La característica distintiva en el gorgojo del arroz S. oryzae son los pequeños huecos en el protórax que son mas o menos redondos y un poco más pequeño en tamaño que el S. granarium. Está capacitado para volar, por lo que es fácilmente común que se desplace de los campos a los lugares donde se encuentra el grano almacenado. Es frecuente observarlo volar durante períodos de temperaturas elevadas. Su ciclo de vida es muy similar al del S. granarium (30

a 45 días en condiciones óptimas de temperatura y humedad). Para su reproducción la hembra requiere de temperaturas mas altas que el gorgojo de los graneros; no logra sobrevivir a temperaturas muy bajas (6,26,43).

III.- Sitophilus zeamais L. .- Muy similar en apariencia al S. oryzae, haciendose necesario un examen de los genitales para poder diferenciar al S. seamais del S. oryzae. No soporta el frío muriendo (6).

IV.- Sitotroga cerealella O. .- La palomilla de los graneros es la palomilla más destructiva para los granos almacenados, ocasionando gran daño al maíz especialmente, también ataca a los granos en estado de maduración (21). El insecto adulto es una palomilla mas o menos delicada de color pajizo con una extensión de alas de 1.25 a -- 1.5 cm; este es el único estado comúnmente observado, puesto que -- los huevecillos son casi microscópicos y las larvas y pupas viven -- enteramente en el interior de las semillas. Las alas posteriores -- son de color uniforme gris claro con un fleco espeso de pelos, que son mas largos que el ancho de la membrana del ala. Las palomillas hembras ponen varios cientos de huevecillos muy diminutos, de color blanco a rojizo aisladamente o en racimos de 20 en los granos en -- que las larvas se han de alimentar. El huevecillo incuba de 4 días a 4 semanas, dependiendo de las condiciones; y las larvas con forma de gusano al momento barrenan hacia el interior de los granos, ali-

mentandose sólo sobre la parte almidonosa del grano. El estadio -- normalmente tarda de 20 a 24 días, midiendo alrededor de 5 mm de -- largo, de color blanco con la cabeza amarillenta, con 6 patas verda-- deras y 4 pares de patas falsas. Entonces comiendo hace un túnel - de salida para el adulto, dejando una película muy delgada y trans-- parente de la cubierta de la semilla, cubriendo el agujero de emer-- gencia. Después teje un cocón delgado de seda dentro del grano y - ahí se transforma en pupa. La palomilla emerge ya adulta a través de un pequeño agujero redondo dejando el interior de la semilla. El ciclo completo en condiciones óptimas de humedad y temperatura es - de 5 semanas. En edificios sin calefacción puede haber 2 genera--- ciones al año, ya que el insecto muere por el frío; mientras que en edificios con calefacción la cría continúa a través de todo el año (26,43).

V.- Oryzaephilus spp. .- Comúnmente conocido como el gorgojo aserra-- do de los graneros; es de color café, aplanado, delgado, mide mas o menos 2.5 mm de largo; presenta en cada lado del tórax 6 proyec-- ciones como de diente de sierra. Los adultos nunca vuelan, la hembra oviposita aproximadamente de 50 a 300 huevecillos en y cerca del a-- limento, y estos se incuban en 3 a 15 días. La larva es de cabeza café, alargada, de color blanco, de seis patas, con el abdomen adel-- gazandose hacia la punta. El ciclo de vida desde huevo hasta adul-- to es de 24 a 30 días, alcanzando un tamaño promedio de 3 mm. En-- tonces forman una cubierta protectora, pegando entre sí, pequeños -

pedazos de material alimenticio. Permanecen en el estadio pupal -- por 6 a 21 días emergiendo como mayates adultos. Son incapaces de reproducirse abajo de 18 °C (26,43).

Distribución y fluctuación poblacional de insectos primarios y secundarios del maíz almacenado

En un análisis de las fluctuaciones de las poblaciones de insectos primarios y secundarios hallados en maíz, indican que cuando la población de insectos primarios decrece, la población de insectos secundarios se incrementa, lo que puede interpretarse como una clara sucesión de ambas poblaciones en el ecosistema-granero, y este es más claro si se recuerda que inicialmente los insectos primarios son capaces de romper la testa de la semilla y llegar al endospermo del cual se alimentan, ocupando de principio el hábitat que es el grano; para posteriormente dar entrada en el mismo hábitat a los insectos secundarios que requieren de la ruptura o degradación del grano; de esta manera se lleva a cabo una sustitución continúa de especies primarias y secundarias y que explica el comportamiento entre la población de insectos primarios y secundarios (35).

MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, localizado en Apodaca, N. L., y en el Laboratorio de Fisiología Vegetal, ubicado en el edificio de Graduados del mismo Tecnológico. La investigación se inició el 10 de Marzo de 1983 y concluyó el 5 de Mayo del mismo año.

Obtención del Material Activo

Para la obtención del agua de arrastre de la barreta H. parvifolia, se utilizó un sistema de arrastre por vapor, para lo cual se utilizaron 400 gr de hojas secas de la barreta colocadas dentro de una bolsa de malla, todo esto sobre una malla de alambre dentro de una autoclave conteniendo ésta previamente 4 litros de agua aproximadamente. Esto se calienta hasta punto de ebullición, y cuando el agua se evapora pasa por entre las hojas secas recogiendo el aceite esencial, conduciendolo hacia un refrigerante donde el vapor es condensado y se recoge como agua de arrastre. El tiempo promedio en que se obtiene 1 litro de agua de arrastre es aproximadamente 1 hora con una concentración de aceite esencial de 3 500 ppm.

Modo de Aplicación

El aceite fué aplicado indirectamente al grano, mediante la --
imoregación del agua de arrastre sobre el papel confeti (385 gr de
confeti por cada litro de agua de arrastre), al cual se le hicieron
dos imoregnaciones para obtener una concentración de 7 000 ppm.

Trabajo de Campo

Esta investigación se llevó a cabo en conjunto con otra, en la
cual versó sobre el control de hongos en granos almacenados bajo --
condiciones de humedad favorables para su desarrollo.

Se emplearon 420 Kg de maíz, los cuales se homogenizaron para
estandarizar la población de picudos; tomándose una muestra para co
nocer la población inicial. 210 Kg de maíz se separaron y se mez---
clararon con el confeti impregnado con el aceite, repartiendolo en 3
costales de 70 Kg. Se tomaron 100 semillas al azar para determinar
el porcentaje de germinación del maíz elegido para el experimento.
Para esta investigación se utilizaron 6 tanques con capacidad de --
200 litros, repartiendolos de la siguiente manera: 2 para un 30% de
humedad, 2 mas para un 70% y 2 para un 100% de humedad. En cada ca
so un tanque con tratamiento y otro como testigo. La humedad rela-
tiva en los tanques se mantuvo controlada durante la investigación,
agregando 1 Lb (454 gr) de CaCl_2 para obtener un 30% de humedad y -

1 Lb (454 gr) de KNO_3 para un 70%, disueltos en 20 litros de agua - previamente agregados a cada uno de los tanques. Por último, los - tanques se protegieron con hule para evitar la alteración en la humedad y se sellaron. Posteriormente se tomaron muestras a los 15, 30, 45 y 60 días; así como también la temperatura . Cada tanque se dividió en 3 estratos: Superior, medio e inferior y se tomaron 3 -- muestras al azar en cada estrato de 50 gr cada una, colocandolas en pequeñas bolsas previamente etiquetadas, las cuales se llevaron al laboratorio de Fisiología Vegetal donde se realizó el conteo de Sitophilus spp y Oryzaephilus spp vivos y muertos respectivamente. Además el número de grano picado (larva y/o pupa) y el grano dañado.

Trabajo de Laboratorio

Se realizó un bioensayo para evaluar el efecto del aceite esen cial por contacto sobre adultos de Sitophilus spp utilizando la téc nica de residuo, para lo cual se impregnaron frascos de vidrio de - diferentes concentraciones de aceite (0.5%, 1%, 3%, 6%, 12% y 20%) disueltos en cloroformo. Se agregó 1 ml por frasco, y se evaporó - el cloroformo y en cada frasco se colocaron 10 picudos audltos sin sexar. Consistió en 4 repeticiones por cada dosis tomando observa- ciones a diferentes intervalos de tiempo: 15', 30', 45', 1 hr., 2 hr., 4 hr., 6 hr., 8 hr. y 24 horas. Se utilizó un testigo absolu- to y un testigo comercial (Malatión).

