

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA



EL ALMACENAJE HERMETICO COMO
METODO DE CONTROL EN PLAGAS
DE GRANOS ALMACENADOS

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRONOMO

FERNANDO JIMENEZ REYES

1972

CON AMOR

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESCUELA MAESTROS
Y COMPAÑEROS CON
AFECTO IMPERESEDERO

A MIS AMIGOS

CON ESTIMACION

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION - - - - -	1
LITERATURA REVISADA - - - - -	3
Generalidades - - - - -	3
Efectos del bióxido de carbono sobre el insecto	4
Efecto de la humedad y la temperatura sobre el insecto - - - - -	7
Efecto del contenido de humedad del grano sobre el insecto como medio de control - - - - -	9
MATERIAL Y METODOS - - - - -	11
RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION - - - - -	19
Resultados en los tambores - - - - -	19
Resultados en las jaulas superiores - - - - -	19
Resultados en las jaulas inferiores - - - - -	25
Resultados Generales - - - - -	33
Resultados en los costales - - - - -	42
DISCUSION GENERAL - - - - -	44
CONCLUSIONES - - - - -	50
RESUMEN - - - - -	51
BIBLIOGRAFIA - - - - -	56
APENDICE - - - - -	61

INDICE DE TABLAS

TABLA

PAGINA

I	Número de insectos muertos en la jaula superior del tambor número uno; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses - - - - -	20
II	Número de insectos muertos en la jaula superior del tambor número dos; resultados de recuentos bimestrales durante un período de seis meses - - - - -	22
III	Número de insectos muertos en la jaula superior del tambor número tres; resultados de recuentos trimestrales durante un período de seis meses - - - - -	24
IV	Número promedio de insectos muertos en las jaulas superiores de los tres tambores; recuentos obtenidos durante un período de seis meses - - - - -	26
V	Número de insectos muertos en la jaula inferior del tambor número uno; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses - - - - -	27
VI	Número de insectos muertos en la jaula infe-	

TABLA

PAGINA

	rior del tambor número dos; resultados de re- cuentos bimestrales durante un período de -- seis meses - - - - -	29
VII	Número de insectos muertos en la jaula infe- rior del tambor número tres; resultados de - recuentos trimestrales durante un período de seis meses - - - - -	31
VIII	Número promedio de insectos muertos en las - jaulas inferiores de los tres tambores; re-- cuentos obtenidos durante un período de seis meses - - - - -	32
IX	Comparación de la mortalidad de las jaulas - inferiores y superiores de los tambores, ob- tenidos durante un período de seis meses - -	34
X	Comparación de mortalidad de las cuatro espe- cies en las jaulas de los tambores, obteni-- dos durante un período de seis meses - - - -	35
XI	Comparación de los porcentajes de mortalidad habidos en las jaulas inferiores y superio-- res de los tambores uno, dos y tres, obteni- da durante un período de seis meses - - - -	37
XII	Cantidad en gramos de bióxido de carbono des	

TABLA

PAGINA

prendido cada 15 días en el tambor número - cuatro, observaciones hechas desde el 21 de mayo al 5 de octubre de 1971 - - - - -	39
XIII Porcentaje de humedad presentada en los gra nos de los cuatro tambores y testigos duran te los meses en que se efectuó el experimen to - - - - -	39
XIV Porcentaje de germinación presentada en los granos de los tambores y testigos antes y - después de efectuarse el experimento - - - -	41

FIGURA

PAGINA

7	Suma de promedios y porciento de mortalidad en los tres tambores de las cuatro especies de insectos colocadas en jaulas inferiores y superiores durante un período de seis meses - - - - -	36
8	Gráfica representativa de la cantidad, en gramos, de bióxido de carbono desprendida en el tambor número cuatro cada quince días durante un período de cinco meses - - -	40
9	Promedios de temperaturas máximas, medias y mínimas presentadas durante los seis meses que duró el experimento - - - - -	46
10	Plagas primarias - - - - -	62
11	Plagas secundarias - - - - -	62
12	Tambores conteniendo grano de maíz con sus dos jaulas, superiores e inferiores dentro de ellos - - - - -	63
13	Aparato para la determinación, en gramos, del bióxido de carbono - - - - -	64
14	Jaulas con tela de malla, conteniendo maíz y 200 insectos adultos (50 insectos de cada especie) - - - - -	64

