

1995
E13

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGIA



Martha Weni de Rosales.

EFFECTO DE LA HARINA DE LAS SEMILLAS DE MAMEY
(Mammea americana L.) Y NIM (Azadirachta indica J.);

FRUTO DE CHILE PICANTE (Capsicum frutescens L.) Y HOJAS DE
HIERBABUENA (Mentha citrata E.) COMO CONTROLADORES DEL
GORGOJO DEL ARROZ (Sitophilus oryzae L.) EN ARROZ
ALMACENADO EN GRANZA.

DELFINA DEL CARMEN ABREGO SANCHEZ
MIRNA BEATRIZ HERNANDEZ HERNANDEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ENERO, 1995

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGIA

EFFECTO DE LA HARINA DE LAS SEMILLAS DE MAMEY (Mammea americana)
Y NIM (Azadirachta indica); FRUTO DE CHILE PICANTE
(Capsicum frutescens) Y HOJAS DE HIERBABUENA
(Mentha citrata) COMO CONTROLADORES DEL
GURGOJO DEL ARROZ (Sitophilus oryzae)
EN ARROZ ALMACENADO EN GRANZA.

DELFINA DEL CARMEN ABREGO SANCHEZ

MYRNA BEATRIZ HERNANDEZ HERNANDEZ

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA

1995

DECANO

:


MARINA ESTELA CONTRERAS DE TOBAR

DIRECTOR DE LA ESCUELA A.I.:

:


VICTOR MANUEL DURAN BELLOSO

ASESORES

:

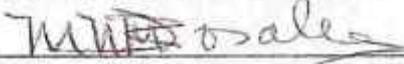

NOEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO

:


JOSE WESTER DEL CID AYALA

JURADO

:


MARTA NOEMI DE ROSALES

:


MIGUEL GONZALO SALAZAR

:


JOSE NILTON MENJIVAR

II

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO:

Que iluminó mi mente y guió mi camino para que lograra alcanzar esta meta.

A MIS PADRES:

Candelaria Sánchez de Abrego y Clotilde Abrego Rivas, con amor infinito, por sus esfuerzos y sacrificios.

A MI ABUELITA:

Delfina Rivas (G.D.D.G.) como un tributo a su amor.

A MI TIA:

Carmen R. vda. de Villalta, por ser un ejemplo de valor y esfuerzo.

A MIS PRIMOS, TIAS Y DEMAS FAMILIA:

Por su apoyo incondicional y su cariño.

A MIS AMIGOS DE SIEMPRE:

Elisa de Barrientos e hijos, por su amor y apoyo en todo momento.

A MIS MAESTROS:

Que encendieron en mi la luz del saber, con agradecimiento infinito.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Por su apoyo y su amistad, mis agradecimientos.

DELFINA

III

DEDICATORIA

A MI PADRE CELESTIAL:

Por ser la luz que iluminó mi mente para culminar uno de mis ideales.

A MIS PADRES:

Rigoberto Hernández Flores y Yolanda de Hernández por su infinito amor, sacrificio y ayuda en todo momento.

A MIS HERMANOS:

Nelson Enrique, Carlos Alejandro, José Roberto y Néstor Israel, por su incondicional apoyo para lograr esta meta.

A MIS SOBRINOS:

Con especial cariño.

A MIS FAMILIARES, AMIGOS, COMPAÑEROS Y DOCENTES:

Con sincero agradecimiento, por toda la ayuda mostrada desinteresadamente.

BEATRIZ

IV

AGRADECIMIENTOS

- **A NUESTROS ASESORES:**

M.Sc. José Wester del Cid y M.Sc. Noemy Elizabeth Ventura. Por su profesional asesoría en el desarrollo de este trabajo.

- **AL DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGRICOLA:**

Ing. Roberto Rodríguez Sandoval, por permitir utilizar las instalaciones de ese centro de investigación.

- **AL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA VEGETAL:**

Ing. Reyna Flor de Serrano, por colaborar y hacer posible el uso de material y equipo especializado para la realización de este estudio.

- **AL PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS Y SEMILLAS DEL CENTA:**

Téc. Agrónomos Carlos Arias y Gerardo Valladares e Ing. Hugo Barahona, por su valiosa ayuda en la orientación del presente trabajo.

- **A LOS PROFESIONALES:**

Ingenieros Agrónomos Leopoldo Serrano, Miguel Sermeño, René Jossa y Lic. José Rafael Vega, por su aporte técnico-científico.

- **AL JEFE, LABORATORISTAS Y DEMAS PERSONAL DE LA ESCUELA DE BIOLOGIA DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE:**
Lic. Jorge Larin, Profesores José Santos Ortez y Max Carranza, por colaborar y proporcionar desinteresadamente material utilizado para la realización de esta investigación.

- **A LOS MIEMBROS DEL JURADO EXAMINADOR:**
Licenciados Martha Noemi de Rosales, Miguel Salazar y Nilton Menjivar, por sus acertadas observaciones.

- **A TODAS AQUELLAS PERSONAS:**
Que en forma desinteresada brindaron todo su apoyo para hacer posible este trabajo de investigación.



BIBLIOTECA FAC
C.C. N.N. Y MM
INVENTARIO: 19200819

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE CUADROS VIII

LISTA FIGURAS XI

RESUMEN XIV

INTRODUCCION 1

REVISION DE LITERATURA 3

2.1. EL ARROZ (Oryza sativa L.) 3

2.2. GORGOJO DEL ARROZ (Sitophilus oryzae L.) 6

2.3. ALMACENAMIENTO DEL ARROZ 12

2.4. INSECTICIDAS QUIMICOS UTILIZADOS EN GRANOS DE
ARROZ ALMACENADO EN GRANZA 13

2.5 PLANTAS USADAS EN EL CONTROL DE LA PLAGA 13

2.5.1. EL MAMEY (Mammea americana L.) 15

2.5.2. EL NIM (Azadirachta indica J.) 18

2.5.3. EL CHILE PICANTE (Capsicum frutescens L.) 23

2.5.4. LA HIERBABUENA (Mentha citrata E.) 27

MATERIALES Y METODOS 31

3.1. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO 31

3.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL LUGAR 31

3.3. METODOLOGIA DE LABORATORIO 32

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL 37

3.5. DISEÑO ESTADISTICO 40



VII

RESULTADOS	43
4.1. RESULTADOS DE LABORATORIO	43
4.2. RESULTADOS ESTADISTICOS	45
DISCUSION	72
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
LITERATURA CITADA.	80
ANEXOS	

VIII

LISTA DE CUADROS

1. Características evaluadas para separar las especies: Sitophilus oryzae y Sitophilus zeamais . . . 50
2. Características evaluadas para separar sexo en Sitophilus oryzae 51
3. Valores de temperatura y humedad relativa ambiental, tomados durante el periodo de la investigación. CENTA, San Andrés, La Libertad, Julio/93 - Diciembre/93. 52
4. Resultados de granos dañados por Sitophilus oryzae en muestras de 20 g, después de aplicadas las harinas vegetales al 1%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93 - Diciembre/93 53
5. Resultados de granos dañados por Sitophilus oryzae en muestras de 20 g, después de aplicadas las harinas vegetales al 2%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93 - Diciembre/93 54

6. Resultados de granos dañados por Sitophilus oryzae en muestras de 20 g, después de aplicadas las harinas vegetales al 3%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93 - Diciembre/93 55

7. Valores de F calculada para establecer diferencias entre tratamientos al 1%. CENTA, San Andrés, La Libertad, Julio/93-Diciembre/93 56

8. Cuadro de doble entrada de Diferencia Significativa Mínima (DMS) en tratamientos al 1%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93 - Diciembre/93 56

9. Valores de F calculada para establecer diferencias entre tratamientos al 2%. CENTA, San Andrés, La Libertad, Julio/93-Diciembre/93 57

10. Cuadro de doble entrada de Diferencia Significativa Mínima (DMS) en tratamientos al 2%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93 - Diciembre/93 57

11. Valores de F calculada para establecer diferencias entre tratamientos al 3%. CENTA, San Andrés, La Libertad, Julio/93-Diciembre/93 58

12. Cuadro de doble entrada de Diferencia Significativa Mínima (DMS) en tratamientos al 3%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93 - Diciembre/93 58

LISTA DE FIGURAS

1.	Ciclo Biológico del "gorgojo del arroz" (<u>Sitophilus oryzae</u>)	9
2.	Plano de trabajo distribuido en un diseño completamente al azar	39
3.	Características morfológicas externas de ambos sexos en el "gorgojo del arroz" (<u>Sitophilus oryzae</u>).	59
4.	Características morfológicas externas de la parte terminal del abdomen del "gorgojo del arroz" (<u>Sitophilus oryzae</u>).	60
5.	Granos de "arroz" en granza dañados por el "gorgojo del arroz" (<u>Sitophilus oryzae</u>).	61
6.	Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por <u>Sitophilus oryzae</u> , luego de aplicados los tratamientos A) T ₁ : "mamey" y B) T ₂ : "nim" al 1%.	62

7. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicados los tratamientos A) T₃: "chile picante" y B) T₄: "hierbabuena" al 1%. 63
8. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicado el tratamiento A) T₅: "actellic 2%" en relación al B) T₆: Testigo. 64
9. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicados los tratamientos A) T₁: "mamey" y B) T₂: "nim" al 2%. 65
10. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicados los tratamientos A) T₃: "chile picante" y B) T₄: "hierbabuena" al 2%. 66
11. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicado el tratamiento A) T₅: "actellic 2%" en relación al B) T₆: Testigo. 67

XIII

12. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicados los tratamientos A) T₁: "mamey" y B) T₂: "nim" al 3%. 68

13. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicados los tratamientos A) T₃: "chile picante" y B) T₄: "hierbabuena" al 3%. 69

14. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicado el tratamiento A) T₅: "actellic 2%" en relación al B) T₆: Testigo. 70

15. Efecto comparativo de las concentraciones 1%, 2% y 3% con respecto a los granos dañados por Sitophilus oryzae, luego de aplicados los tratamientos A) T₁: "mamey", B) T₂: "nim", C) T₃: "chile picante y D) T₄: "hierbabuena". 71

RESUMEN

Uno de los mayores problemas que afronta el agricultor después de la cosecha de sus granos, es el daño causado por los insectos cuyo ataque se hace más severo durante el almacenamiento. El "arroz" (Oryza sativa L.) uno de los productos básicos de mayor consumo en El Salvador no se escapa a este ataque y se ve afectado por el "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae L.), una plaga primaria que reduce su valor comercial y alimenticio. Debido a este problema, se evaluó la efectividad de las harinas de las semillas de "mamey" (Mammea americana L.) y de "nim" (Azadirachta indica J.), el fruto de "chile picante" (Capsicum frutescens L.) y las hojas de "hierbabuena" (Mentha citrata E.) a tres concentraciones: 1%, 2% y 3%, con el objeto de controlar esta plaga y, a la vez, comparar la efectividad de dichas plantas con el insecticida químico "actellic 2%".

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Control de Calidad de Granos y Semillas del Centro de Tecnología Agrícola (CENTA). El diseño que se utilizó fue completamente al azar, con 6 tratamientos, 3 concentraciones y 3 repeticiones.

Las harinas vegetales utilizadas, se obtuvieron de las semillas, fruto y hojas según el caso, las cuales se secaron y molieron en un molino con un tamiz de 10 mallas/pulg², un día antes de su aplicación.

La infestación al grano con Sitophilus oryzae se hizo colocando 12 hembras y 12 machos a dos libras de "arroz" en granza. Antes de aplicar las harinas, se hizo un muestreo inicial para determinar el grado de daño. Tres semanas después, se colocaron las harinas experimentales y se realizaron muestreos cada quince días, durante los primeros dos meses, y a partir del tercero al sexto mes, se hicieron mensualmente, tiempo que duró el período de almacenamiento.

Al analizar los resultados, se determinó que todas las harinas evaluadas no ejercen ningún control sobre los estadios de huevo, larva y pupa del "gorgojo", por encontrarse protegidos dentro de los granos de "arroz", pero controlan el estado adulto y su efecto probable fue como insecticida al utilizar semilla de "nim", el de "mamey" como toxina de ingesta y el del fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena", como repelentes.

De todas las concentraciones estudiadas, la de 3%, fue la más efectiva en los tratamientos con "nim" y "mamey", obteniéndose resultados similares al presentado por el insecticida químico "actellic 2%".

En el tratamiento con "chile picante", las tres concentraciones tuvieron similar efectividad, y al aplicar el tratamiento con "hierbabuena", la concentración 3% ofreció cierto control en comparación al testigo, ya que de todos los tratamientos utilizados, éste fue el de menor efectividad.

INTRODUCCION

Los insectos constituyen uno de los grupos de organismos que más afectan la disponibilidad de alimentos tanto para el hombre como para los animales domésticos, al atacar sobre manera los granos almacenados. Una de las plagas más importantes, es el "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae) que ataca principalmente al "arroz" (Oryza sativa), antes y después de la cosecha, es decir, el producto ya almacenado.

En El Salvador, el "arroz" es utilizado como semilla para cultivo o consumo, tanto por el agricultor como por el ama de casa, que lo almacena por periodos cortos o largos, condición en la que se dan pérdidas por insectos. Este es un problema al cual no se le presta la atención debida por parte de las instituciones que tienen a su cargo buscar alternativas de solución, ofreciendo como única opción, el uso de productos químicos que muchas veces son altamente tóxicos y que contaminan los granos y el medio ambiente.

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente ensayo es presentar una alternativa que contrarreste el uso de insecticidas químicos, utilizando harinas vegetales para el control de una plaga en el "arroz" almacenado en granza.

Con éste fin, se evaluaron los efectos de las harinas obtenidas de las semillas de "mamey" (Mammea americana) y "nim" (Azadiractha indica), el fruto de "chile picante"

(Capsicum frutescens) y las hojas de "hierbabuena" (Mentha citrata), en el control de uno de los insectos plaga del "arroz" almacenado, ya que estas plantas poseen propiedades como repelentes, insecticidas, toxina de ingesta, fungicidas, etc., y pueden ser aprovechados para ejercer control sobre la plaga en estudio (Stoll, 1989).

También se comparó la efectividad de las harinas vegetales con un insecticida químico, comercialmente conocido como "actellic 2%", y a la vez se evaluó si el efecto de aquellas es directamente proporcional a la concentración utilizada hasta un máximo de 2%.

Se considera que el uso de plaguicidas naturales reducirá los costos en el control de plagas con respecto a los agroquímicos, siendo además una forma más accesible al agricultor para controlar las plagas que atacan los granos ya almacenados.

REVISION DE LITERATURA

2.1. EL ARROZ (Oryza sativa L.)

UBICACION TAXONOMICA

Según Lawrence (1960) y León (1987), el "arroz" se ubica taxonómicamente de la siguiente manera: Reino: Vegetal, División: Fanerogamae (Anthophyta), Clase: Monocotiledoneae, Orden: Glumiflorae, Familia: Gramineae (Poaceae), Género: Oryza, Especie: sativa.

ORIGEN Y DISTRIBUCION

El "arroz" es originario de las Indias Orientales de donde se ha extendido a todos los países para constituir un alimento universal (Guzmán, 1976).

En El Salvador las principales zonas productoras de "arroz" están localizadas en los departamentos de San Vicente, Usulután, La Paz, Ahuachapán y Chalatenango; y en menor escala en Santa Ana, San Miguel y Morazán (Periódico de Almacenamiento, 1985).

DESCRIPCION BOTANICA

El "arroz" es una planta herbácea, anual, de desarrollo erecto, amacollada, de un metro de altura aproximadamente. Presenta tallos cilíndricos y huecos, compuestos de nudos y

entrenudos, hojas de lámina plana, de 50-75 cm o más, de longitud, y de 1-2 cm de ancho con una superficie áspera. La inflorescencia es una panícula terminal, angosta, de 15-30 cm de largo, con numerosas ramificaciones; el número de espiguillas varía de acuerdo con la variedad. Contiene una sola flor perfecta que tiene seis estambres, un pistilo con dos estilos y estigmas plumosos, así como dos pequeñas glumas (Ochse et al., 1986).

El fruto del "arroz" lo constituye un cariósipide, que conocemos como grano; el cual consta de un ovario maduro, seco e indehiscente, la cáscara está formada por la lema y la palea con sus partes asociadas: lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión situado al lado ventral de la semilla cerca de la lema; y el endospermo, el cual provee alimento al embrión durante la germinación (Arregocés et al., 1985).

IMPORTANCIA

Se calcula que en Japón más de 800,000 personas comen sólo "arroz". Los Chinos preparan un licor bajo el nombre de Samsee, y los Japoneses, el Sakki, alcohol muy usado en aquel país (Pérez Arbelaez, 1978).

En Java y Malasia se destila el "arroz" con azúcar y carne de coco para obtener el Arack, licor preferido de todos los Orientales. En éstos mismos lugares se prepara con la harina una buena cerveza, y en el Japón la transforman en

bustos, estatuas y preciosos sombreros (Guzmán, 1976).

Este mismo autor reporta que el "arroz" descortezado por el beneficio se torna apropiado para la alimentación; pero los médicos han comprobado con numerosos casos en Oriente, que al perder la corteza produce el Beri-Beri, que diezma las poblaciones asiáticas donde se consume "arroz" a diario y en grandes cantidades.

Fuera de su valor alimenticio inmediato, en Colombia, el "arroz" sirve para multitud de usos industriales: preparación de aguardiente, de cervezas, de alcohol especial para perfumería, acetona, harina para bizcocho, polvo para el cutis, plásticos (Pérez Arbelaez, 1978).

El "arroz" es uno de los granos básicos de mayor importancia en El Salvador, por ser una de las primordiales fuentes alimenticias y de materia prima industrial, como también por el potencial económico que tiene.

Del "arroz" se obtiene almidón, que al hervirlo se transforma en una excelente cola para pegar la porcelana, el carey y el papel de tapicería. Con la harina se fabrican buenos vinos y aguardiente, asociándola al "sorgo" azucarado; de la paja se hace papel, petates y sandalias (Guzmán, 1976).

El mismo autor reporta, entre otros usos, que el afrecho de "arroz" es materia utilizable y la paja es buena para el forraje del ganado, tan buena como el heno de primera calidad, y si ésta no se utiliza no debe quemarse sino devolverla al

suelo como abono, lo que aumentará la próxima cosecha.

PLAGAS QUE ATACAN AL GRANO DE ARROZ EN GRANZA.

Entre las principales plagas se encuentran las siguientes: "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), "gorgojo del maíz" (Sitophilus zeamais), "barrenador menor de los granos" (Rhyzoperta dominica), "gorgojo de los granos" (Sitophilus granarius), "polilla de los granos" (Citotroga cerealella) (Arregocés *et al.*, 1985).

2.2. GORGOJO DEL ARROZ (Sitophilus oryzae L.)

UBICACION TAXONOMICA

Según Olivares (1976), el "gorgojo del arroz" se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera: Reino: Animal, Phylum: Artrópoda, Clase: Insecta, Orden: Coleóptera, Familia: Curculionidae, Género: Sitophilus, Especie: oryzae.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Se encuentra distribuida en todo el trópico y subtrópico, también en el sur de Europa (Stoll, 1989).

Según Cotton (1979) y Vélez (1985), se halla por todas partes del mundo, sin embargo prefiere climas templados y subtropicales.

HABITOS ALIMENTICIOS

Ataca principalmente a los cereales, tanto antes de la cosecha como en los lugares de almacenamiento. El adulto y las larvas se alimentan vorazmente de los granos de: "arroz", "trigo", "sorgo", "maíz" y "centeno". Puede causar daño a otros productos de consistencia dura como fideos y galletas. Ocasionalmente se ha encontrado en productos molidos, donde difícilmente se multiplican (Dell'Orto, 1985).