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados mostraron aumento en la mortalidad de los picudos Sitophilus spp., así como también en el gorgojo aserrado Oryzaephilus spp., en los tratamientos con respecto al testigo, observándose esto en los 3 diferentes niveles de humedad utilizados.

No se encontró diferencia significativa entre el número total de individuos del testigo y el tratamiento, por lo tanto se puede afirmar que la población total estaba homogenizada.

Mediante la fórmula de Abbot (39) se hicieron los ajustes de mortalidad con respecto al testigo; observándose que la mortalidad corregida fue aumentando, obteniendo un 100% de mortalidad a los 45 días tanto para Sitophilus spp (Figura 1) como para Oryzaephilus spp (Figura 2). Los porcentajes de mortalidad corregida a los 15, 30 y 45 días se muestran en la tabla 1 para Sitophilus spp y en la tabla 2 para Oryzaephilus spp.

$$\% \text{ Mort. corregida} = \frac{\% \text{ de Mort. del testigo} - \% \text{ Mort. del trat.}}{100 - \% \text{ Mort. del testigo}} \times 100$$

(Fórmula de Abbot)

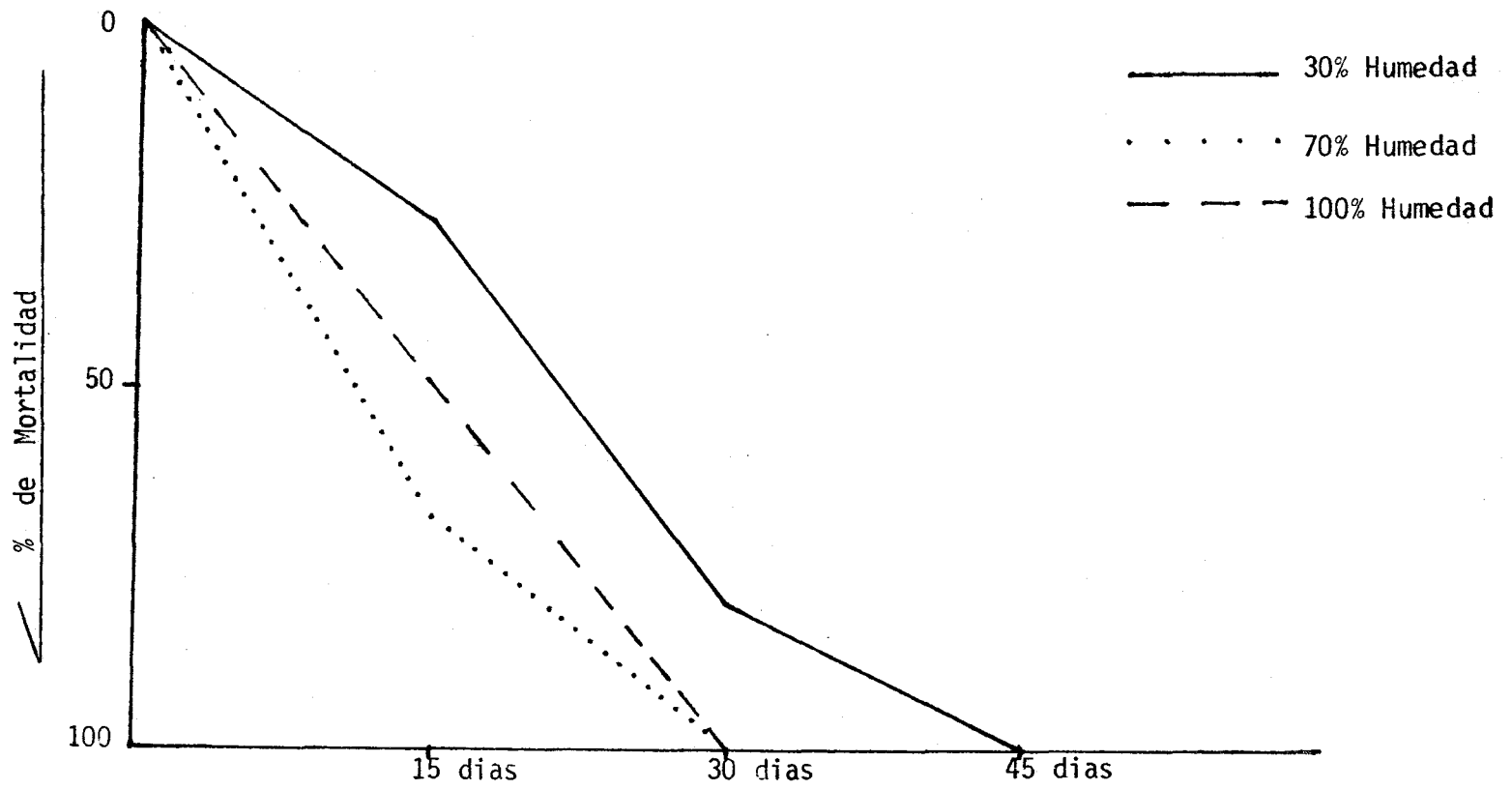


Figura 1.- Porcentaje de mortalidad corregida de *Sitophilus* spp. mediante la fórmula de Abbot en los tratamientos con respecto al testigo, a los 15, 30 y 45 días. Monterrey, N. L. 1983.