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

PAGINA

1	Aparato para la determinación, en gramos, del bióxido de carbono - - - - -	13
2	Corte transversal y longitudinal de los hoyos conteniendo los costales - - - - -	16
3	Número de insectos muertos en jaula superior del tambor número uno y promedio de mortalidad; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses - - -	21
4	Número de insectos muertos en jaula superior del tambor número dos y promedio de mortalidad; resultados de recuentos bimestrales durante un período de seis meses - - -	23
5	Número de insectos muertos en jaula inferior del tambor número uno y promedio de mortalidad; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses - - -	28
6	Número de insectos muertos en jaula inferior del tambor número dos y promedio de mortalidad; resultados de recuentos bimestrales durante un período de seis meses - - -	30

INTRODUCCION

El maíz desempeña un importante papel en la vida humana y llega en América a constituir el alimento básico de muchos millones de habitantes. Puede decirse que el maíz -- fué y sigue siendo el cultivo más americano, pues desde su origen se ha unido a la vida de los indígenas y los ha sostenido, siendo su alimento básico y preferido.

Los rendimientos por hectárea, que presenta este cereal, disminuyen en forma alarmante en muchos países debido a diferentes factores entre los que podemos citar: el monocultivo, falta de una buena fertilización al suelo, escasez de agua de riego, falta de drenaje al terreno, las siembras de temporal, las siembras efectuadas fuera del período ecológico más favorable, y la utilización de semillas malas genéticamente. Si a estos problemas le sumamos uno de los más importantes que es el de las plagas de los granos almacenados, las cuales año con año hacen que se pierdan sólo en México \$120,000,000 de pesos (25), es indudable entonces que si no se puede tener un control satisfactorio de las plagas, no será posible aprovechar los rendimientos obtenidos a través de la explotación científica y la producción de variedades y de híbridos. Los granos afectados en los almacenes bajan tanto en peso y germinación como en su valor nutritivo,

llegando un momento en el que el grano no es suficiente ni en número ni en calidad requerida para llevar a cabo los planes de trabajo genético y alimenticio necesarios. El éxito de este renglón significaría el aumento de la producción mexicana el cual sería trascendente en el incremento, en un porcentaje muy satisfactorio, de la exportación de este grano registrada a partir del año de 1959 (2).

Este trabajo fué llevado a cabo tomando como base - el efecto que el bióxido de carbono tiene sobre la mortalidad de las plagas de los granos de maíz cuando el grano se encuentra en almacenes herméticamente cerrados. Las especies utilizadas fueron las que ocasionan un mayor daño en esa región.

El objeto del experimento fué estudiar las posibilidades que presenta el empleo del sistema de almacenaje en tambores herméticos y en costales enterrados, esperándose que los resultados obtenidos sirvan de guía para una mejor conservación de los granos.

LITERATURA REVISADA

Generalidades

La biología y taxonomía de las cuatro especies utilizadas en este trabajo, así como las diferencias con las -- otras especies muy semejantes es ampliamente discutido por -- Moscoso (22). El mismo autor describe, en todos sus detalles, la cámara especial que fué usada para el cultivo de los insectos de granos almacenados.

La descripción de los almacenes semi-herméticos más primitivos que se conocen para la protección del producto obtenido de las cosechas a la gran diversidad de plagas que los atacan, así como los almacenes subterráneos practicados en la actualidad por muchos países, mejorando los antiguos procedimientos y la gran variedad de experimentos llevados a cabo en EE.UU., Egipto y otros países, han sido discutidos por Coronado (7).

En Australia se han mencionado como excelentes los tipos de experimentos efectuados al almacenar granos en tan--ques metálicos cerrados herméticamente. Mossop (23) en Rodesia y Chiaromante (12) en la Somalia Italiana han considerado este tipo de protección.

Freeman (17), indica que la forma de infestación -- puede efectuarse de dos maneras, cruzada o residual; la prime

ra es aquélla que se produce cuando los insectos de un alimento infestado atacan a un cargamento limpio; la segunda, - cuando los insectos se encuentran en el lugar en donde se va a almacenar ó transportar algún producto.

Moscoso (22) saca en conclusión que los daños de - cada una de las especies utilizadas en este trabajo durante un período de seis meses fué como sigue: Sitophilus oryzae - (L) presentó un 98 por ciento. Rhizopertha dominica (F) mostró un 90 por ciento, un 35 por ciento para Tribolium castanum (H) y un 10 por ciento para la especie Oryzaephilus surinamensis (L). Este mismo autor dice que el incremento de la población fué de 1100 insectos para S. oryzae, después de haber sido observada durante un período de cinco meses, 320 para R. dominica después de un lapso de seis meses, 90 para T. castanum y 80 para O. surinamensis, también después de un período de seis meses para estas dos últimas especies. Según este mismo autor S. oryzae fué el insecto más abundante y dañino en esta región.