DESCRIPCION MORFOLOGICA

El "gorgojo del arroz" presenta color negro o tonalidades oscuras, su longitud varía de 2.1 a 4 mm; es de cuerpo cilíndrico, con la cabeza provista de una proboscis, ojos oblongos y antenas acodadas en forma de masa con 8 segmentos; el protórax y el tórax se encuentran densamente cubiertos de depresiones circulares y los élitros presentan 4 manchas de color rojo anaranjado, posee alas funcionales con vuelo activo lo que le permite infestar a los granos antes de ser cosechados (Genel, 1974; Dell'Orto, 1985; Vélez, 1985).

CICLO DE VIDA

El "gorgojo del arroz" vive por término medio de 4 a 5 meses y cada hembra pone de 200 a 300 huevecillos durante este

periodo. El huevo es de color blanco a opaco, más o menos de 0.7 mm de largo y 0.3 mm de ancho, en forma de pera; para depositarlo en el grano, la hembra realiza un pequeño orificio que queda sellado con una secreción después de ser colocado. Generalmente eclosiona entre 3 y 5 días después de ovipositados (Genel, 1974; Cotton, 1979).

Según Genel (1974), Dell'Orto (1985) y Metcalf & Flint (1988), la larva del "gorgojo" mide aproximadamente 4 mm, es de color blanco perlado y posee cuatro estadios larvales. El estadio larval varía entre 19 y 34 días. Cuando la larva llega a su madurez, hace una celda dentro del grano y empupa después de haber pasado 1 ó 2 días como prepupa. El estadio tarda de 3 a 6 días, dependiendo de las condiciones ambientales, y cuando éstas son adversas puede tardar hasta 20 días. La pupa recién formada es de color blanco pálido con algo de semejanza al adulto.

Los mismos autores reportan que el "gorgojo" adulto al emerger de los granos, se encuentra de inmediato en condiciones de copular y reproducirse, dando origen a nuevas generaciones que seguirán destruyendo los granos. La temperatura óptima para el desarrollo del *S. gryzae* es de 26 a 30°C y la humedad relativa, del 70%. En condiciones normales su ciclo biológico puede durar de 26 a 30 días (FIGURA 1).

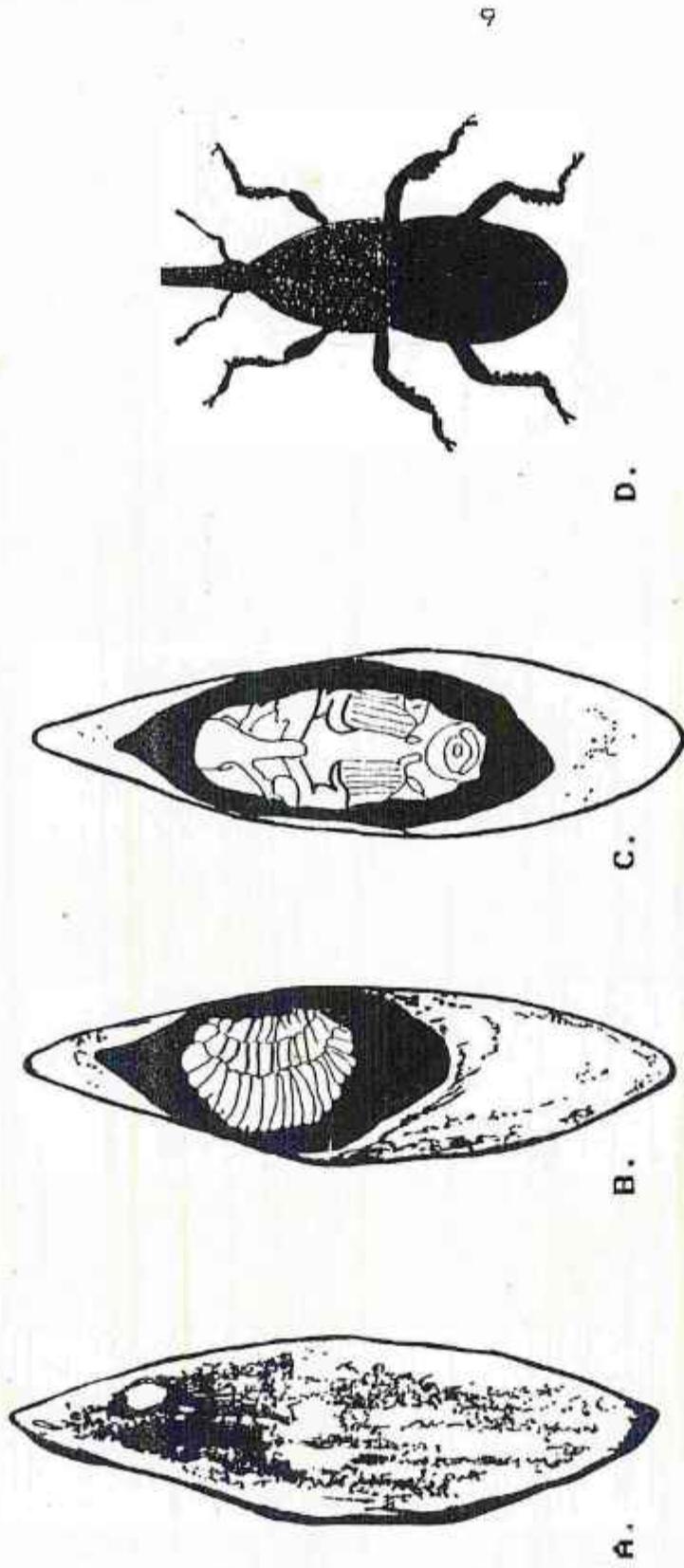


FIGURA 1 - Ciclo Biológico del "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae)
A. Huevo B. Larva C. Pupa D. Adulto (Dell'Orto, 1985)

IMPORTANCIA

Dell'Orto (1985) menciona que según el desarrollo y magnitud del daño ocasionado por los insectos que atacan granos y semillas en almacenamiento, éstos se pueden dividir en primarios y secundarios. Los primarios incluyen aquellos insectos cuyo ciclo de vida en sus fases iniciales se desarrolla en el interior de los granos; son los responsables de los daños directos y crean condiciones para el ataque de insectos secundarios. En este grupo se menciona al "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryze).

El mismo autor reporta que los insectos secundarios son aquellos que se alimentan o se desarrollan fuera del grano y ataca granos quebrados, viven asociados a los insectos primarios.

El daño que los "gorgojos" ocasionan en granos almacenados se debe también a la resistencia que éstos poseen, ya que los insectos tienen la ventaja de adaptar su organismo en forma óptima a las condiciones del medio donde se encuentran (Eckert, 1991).

En El Salvador los porcentajes promedio de pérdida post-cosecha en "arroz" reportados en el año 1977 fue de 5% y en la temporada 1980-1981 fue del 10% ocasionado por insectos (Marroquín, 1982).

Según Barahona (1994), comunicación personal⁴, en la actualidad no existen datos recientes sobre pérdidas de "arroz" en almacenamiento ocasionado por plagas.

Schneider (1992), reporta que en Centro América y Panamá las pérdidas post-cosecha de granos básicos se estima que pueden variar entre 10-37%; pero a nivel de finca del pequeño agricultor se han reportado pérdidas promedio de almacenamiento entre 1.7 y 8.5% en los diferentes países Centroamericanos.

CONTROL BIOLÓGICO

Entre los enemigos naturales del Sitophilus oryzae, se encuentran a) Parásitos larvarios como Cephalonomia tarsalis, perteneciente a la familia Bethyridae, Anisopteromalus y Lariophangus distinguendus de la familia Pteromalidae, todos del Orden Hymenoptera y b) Predadores como Pediculoides ventricosus "acaró" (Genel, 1974).

OTROS MÉTODOS DE CONTROL

Entre otros métodos de control, están los siguientes: selección de variedades resistentes a plagas, fertilización balanceada principalmente con Silicio que fortalece el grano, métodos de cosecha que no afecten el grano, ya que el "arroz"

⁴ Ing. Barahona, Hugo. Asesor de Estadística Agropecuaria. Dirección General de Economía Agropecuaria.

con granos intactos no se afecta fácilmente, tratamiento con aceites vegetales, tratamientos con cenizas (cenizas de madera, de glumas de "arroz"), ahumado del lugar de almacenamiento y el uso de plantas insecticidas (SERTECNIA, 1993)².

2.3. ALMACENAMIENTO DEL ARROZ

Entre los factores que influyen en el almacenamiento se encuentran la humedad del grano, que para el caso del "arroz" debe ser de 14%. Si hay un exceso de humedad puede causar la germinación, y si el porcentaje es menor, el grano pierde peso y en consecuencia, su calidad disminuye. La temperatura, es otro de los factores que si no se mantiene constante influye en la calidad del grano almacenado, si hay un aumento de temperatura produce pérdida de peso y viabilidad del grano y si hay disminución, favorece la humedad del grano y el desarrollo de plagas. También la humedad relativa favorece el apareamiento de plagas si su rango se mantiene entre 40-85% (ACENEC, 1993)³.

² SERTECNIA: Servicios Técnicos Agrarios.

³ ACENEC: Asociación Salvadoreña Central de Estudios Cooperativos.

2.4. INSECTICIDAS QUIMICOS UTILIZADOS EN GRANOS DE ARROZ ALMACENADO EN GRANZA.

Entre los productos químicos utilizados para el combate de plagas se recomiendan los siguientes: el Pirimifos metil 2% es un insecticida organofosforado cuya fórmula química es $C_{11}H_{20}N_2O_3P_1S$ y su nombre comercial es: "actellic 2%". Su modo de acción es por contacto, ingestión y fumigatorio; puede aplicarse directamente sobre los granos, debido a su baja toxicidad. La presentación es en polvo y líquido. La dosis es de 100 g/6 qq de granos, da una protección contra "gorgojos" por un periodo de hasta 6 meses; la Fosfamina (fosfuro de hidrógeno), es un insecticida fumigante cuya fórmula química es PH_3 y su nombre comercial es Phostoxin. El modo de acción es gas venenoso. La presentación es en pildoras y tabletas. La dosis es 1/2 pastilla por tonelada métrica (Robledo, 1992; SERTECNIA, 1993).

2.5. PLANTAS USADAS EN EL CONTROL DE LA PLAGA

Hoy en día la utilización de plantas para el control de plagas esta avanzando en forma acelerada. Todas estas plantas ofrecen una alternativa diferente al uso de productos químicos, ya que se encuentran al alcance del agricultor y para su elaboración y aplicación se utilizan métodos

sencillos. Todas las partes de las plantas pueden ser utilizadas, desde la raíz hasta las hojas y aplicadas en forma de extractos, harinas y aceites a los cultivos y granos almacenados (Munch, 1988; Stoll, 1989).

SERTECNIA (1993), reporta el uso de hojas de "eucalipto", "escobilla", "cinco negritos" y "flor de muerto" en forma de harinas, con una dosis de 1 lb de hojas por quintal de grano, utilizadas durante un periodo de seis meses, tiempo en que han determinado su efecto protector.

De las plantas utilizadas en la presente investigación a excepción del "nim", no se ha encontrado información bibliográfica que mencione el tiempo que dura el efecto protector de éstas plantas. Según Arias (1994), comunicación personal⁴, no existe en el país información en donde se reporte el tiempo de duración del ingrediente activo de la semilla de "mamey", hojas de "hierbabuena" y fruto de "chile picante", debido a que son plantas que recientemente se están utilizando y evaluando.

⁴ Téc. Agr. Arias, Carlos. Técnico de Encuestas. Estadística Agropecuaria. Dirección General de Economía Agropecuaria.

2.5.1. EL MAMEY (Mammea americana L.)

UBICACION TAXONOMICA

Según Lagos (1987), se ubica taxonómicamente de la siguiente manera: Reino: Vegetal, División: Fanerogamae, Clase: Dicotiledoneae, Orden: Gutiferales (Clusiaceae), familia: Guttiferae, Género: Mammea, Especie: americana.

ORIGEN Y DISTRIBUCION

El "mamey" es originario del Caribe y del Norte de Sudamérica. Actualmente se encuentra en las regiones tropicales de Africa y Asia (Barner, 1943; citado por Stoll, 1989).

DESCRIPCION BOTANICA

El "mamey" alcanza hasta 25 m de altura; el tronco, ramas y hojas exudan un látex amarillo y espeso (León, 1987).

Según Guzmán (1976), el "mamey" es un árbol frutal y ornamental, que se eleva a más de 40 pies estando bien desarrollado, de copa piramidal, con ramas igualmente distribuidas que llevan hojas oblongo-redondas, enteras, persistentes, opuestas, coriáceas y lucientes.

El mismo autor reporta que las flores son blancas, aromáticas, solitarias, distribuidas sobre el tronco y las ramas; con 4 sépalos aconchados, coriáceos, numerosos

estambres insertos a la base del ovario, en 4 haces que se desprenden fácilmente cuando la flor ha sido fecundada, anteras oblongas, ovario orbicular súpero, terminado por dos estigmas sésiles y aplanados; el fruto es un baya globosa, color café pardo, de corteza coriácea y áspera, carne amarilla, dulce, aromática con dos semillas córneas.

IMPORTANCIA

Se reporta al "mamey" como un árbol ornamental. Sus frutos se comen crudos o se preparan compotas y dulces, también sirven para aromatizar licores (Calderón & Standley, 1941; Guzmán, 1976).

Según Stoll (1989), el "mamey" proporciona dos cosechas de frutos al año dando 300 a 400 kg por árbol.

En Ecuador, se prepara con las hojas de "mamey" un extracto para combatir la malaria, la cual no es afectada del tratamiento común con quinina (Munch, 1988).

El mismo autor refiere que en Trinidad y Tobago las semillas pulverizadas en aceite de coco se aprovechan para la lucha contra los "piojos". En Surinam la semilla pulverizada es aplicada para matar "niguas", "piojos", "pulgas de perro" (Munch, 1988). En el Caribe se usa la resina del árbol contra la "mosca de arena" (Barner, 1944; citado por Stoll, 1989).

Para la protección de cultivos se utiliza principalmente las semillas maduras. Las hojas y la corteza poseen efectos

insecticidas regulares (Munch, 1988; Stoll, 1989).

El espectro de acción del "mamey" se debe al principio activo que posee, siendo su principal componente la mameína y actúa como tóxico de contacto y de ingesta; así también como insecticida, repelente, nematocida, repelente de "garrapatas"; pero no se conoce toxicidad para el hombre y animales de sangre caliente (Morton y Thomas, s.a.; Stoll, 1989).

Además, por causa del aprovechamiento externo e interno como planta medicinal, una utilización como insecticida no parece peligrosa (GTZ^a, 1984; citado por Stoll, 1989).

PLAGAS QUE CONTROLA

Entre las plagas que controla se encuentran las siguientes: "barrenador del melón" (Diaphania hyalinata), "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), "gusano cogollero" (Spodoptera frugiperda), "gusano de las crucíferas" (Ascia monuste), "mariposa pequeña de la col" (Pieris rapae), "palomilla dorso de diamante" (Plutella xylostella), "tortuguilla diabrotica" (Diabrotica bivittata) y, entre otros, "afidos" y "pulgones" pertenecientes a la familia Aphididae (Stoll, 1989).

• GTZ: Agencia Alemana de Cooperación Técnica.

METODO DE PREPARACION Y APLICACION

Según Stoll (1989), la semilla de "mamey" puede aplicarse en polvo (harina) o en forma líquida. Además de las soluciones con agua, puede preparárselas con kerosene, que se utiliza contra las plagas domésticas.

El preparado con kerosene se mezcla de la siguiente manera: se dejan macerar 225 g de polvo de "mamey", durante 24 horas en 1.2 litros de kerosene y a temperatura ambiente. Antes de ser aplicados se filtra. Esta solución es tóxica para "cucarachas", "moscas" y "hormigas" (Plank, 1944; citado por Stoll, 1989).

2.5.2. EL NIM (Azadirachta indica J.)

UBICACION TAXONOMICA

Según Lawrence (1960), León (1987), Munch (1988) y Garcia (1988a), se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera: Reino: Vegetal, División: Fanerogamae (Anthophyta), Clase: Dicotiledoneae, Orden: Geraniales, Familia: Meliaceae, Género: Azadirachta, Especie: indica.

ORIGEN Y DISTRIBUCION

El "nim" es un árbol originario de la India, Birmania e Indonesia. Esta planta actualmente se expande por todo el Sudeste de Asia, el Oeste de Africa, Fidji y parte de América

Central (Radwanski & Wickens, 1981; citado por Stoll, 1989).

DESCRIPCION BOTANICA

Según García (1988b), el "nim" es un árbol de raíces profundas, tamaño mediano, hojas compuestas. Las flores son blancas y amarillentas, hermafroditas y pequeñas, dispuestas en panículas. Poseen un rico olor a miel, florecen a los 2 ó 3 años de edad.

Dan frutos una vez al año y en zonas muy húmedas, dos veces al año. Los frutos son drupas oblongas de 12 a 20 mm que al madurar tornan el color verde a amarillento o púrpura, permaneciendo siempre en el árbol. Presentan una semilla elíptica la cual contiene un 40% de aceite (Munch, 1988).

Según García (1988b), esta planta florece en el mes de Marzo y se cosecha en el mes de Junio y Agosto de cada año.

IMPORTANCIA

Munch (1988), reporta que todas las partes del "nim" pueden ser aprovechadas (la raíz, el tronco, la corteza, las hojas, las flores y las semillas). Las distintas partes contienen insecticidas, pero el más alto contenido se encuentra en la semillas, seguido de las hojas, de la corteza y finalmente de la madera.

Según Ascher & Schmitterer (1987; citados por Stoll, 1989) el espectro de acción de esta planta actúa como:

repelente, insecticida, nematocida e inhibidor de crecimiento.

GTZ (1984) y Munch (1988), consideran esta planta por sus cualidades como árbol ornamental que está siendo plantado en parques, jardines y áreas agrícolas de muchas partes del mundo. Por su rápido crecimiento, lo consideran como una alternativa para la producción de leña y fabricación de carbón.

Estos mismos autores mencionan que las hojas de "nim" pueden ser utilizadas como forraje, por su alto contenido de proteína (15%) y un bajo contenido de celulosa, y son aptas para la alimentación de cabras y ovejas. El aceite que se obtiene de la semilla se emplea como combustible de lámparas, como lubricante para maquinaria. La pulpa que rodea a la semilla es un sustrato prometedor para la producción de gas metano.

García (1988a), establece que el insecticida botánico obtenido a partir de las semillas de "nim" tiene las siguientes propiedades: no es tóxico para animales de sangre caliente, ni al medio ambiente ya que no tiene efectos residuales. La semilla de "nim" posee varias sustancias activas como: triterpenoides y azadirachtina.

PLAGAS QUE CONTROLA

Stoll (1989), señala que el "nim" ha resultado efectivo en las siguientes especies: "áfidos", "ácaros", "barrenador

del tallo del arroz", "escarabajo de la papa" (Leptinotarsa decemlineata), "gusano cortador" (Agrotis spp.), "gran mariposa blanca de la col" (Pieris brassicae), "gusano de la cápsula" (Heliothis armigera), "langosta migratoria" (Locusta migratoria), "mosca del mediterraneo" (Ceratitis capitata), "palomilla dorso de diamante" (Plutella xylostella), "tortuguilla del frijol" (Epilachna varivestis).

Grainge & Ahmed (1985; citado por Stoll, 1989) mencionan que el "nim" controla entre otros, los siguientes organismos: "gusano de la cápsula" (Heliothis armigera), "mosca doméstica" (Musca domestica), "mariposa blanca de la col" (Pieris brassicae), "palomilla dorso de diamante" (Plutella xylostella), "gorgojo de los cereales" (Rhyzopherta dominica), "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), "gorgojo de la harina" (Tribolium castaneum), "gorgojo de khapra" (Trogoderma granarium).

METODO DE PREPARACION Y APLICACION

Según Stoll (1989) hay 4 formas para el uso de la semilla de "nim": extracto acuoso, aceite de "nim", polvo (harina) y prensado de "nim".