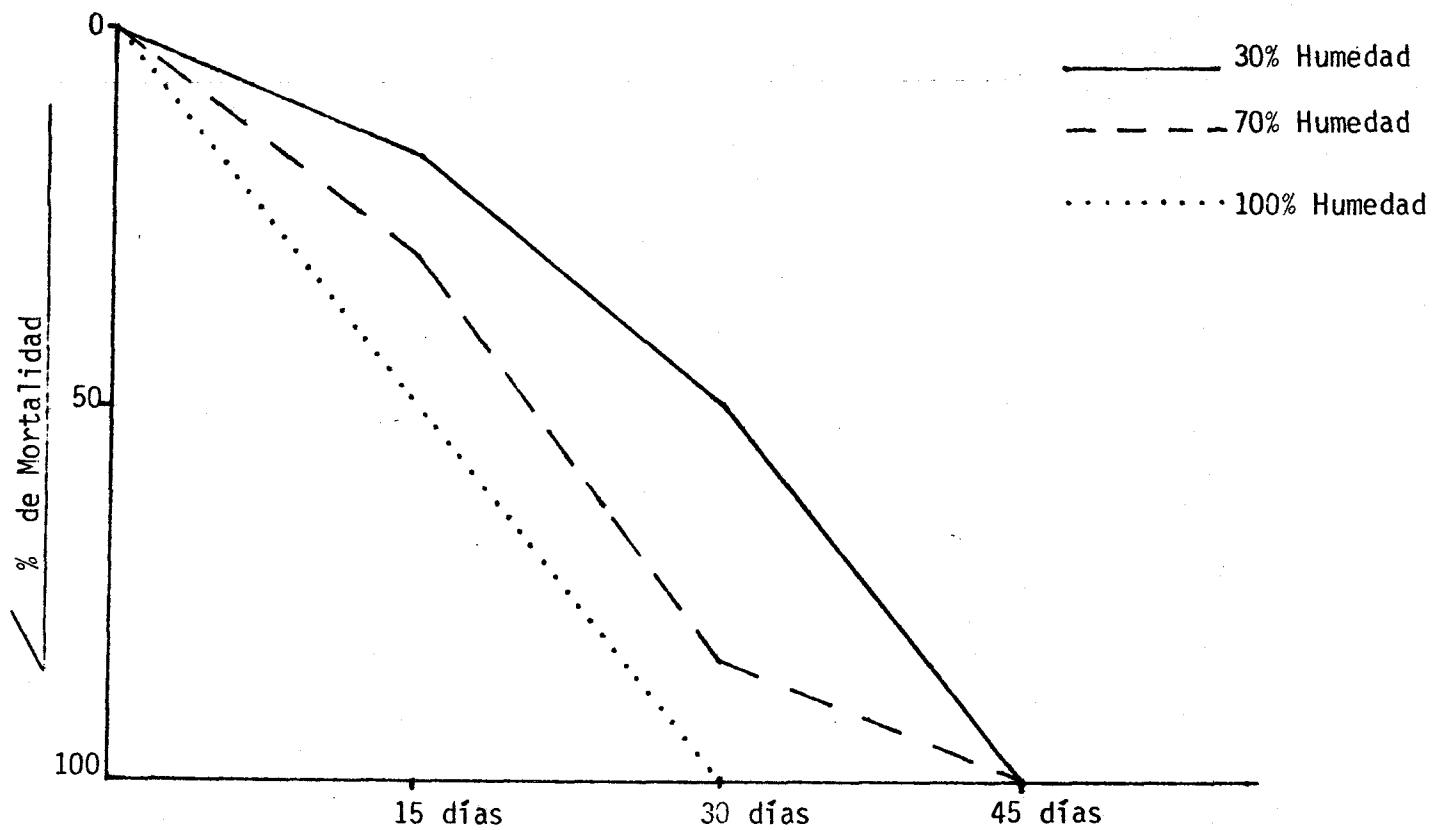


Figura 2.- Porcentaje de mortalidad corregida de Oryzaephilus spp. mediante la fórmula de Abbot en los tratamientos con -- respecto al testigo a los 15, 30 y 45 días. Mty., N.L. 1983.

Tabla 1.- Porcentajes de mortalidad corregida de Sitophilus spp mediante la fórmula de Abbot, en los tratamientos con respecto al testigo a los 15, 30 y 45 días.

% de			
Humedad	15 días	30 días	45 días
30	27.5	80.0	100.0
70	68.5	100.0	100.0
100	50.0	100.0	100.0

Tabla 2.- Porcentajes de mortalidad corregida de Oryzaephilus spp., mediante la fórmula de Abbot, en los tratamientos con respecto al testigo a los 15, 30 y 45 días.

% de			
Humedad	15 días	30 días	45 días
30	17.0	50.0	100.0
70	30.0	84.0	100.0
100	50.0	100.0	100.0

Mediante un análisis estadístico no paramétrico, se encontró - diferencia significativa al 30% de humedad entre los picudos vivos del testigo con respecto al tratamiento, mientras que en el gorgojo aserrado no se encontró diferencia significativa entre el tratamiento y el testigo en ninguno de los 3 niveles de humedad.

En el grano picado (Larva y/o pupa) se encontró que en los tratamientos de 30%, 70% y 100% de humedad se mantuvo igual que la muestra inicial a los 60 días, es decir no hubo cambio; mientras que en los testigos se encontró un incremento del 68.5% en un 30% de humedad, 54% en un 70% de humedad y un 13.2% en un 100% a los 60 días con respecto a la muestra inicial. (Figura 3).

Con respecto al grano dañado, se encontró que a un 30% de humedad, el testigo se incrementó en un 112.4%, al 70% de humedad en un 32% y a un 100% de humedad en un 46.1% a los 60 días con respecto a la muestra inicial. Y en los tratamientos en los 3 diferentes porcentajes de humedad se mantuvieron iguales que la muestra inicial. (Figura 4).

El porcentaje de germinación del maíz utilizado en la investigación fue de 75%, con una humedad inicial de 13%.

Con respecto al bioensayo en el laboratorio, los resultados muestran que en los primeros 15 minutos los tratamientos de 3%, 6%, 12% y 20% del aceite esencial, indicaron que los picudos habían muerto. Por lo tanto, únicamente se siguieron tomando datos de los tratamientos de 0.5% y 1%, así como del testigo absoluto. En el tratamiento de 1% del testigo comercial los picudos murieron a los 30 minutos, mientras que con el aceite esencial murieron a las 4 horas. Y el tratamiento de 0.5% del testigo comercial murieron a los 60 minutos.

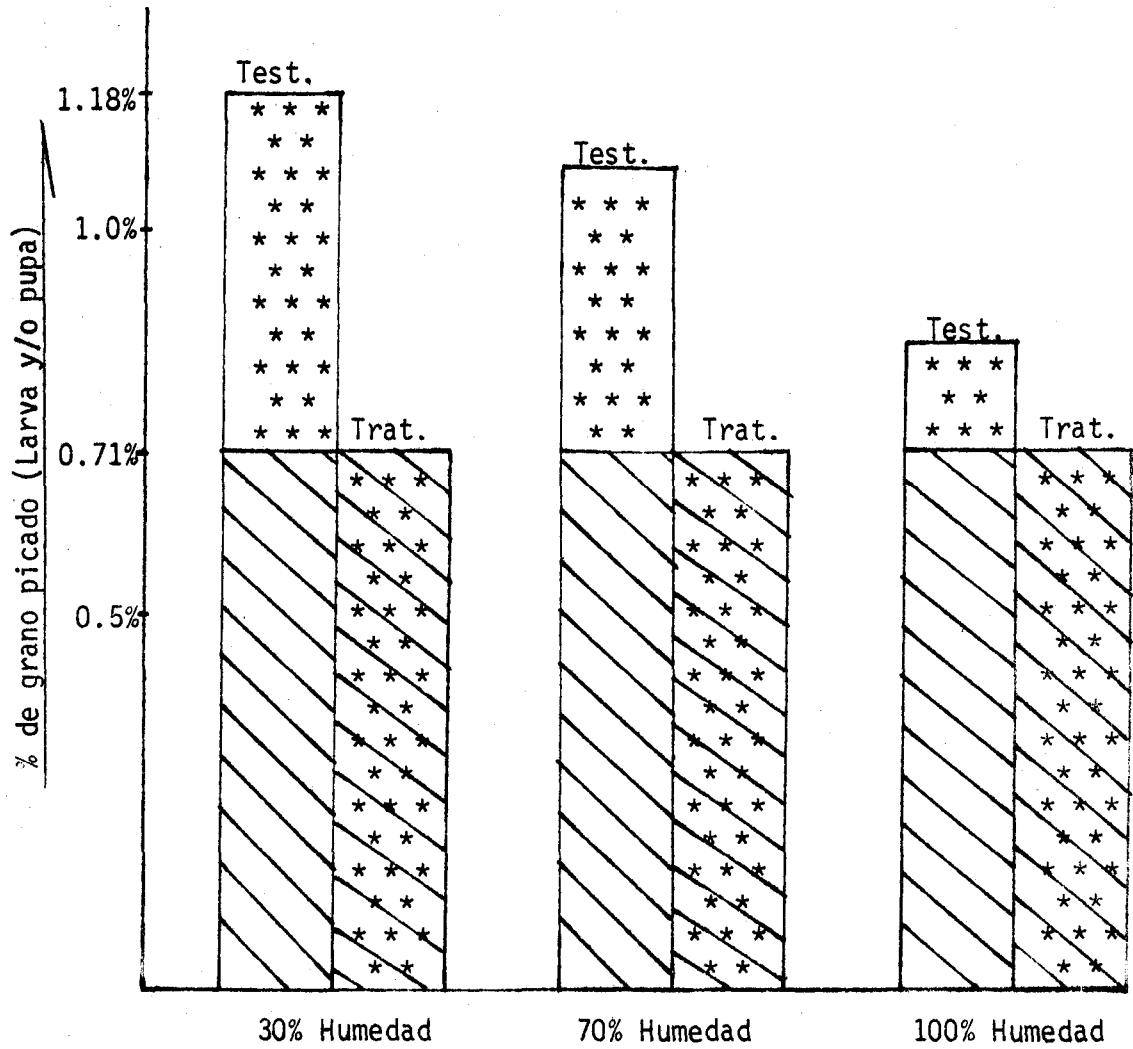




Figura 3.- Porcentaje de grano picado (Larvas y/o pupas) a los 60 días, comparandola con la muestra inicial de 30%, 70% y 100% de humedad. Mty., N. L. 1983.

 % de grano picado en la muestra inicial
  % de grano picado a los 60 días

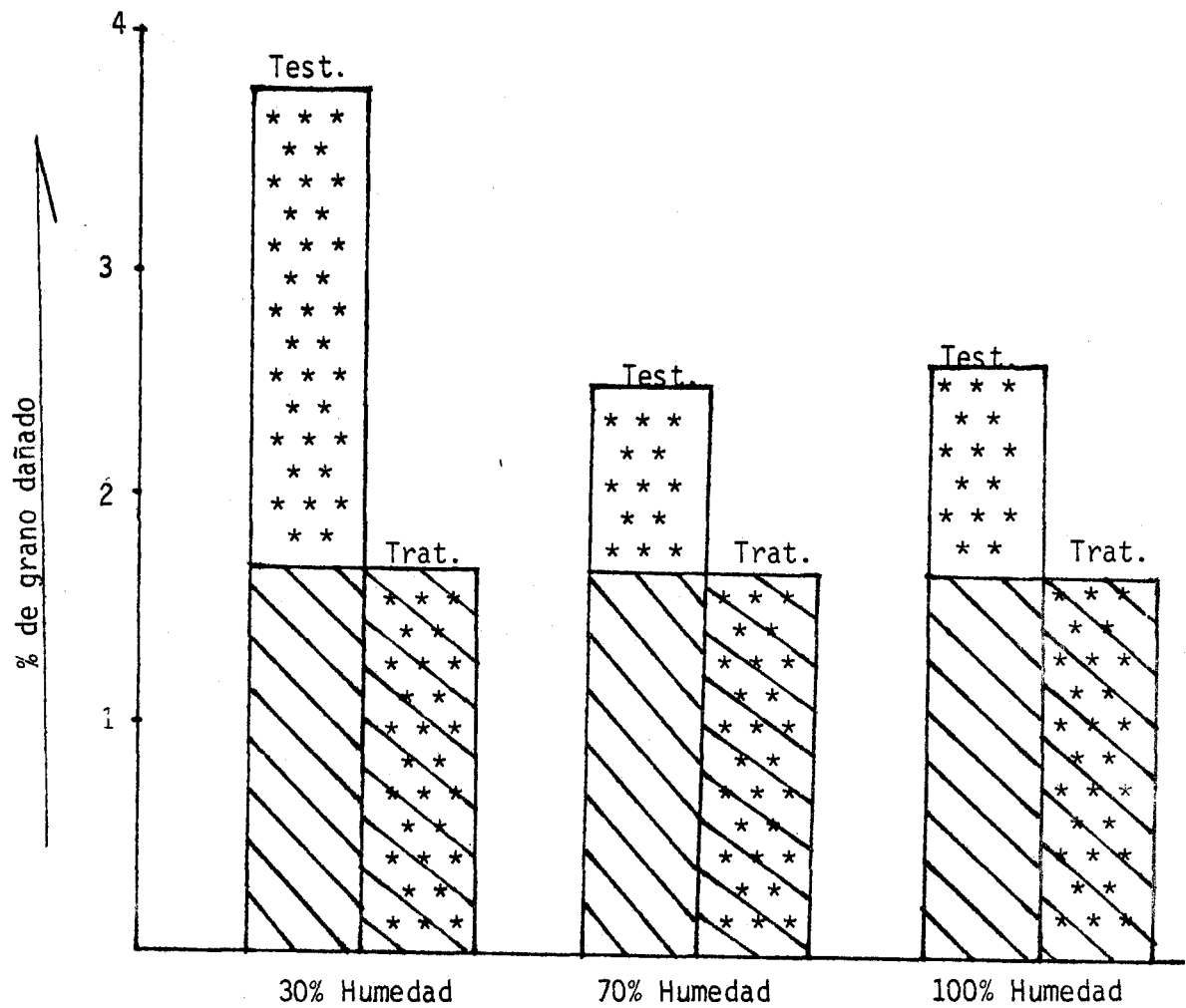




Figura 4.- Porcentaje de grano dañado a los 60 días, comparandola con la muestra inicial de 30%, 70% y -- 100% de humedad. Mty., N. L. 1983.

 % de grano dañado en la muestra inicial
  % de grano dañado a los 60 días

tos, con el aceite esencial fue hasta las 6 horas. Los picudos tratados con el testigo comercial murieron con las alas extendidas y el cuerpo rígido, sintomatología que corresponde a un insecticida organofosforado; mientras que los picudos tratados con el aceite esencial de la barreta solamente presentaron el cuerpo rígido. Aún no se ha estudiado su modo de acción específica. (Figuras 5 y 6).

Se determinó el TL_{50} del aceite esencial para una concentración de 1% el cual fue de 23 minutos (Figura 7), mientras que para una concentración de 0.5% del aceite, su TL_{50} fue de 1 hora. (Figura 8)

No fue posible un análisis estadístico de la población de la palomilla de los graneros, ya que se presentó muy esporádicamente.

Las temperaturas que se registraron durante la investigación, dentro de los tanques están representadas en la tabla 3.

Tabla 3.- Temperaturas del grano en grados centígrados ($^{\circ}C$) que se registraron durante la investigación, tanto del testigo como del tratamiento de 30%, 70% y 100% de humedad. Mty. N. L. 1983.

% de Humedad	15 días		30 días		45 días		60 días	
	Sin Trat.	Con Trat.	Sin Trat.	Con Trat.	Sin Trat.	Con Trat.	Sin Trat.	Con Trat.
30	24	24	24	23	29	30	30	29
70	26	24	24	23.5	29	30	31	30
100	24	23	24	23.5	29	30	31	30