En el Indian Agriculture Research Institute de Nueva Delhi, se examinó la eficacia del polvo de semilla seca de "nim" para la protección de granos almacenados contra el "gorgojo del arroz" y el "gorgojo de khapra". Se mezcló bien

el "trigo" con el polvo de "nim" al 0.5, 1 y 2%. De los resultados obtenidos de acuerdo a la semilla dañada, se comprobó que mezclando polvo al 1 y 2% puede protegerse el grano de "trigo" por lo menos 269, 321 y 379 días contra los "gorgojos" antes mencionados.

Según Jotwani & Scircar (1965; citado por Stoll, 1989) este método podría ser de interés para almacenamiento en zonas rurales.

Según Jacobson (1975; citado por Stoll, 1989) las semillas de leguminosas se trataron de la misma manera, mediante experimentos, no se observaron daños en el poder germinativo.

PROCONDEMA (1991)⁴ establece que hay tres métodos para aplicar el "nim" en el almacenamiento de granos: A. Hojas, las que son secadas a la sombra y luego se mezclan capas de hojas con capas de granos en los silos. B. Polvo de semilla, el cual se aplica una libra de polvo para un quintal de granos. C. Aceite, que es extraído de las semillas y se utiliza 150 ml de aceite para un quintal de granos, lo que corresponde a 5 onzas de aceite; este se remueve bien con los granos.

En otros ensayos en los cuales se ha utilizado el polvo de "nim" para el control de plagas, éste se ha mezclado con aserrín para neutralizar el aceite que puede ser fitotóxico.

4 PROCONDEMA: Programa de Promoción y Capacitación para la Conservación del Medio Ambiente.

La razón de la mezcla puede ser de 1:1 v/v (Schmutterer, 1987; citado por Hernández et al., 1990).

En experimentos realizados por el CENTA, utilizando harina vegetal de "nim" como insecticida, a una concentración de 30 g por lb en "maíz" almacenado, se observó que el "nim" ofreció más de 50% de control (Arias et al., 1992).

2.5.3. EL CHILE PICANTE (Capsicum frutescens L.)

UBICACION TAXONOMICA

Según Lawrence (1960) y León (1987), la clasificación botánica es la siguiente: Reino: Vegetal, División: Fanerogamae, Clase: Dicotiledoneae, Orden: Tubiflorae, Familia: Solanaceae, Género: Capsicum, Especie: frutescens.

ORIGEN Y DISTRIBUCION

El "chile picante" es una especie muy conocida en el trópico y subtropical, es originario de la región Mesoamericana. Posee más de 25 especies, cuya distribución abarca desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina (Araniva de González & Reina de Aguilar, 1991).

En Centroamérica se cultiva el "chile picante" y en El Salvador se produce en mayor cantidad en la región de Zapotitán, departamento de La Libertad, utilizando regadíos para su cosecha (Mieto Gómez, 1991).

DESCRIPCION BOTANICA

Según García Barriga (1975), el "chile picante" es un arbusto de 1 a 1.5 m, poco ramificado, de tallos fuertes, hojas acuminadas, 3 a 4 cm de largo, peciolo de 4 a 5 mm de largo, pétalos blancos, 4 mm de largo; frutos drupáceos, alargados, rojos de 1.5 a 2.2 cm de largo, 0.6 mm de ancho con numerosas semillas pequeñas con exocarpo rojo amarillento.

Guzmán (1976), reporta al "chile picante" como una especie vivaz. Fruto delgado un poco curvo; primero es verde y después rojo, sabor muy fuerte. El tallo es leñoso, en la base ramificado, alto de 1 m.

IMPORTANCIA

El "chile picante" tiene importancia debido al contenido de alcaloides, por lo que es utilizado en el control de plagas de insectos voladores, especialmente los que se originan en los silos. Además, se sabe que fue muy usado por los indígenas e incorporado a muchas de las recetas que han llegado hasta nuestros días. Es indispensable en la comida típica mexicana, donde puede decirse posee un mayor uso. En Suramérica, principalmente en Perú, se conoce con el nombre de "aji". Algunas de sus variedades son utilizadas como especias o sazonadores por lo que son comercializadas; pero en los lugares de origen son aprovechadas en todas formas por los habitantes locales (Araniva de González & Reina de Aguilar,

1991).

La mayor cantidad de sustancias activas se encuentran en la cáscara y semillas, siendo su principal componente la capsaicina que es un alcaloide volátil y posee propiedades insecticidas que actúa como repelente, tóxica de ingesta, inhibidor de ingesta e inhibidor de virus (Cook & Fulleston, 1953; citados por García Barriga, 1975; Stoll, 1989).

En El Salvador, el "chile picante" es utilizado en la cocina para la preparación de salsas que acompañan a los platillos típicos, además se le atribuyen ciertas propiedades medicinales y apetentes (Araniva de González & Reina de Aguilar, 1991).

PLAGAS QUE CONTROLA

Entre las plagas que controla se presentan las siguientes: "áfidos", "pulgones", "escarabajo de la papa" (Leptinotarsa decemlineata), "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), "hormigas", "orugas", "mariposa pequeña de la col" (Pieris rapae) y plagas de almacén (Jacobson, 1975; Yepsen (Jr.), 1976; Deb-kirtaniya et al., 1980; Van Dijk, 1986; citados por Stoll, 1989).

METODO DE PREPARACION Y APLICACION

Según Hernández et al., (1990), para el control de insectos, pueden prepararse extractos acuosos, extracción

química de la sustancia activa y harinas (polvos) vegetales.

Los mismos autores mencionan que en El Salvador, se hizo un estudio preliminar de los extractos de "chile picante" para el control de insectos en el follaje del "maiz", con buenos resultados. El extracto acuoso de "chile picante" se preparó utilizando frutos maduros y secos, molidos hasta formar harinas. Se pesaron 20 y 40 kg de fruto molido para la dosis de 2 y 4 kg por hectárea y se colocaron esas cantidades cada una en un litro de agua en ebullición, se dejaron en reposo durante 24 horas antes de aplicarlas al follaje. Se hicieron 5 aplicaciones por tratamiento con intervalos de 10 días, iniciando a partir del quinto día después de la siembra.

Los extractos acuosos de fruto de "chile picante" en las dosis de 2 y 4 kg por hectárea fueron efectivos para controlar "tortuguilla" (Diabrotica balteata) y "gusano cogollero" (Spodoptera frugiperda) (Hernández et al., 1990).

Los autores antes mencionados plantean que para la preparación de extractos con el método de extracción química de la sustancia activa, se utiliza como solvente el éter de petróleo y se aplica con una bomba asperjadora de mochila.

Para el control de plagas en almacenamiento de granos, las harinas vegetales se preparan utilizando el fruto de "chile picante" secado a la sombra, que se muele hasta obtener harina (polvo) lista para ser aplicada en graneros, silos, sacos o recipientes caseros propios para almacenar granos. La



dosis recomendada a utilizar es de 1 lb/qq durante 6 meses (SERTECNIA, 1993).

2.5.4. LA HIERBABUENA (Mentha citrata E.)

UBICACION TAXONOMICA

Según Lawrence (1960) y León (1987), se ubica taxonómicamente de la siguiente manera: Reino: Vegetal, División: Fanerogamae, Clase: Dicotiledoneae, Orden: Tubiflorae, Familia: Labiatae, Género: Mentha, Especie: citrata.

ORIGEN Y DISTRIBUCION

Se han reconocido como 30 especies, todas nativas de la zona norte templada; cerca de la mitad de ellas son nativas y naturalizadas en el norte de America (Bailey, 1953).

La "hierbabuena" es una planta aromática que prospera en zonas templadas y en el subtrópico. Se encuentra en todo el mundo y se cultiva especialmente en los Estados Unidos, pero también en el norte de la India y en el sur de Africa (Stoll, 1989).

A nivel nacional, en El Salvador, se cultiva en distintas zonas, observándose mayor producción en los berrales de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana; en esta región rara vez florece debido al clima (Morales & Peñate, 1992).

DESCRIPCION BOTANICA

Según Standley (1973), la "hierbabuena" es una planta perenne con frondosos estolones, tallo delgado, simple o escasamente ramificado, glabro, hojas ovadas u orbiculo-ovadas, de 3 a 5 cm de largo, poco agudas o redondeadas en el ápice como en la base, finamente aserradas, pubescentes o casi glabras; flores pequeñas, blancas con los verticilos formando espigas terminales, cortas, cáliz y corola glabros.

IMPORTANCIA

Según Stoll (1989), las hojas de "hierbabuena" son utilizadas para la protección de cereales almacenados, preparadas ya sea en polvo o aceite etéreo.

El espectro de acción de la planta es como insecticida y repelente (Mishra et al., 1984; Graigne et al., 1985; citados por Stoll, 1989).

La "hierbabuena" es cultivada en muchos jardines, por su uso aromatizante en ciertas comidas y por sus propiedades medicinales (Standley, 1973).

Sus hojas tienen un olor y sabor pronunciados, característicos de esta especie, debido a la esencia que contienen la cual extraída por destilación está constituida principalmente por 50% de mentol y 5% de ésteres bajo la forma de butirato, valerianato y aceite de metilo (García Barriga, 1975).

En Guatemala, se consumen las hojas frescas y se preparan infusiones que son tomadas por mujeres para prevenir el embarazo (Standley, 1973).

En El Salvador, se le da diferentes usos terapéuticos: contra el dolor de estómago, para expulsar lombrices, contra cólicos, disenteria, dolor de muelas, como laxante, etc. También como aromatizante es utilizado en cocina y algunas veces como planta ornamental.

PLAGAS QUE CONTROLA

La "hierbabuena" ha resultado efectiva en el control de plagas, entre las cuales se mencionan: "gorgojo del caupi" (Callosobruchus chinensis), "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), "gorgojo de la harina y del afrecho" (Tribolium castaneum) (Kashyap et al., 1974; Mishra, 1984; citados por Stoll, 1989).

METODO DE PREPARACION Y APLICACION

Para el control de insectos en granos almacenados pueden prepararse harinas (polvos) vegetales.

En un experimento realizado con "gorgojos del caupi" en garbanzos, se utilizaron las hojas secadas a la sombra y luego pulverizadas, se mezcló el polvo en la proporción de 0.25, 0.5 y 1.0% del peso de las semillas. Al cabo de 48 horas murieron: 88.8, 88.8 y 96.3% respectivamente de los

escarabajos adultos (Mishra et al., 1984; citados por Stoll, 1989).

Asimismo, en otra experiencia, utilizando el polvo de "hierbabuena" se mezcló proporcional al peso 0.5, 1.0 y 2.0%, aplicado contra el "gorgojo del arroz" en el trigo. En las tres diferentes concentraciones murieron todos los "gorgojos del arroz" después de 96 horas (Kashyap et al., 1974; citados por Stoll, 1989).

MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

El ensayo se realizó durante los meses de Julio a Diciembre de 1993 en las instalaciones del Laboratorio de Control de Calidad de Granos y Semillas del Centro de Tecnología Agrícola (CENTA), ubicado en el Cantón San Andrés, Municipio de Ciudad Arce, Departamento de La Libertad, a una altura de 460 msnm (Arias, et al., 1992).

Las coordenadas geográficas son las siguientes: 13°44'16" LN y 89°28'22" LW (IGN[?], 1992; citado por Parada, 1994).

3.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL LUGAR

Según el Almanaque Salvadoreño (1993), en San Andrés se registró una temperatura promedio de 23.8°C, precipitación pluvial de 1701 mm, la luz solar promedio es de 8 horas al día, la humedad relativa promedio de 76%, la velocidad media del viento de 5.5 km/h y la máxima absoluta de 10.44 km/h.

? IGN : Instituto Geográfico Nacional.

3.3. METODOLOGIA DE LABORATORIO

IDENTIFICACION DE LA PLAGA EN ESTUDIO

El ensayo se inició con la colecta de los "gorgojos" en tres lugares distintos de almacenamiento de granos, siendo los siguientes: Candelaria de la Frontera, Santa Ana (muestra 1, sustrato "maíz"), San Salvador, Cuzcatlán (muestra 2, sustrato "arroz") y Santa Ana, Santa Ana (muestra 3, sustrato "arroz").

Luego se procedió a diferenciar la especie Sitophilus oryzae de la Sitophilus zeamais ya que ambas atacan al grano de "arroz" almacenado y su morfología externa es similar, lo que hizo imposible diferenciarlos a simple vista.

La diferenciación de ambas plagas se hizo tomando en cuenta las siguientes características: color, número de segmentos antenales, forma y color de manchas en élitros, longitud total y número de segmentos del abdomen. Además las mencionadas por Dell'Orto (1985) en donde reporta que resulta más fácil disectar la estructura genital del macho, ya que el edeago en el S. oryzae es liso y de forma cilíndrica y en el S. zeamais, es con dos surcos longitudinales y de forma aplanada.

También se tomaron en cuenta las características reportadas por Halstead (1964), el cual afirma que no sólo se

pueden corroborar las especies disectando la genitalia del macho, sino que también identificando el esclerito basal en forma de "Y" del ovipositor de las hembras, siendo el esclerito del S. oryzae de puntas romas y el del S. zeamais con puntas agudas.

Las características morfológicas externas se determinaron utilizando un estereoscopio "Bausch & Lomb" y para medir la longitud total del insecto se utilizó el instrumento de medida "micrómetro".

Para determinar estas características, se tomó una muestra de 45 especímenes en total, 15 de cada lugar de la colecta. Cada uno de los "gorgojos" procedentes de su respectiva muestra se colocaron dentro de una caja de petri con parafina, conteniendo algodón impregnado de éter, con el objeto de dormirlos para poder manipularlos mejor.

Después de evaluar las características de cada uno, se procedió a disectarlos de la siguiente manera: se colocó el insecto en posición ventral dentro de una caja de petri con parafina y se llevó a un estereoscopio para obtener una visión a mayor aumento y de ésta manera facilitar la disección.

Utilizando dos agujas de disección, se separó la cabeza del resto del cuerpo de manera que el abdomen quedara libre, para poder extraer la estructura genital, tanto en el macho como en la hembra, las que fueron montadas en preparaciones permanentes como evidencias del estudio y a la vez se

observaron en un microscopio compuesto "Leitz" para determinar con mayor exactitud sus características y de esta manera corroborar la especie a utilizar.

Ya identificada la especie de una de las muestras colectadas se procedió a colocar el resto de los "gorgojos", en una cámara de propagación conteniendo granos de "arroz" sanos, sin cáscara, con el objeto que sirvieran de alimento y como sustrato de oviposición a la hembra. Dos semanas después de la infestación, se sacaron los "gorgojos" utilizados en la propagación y al cabo de 45 días, ya se contaba con una progenie suficiente para realizar el estudio.

SEPARACION POR SEXO DEL Sitophilus oryzae

De las nuevas generaciones obtenidas, se tomó una muestra de 30 "gorgojos" para separarlos por sexo, evaluando las siguientes características morfológicas externas: longitud total, ancho, largo y curvatura terminal del abdomen y también las mencionadas por Dell'Orto (1985), en las que afirma que la trompa del macho es más corta y rugosa, mientras que la de la hembra es ligeramente más larga, delgada y con menos rugosidades.

El procedimiento que se siguió para determinarlas fue el siguiente: se colocó el espécimen dentro de una caja de petri conteniendo parafina, se llevó al estereoscopio para observar

con mayores detalles sus características y luego se midió con el "micrómetro" la longitud total, longitud de la trompa y ancho y largo del abdomen. Para determinar la forma terminal del abdomen se hizo uso de pinces que facilitaron la manipulación del insecto y así poder observar ésta característica con ayuda de un estereoscopio al que se le adaptó una cámara para tomar las fotografías correspondientes y así evidenciar las diferencias existentes entre machos y hembras.

Los insectos sexados 648 machos (♂) y 648 hembras (♀) haciendo una población total de 1296 "gorgojos" se colocaron en frascos de vidrio separados, conteniendo granos de "arroz" y de ésta manera se tuvieron listos un día antes de la infestación.

PREPARACION Y APLICACION DE HARINAS VEGETALES

Harina de semilla de "mamey"

Las semillas de "mamey" se obtuvieron en el mercado municipal de la ciudad de Santa Ana, utilizándose 10 semillas, las que se secaron con luz solar indirecta por un periodo de 15 días. Se le quitó la testa y obtenido el endospermo, se cortó en trozos pequeños y se molió en un molino con un tamiz de 10 mallas/pulg², de la harina preparada se utilizaron en total 163.44 g para todo el ensayo. La preparación de la

harina se hizo un día antes de la aplicación para así obtener el polvo (harina) en fresco.

Harina de semilla de "nim"

Las semillas de "nim" (225 g) fueron proporcionadas por el Centro de Tecnología Agrícola (CENTA). Las cuales se secaron con luz solar indirecta por un período de quince días, para evitar la pérdida de la sustancia activa por efecto de los rayos solares (Stoll, 1989). La preparación y aplicación de la harina se hizo de la misma forma que la anterior, utilizando la misma cantidad en gramos durante toda la experiencia.

Harina de fruto de "chile picante"

El fruto se obtuvo en el mercado de la Ciudad de Santa Ana, de la variedad conocida como "cola de gallo", en cantidad de 4 lb. Los que fueron secados con luz solar indirecta por un período de 15 días, y luego molidos en un molino con un tamiz de 10 mallas/pulg² un día antes de su aplicación. El total de harina que se utilizó durante todo el ensayo fue de 163.44 gramos.

Harina de hojas de "hierbabuena"

La "hierbabuena" se obtuvo en el mercado de Santa Ana. La cantidad que se utilizó fue de 20 rollos (equivalente a 300 g

en peso fresco), las hojas se secaron con luz solar indirecta por un periodo de 7 días. Se molieron en un molino con un tamiz de 10 mallas/pulg² un día antes de su aplicación y se utilizó la misma cantidad en gramos que la anterior.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el montaje del ensayo se utilizaron 108 lb de "arroz" en granza de la variedad CENTA A-5. Se tomó una muestra de 250 g para conocerle la humedad, con un aparato determinador de humedad "Steinlite". El "arroz" se distribuyó en 54 recipientes plásticos con capacidad de 5 lb, colocándose a cada uno 2 lb de "arroz" que fueron pesadas en una báscula electrónica.

Luego se procedió a infestar el grano con los "gorgojos" que anteriormente se habían sexado, colocándose 6 parejas por libra de "arroz" en cada recipiente, lo que hizo un total de 12 parejas. Posteriormente se taparon con su respectiva tapadera de rosca, la que permitió que hubiera cierta circulación de aire y así evitar la muerte por asfixia y la fuga de especímenes.

Antes de aplicar las harinas y el insecticida químico "actellic 2%", se hizo un muestreo en cada recipiente para conocer el grado de daño inicial producido por el "gorgojo".

La aplicación de los tratamientos se hizo 19 días después

de la infestación al grano, para asegurar la reproducción entre ellos y tratar de controlar la mayor parte de fases de su ciclo de vida, especialmente el estadio larval y adulto que son las fases biológicas donde se alimenta vorazmente de los granos almacenados, causando un mayor daño.

Las harinas se aplicaron utilizando el método de "sandwich", que consistió en esparcir una capa de harina vegetal (polvo) antes y después de cada libra de "arroz". Este método se utilizó para cada uno de los tratamientos, igual al aplicar el insecticida químico.

De los 54 recipientes conteniendo 2 lb de "arroz" se utilizaron nueve por tratamiento siendo éstos los siguientes: harina de semilla de "mamey" (T_1) y de "nim" (T_2), de fruto de "chile picante" (T_3) y hojas de "hierbabuena" (T_4); de éstos nueve recipientes para cada uno de los tratamientos, se usaron tres concentraciones: 1%, 2% y 3% respectivamente proporcional al peso de "arroz" en granza (FIGURA 2).

Para el insecticida químico "actellic 2%" (T_5) se utilizaron nueve recipientes a una misma concentración del 2% y para el testigo absoluto (T_6) también fueron nueve recipientes sin ningún aditivo (FIGURA 2).

El ensayo tuvo una duración de 6 meses, en el cual se realizaron muestreos en cada uno de los recipientes, utilizando el instrumento de muestreo "sonda bastón con compartimiento".