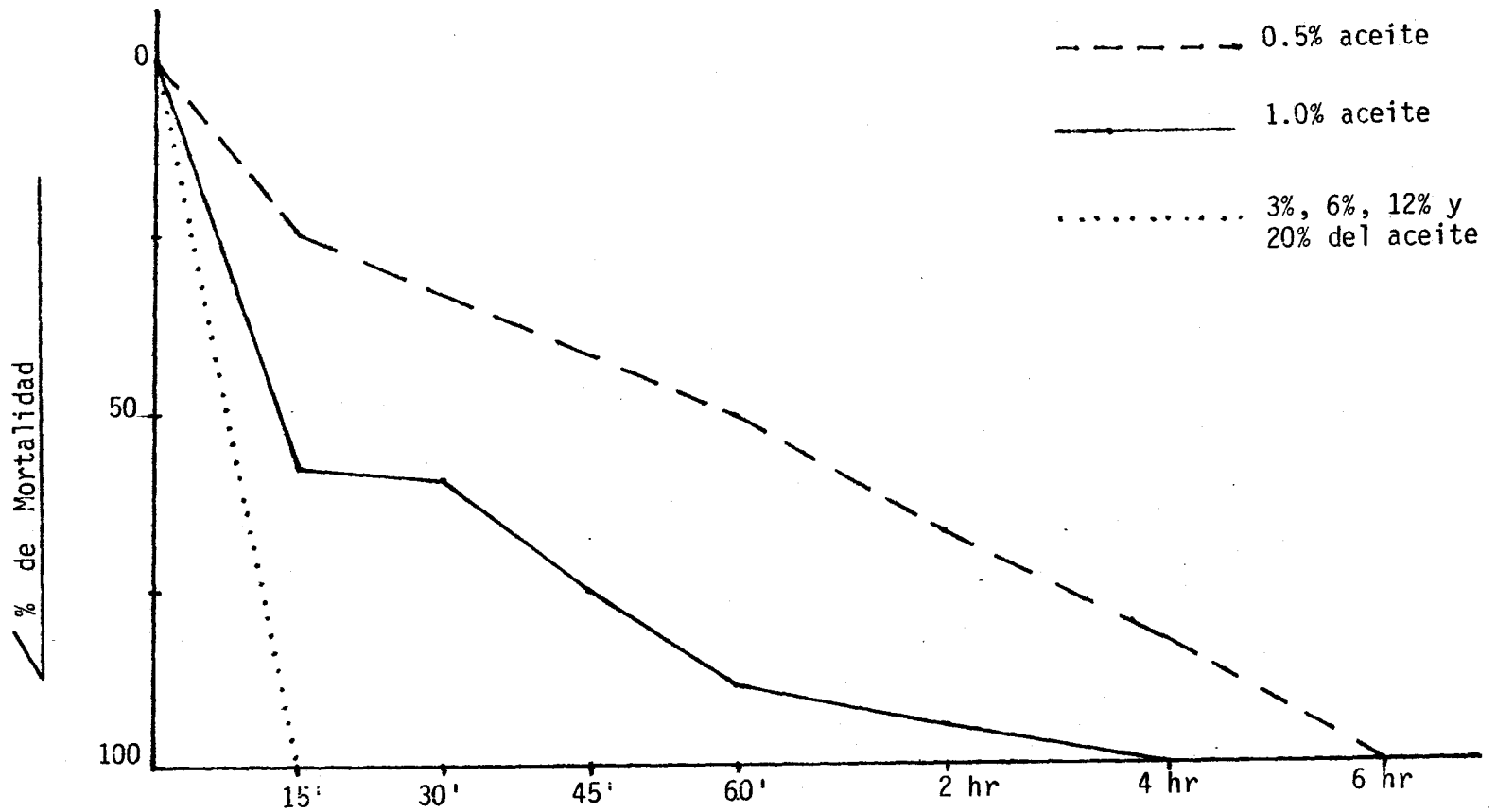


Figura 5.- Porcentaje de mortalidad de Sitophilus spp., de aplicación por contacto mediante la técnica del residuo del aceite esencial de Helietta parvifolia G. % promedio de 4 repeticiones y 10 individuos por repetición Mty. N. L. 1983.

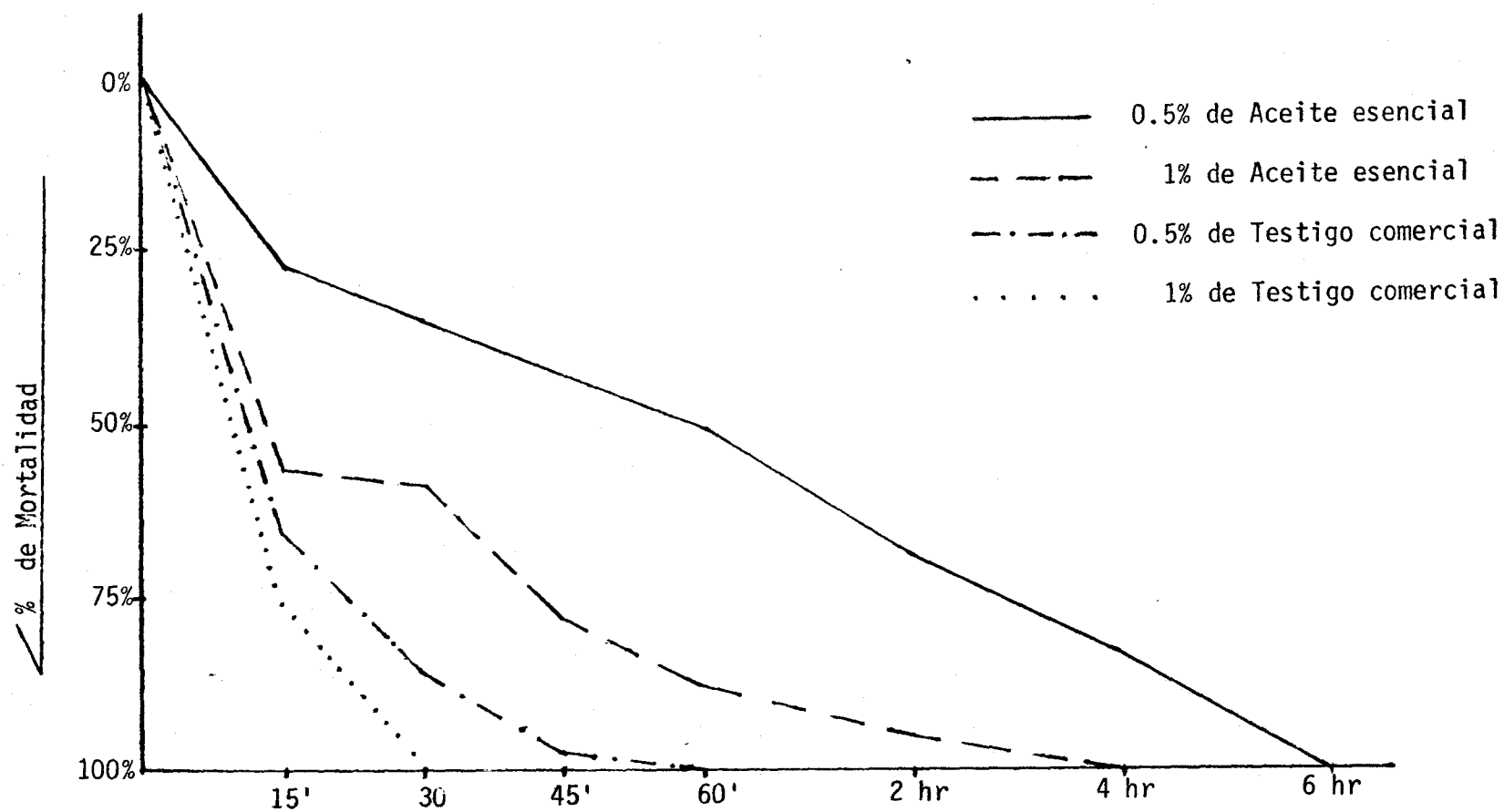


Figura 6.- % de mortalidad de *Sitophilus* spp., de aplicación por contacto mediante la técnica del residuo comparando el aceite esencial de *Helietta parvifolia* G., con un testigo comercial (Malatión). % promedio de 4 repeticiones y 10 adultos por repetición. Mty., N. L. 1983.

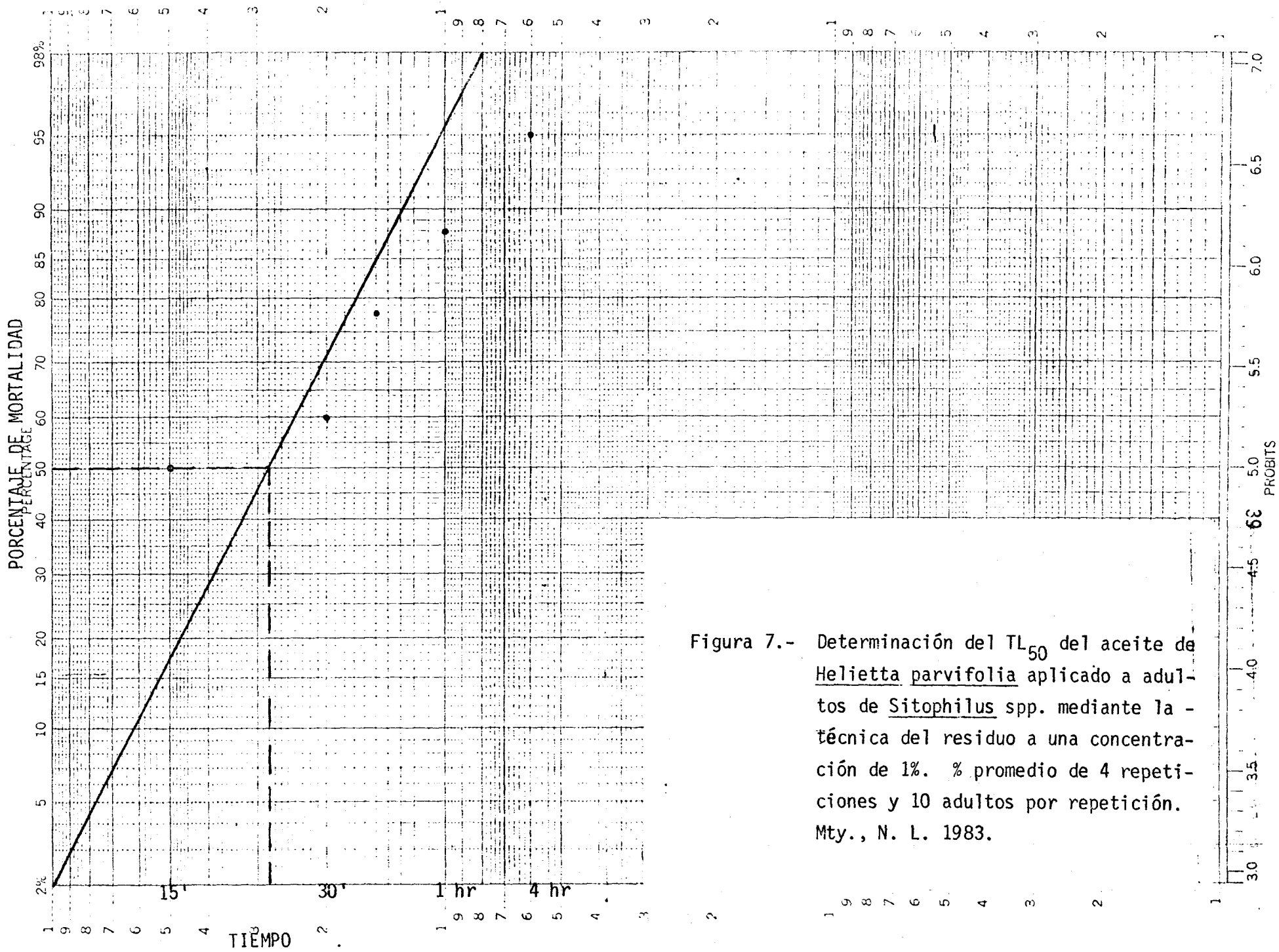


Figura 7.- Determinación del TL₅₀ del aceite de Helietta parvifolia aplicado a adultos de Sitophilus spp. mediante la técnica del residuo a una concentración de 1%. % promedio de 4 repeticiones y 10 adultos por repetición. Mty., N. L. 1983.

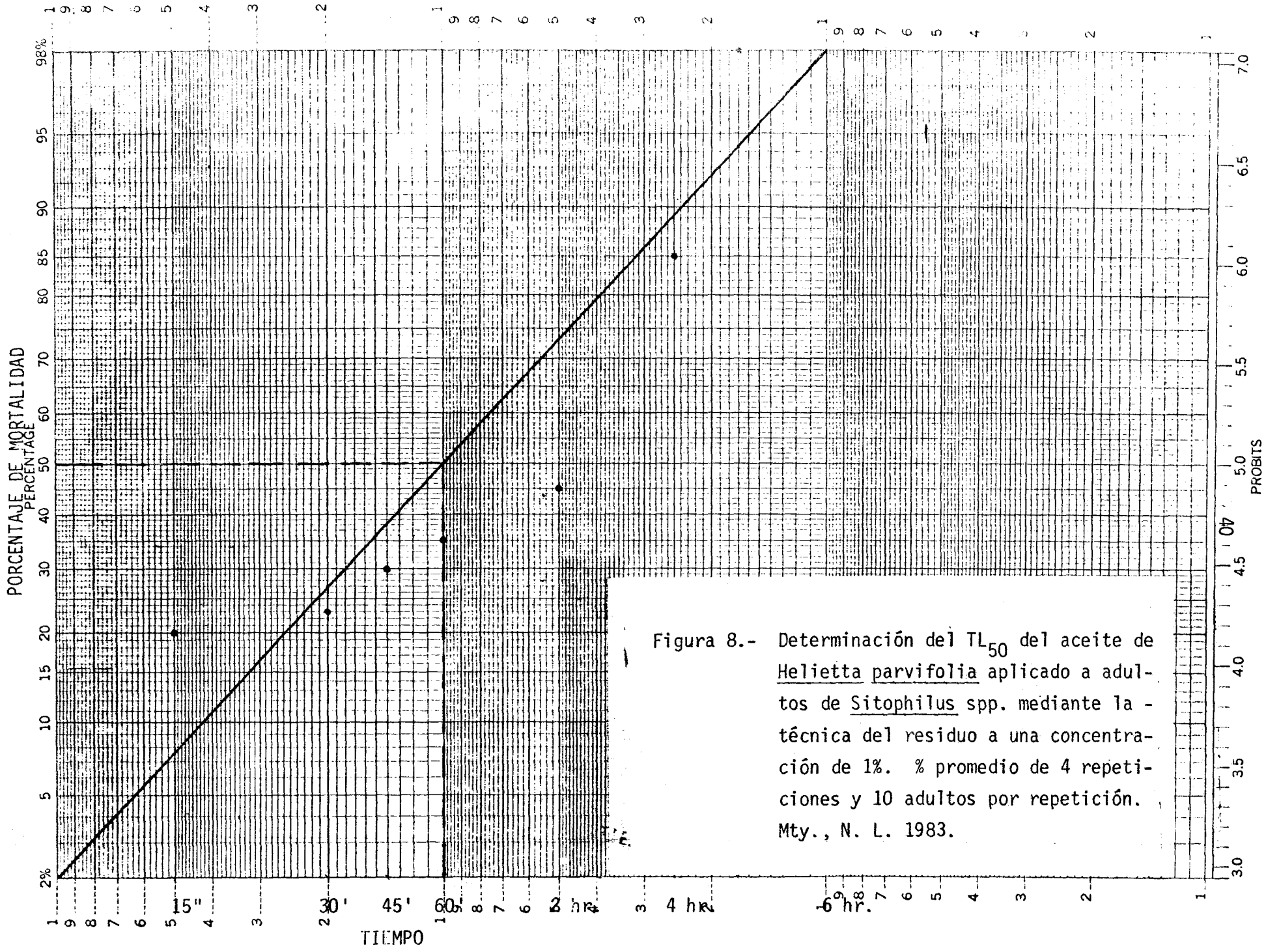


Figura 8.- Determinación del TL₅₀ del aceite de *Helietta parvifolia* aplicado a adultos de *Sitophilus* spp. mediante la técnica del residuo a una concentración de 1%. % promedio de 4 repeticiones y 10 adultos por repetición. Mty., N. L. 1983.

DISCUSIONES

Los resultados experimentales demuestran claramente que el aceite esencial de la barreta Helietta parvifolia, controló en un lapso de 45 días no solo al picudo Sitophilus spp., sino también al gorgojo aserrado Oryzaephilus spp., por lo que podemos afirmar que el aceite esencial contiene ciertos componentes que actúan como insecticida contra plagas de granos almacenados. No únicamente la barreta ha sido objeto de estudios; Teotia et al (42) demostró que los rizomas de Acorus calamus contiene sustancias que controlan al S. oryzae en un tiempo de 8 días a nivel de laboratorio. -- También Tilton et al citado por Jones (18) probó radiaciones gamma a 25 000 rads, logrando controlar no sólo al Sitophilus spp., sino también a todos los insectos que atacan a los granos almacenados, sin embargo por su peligrosidad y su alto costo, únicamente se han usado a nivel experimental, ya que pueden presentarse efectos no deseados.

Por otra parte, Iwuala et al (16) demostraron que el aceite esencial de Dennettia tripétala puede ser utilizado como protector de maíz almacenado en seco; demostraron que dosis tan pequeñas de aceite como 0.1 ml protegen eficazmente 150 gr de maíz contra Callosobruchus maculatus y S. zeamais protegiéndolo hasta por 14 se-

manas. González y Rovalo (*) demostraron que dosis de 0.1 ml de aceite esencial de H. parvifolia protegen eficazmente 100 gr de maíz en seco durante 8 meses o más; lo que nos demuestra que la barreta puede ser una alternativa en un futuro próximo contra insectos de granos almacenados, pudiendo en un momento dado desplazar si no a todos, al menos a algunos de los insecticidas sintéticos más tóxicos para el hombre; logrando de esta manera evitar trastornos ecológicos contra la flora y fauna universal, así como al hombre mismo.

Si bien el testigo comercial (Malatión), controló más rápido a los picudos en el bioensayo, los tratamientos con el aceite esencial de la barreta, también controló aunque no en un tiempo tan corto; sin embargo, el propósito de todo insecticida es controlar la plaga en un intervalo de tiempo razonable, no inmediatamente, por lo tanto el aceite esencial de la barreta sí logra su objetivo como insecticida contra insectos de granos almacenados, ya que el tiempo en el cual logró controlar a los picudos fue mas que razonable.