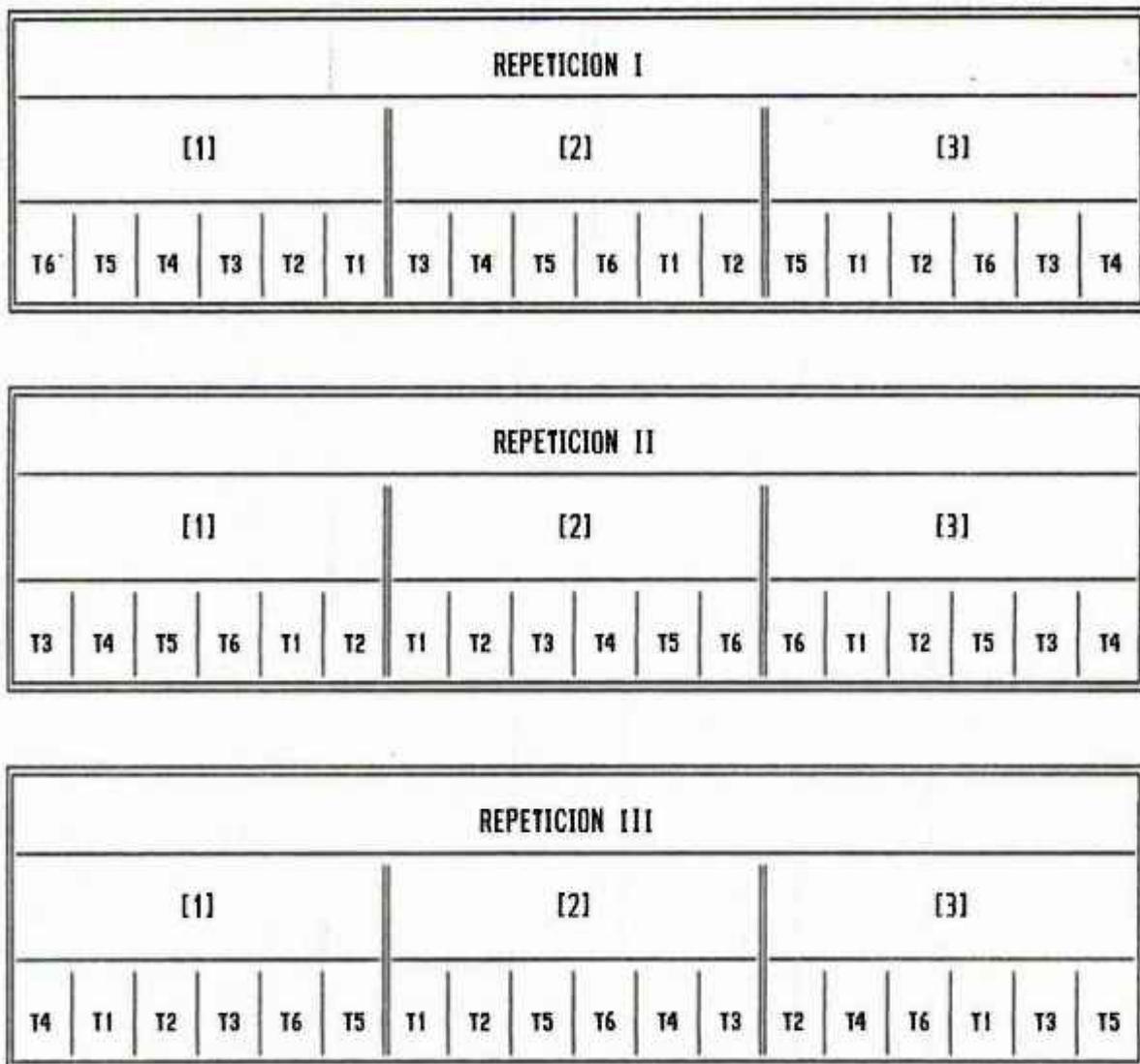


FIGURA 2. Plano de trabajo distribuido en un diseño completamente al azar.

[1%] : (9.08 g/2 lb)

[2%] : (18.16 g/2 lb)

[3%] : (27.24 g/2 lb)

- T1 : Harina de semilla de "naney"
 T2 : Harina de semilla de "nim"
 T3 : Harina de fruto de "chile picante"
 T4 : Harina de hojas de "hierbabuena"
 T5 : Insecticida químico "actellic 2%"
 T6 : Testigo absoluto

Según Arias, (1993) comunicación personal^e, las muestras a tomar deben ser de 20 g, ya que este es el parámetro que se toma en CENTA para este tipo de trabajos. Durante los primeros dos meses del ensayo los muestreos se realizaron cada quince días y a partir del tercero al sexto mensualmente. Los resultados obtenidos se anotaron en una hoja de datos (ANEXO I). Los recipientes utilizados se colocaron en un mueble de tres compartimientos distribuyendo los tratamientos en un diseño completamente al azar.

Las variables de temperatura ambiente y humedad relativa se tomaron durante todo el ensayo utilizando un "higrotermógrafo" para conocer las condiciones climáticas que prevalecerían durante el desarrollo de la experiencia.

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Con el propósito de conocer la efectividad de los tratamientos y concentraciones, se utilizó el diseño completamente al azar con seis tratamientos, tres concentraciones y tres repeticiones.

Para establecer diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA).

^e Tec. Agr. Arias, Carlos. Jefe de Sección de Laboratorio de Control de Calidad de Granos y Semillas. (CENTA).

Para esto se tomaron los siguientes cálculos:

A) Factor de Corrección (FC)

$$FC = (\sum X)^2 / rn$$

B) Cálculo de SC Total

$$SC \text{ Total} = \sum (X)^2 - FC$$

C) Cálculo de Cuadrados y Cuadrados Medios

C.1) Para Tratamientos

$$SC \text{ Tratamientos} = \sum (X)^2 / r - FC$$

C.2) Para Bloques

$$SC \text{ Bloques} = \sum (X)^2 / n - FC$$

C.3) Para Error

$$SC \text{ Error} = SC \text{ Total} - SC \text{ Tratamientos} - SC \text{ Bloques};$$

D) Cálculo de F en bloques y tratamientos

$$F \text{ Bloques} = CM \text{ Bloques} / CM \text{ Error}$$

$$F \text{ Tratamientos} = CM \text{ Tratamientos} / CM \text{ Error}$$

Para la aplicación del modelo estadístico se trabajó con un valor de $F = 2.45$ obtenido de 41 grados de libertad para el denominador y 5 grados de libertad para el numerador a un punto de 5% de probabilidad para la distribución de F (Little & Hills, 1976).

E) Para el análisis de varianza se elaboró un cuadro para el diseño Completamente al Azar, como el siguiente:

Fuente de Variación	Grados de Libertad (g)	Suma de Cuadrado (SC)	Cuadrados Medios (CM)	F Experimental.	F Tablas 5%:
Tratamientos	5				2.45
Error	41				
Total	46				

F) Para determinar los diferentes niveles de significación en los tratamientos utilizados, se aplicó la Diferencia Significativa Mínima (DMS) para ordenar de mayor a menor la efectividad de los tratamientos, utilizando un valor de = 2.571 encontrado en la tabla de "t" de Student para 5 grados de libertad y un $\alpha = 0.05$ de probabilidad. Utilizando la siguiente fórmula.

$$DMS = 2.571 \sqrt{2(CME)/r}$$

G) Cálculo de Regresión Lineal Simple.

Se utilizó como variable independiente las fechas de cada muestreo realizado de los tratamientos de harinas de "mamey", "nim", "chile picante" y "hierbabuena". Y como variable dependiente el número de granos dañados. Se pretendió expresar la relación entre el tiempo de almacenamiento y el daño producido por el "gorgojo" en la forma de la ecuación: $Y = a + bx$; donde:

Y = Daño ocasionado por el "gorgojo"

x = Tiempo de almacenamiento

a = Intercepto

b = Coeficiente de regresión.

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LABORATORIO

IDENTIFICACION DE LA PLAGA EN ESTUDIO

Las características morfológicas externas evaluadas para separar las especies fueron: color del espécimen, longitud total, manchas en élitros, etc. Siendo en su morfología interna las forma de las estructuras genitales (edeago) en el macho y del esclerito en forma de "Y" en las hembras, las que determinaron la especie S. oryzae del "gorgojo del arroz" (CUADRO 1 Y ANEXO II).

SEPARACION POR SEXO DEL Sitophilus oryzae.

Para la separación por sexo la forma terminal del abdomen curvo en los machos y más o menos recto en las hembras fueron las características que determinaron la diferencia en el sexo (CUADRO 2 y FIGURA 3-4).

EFFECTIVIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A LAS CONCENTRACIONES 1%, 2% y 3% COMO CONTROLADORES DEL "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae).

Durante todo el ensayo los valores de temperatura y humedad relativa ambiental oscilaron entre 22-26.5 °C y 68-74% respectivamente (CUADRO 3).

Después de la aplicación de los tratamientos, y

realizados los muestreos en el periodo de almacenamiento, se observó que el insecticida químico "actellic 2%", como era de esperarse, resultó efectivo en el control de la plaga, ya que el número de granos dañados se mantuvo constante comparado con el daño inicial (CUADROS 4-5-6).

En el tratamiento con harina de "mamey", se pudo observar que a la concentración 1% y 2% a medida que el tiempo de almacenamiento transcurrió el daño se fue incrementando, no así en la concentración 3% en la que el daño se mantuvo constante durante todo el periodo de almacenamiento (CUADROS 4-5-6 y FIGURA 5).

La harina de semilla de "nim", resultó efectiva en control de la plaga en las tres diferentes concentraciones: 1%, 2% y 3%, ya que el número de granos dañados se mantuvo constante, observándose que a las concentraciones 2% y 3% ofrecieron un mejor control, con similares resultados en el número de granos dañados (CUADROS 4-5-6).

La harina del fruto de "chile picante" y de hojas de "hierbabuena", tuvieron una acción similar. El número de granos dañados aumentó a medida que se realizaron los muestreos (CUADROS 4-5-6).

Al comparar cada uno de los tratamientos: "mamey", "nim", "chile picante" y "hierbabuena" con el testigo, se observó que el daño en presencia de aquellos fue menor en comparación con éste; pero, al compararlo con el químico "actellic 2%", el

tratamiento que produjo un control similar fue el de "nim" (CUADROS 4-5-6).

El tratamiento más efectivo de las harinas vegetales, a las concentraciones 1% y 2%, fue el realizado con el "nim", y a la concentración 3%, el "nim" seguido por el de "mamey" (CUADROS 4-5-6).

4.2. RESULTADOS ESTADISTICOS

EFFECTIVIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A LAS CONCENTRACIONES 1%, 2% Y 3% COMO CONTROLADORES DEL "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae)

De acuerdo a la CUADRO 7, a la concentración 1% el tratamiento con insecticida químico "actellic 2%", fue mejor que el "chile picante", "mamey" y "hierbabuena", con significación estadística de 5% de probabilidad, pero igual al tratamiento con "nim" ($F_{\text{experimental}} = 31.32 > F_{\text{tablas}} = 2.45$).

Los tratamientos "nim", "mamey", "chile picante" y "hierbabuena" resultaron efectivos en el control del "gorgojo" en comparación con el testigo. La diferencia entre medias de los tratamientos "nim", "chile picante", "mamey" y "hierbabuena" son mayores que la diferencia significativa mínima ($DMS=4.74$) en comparación con la del testigo (CUADRO 8)

En la concentración 2%, el efecto producido por el tratamiento con harina de "nim" y el insecticida químico

"actellic 2%" son similares, pero son mejores en cuanto a efectividad a los tratamientos con "mamey", "chile picante" y "hierbabuena" con una probabilidad del 5% ($F_{\text{experimental}} = 18.76 > F_{\text{tablas}} = 2.45$) (CUADRO 9). La diferencia entre medias de los tratamientos "nim", insecticida químico "actellic 2%" y "mamey", "chile picante" y "hierbabuena" son mayores que la diferencia significativa mínima ($DMS = 5.49$). A esta concentración los tratamientos con harinas vegetales resultaron efectivas en comparación al testigo (CUADRO 10).

A la concentración 3%, los tratamientos con harinas de "nim" y "mamey" resultaron con igual efectividad al insecticida químico, pero éstos resultaron más efectivos que los tratamientos con harinas vegetales de "hierbabuena" y "chile picante" ($F_{\text{experimental}} = 33.84 > F_{\text{tablas}} = 2.45$). Las diferencias entre medias de los tratamientos "mamey", "nim" e insecticida químico "actellic 2%" y "hierbabuena" y "chile picante" son mayores que la diferencia significativa mínima ($DMS = 5.17$). Todos los tratamientos fueron efectivos en comparación al testigo (CUADROS 11 y 12).

INFLUENCIA DEL TIEMPO CON RESPECTO AL NUMERO DE GRANOS DAÑADOS POR EL "gorgojo del arroz".

A la concentración de 1%, los resultados comparados bajo el análisis de regresión a través del tiempo de almacenamiento para el tratamiento con insecticida químico "actellic 2%"

indicaron, que el incremento en el número de granos dañados fue de 0.066 al realizar cada muestreo lo que indicó su efectividad ya que el número de granos dañados se mantuvo más o menos constante ($Y = 12.177 + 0.066 X$) (FIGURA 8).

De todos los tratamientos con harinas vegetales aplicados, el "nim", fue el que tuvo similar efectividad al insecticida químico "actellic 2%", su variación en el número de granos dañados fue de 0.483 a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento ($Y = 15.622 + 0.483 X$) (FIGURA 6-8).

Los tratamientos con harinas de "mamey", "chile picante" y "hierbabuena", tuvieron un comportamiento similar al testigo, ya que a medida que el tiempo de almacenamiento transcurrió el daño causado por el "gorgojo" se incrementó ("mamey": $Y = 10.822 + 3.516 X$; "chile picante": $Y = 11.444 + 2.416 X$; "hierbabuena": $Y = 15.488 + 2.6 X$; testigo: $Y = 16.488 + 3.6 X$) (FIGURA 6-7-8).

A la concentración 2%, los mejores tratamientos fueron: insecticida químico "actellic 2%" y "nim", su variación en el número de granos dañados fue de 0.15 y 0.45 respectivamente, lo que indicó que el daño inicial se mantuvo más o menos constante, demostrando su efectividad (insecticida químico: "actellic 2%" $Y = 12.733 + 0.15 X$ y "nim": $Y = 13.2 + 0.45 X$) (FIGURA 9-11)

Los tratamientos "mamey", "chile picante" y "hierbabuena" no resultaron efectivos en el control del "gorgojo del arroz",

el número de granos dañados se incrementó en 3.5, 2.6 y 3.466 respectivamente para cada tratamiento al transcurrir el tiempo de almacenamiento ("mamey": $Y = 6.555 + 3.5 X$, "chile picante": $Y = 10.377 + 2.6 X$ y "hierbabuena": $Y = 7.466 + 3.466 X$) (FIGURA 9-10).

A la concentración 3% los tratamientos de "chile picante" y "hierbabuena" no fueron efectivos, el número de granos dañados se incrementó en el periodo de almacenamiento en 3.016 y 1.666 respectivamente ("chile picante": $Y = 8.044 + 3.016X$ y "hierbabuena": $Y = 13 + 1.666X$) (FIGURA 13). A ésta misma concentración los tratamientos con "nim", "mamey" y "actellic 2%" mostraron una variación de 0.083, 0.133 y -0.2 respectivamente por lo que el número de granos dañados se mantuvo constante con el transcurso del tiempo de almacenamiento, demostrando su efectividad en el control del "gorgojo del arroz" ("nim": $Y = 16.866 + 3.866 X$; "mamey": $Y = 13.8 + 0.133 X$; "actellic 2%": $Y = 13.688 - 0.2 X$) (FIGURA 12-14).

EFFECTIVIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A LAS CONCENTRACIONES 1%, 2% y 3%.

En los tratamientos con harinas vegetales de "mamey", "nim" y "hierbabuena" al comparar la efectividad de las tres concentraciones para cada tratamiento bajo un análisis de regresión se pudo observar una variación en el número de

granos dañados de -47.5, -19 y -27.5 para cada concentración respectivamente, lo que indicó que a mayor concentración menor número de granos dañados, siendo la concentración 3% la más efectiva ("mamey": $Y = 262 - 47.5 X$; "nim": $Y = 161.666 - 19 X$ y "hierbabuena": $Y = 243.333 - 27.5 X$) (FIGURA 15).

El tratamiento con "chile picante" mostró una variación de -4.5 entre una concentración y otra por lo que la diferencia entre ellas fue mínima con respecto al número de granos dañados ($Y = 183.666 - 4.5 X$) (FIGURA 15).

CUADRO 1.

Características evaluadas para separar las especies:
Sitophilus oryzae y Sitophilus zeamais

Lugar de Colecta	Fecha de Colecta	No. de Muestra	Color del Especimen	Longitud Total ($\bar{X} \pm \bar{S}_x$)	No. de Segmentos Antenales	Manchas en Elitros		No. de Segmentos del Abdomen	Forma de Esclerito Basal ♀	Forma de Edesago ♂	Especie	Total de "grupos"	
						Color	Forma					Hembras	Machos
Candelaria			Anaranjado	3.52 ±		Ovaladas			Forma de "Y"	Con Surco	<u>Sitophilus</u>		
Santa Ana.	26/Mayo/93	15	Rojizo	0.12 mm	7	Anaranjado	Alargadas	7	Puntas Agudas	Longitudinal	<u>zeamais</u>	8	7
Cuzcatlan.			Anaranjado	3.36 ±			Ovaladas		Forma de "Y"		<u>Sitophilus</u>		
San Salvador	5/Junio/93	15	Rojizo	0.29 mm	7	Anaranjado	Alargadas	7	Puntas Romas	Liso	<u>oryzae</u>	9	6
Santa Ana.			Anaranjado	3.50 ±			Ovaladas		Forma de "Y"	Con Surco	<u>Sitophilus</u>		
Santa Ana.	12/Junio/93	15	Rojizo	0.13 mm	7	Anaranjado	Alargadas	7	Puntas Agudas	Longitudinal	<u>zeamais</u>	7	8

CUADRO 2. Características evaluadas para separar sexo en *Sitophilus oryzae*
 (* Tomados de la muestra colectada el 5 de Junio de 1993
 en Cuzcatlán, San Salvador).

Aspecto	Longitud Total ($\bar{X} \pm \bar{S}_x$)	Medidas del Abdomen ($\bar{X} \pm \bar{S}_x$)		Longitud de la Trompa ($\bar{X} \pm \bar{S}_x$)	Rugosidad de la Trompa	Forma Terminal del Abdomen	Número de Especímenes
		Ancho	Largo				
Hembra	3.48 ±	0.96 ±	1.33 ±	0.77 ±	No fue	Más o Menos Recto	13
Macho	3.26 ±	0.80 ±	1.52 ±	0.71 ±	No fue	Curvo	17
* Total de especímenes evaluados							30

CUADRO 3. Valores de temperatura y humedad relativa ambiental, tomadas durante el período de la investigación. CENTA, San Andres, La Libertad, Julio/93-Diciembre/93.

Fecha de Muestreo	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
15/Julio/93	26.5	68
30/Julio/93	26.0	74
15/Agosto/93	24.0	71
30/Agosto/93	24.0	72
30/Septiembre/93	25.0	69
30/Octubre/93	24.0	74
30/Noviembre/93	22.0	70
30/Diciembre/93	24.0	70
Promedio (\bar{X})	24.4	71

CUADRO 4. Resultados de granos dañados por *Sitophilus oryzae* en muestras de 20 g después de aplicadas las harinas vegetales al 1% CENTA, San Andrés, La Libertad Julio/93-Diciembre/93.

Tratamiento	Fecha de Muestras										Total	\bar{X}	\bar{S}_x
	0	1	2	3	4	5	6	7	8				
	30-6-93	15-7-93	30-7-93	15-8-93	30-8-93	30-9-93	30-10-93	30-11-93	30-12-93				
T1: "mamey"	13	16	17	20	23	26	30	37	42		211	26.38	± 9.40
T2: "nim"	12	17	19	18	16	16	18	19	18		146	18.25	± 0.71
T3: "chile picante"	11	14	16	19	21	24	27	28	30		179	22.38	± 5.83
T4: "hierbabuena"	13	19	21	25	28	28	30	32	37		220	27.5	± 5.83
T5: "actelico 2%"	12	12	12	13	13	12	13	13	12		100	12.5	± 0.53
T6: Testigo	13	22	26	28	31	35	39	41	44		265	33.13	± 7.92
Total	74	100	110	123	134	144	157	170	183		1121		

CUADRO 5. Resultados de granos dañados por *Sitophilus oryzae* en muestras de 20 g., después de aplicarlas las harinas vegetales al 2% . CENTA San Andrés, La Libertad, Julio/93-Diciembre/93.

Tratamiento	Fecha de Muestreo								Total	\bar{X}	\bar{S}_x
	0	1	2	3	4	5	6	7			
	30-6-93	15-7-93	30-7-93	15-8-93	30-8-93	30-9-93	30-10-93	30-11-93	30-12-93		
T1: "roamey"	11	11	11	15	19	21	26	33	38	174	21.75 ± 9.95
T2: "nim"	13	13	14	14	13	14	17	16	16	117	14.63 ± 1.51
T3: "chile picante"	12	15	15	16	19	22	25	29	34	175	21.88 ± 7.02
T4: "hierbabuena"	12	12	14	16	16	21	27	35	39	180	22.5 ± 10.13
T5: "actellic 2%"	11	13	15	14	13	13	14	13	14	109	13.63 ± 0.74
T6: Testigo	12	19	23	28	30	32	35	40	47	254	31.75 ± 9.0
Total	71	83	92	103	110	123	144	166	188	1009	

CUADRO 6. Resultados de granos dañados por *Sitophilus oryzae* en muestras de 20 g. después de aplicadas las harinas vegetales al 3% . CENTA San Andrés, La Libertad Julio/93-Diciembre/93.

Tratamiento	Fecha de Muestreo								Total	\bar{X}	$\bar{S} \times$
	0	1	2	3	4	5	6	7			
	30-6-93	15-7-93	30-7-93	15-8-93	30-8-93	30-9-93	30-10-93	30-11-93	30-12-93		
T1: "maney"	13	15	14	14	15	13	16	14	15	116	14.5 ± 0.93
T2: "nim"	12	14	13	13	14	14	13	14	13	108	13.5 ± 0.93
T3: "chile picante"	11	12	12	14	20	23	25	30	34	170	21.25 ± 8.29
T4: "hierbabuena"	12	15	17	19	19	21	23	25	26	165	20.83 ± 3.85
T5: "actelhc 2 ^{na} "	13	12	15	13	14	13	14	10	12	103	12.88 ± 1.55
T6: Testigo	13	21	25	31	35	38	40	42	46	278	34.75 ± 8.58
Total	74	89	96	104	117	122	131	135	146	940	

CUADRO 7. Valores de F calculada para establecer diferencias entre tratamientos al 1%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93-Diciembre/93.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Exp.	F Tabla 5%
Tratamientos	5	2132.86	426.57	31.32**	2.45
Error	41	558.31	13.62		
Total	46				

** Altamente significativa

CUADRO 8. Tabla de doble entrada de Diferencia Significativa mínima (DMS) en tratamientos al 1%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93-Diciembre/93.

	T6 33.13	T4 27.5	T1 26.38	T3 22.38	T2 18.25	T5 12.5
T5= 12.5	20.63*	15*	13.88*	9.88*	5.75*	0
T2= 18.25	14.88*	9.25*	8.13*	4.13 ^{NS}	0	
T3= 22.38	10.75*	5.12*	4.0 ^{NS}	0		
T1= 26.38	6.75*	1.12 ^{NS}	0			
T4= 27.5	5.63*	0				
T6= 33.13	0					
						DMS = 4.74

*/ Indica que las medias dentro del poligono son significativas.

NS/ Indica que las diferencias de medias fuera del poligono son No significativas.

CUADRO 9. Valores de F calculada para establecer diferencias entre tratamientos al 2%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93-Diciembre/93.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Exp.	F Tabla 5%
Tratamientos	5	1713.36	342.67	18.76**	2.45
Error	41	749.14	18.27		
Total	46				

** Altamente significativa

CUADRO 10. Tabla de doble entrada de Diferencia Significativa Mínima (DMS) en tratamientos al 2%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93-Diciembre/93.

	T6	T4	T1	T3	T2	T5
	31.75	22.5	21.88	21.75	14.63	13.63
T5= 13.63	18.12*	8.87*	8.25*	8.12*	1.0 ^{NS}	0
T2= 14.63	17.12*	7.87*	7.25*	7.12*	0	
T3= 21.75	10.0*	0.75 ^{NS}	0.13 ^{NS}	0		
T1= 21.88	9.87*	0.62 ^{NS}	0			
T4= 22.5	9.25*	0				
T6= 31.75	0					
						DMS = 5.49

*/ Indica que las medias dentro del polígono son significativas.

NS/ Indica que las diferencias de medias fuera del polígono son No significativas.

CUADRO 11. Valores de F calculada para establecer diferencias entre tratamientos al 3%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93-Diciembre/93.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Exp.	F Tabla 5%
Tratamientos	5	2733.92	546.78	33.84**	2.45
Error	41	662.75	16.16		
Total	46				

** Altamente significativa

CUADRO 12. Tabla de doble entrada de Diferencia Significativa Mínima (DMS) en tratamientos al 3%. CENTA, San Andrés, La Libertad. Julio/93-Diciembre/93.

	T6 34.75	T3 21.25	T4 20.63	T1 14.5	T2 13.5	T5 12.88
T5= 12.88	21.87*	8.37*	7.75*	1.62 ^{NS}	0.62 ^{NS}	0
T2= 13.5	21.25*	7.75*	7.13*	1.0 ^{NS}	0	
T1= 14.5	20.25*	6.75*	6.13*	0		
T4= 20.63	14.12*	0.62 ^{NS}	0			
T3= 21.25	13.5*	0				
T6= 34.75	0					DMS = 5.17

*/ Indica que las medias dentro del polígono son significativas.

NS/ Indica que las diferencias de medias fuera del polígono son No significativas.

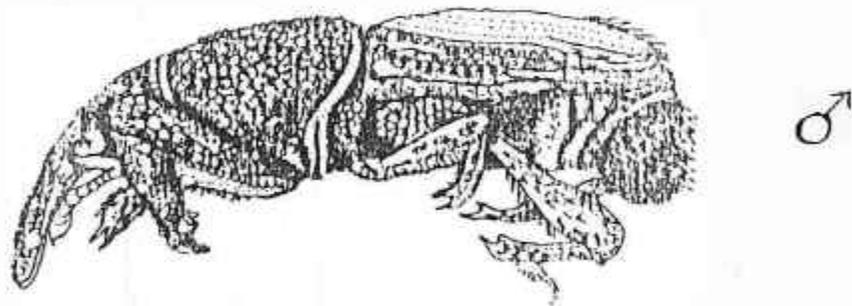
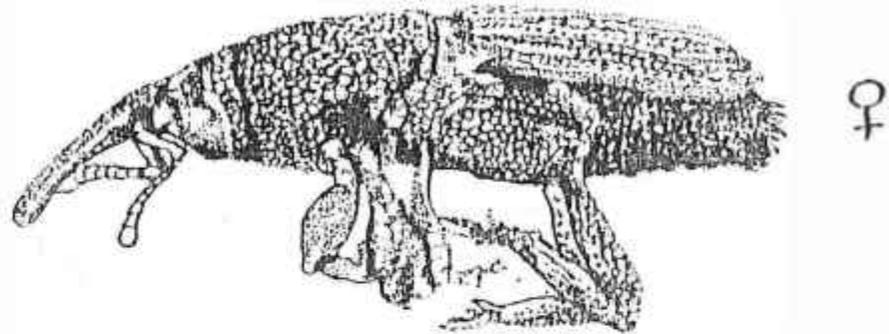


Fig. 3. Características morfológicas externas de ambos sexos en el "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), Aurnento 25 X.

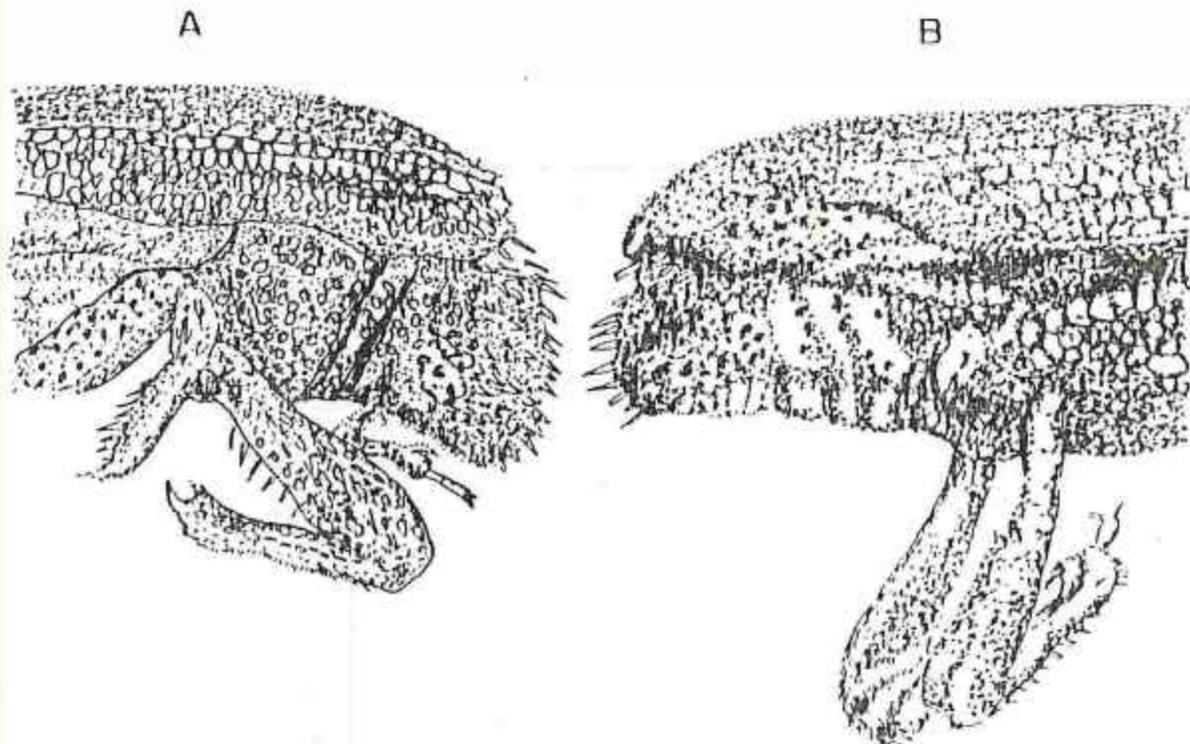


Fig. 4 Características morfológicas externas de la parte terminal del abdomen del "gorgojo" del arroz" (*Sitophilus oryzae*). A. Macho, mostrando abdomen curvo y B. Hembra, con abdomen casi recto. Aumento 38X.

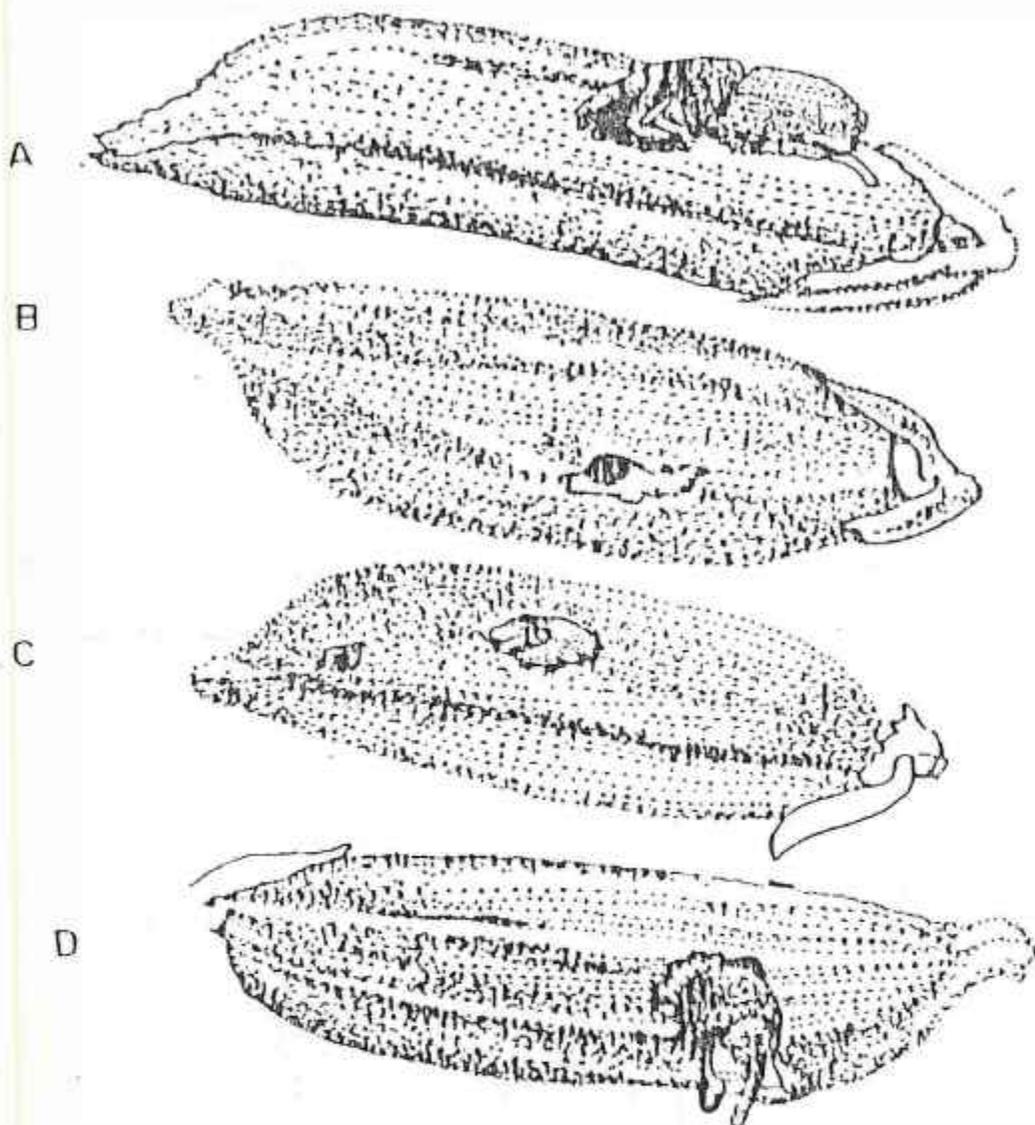
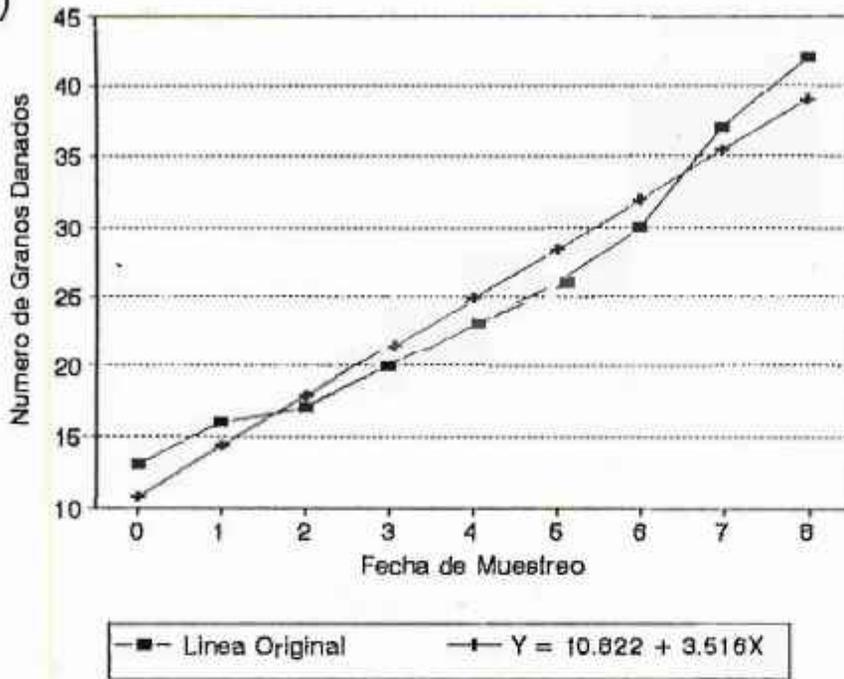


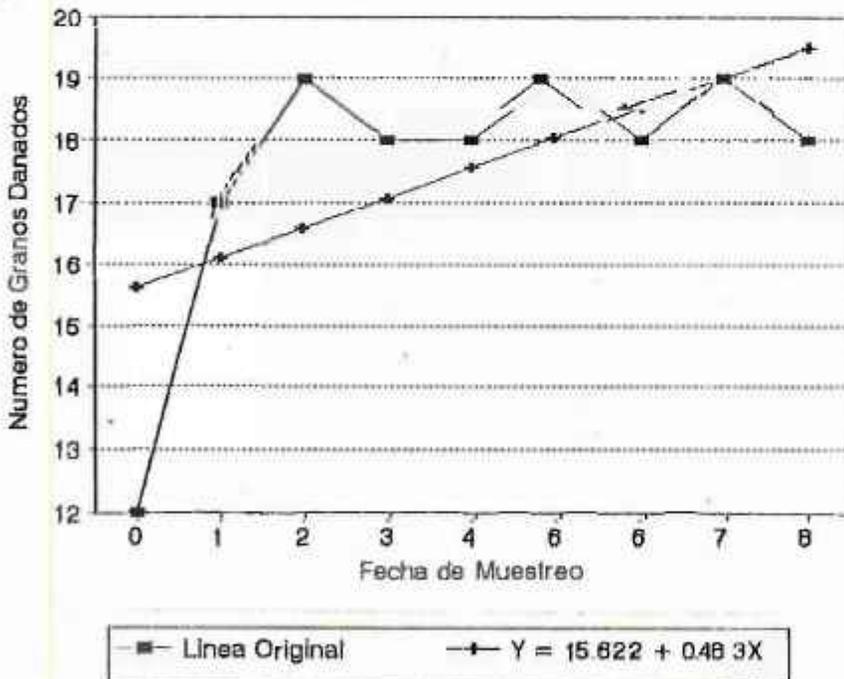
Fig.5 Granos de "arroz" en granza dañados por el "gorgojo del arroz" (*Sitophilus oryzae*). A "gorgojo" perforando el grano; B y C "gorgojo" alimentándose dentro del grano D."gorgojo" saliendo del grano. Aumento 8 X.