Los porcentajes de humedad utilizados son excesivos para que se desarrollen el Sitophilus spp y el Oryzaephilus spp., ya que estos al igual que la palomilla Sitotroga cerealella, requieren de una humedad baja (13%); sin embargo, mediante la corrección de la mortalidad por medio de la fórmula de Abbot, se observó que el aceite acelera la mortalidad de los insectos.

(*) Comunicación personal.

En los tratamientos el porcentaje de grano picado (Larvas y/o pupas), a los 60 días se mantuvo igual a la muestra inicial; mientras que en los testigos se incrementó en un 68.5% a un 30% de humedad, 54% a un 70% de humedad y en 100% de humedad se incrementó en un 13.2% el grano picado a los 60 días con respecto a la muestra inicial. Como se observa, el incremento del grano picado en los testigos fue menor en un 100% de humedad, mientras que en un 30% de humedad fue mayor; esto es debido a la alta humedad la cual es excesiva para que las larvas y/o pupas se desarrollen.

Con respecto a los porcentajes de grano dañado de los testigos en los diferentes rangos de humedad, se observó un incremento del 112.4% en un 30% de humedad, y de un 32% para el tratamiento de 70% de humedad; siendo menor, debido al exceso de humedad. En 100% de humedad el testigo se incrementó en un 42%, mientras que en el tratamiento se comportó igual que los de 30% y 70% de humedad, es decir, no hubo cambio con respecto a la muestra inicial.

No fue posible un análisis estadístico de la población de la palomilla Sitotroga cerealella, ya que bajo las condiciones de humedad en que se llevó a cabo la investigación les es imposible desarrollarse y sobrevivir.

La temperatura en los tanques fue superior en los testigos en un promedio de 1 °C con respecto a los tratamientos; y esto es debido

do a la actividad metabólica (respiración, movimiento, etc.), de los insectos, logrando además aumentar la humedad relativa del grano, llegando en ocasiones a germinar.

Se están realizando estudios toxicológicos del aceite esencial de la barreta H. parvifolia G., en células de ovarios de hamsters y en fibroblastos humanos, y de esta manera, saber si el aceite es cancerígeno, mutagénico o teratogénico.

CONCLUSIONES

- 1.- Se obtuvo un 100% de mortalidad de Sitophilus spp. y Oryzaephilus spp. en todos los tratamientos a los 45 días con el aceite esencial de la barreta H. parvifolia.
- 2.- El porcentaje de grano picado (Larva y/o pupa) de los tratamientos en los diferentes rangos de humedad se mantuvo igual que la muestra inicial, mientras que en los testigos se incrementó hasta en un 68% a los 60 días con respecto a la muestra inicial.
- 3.- El porcentaje de grano dañado de los tratamientos en los diferentes rangos de humedad se mantuvo igual que la muestra inicial, mientras que en los testigos se incrementó hasta en un 100% a los 60 días con respecto a la muestra inicial.
- 4.- En los bioensayos de laboratorio de la aplicación del aceite esencial sobre los picudos adultos, se determinó una curva de mortalidad obteniendo la mortalidad total a las 6 horas.
- 5.- El TL_{50} para la concentración de 1% del aceite esencial de la barreta fue de 23 minutos; mientras que para la concentración de 0.5% fue de 1 hora.

6.- Se concluye que puede ser usado en semilla destinada para siembra, ya que no afecta la germinación de la semilla, logrando -- con esto el objetivo del proyecto, que es el de proporcionar a los pequeños agricultores que almacenan pequeñas cantidades de maíz, para los cuales el recurso resultaría relativamente barato.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fué el de evaluar el extracto acuoso de las hojas de H. parvifolia en 3 niveles diferentes de humedad en el control de insectos que atacan los granos almacenados; así como realizar un bioensayo con el aceite esencial, aplicandolo a adultos de Sitophilus spp. mediante la técnica del residuo y determinar el TL₅₀.

La obtención del extracto acuoso fué mediante un sistema de arrastre por vapor, y para el aceite esencial se utilizó un método estándar, mediante un proceso de extracción clorofórmico.

La aplicación al grano fue indirecta, impregnando papel confeti en dos ocasiones para obtener una concentración de 7 000 ppm. Se utilizaron 6 tanques de 200 litros, repartiendolos de la siguiente manera: 2 para un 30% de humedad, 2 para un 70% y 2 para un 100% de humedad; en cada caso un tanque como tratamiento y otro como testigo. Se emplearon 420 Kg de maíz previamente homogenizado. A 210 Kg se mezclaron con el confeti impregnado y se repartieron en 3 costales de 70Kg. Los restantes 210 Kg fueron utilizados como testigo, repartiendolos en costales de 70 Kg cada uno. Cada tanque se dividió en 3 estratos. Se tomaron muestras cada 15 días hasta los 60 días. --

Las muestras fueron tomadas al azar, de 50 gr cada una, teniendo un total de 9 repeticiones por tratamiento. La humedad se mantuvo controlada.

Se realizó un bioensayo aplicando el aceite esencial a adultos de Sitophilus spp. a diferentes concentraciones, utilizando un testigo comercial y un absoluto; además se determinó el TL₅₀. Las observaciones se realizaron a diferentes intervalos de tiempo.

En general la humedad es un factor limitante para los insectos de granos almacenados, debido a que su requerimiento es de 13% de humedad relativa, aproximadamente; por lo que los porcentajes utilizados en esta investigación se pueden considerar altos, sin embargo al hacer los ajustes de mortalidad corregida, se determinó que los tratamientos aceleraron la mortalidad, concluyendo que las hojas de la barreta Helietta parvifolia contienen sustancias con propiedades insecticidas para los insectos de granos almacenados. La mortalidad fue de un 100% a los 45 días.

Con respecto al bioensayo, se obtuvo 100% de mortalidad de los adultos a las 4 horas a una concentración de 1% y a las 6 horas con 0.5%. Así como también se determinó el TL₅₀, el cual fue de 23 minutos para 1% y de 1 hora para 0.5% del aceite esencial.

El porcentaje de grano picado (larvas y/o pupas) y de grano da

ñado en los tratamientos se mantuvo igual que la muestra inicial, - mientras que en los testigos se incrementó en diferentes porcenta--jes.

La temperatura en los tanques testigo fue superior en 1 °C en promedio con respecto a los tratamientos debido a la actividad metabólica de los insectos.

La palomilla de los graneros Sitotroga cerealella se presentó muy esporádicamente sobre todo al inicio de la investigación, ya -- que no logró adaptarse a los diferentes porcentajes de humedad que son excesivas para su desarrollo.

El aceite esencial no afecta la germinación, por lo que puede ser usado en tratamientos a la semillas destinada para siembra.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Attri, BS. 1980. Neem oil extractive. An effective mosquito -- larvicide. Indian J. Entomol. 42(3):371 - 374.
- 2.- Bocanegra, G. L. H. 1982. Evaluación de la toxicidad de un aceite esencial de barreta Helietta parvifolia (gray) Benth, sobre larvas y adultos de la mosca casera. Tesis no publicada. I.T.E.S.M. Monterrey, N. L. México.
- 3.- Berry, P. E. 1962. Desección y almacenamiento de granos. 1a. Ed. Acribia, Zaragoza (España). p. 197.
- 4.- Cibrian, T. J. C. y A. Lagunes. 1983. Determinación de los mecanismos de resistencia al DDT en Culex quiquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. pp. 140 - 141.
- 5.- Cooton, R. T. 1956. Pests of stores grain and grain products.- 1a. Ed. Copyright. Winsconsin. pp. 26 - 29.
- 6.- Cornwell, P. B. 1973. Pests control in buildings. 1a. Ed. Hutchinson Benham Ltd. Grain Britain. pp. 124, 157.