A)



Error Std Y = 2.231
 Error Std Coef = 0.288
 $R^2 = 0.955$

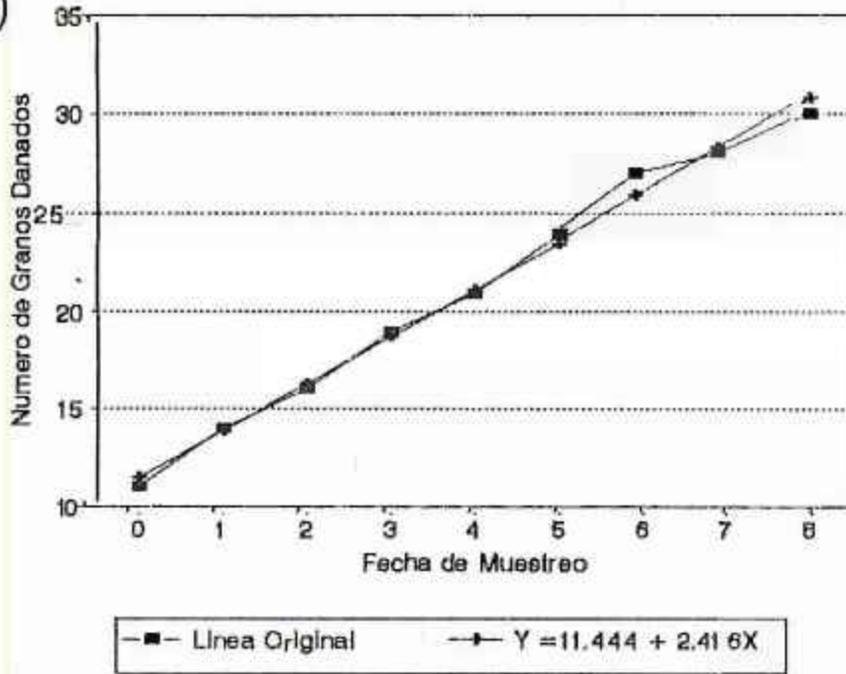
B)



Error Std Y = 1.859
 Error Std Coef = 0.240
 $R^2 = 0.366$

FIGURA 6. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T₁: "mamey" y B) T₂: "nim". al 1%.

A)

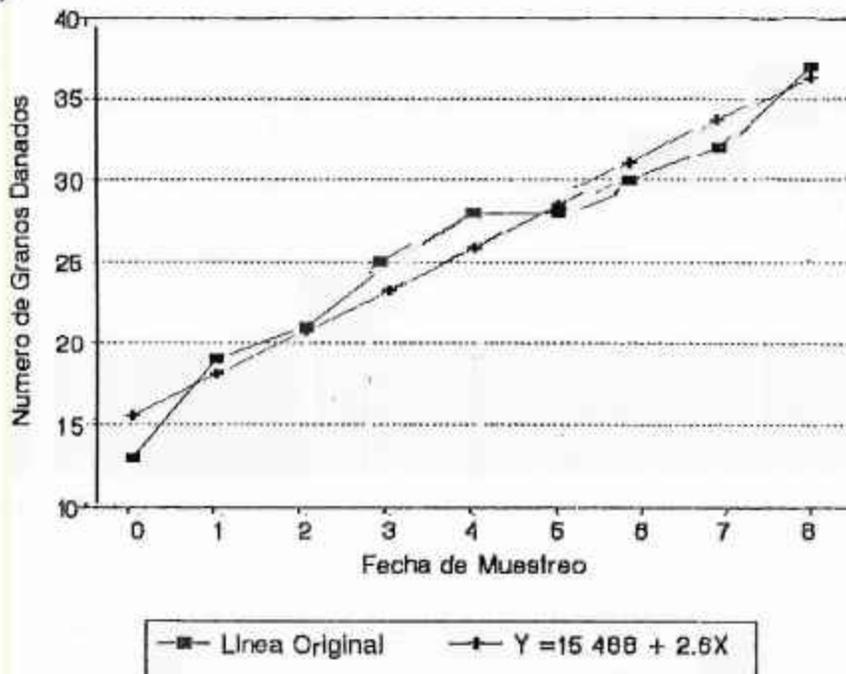


Error Std Y = 0.594

Error Std Coef = 0.076

R² = 0.992

B)

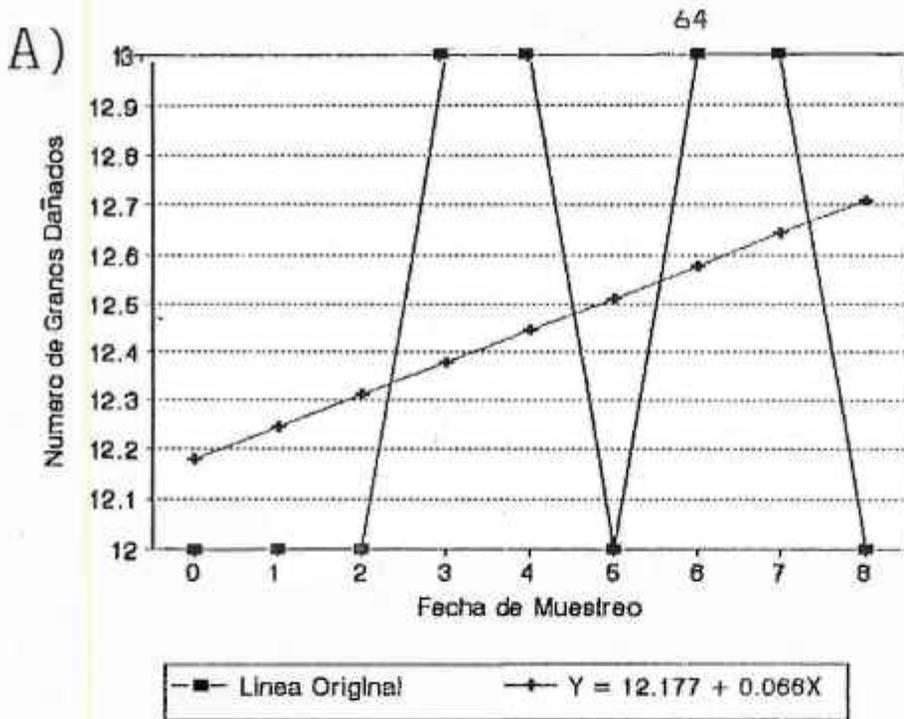


Error Std Y = 1.659

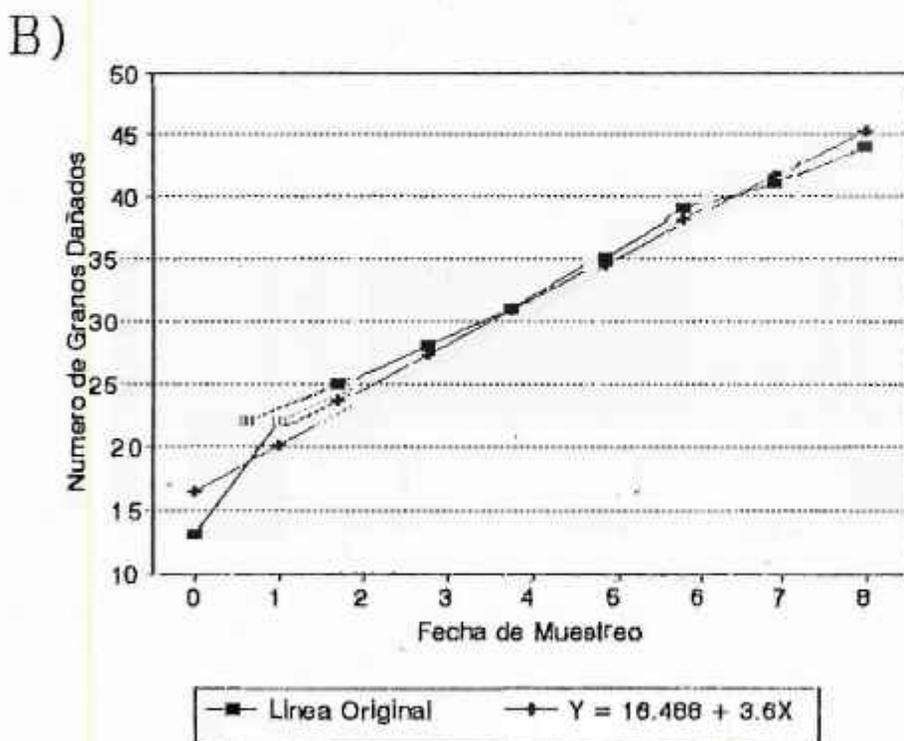
Error Std Coef = 0.214

R^e = 0.954

FIGURA 7. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T3: "chile picante" y B) T4: "hierbabuena" al 1%.



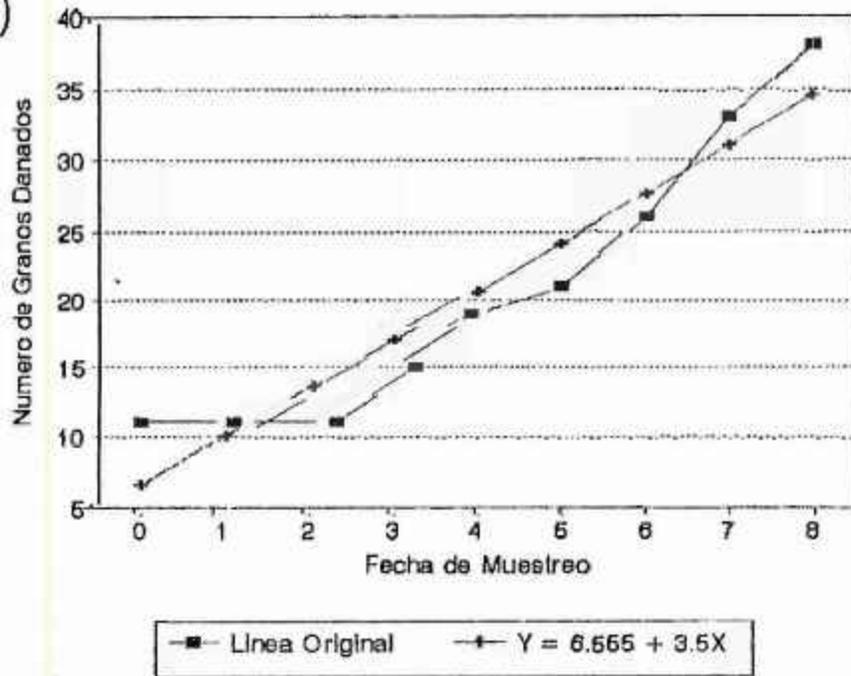
Error Std Y = 0.528
 Error Std Coef = 0.068
 $R^2 = 0.12$



Error Std Y = 1.743
 Error Std Coef = 0.225
 $R^2 = 0.973$

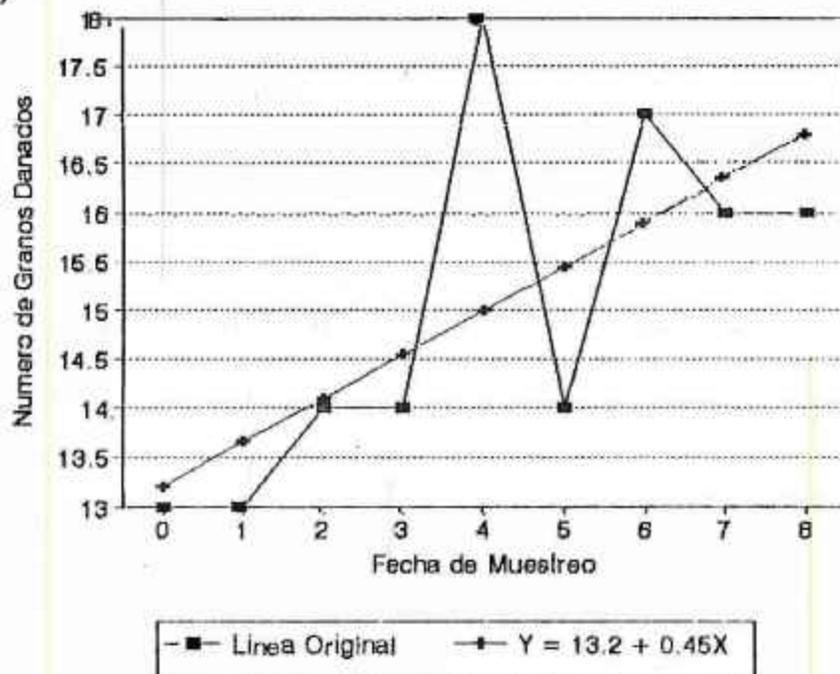
FIGURA 8. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicado el tratamiento A) T₂: "actellic 2%" en relación al B) T₃: Testigo.

A)



Error Std Y = 2.957
 Error Std Coef = 0.381
 R^2 = 0.923

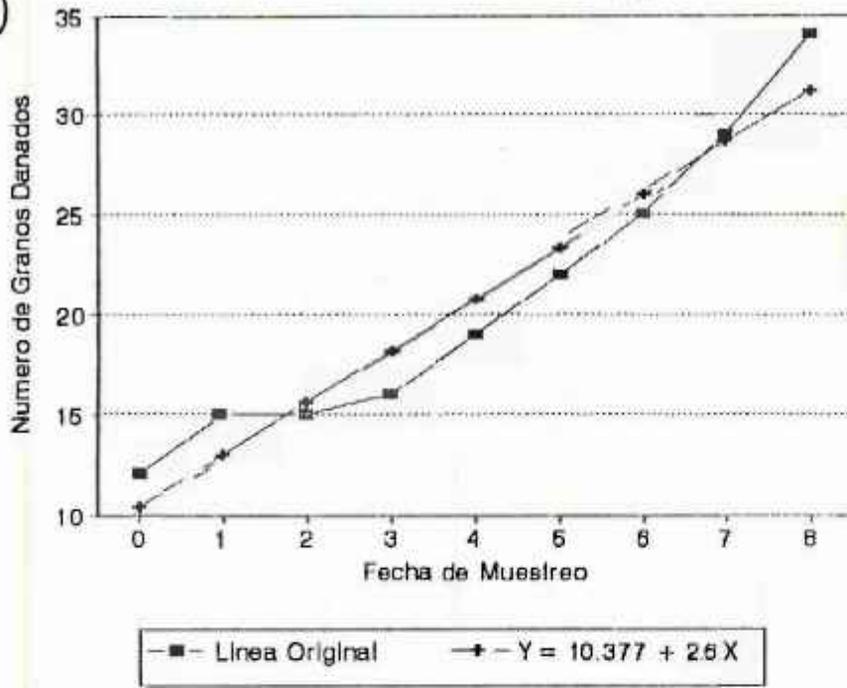
B)



Error Std Y = 1.406
 Error Std Coef = 0.181
 R^2 = 0.467

FIGURA 9. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T1: "mamey" y B) T2: "nim" al 2%.

A)

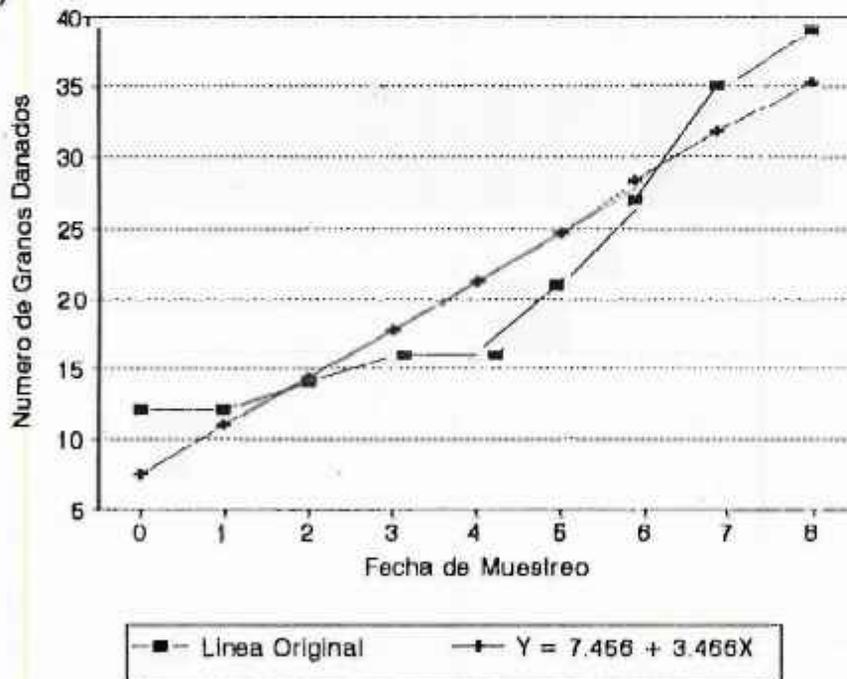


Error Std Y = 1.925

Error Std Coef = 0.248

 $R^2 = 0.939$

B)



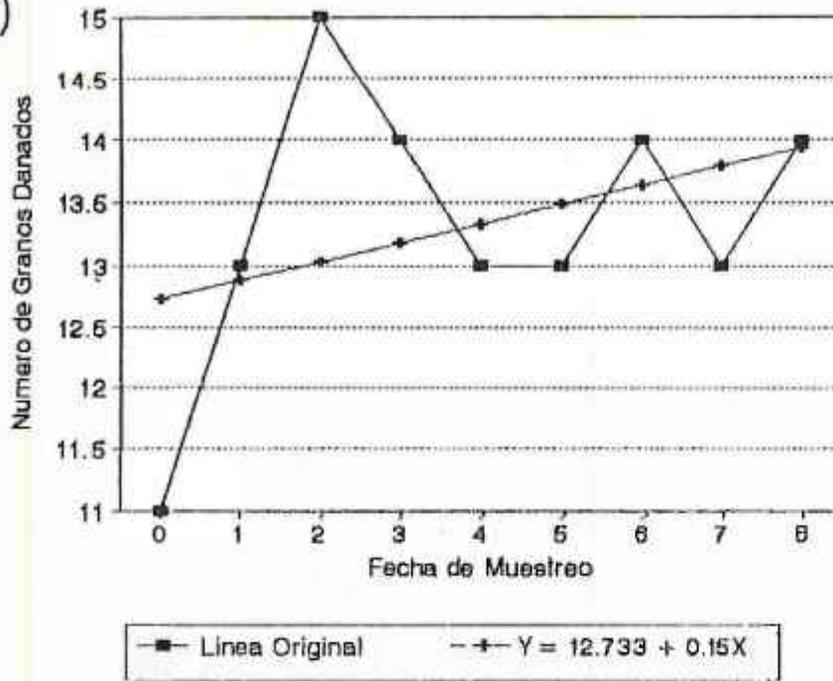
Error Std Y = 3.682

Error Std Coef = 0.475

 $R^2 = 0.883$

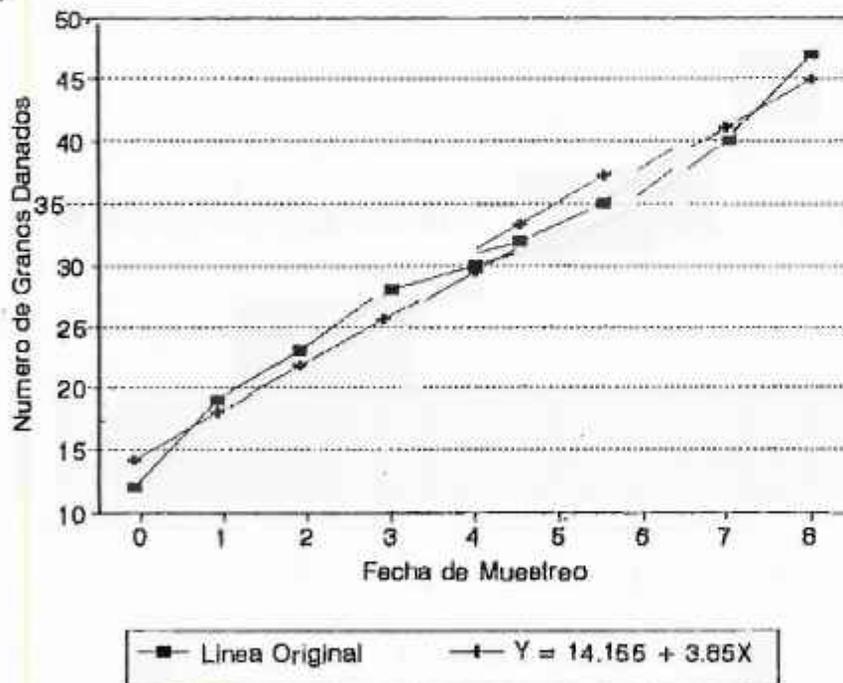
FIGURA 10. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T₃: "chile picante" y B) T₄: "hierbabuena" al 2%.

A)



Error Std Y = 1.111
 Error Std Coef = 0.143
 R² = 0.135

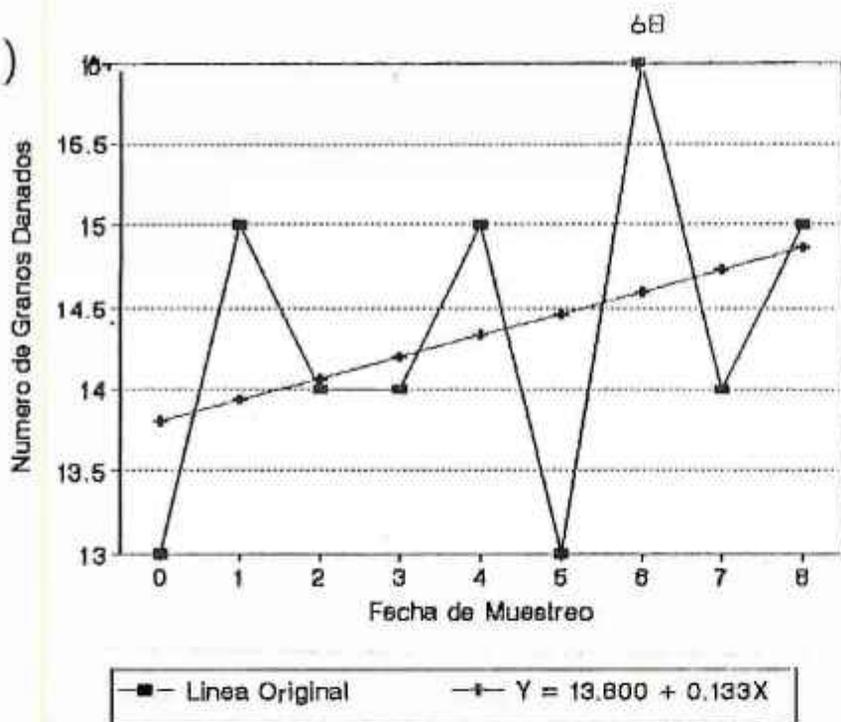
B)



Error Std Y = 1.884
 Error Std Coef = 0.243
 R² = 0.972

FIGURA 11. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicado el tratamiento A) T₂: "actellic 23%" en relación al B) T₁: Testigo.

A)

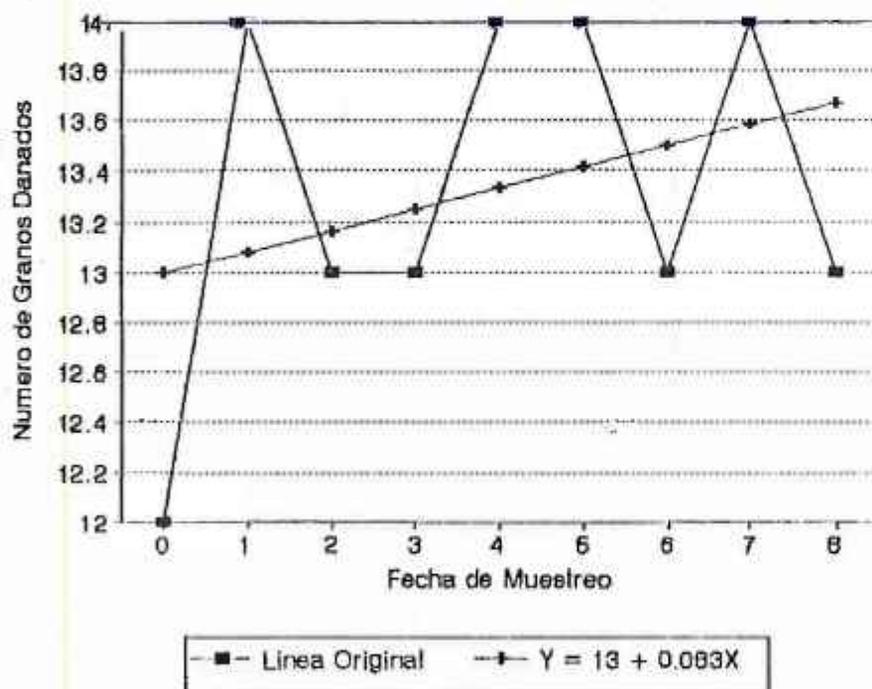


Error Std Y = 0.995

Error Std Coef = 0.128

 $R^2 = 0.133$

B)



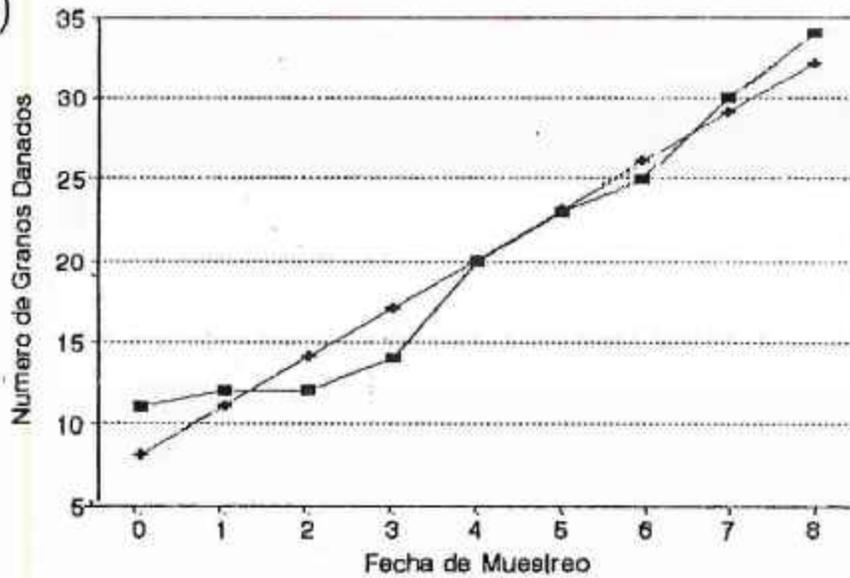
Error Std Y = 0.715

Error Std Coef = 0.092

 $R^2 = 0.184$

FIGURA 12. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T₁: "mamey" y B) T₂: "nim" al 3%.

A)



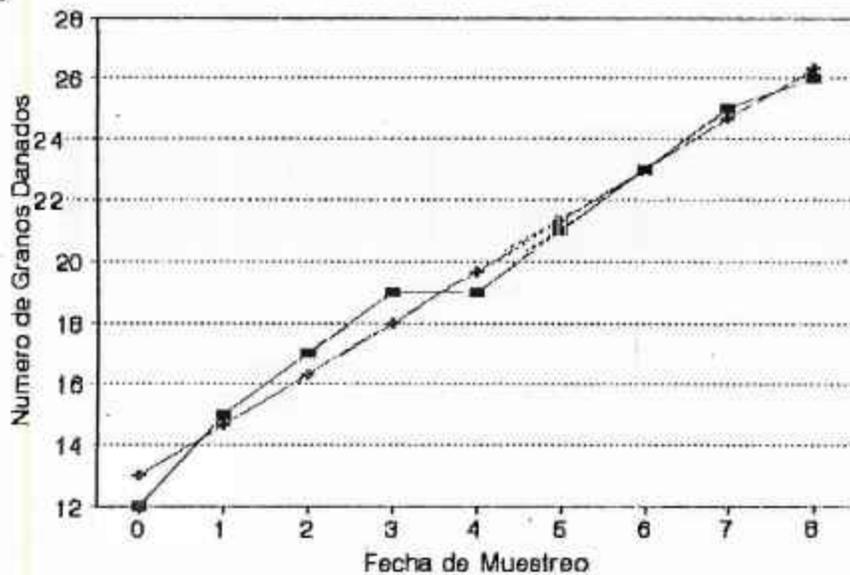
Error Std Y = 2.030

Error Std Coef = 0.262

 $R^2 = 0.949$

—■— Linea Original -◆- $Y = 8.044 + 3.016X$

B)



Error Std Y = 0.690

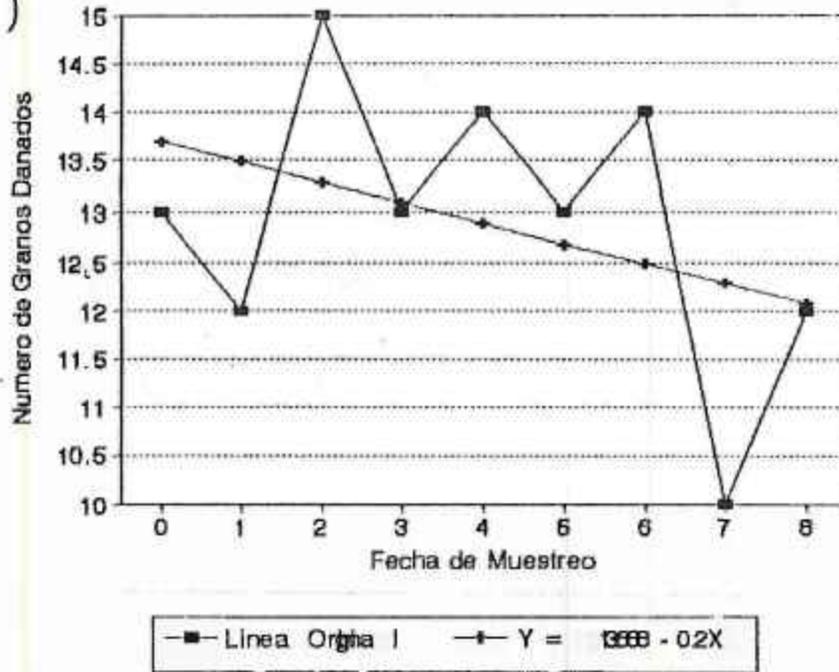
Error Std Coef = 0.089

 $R^2 = 0.980$

—■— Linea Original -◆- $Y = 13 + 1.666X$

FIGURA 13. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T₃: "chile picante" y B) T₄: "hierbabuena" al 3%.

A)



B)

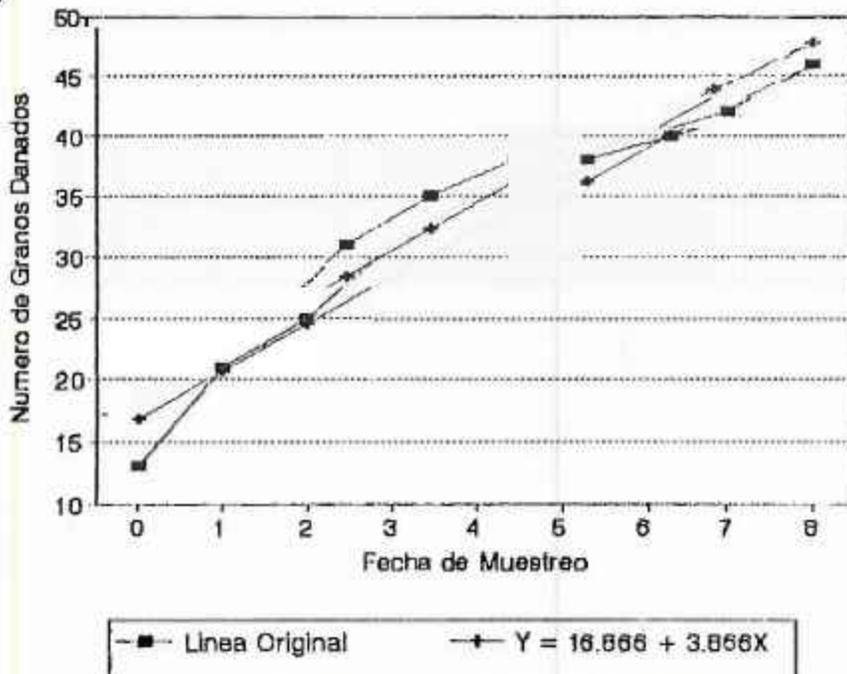


FIGURA 14. Efecto comparativo de los muestreos realizados con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicado el tratamiento A) T₆: "actellic 2%" en relación al B) T₆: Testigo.

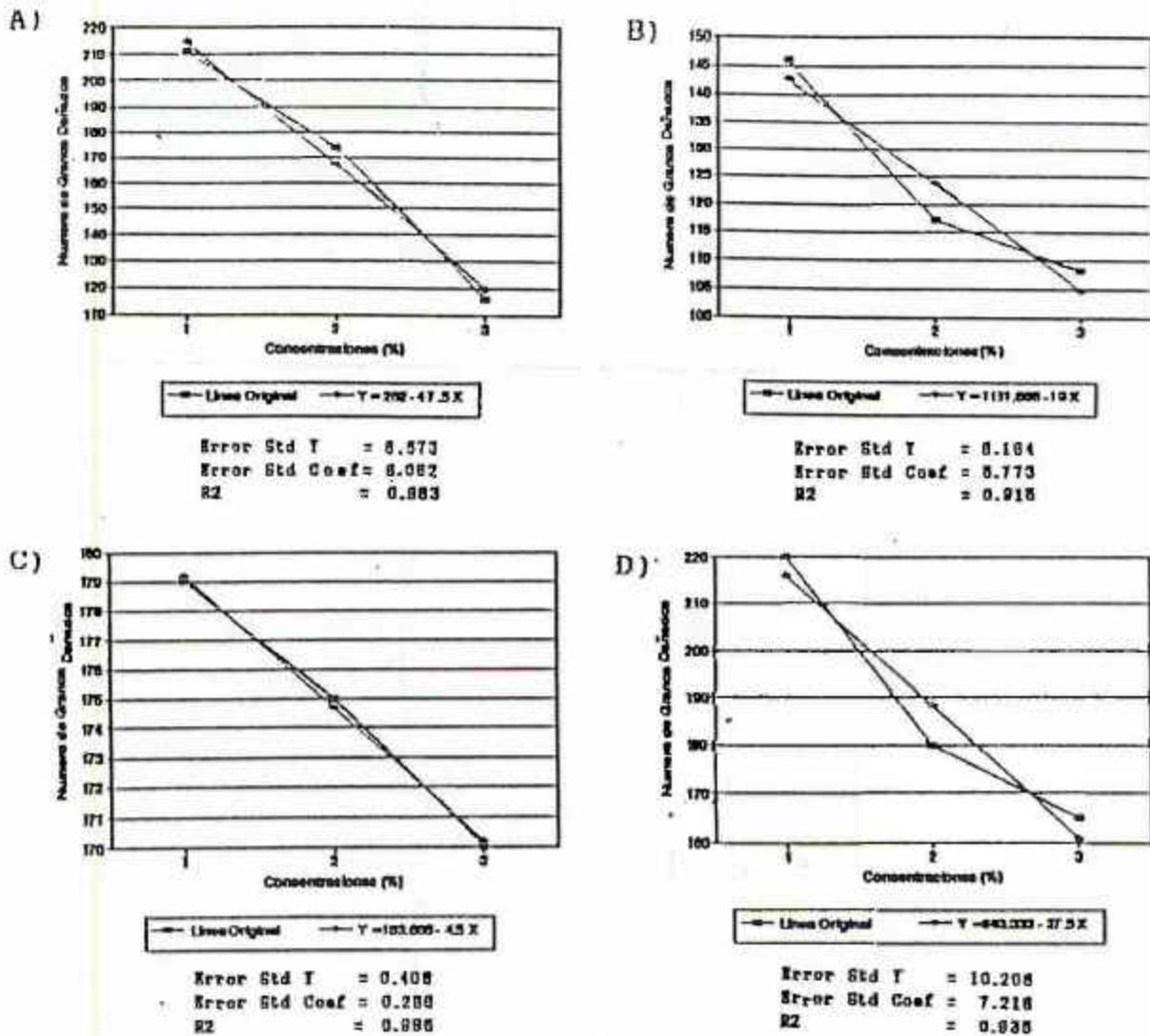


FIGURA 15. Efecto comparativo de las concentraciones 1%, 2% y 3% con respecto a los granos dañados por *Sitophilus oryzae*, luego de aplicados los tratamientos A) T₁: "mamey", B) T₂: "nim", C) T₃: "chile picante y D) T₄: "hierbabuena".

DISCUSION

En este estudio se evaluaron las harinas vegetales de las semillas de "mamey" y "nim", del fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena" para encontrar una alternativa que disminuya el uso de insecticidas quimicos, para el control del "gorgojo del arroz" (Sitophilus oryzae), que es una de las plagas principales que atacan a los granos de "arroz" almacenado en granza.

Es importante mencionar que para iniciar éste ensayo fue necesario identificar la especie del "gorgojo del arroz" (S. oryzae) de la del "gorgojo del maiz" (Sitophilus zeamais) ya que ambas atacan a los granos de "arroz" almacenado en granza y externamente son muy similares. Asi también fue determinante para este tipo de investigación diferenciar el sexo en la plaga.

Al evaluar las características morfológicas externas de ambas especies se determinó que existia una pequeña diferencia en cuanto a tamaño, ya que el S. zeamais es ligeramente más grande que el S. oryzae, pero esta característica no fue determinante para la identificación de las especies, solamente en la morfología interna, en donde al realizar la disección de la genitalia se encontró que en la hembra del S. oryzae el esclerito basal del ovipositor era en forma de "Y" con puntas romas y en S. zeamais también en forma de "Y" pero con puntas

agudas. Así también en los machos existía diferencia al disectar la genitalia, siendo el edeago del S. oryzae liso y de forma cilíndrica y el de S. zeamais con dos surcos longitudinales y ligeramente aplanado.

Lo anterior confirma lo reportado por Halstead (1964), Dell'Orto (1985) y Vélez (1985) quienes mencionan que no existe diferencia determinante en la morfología externa de ambas especies, sólo en la estructura genital.

En la determinación del sexo de S. oryzae, la forma terminal del abdomen marcó la diferencia, observándose curvo en los machos y más o menos recto en las hembras. Esto concuerda lo reportado por Henríquez y Sermeño (1989) en donde para separar por sexo la especie S. zeamais utilizaron esa característica.

En este estudio al evaluar las harinas de las semillas de "mamey" y "nim", fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena" como controladores del "gorgojo del arroz", se pudo determinar que éstas no ejercieron ningún control sobre los estadios de huevo, larva y pupa, ya que no tuvieron ningún contacto con las fases mencionadas por encontrarse protegidas dentro del grano. Esto coincide con Genel (1974), que reporta a los estadios huevo, larva y pupa difíciles de controlar por encontrarse dentro de los granos. Por lo que el modo de acción ejercido por dichas plantas fue a nivel del estado adulto.

Durante toda la investigación la temperatura y humedad

relativa ambiental no influyeron en el desarrollo del S. oryzae por lo que se puede decir que estas no causaron ningún efecto sobre la plaga. Según Dell'Orto (1988) la temperatura y humedad óptimas para que el "gorgojo" se desarrolle en condiciones favorables es de 26 a 30°C y 70% respectivamente, dándose durante el período de almacenamiento valores oscilantes entre estos rangos.

De todos los tratamientos vegetales evaluados, el "nim" fue el mejor tratamiento para el control de la plaga a las tres diferentes concentraciones, siendo las del 2% y 3% las más efectivas para controlar al "gorgojo del arroz", esto se vio reflejado en el número de granos dañados que se mantuvo casi constante con respecto al daño inicial existente.

El efecto probable del "nim" sobre el "gorgojo" fue como insecticida, observándose durante el ensayo que el "gorgojo" al tener contacto con la harina tenía un movimiento torpe, notándose que buscaba alojarse en las zonas de granos donde menos le llegaba el tratamiento vegetal, por lo que se considera que el "gorgojo" fue poco a poco muriendo, aún el que logró desarrollarse hasta adulto durante el tiempo de la infestación, cuando no se le había aplicado tratamiento, ya que, el daño provocado en éste periodo se mantuvo casi constante a lo largo de todo el almacenamiento.

Este efecto probablemente se debió a que el poder insecticida de esta planta, según Munch (1988) se concentra en

mayor proporción en las semillas, teniendo como ingrediente activo la Azadirachtina.

Al comparar la efectividad del "nim" con el insecticida químico "actellic 2%" se pudo observar que el primero tuvo un comportamiento similar al segundo, manteniéndose un número de granos dañados casi constante.