- 7.- Cruz, V. C. P. 1983. Estudios de plantas nativas para el combate del gusano cogollero del maíz. Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. pp. -- 109 - 110.
- 8.- Chang, O-T, G. H. Aynilian, M. Tin-Wa, HHS. Fong y N. R. Farnsworth. 1974. Isolation of heliparvifoline, heliparvine and flindersiamine from Helietta parvifolia G. (Rutaceae). Lloydia (Cinci) 37(4): 643.
- 9.- Chang, PTO., G. H. Aynilian, G. A. Cordell, M. Tin-Wa, HHS. -- Fong, R. E. Perdue Jr y N. R. Farnsworth. 1976. Isolation of flindersiamine, isoflindersiamine and a new alkaloid helioparvifoline from Helietta parvifolia G. Rutaceae. J. --- Pharm. Sci. 65(4): 561 - 563.
- 10.- Domínguez, X. A., A. Canales, J. A. Garza, E. Gómez y L. Garza. 1971. Medicinal plants of Mexico. XVIII. Constituents of -- leaves and branches of Helietta parvifolia G. Phytochemistry 10(8): 1966.
- 11.- Domínguez, X. A., A. Merijanian. 1972. Constituents of the petroleum ether extract of Helietta parvifolia G. Rev. Latinoamericana de Química. 3(1): 31.

- 12.- González, M. E., M. Rovalo y D. Enkerlin. 1983. Efecto de aceites extractos acuosos y hervidos de la barreta Helietta parvifolia Gray Benth (Rutaceae) sobre la viabilidad, fertilidad y desarrollo de la mosca mexicana de la fruta Anastrepha ludens Loew (Díptera, Tephritidae). Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. p. 69.
- 13.- Graue, C. B. 1981. Estudio potencial inhibidor y alelopático de Helietta parvifolia Gray Benth. Especie del Matorral -- Submontano de Nuevo León, México. Tesis no publicada. I.T.E.S.M., Monterrey, N. L., México.
- 14.- Haro, G. F. y R. Mac Gregor. 1983. Evaluación del efecto de aceites vegetales contra el gorgojo del frijol almacenado. - Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chiapas. México. pp. 80 - 81.
- 15.- Hernández, J. H. 1979. Efectos insecticidas de cinco compuestos piretroides sobre dos líneas de Musca domestica L., susceptible y resistente al DDT. Tesis no publicada. I.T.E.S.M. Monterrey, N. L., México. pp. 15 - 22.
- 16.-Iwuala, M. O. E., I. U. W. Osiogun y E. O. P. Agbakwuru. 1981. Dennettia tripetala a potential new insecticide: Tests with

adults and nymphus of Periplaneta americana and Zonocerus variegatus. J. Economic Entomology. 74(3): 249 - 252.

- 17.- Jacobson, M. y D. G. Crosby. 1971. Naturally occurring insecticides. Marcel Decker Inc. New York. pp. 71 - 90.
- 18.- Jones, F. G. W. y M. G. Jones. 1974. Pests of fierlds crops. - 2a. Ed. St. Martin's press inc. England. pp. 153, 322 - 324.
- 19.- Lagunes, T. A., E. Kumul, C. Rodríguez, J. C. Rodríguez, M. Galicia y S. Salas. 1983. Búsqueda de plantas silvestres del estado de Veracruz con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. p. 108.
- 20.- Lagunes, T. A., J. E. Rodríguez, M. Galicia, E. Kumul, A. L. - Salcedo, C. Rodríguez y S. Salas. 1983. Avances en la búsqueda de plantas silvestres del estado de Morelos con propiedades tóxicas al gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), como una alternativa de control para areas de temporal. Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. pp. 107.

- 21.- Lagunes, T. A., J. E. Rodríguez, S. Salas, M. Galicia, C. Rodríguez y E. Kumul. 1983. Avances en la búsqueda de sustancias tóxicas al mosquito casero Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. pp. 105 - 106.
- 22.- Lagunes, T. A., C. Rodríguez, E. Kumul, J. C. Rodríguez, S. Salas y M. Pérez. 1983. Avances en la búsqueda de plantas con sustancias tóxicas en el estado de México para el combate del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda J.E. Smith). Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología. Tapachula, Chis. México. pp. 106 - 107.
- 23.- Limón, F. J. 1979. Efecto residual de cuatro compuestos piretroides aplicados en diferentes materiales sobre la viabilidad de adultos de la mosca casera (Musca domestica L.). Tesis no publicada, I.T.E.S.M., Monterrey, N. L., México. pp. 30 - 33.
- 24.- Martínez, P. S. y A. Lagunes. 1983. Búsqueda de sustancias tóxicas en plantas medicinales contra el gusano cogollero del maíz: Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Resumen del XVIII Congreso Nacional de Entomología Tapachula, Chis. México. pp. 108 - 109.

- 25.- Matei, S. J. 1982. Cara y cruz de los pesticidas. Revista Geografía Universal. 13: 647 - 648.
- 26.- Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1978. Insectos destructivos e insectos benéficos. 11a. Ed. CECSA. México. pp. 1046 - 1048, 1052 - 1056.
- 27.- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Biol. Soc. Bot. Mex. 28: 29 - 179.
- 28.- Mota, S. D. y A. Lagunes T. 1983. Respuesta de la conchuela -- del frijol Epilachna varivestis, Mulsant (Lepidoptera: Co--ccinelidae) a la aplicación de extractos acuosos de plantas silvestres del estado de México. Resumen del XVIII Cong. -- Nac. de Entomol. Tapachula, Chis. México. pp. 145.
- 29.- Muller, C. H. 1939. Relations of the vegetation and climatic -- types in Nuevo León, México. Amer. Midl. Nat. 21: 687 - 729.
- 30.- Murthy, N. B. K. y S. V. Amonkar. 1974. Effect of a natural in--secticide from Garlic (Allium sativum L.), Its synthetic -- from (Diallyl-disulfide) on plant patogenic fungi. Indian -- J. Exp. Biol. 12 (3): 208 - 209.

- 31.- Ocampo, R. V. M. 1983. Análisis toxicológico del uso de insecticidas en el cultivo del algodón en la región del Soconusco, Chiapas. 1975/81. Resumen del XVII Cong. Nac. de Entomol. Tapachula, Chis. México. pp. 142 - 143.
- 32.- Odum, E. P. 1972. Ecología. 3a. Ed. Internacional, México. p. 639.
- 33.- Pachecho, C. J. J. y A. Lagunes. 1983. Búsqueda de sustancias tóxicas en plantas medicinales contra larvas del mosquito casero: Culex quinquefasciatus Say. (Díptera: Culicidae). - Resumen del XVIII Cong. Nac. de Entomol. Tapachula, Chis. - México. pp. 123.
- 34.- Pandey, U. K., G. S. Verma y M. Pandey. Efficacy of the some plant origin insecticide on Bagrada cruciferarum Kirk. Indian J. Entomol. 42(4): 775 - 776.
- 35.- Ramírez, M. M. y S. López R. 1983. Distribución y fluctuación poblacional de insectos primarios y secundarios del maíz almacenado en México. Resumen del XVII Cong. Nac. de Entomol. Tapachula, Chis. México.
- 36.- Rojas Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis doc-

- toral sin publicar. Facultad de Ciencias, UNAM, México ----
p. 124.
- 37.- Rzedowsky, J. 1978. Vegetación en México. 1a. Ed. Limusa, S. A. México. p. 256.
- 38.- Saxena, V. S. 1980. Carene ethyl ether and fractions of anethi oil as antifeedant. Indian J. Entomol. 42(4): 780 - 782.
- 39.- Siegel, S. 1982. Estadística no paramétrica. 7a. Ed. Trillas, S. A. México. pp. 142 - 150.
- 40.- Singh, R. P. y N. C. Pant. 1980. Hymenocallis littoralis Salisb as antifeeding to desert locust Schistocerca gregaria Forsk. Indian J. Entomol. 42(3): 460 - 464.
- 41.- Singh, R. P. y N. C. Pant. 1980. Investigation on the antifeeding property of subfamily Amaryllidoideae ((Amaryllidaceae) against desert locust, Schistocerca gregaria Forsk. Indian J. Entomol. 42(3): 465 - 468.
- 42.- Teotia, T. P. S. y G. P. Pandey. 1979. Insecticidal properties of rizomes of sweet flag, Acorus calamus against rice weevil Sitophilus oryzae L. Indian J. Entomol. 41(1): 91 - 94.

- 43.- Truman, L. C., G. W. Bennett y W. L. Butts. 1976. Scientific -
guide to pests control operations. 3a. Ed. Copyurigth, Cle-
veland, Ohio. pp. 145.

Centro de Información-Biblioteca



3000200501774