La efectividad de éste tratamiento se refuerza con lo reportado por Arias et al., (1992) quien menciona que en experimentos realizados en CENTA utilizando harina de "nim" y "cebolla" para controlar al Sitophilus spp. en "maíz" almacenado, el "nim" actuó como insecticida ofreciendo el mejor control.

Con el tratamiento harina de semilla de "mamey" el número de granos dañados se incrementó en el transcurso del almacenamiento a las concentraciones 1% y 2%, pudiéndose observar que la harina a estas concentraciones no controló eficazmente a la plaga, pero a la de 3% si ejerció un control, siendo su efecto probable el de toxina de ingesta, ya que, el "gorgojo" al verse en la necesidad de alimentarse de los granos tratados, tuvo que ingerir la harina lo que le provocó la muerte. Este probable efecto coincide con lo reportado por Morton y Thomas (s.a.), en donde mencionan que el poder insecticida de la semilla de "mamey" se debe a los principios activos que posee, siendo su principal componente la mameína y uno de sus efectos puede ser por ingesta.

Stoll (1989), confirma además que la semilla de "mamey" tiene propiedades insecticidas y menciona que en polvo su poder es mayor.

Con el tratamiento de harina del fruto del "chile picante" las tres concentraciones tuvieron similares resultados, el número de granos dañados iba en incremento, esto quizás se debió a que ninguna de las concentraciones fue la apropiada para el control del "gorgojo", por lo que posiblemente se necesitaba aumentar las concentraciones.

Debido al fuerte olor característico de este fruto, su probable efecto sobre la plaga fue de repelencia, observándose en los primeros muestreos una tendencia del "gorgojo" a mantenerse en la superficie del recipiente. Después se pudo notar una adaptación del "gorgojo" al medio en que se encontraba por lo que continuaron dañando el grano. Esto último concuerda con Eckert (1991) el cual menciona que los insectos tienen la ventaja de adaptar su organismo en forma óptima a las condiciones del medio donde se encuentran.

El posible efecto de esta planta coincide con Cook & Fulleston (1953; citados por García Barriga, 1975), quienes afirman que el fruto de "chile picante" posee en su composición química el ingrediente activo capsaicina y éste es un alcaloide volátil que actúa como repelente.

En el tratamiento con harina de hojas de "hierbabuena" al igual que en el fruto de "chile picante", los "gorgojos"

tuvieron un comportamiento similar, el daño se vio incrementado con el tiempo, observándose a la concentración 3% un menor número de granos dañados, actuando posiblemente como repelente, este efecto pudo ser provocado por el olor característico de las hojas. Esto coincide con lo reportado por García Barriga (1975) los cuales plantean que debido al mentol que contienen las hojas de "hierbabuena" uno de sus efectos puede ser el de repelente.

La harina de hojas de "hierbabuena" fue el tratamiento menos efectivo en comparación con los demás tratamientos vegetales, pero en relación al testigo, ejerció cierto control sobre el "gorgojo". La poca efectividad que ofreció este tratamiento para el control de la plaga va en oposición a lo expuesto por Kashyap et al., (1974) y Mishra et al., (1984) citados por Stoll, (1989) quienes mencionan a la "hierbabuena" como efectiva en el control de la plaga del "gorgojo del arroz", aplicada a las concentraciones 0.5, 1 y 2% ya que reportan que murieron todos los "gorgojos" después de 96 horas de su aplicación.

Todos los tratamientos utilizados ofrecieron control en relación al testigo, ya que éste al no tener ningún tipo de tratamiento el daño causado por la plaga fue en incremento, siendo mayor que la de los granos tratados.

CONCLUSIONES

Las harinas vegetales de las semillas de "mamey", "nim", fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena" no poseen ningún efecto sobre los estados biológicos de huevo, larva y pupa del "gorgojo", por encontrarse éstos protegidos dentro del grano, pero si ofrecen control sobre el estado adulto.

El efecto de las diferentes harinas vegetales evaluadas en éste ensayo probablemente fue: en semilla de "nim" actuó como insecticida, "mamey" como toxina de ingesta y fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena" como repelente.

De las tres concentraciones evaluadas de harinas vegetales, la concentración 3% con "nim" y "mamey" fueron las más efectivas, durante todo el periodo de almacenamiento.

La harina de "chile picante" tiene similar efectividad en las tres concentraciones estudiadas.

De todos los tratamientos utilizados el que ofreció mejor control sobre la plaga en estudio fue el "nim".

El tratamiento que resultó menos efectivo en el control del "gorgojo del arroz" fue la "hierbabuena".

RECOMENDACIONES

Para proteger el grano de "arroz" con harinas vegetales de semillas de "mamey", "nim", fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena" debe hacerse desde el momento en que se almacena para evitar la presencia de la plaga.

Si se utiliza la harina de semilla de "nim" para el control del Sitophilus oryzae, debe usarse la concentración del 2%, ya que se obtienen resultados similares a la concentración 3% utilizando harina en menor proporción.

Al utilizar la harina de semilla de "mamey" para proteger los granos de "arroz" almacenados, la concentración de 3%, es la que debe usarse, ya que con ésta concentración se obtiene un mejor control sobre la plaga del "arroz".

Se recomienda que si no se tiene al alcance harina de semilla de "nim" y "mamey", se debe utilizar la concentración mínima de harina de "chile picante", ya que se obtienen los mismos resultados con menos proporción de harina.

Evaluar las harinas vegetales de las semillas de "mamey" y "nim", fruto de "chile picante" y hojas de "hierbabuena", para determinar su modo de acción y el tiempo que dura su efecto protector a través de un análisis químico.

LITERATURA CITADA

- AGENCIA ALEMANA DE COOPERACION TECNICA (GTZ). 1984. Pesticidas Naturales del Arbol de Nim (*Azadirachta indica* Juss) y de otras Plantas Tropicales. Reporte de la Segunda Conferencia del Arbol de Nim, Resúmenes, Rauschholzhausen, R.F. de Alemania. *
- ALMANAQUE SALVADOREÑO. 1993. Centro de Desarrollo de Recursos Naturales, División de Meteorología e Hidrología. (Ministerio de Agricultura y Ganadería). Soyapango, San Salvador, El Salvador. 98. pp.
- ARANIVA DE GONZALEZ, A. E. & M. L. REINA DE AGUILAR. 1991. Boletín Informativo. JBLL. Año X. No. 4. Asociación Jardín Botánico La Laguna. San Salvador. pp. 3-6
- ARIAS, C; H.E. BARAHONA & G.A. VALLADARES. 1992. Estudio de la Eficacia de Insecticidas Comerciales y de Origen Vegetal en Plagas de Maíz Almacenado. Departamento de Parasitología Vegetal. Laboratorio de Control de Calidad de Granos y Semillas. CENTA-MAG. El Salvador. 10 pp. (Inédito).
- ARREGOCES, O.; R.L. CHEANEY; J. GONZALEZ; M. ROSERO & E.TASCON. 1985. Insectos que Atacan los Granos Almacenados y su Control. Mejoramiento de Arroz de Secano para América Latina. Editorial. XYZ. CIAT. Cali, Colombia. 400 pp.
- ASOCIACION SALVADOREÑA CENTRAL DE ESTUDIOS COOPERATIVOS (ACENEC). 1993. Seminario sobre Almacenamiento y Comercialización de Granos Básicos. El Salvador. 40 pp.
- BAILEY, L. 1953. The Standard Cyclopedia of Horticulture. The Macmillan Company of Canada, Limited (Toronto). 3639 pp.

* No aparece número de página.

- CALDERON, S & P.C. STANDLEY. 1941. Lista Preliminar de Plantas de El Salvador. 2a. Edic. Imprenta Nacional, San Salvador. 460 pp.
- COTTON, R. 1979. Nueva Enciclopedia de Agricultura. Silos y Granos. Plagas y Desinfestación, OIKOS-TAU. S.A. Ediciones Villasar de Mar. Barcelona. 328 pp.
- DELL'ORTO, H. 1985. Insectos que Dañan Granos y Productos Almacenados. Estación Experimental "La Platina". Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. pp 51-54.
- ECKERT, S. 1991. Control Natural de Plagas en el Paraguay. Ediciones CECTEC. pp. 76
- GARCIA BARRIGA, H. 1975. Flora Medicinal de Colombia. Botánica Médica. Tomo III. Taller Editorial de la Imprenta Nacional. Bogotá. 455 pp.
- GARCIA, E.A. 1988a. Estudio Desarrollo y Aplicación de Extractos Acuosos de "nim" en el Combate de Plagas y Enfermedades de Cultivos Tropicales. Proyecto GTZ/CENTA. San Salvador, La Libertad, El Salvador. 22 pp.
- GARCIA, E.A. 1988b. Nim el Arbol Milagroso. Fuente de Usos Múltiples. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador. 5 pp.
- GENEL, R.M. 1974. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. 2a. Edic. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 942 pp.
- GUZMAN, D.J. 1976. Especies Útiles de la Flora Salvadoreña. 3a. Edic. Tomo I y II. Dirección de Publicaciones. Ministerio de Educación, San Salvador. 1175 pp.
- HALSTEAD, D.G.H. 1964. The Entomologist's Monthly Magazine, Vol. XCIX. 74 pp.

HENRIQUEZ, J. I. & J. M. SERMEDO. 1989. Evaluación del daño causado por el "gorgojo del maíz" (Sitophilus oryzae) en una variedad y cuatro híbridos de "maíz" (Zea mays). Departamento de Protección Vegetal. Entomología II. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador.*

HERNANDEZ, V.E.; P. MENDOZA; T. ROMERO ROMERO & G.E.JIMENEZ MORAN. 1990. Estudio Preliminar de los Extractos de "chile picante" (Capsicum frutescens) y "paraíso" (Melia azedarach) para el Control de Insectos en el Follaje del Maíz (Zea mays). Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. Tesis de Ingeniería Agronómica. 66 pp.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN). 1992. Ministerio de Obras Públicas. Diccionario Geográfico de El Salvador. Tomo II. San Salvador. 1458 pp.

LAGOS, J. 1987. Compendio de Botánica Sistemática. 3a. Edic. Dirección de Publicaciones e Impresos. San Salvador, El Salvador. 313 pp.

LAWRENCE, G.H.M. 1960. Taxonomy of Vascular Plants. The Macmillan Company. New York. 323 pp.

LEON, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. 2a.Edición Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (ITCA), San José, Costa Rica. 455 pp.

LITTLE, T.M. & F.J. HILLS. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas. México. 220 pp.

MARROQUIN MEJIA, M. 1982. Almacenamiento y Conservación de Granos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gerencia Ejecutiva-Región Occidental. Zona II. 16 pp.

* No aparece número de página

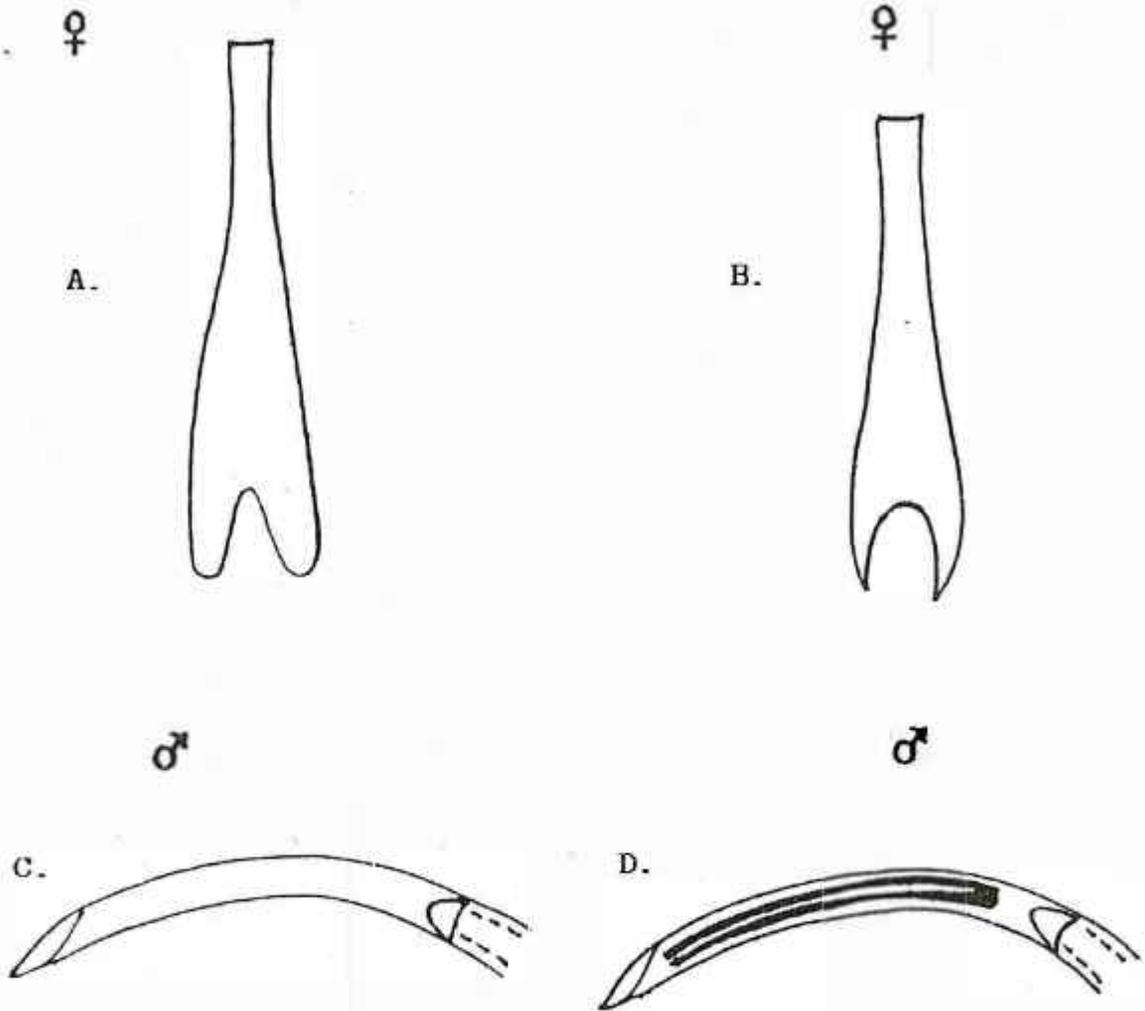
- METCALF, C.L. & W.P. FLINT. 1988. Insectos Destructivos e Insectos Utiles, sus Costumbres y su Control. Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 1208 pp.
- MORALES HERNANDEZ, E. & V. PERATE FLORES.. 1992. Principales Plantas Medicinales Utilizadas en Santa Ana, Coatepeque, Chalchuapa y Texistepeque. Facultad de Ciencias y Humanidades. Tesis del Departamento de Biología. Universidad de El Salvador. 245 pp.
- MUNCH, E. L. 1988. Plantas con Propiedades Biocidas. Editorial Lithaca, Choluteca, Honduras, 43 pp.
- NIETO GOMEZ, A. 1991. Control de Plagas en el Cultivo del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) utilizando Extracto de "chile picante" (Capsicum frutescens L.) en Jucuapa, Usulután. Universidad de El Salvador, Tesis de la Facultad de Ciencias Agronómicas. 60 pp.
- OCHSE, J.; M.J. SOULE; JR. M.J. DIJKMAN & C. WEHLBURG. 1986. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Vol. II. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México. 1536 pp.
- OLIVARES, R.A. 1976. Instituto Regulador de Abastecimientos (IRA). Principales Insectos de Importancia Económica que Dañan los Granos Almacenados. San Salvador.*
- PARADA JACO, R.Y. 1994. Evaluación de los Extractos Acuósos de "ajo" (Allium sativum), "marygold" (Tagetes spp.), "papayo" (Carica papaya), "pasto barrenillo" (Cynodon dactylon) para Determinar Efectos Nematicidas en Meloidogyne incogita en el Cultivo del "frijol" (Phaseolus vulgaris) var. Centa Cuscatleco. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciatura). 84 pp.
- PEREZ ARBELAEZ, E. 1978. Plantas Utiles de Colombia. 4a. Edic. Litografía Arco. 832 pp.

* No aparece número de página

- PERIODICO DE ALMACENAMIENTO. 1985. Zonas Productoras de Granos Básicos en El Salvador. CEGRAS (Centro de Conocimientos Especializado en Granos y Semillas. Edición Semestral. Vol 6. CENTA. pp. 22.
- PROGRAMA DE PROMOCION Y CAPACITACION PARA LA CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE (PROCONDEMA). 1991. El Nim. Diócesis de Choluteca, Honduras. 33 pp.
- ROBLEDO ROBLEDO, E. 1992. Insecticidas para el Control de Insectos de Almacén. Boletín No. 3. Proyecto CIAT-FAO GCPP/BOL/020/NET. Publicaciones y Transferencia de Tecnología. *
- SCHNEIDER, K. 1992. Concepto de Seguridad Alimentaria y Problemática Post-Cosecha de Granos en América Latina y El Caribe. (Trabajo presentado en mesa redonda sobre Unificación de Criterios de Calidad para Comercialización de Granos Básicos en Centro América, México y Panamá). *
- SERVICIOS TECNICOS AGRARIOS (SERTECNIA). 1993. Manual de Almacenamiento de Granos Básicos, San Salvador, El Salvador. 50 pp.
- STANDLEY, P. 1973. Flora of Guatemala. Vol. 24. Part IX. Numbers 3 and 4. Field Museum of Natural History. 418 pp.
- STOLL, G. 1989. Protección Natural de Cultivos Basados en Recursos Locales en el Trópico y Subtrópico. Editorial Científica José Margraf. Doann, Alemania. 184 pp.
- VELEZ, ANGEL R. 1985. Notas Sinópticas de Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.*

* No aparece número de página.

ANEXO II



Esquemas de las estructuras genitales de Sitophilus oryzae y Sitophilus zeamais

A. Esclerito en forma de "Y" con puntas romas y C. Edeago liso de forma cilíndrica de S. oryzae; B. Esclerito en forma de "Y" con puntas agudas y D. Edeago de forma aplanada con surco longitudinal de S. zeamais. (Halstead, 1964).

GLOSARIO

- Afrecho:** Salvado. Cáscara del grano molido.
- Azadirachtina:** Es un pesticida sistémico producido en hojas y semillas, el cual es absorbida por la planta donde empieza a ejercer se acción.
- Butirato:** Sal de ácido butírico.
- Duramen:** Parte más seca y compacta de un árbol.
- Edeago:** Organo reproductor masculino del insecto.
- Flavonoides:** Nombre genérico para un grupo de compuestos vegetales que tienen la fórmula química ($C_6C_3C_6$) en el que el Carbono seis corresponde a un anillo bencénico. Constituye una importante fuente de pigmentos no fotosintéticos en los vegetales.
- Genitalia:** Organos reproductores masculino y femenino de los insectos.
- Glabra:** Lampiño, sin pelos o vellos.
- Glicósidos:** Monosacárido con carbono anomérico que se une a radicales sencillos o complejos.
- Infusión:** Acción de extraer de las sustancias orgánicas las partes solubles en el agua caliente.
- Lema:** La inferior de las dos bracteas que encierra la flor de las gramíneas.
- Palea:** La bractea superior de las dos que encierra la flor de las gramíneas.

- Quinina:** Alcaloide muy amargo que se extrae de la quina y que quita la fiebre.
- Repelente:** La plaga es repelido por el olor de una sustancia contenida en la planta.
- Tanino:** Sustancia astringente, muy soluble en el agua y que precipita las sustancias albuminoides, contenida en algún producto para curtir las pieles y para otros usos.
- Triterpenos:** Alquenos naturales obtenidos de algunas plantas y que constituyen la parte más importante de los aceites esenciales. Tienen en su esqueleto de carbono treinta átomos.
- Valerianato:** Sal de ácido valerianico el cual es un ácido de sabor acre y picante que se encuentra en la raíz de la valeriana.
- Veneno de Contacto:** Tiene un efecto tóxico al tocar la plaga.
- Veneno Estomacal:** Tiene un efecto tóxico a la absorción sobre la digestión.