* Efecto del bióxido de carbono sobre el insecto.

Se ha demostrado, que el bióxido de carbono tiene efectos que paralizan temporalmente al insecto incapacitándolo para el desarrollo de sus funciones normales, evitando así que cause daños de importancia en los granos infestados (8). Este gas presenta una marcada influencia en la respi-

ración de los insectos: se ha encontrado que en una atmósfera conteniendo de dos a tres por ciento de bióxido de carbono se activaba notablemente su respiración (18); a concentraciones de 7 a 10 por ciento las válvulas traqueales se abrían -- anormalmente permitiendo una difusión más completa de los gases respiratorios en todo el sistema y finalmente el insecto mostraba síntomas de asfixia (18).

Otros experimentos han demostrado la susceptibilidad de los insectos a las atmósferas conteniendo altas concentraciones de bióxido de carbono, alrededor de 5 por ciento y temperaturas de 12°C reducían la actividad del S. oryzae necesitando dos semanas en estas condiciones para morir (15).

En frascos de un litro de capacidad cerrados herméticamente y conteniendo dentro de ellos granos de maíz e insectos, se alcanzó un porcentaje de 10.8 por ciento de bióxido de carbono al finalizar la séptima semana de su almacenamiento, presentándose en este punto un 100 por ciento de mortalidad para S. oryzae (?).

Dandy, citado por Cotton (11) ha demostrado que -- los insectos confinados con grano en los almacenes herméticos mueren como resultado de un aumento de la concentración de bióxido de carbono y una disminución de oxígeno.

Ruddenbrock y Rohs, citados también por Cotton (11),

encontraron que cuando el contenido de oxígeno del aire se reduce a un tres o cuatro por ciento, los movimientos del palito caminador (*Dixippus mocosus*) (Brunn), ordinariamente lentos, se vuelven enérgicos.

Cotton (10) encontró que cuando el contenido de oxígeno de la cámara fumigadora fué reducido a 7 por ciento, los insectos resultaron ser más susceptibles al efecto de los fumigantes usados y que en cierta forma el efecto aumentaba con la reducción del oxígeno.

López, citado por Cotton (11), encontró que después de 644 días el contenido de oxígeno en almacenes subterráneos se redujo a 1.8 por ciento.

Concentraciones de 15 por ciento de bióxido de carbono durante tres días consecutivos, en tanques cerrados herméticamente, se alcanzan sólo con la respiración de los granos y microorganismos (23).

Coronado (7), dice que el efecto del almacenaje hermético del grano de maíz con 12.2 por ciento de humedad durante siete semanas, fué suficiente para producir un 100 por ciento de mortalidad en el gorgojo del arroz. El poder germinativo de la semilla no es afectado aún después de estar almacenada herméticamente durante un período de sesenta días, así como contenido de humedad de la semilla se mantiene constante -

durante todo el período de almacenaje hermético. El incremento en la concentración de bióxido de carbono en almacenaje -- hermético está íntimamente relacionado con el incremento en la mortalidad de S. oryzae.

Efecto de la humedad y la temperatura sobre el insecto.

Pruthi (24) observó que una temperatura de 20°C y -- 36-56 por ciento de humedad, no eran favorables para el desarrollo de S. oryzae. Este mismo autor, experimentando con -- R. dominica, S. oryzae, T. castanum y O. surinamensis encontró, -- que a un contenido de humedad en el grano de 7 por ciento estos insectos mueren pronto; cuando la humedad del grano es de 12 por ciento se reproducen perfectamente, sobre todo si la -- temperatura mayor es de 34°C y la menor de 15.2°C. Las opiniones de Birch (4) en este último caso, son las mismas.

A una humedad relativa y temperatura adecuada, hay mayor capacidad de reproducción. Cuando la humedad relativa es menor de 11 por ciento incapacita a los insectos a reproducirse; se conoce también, que el grado de humedad relativa influye sobre el poder germinativo de la semilla y sobre el ataque de hongos (9).

La mayoría de los investigadores concluyen que hay un límite para que la oviposición se lleve a cabo. Reddy (23) en S. oryzae menciona que la temperatura óptima para la eclosión y oviposición fué de 30°C a una humedad relativa de 84 --

por ciento; las temperaturas más favorables para esta fase biológica fué entre 28 y 32°C. En el mismo experimento se observó que a una temperatura de 30°C los picudos emergieron en menos tiempo. La oviposición no se efectuó, según este autor, en el intervalo comprendido de 13 a 15°C, así como tampoco a 35°C; otros autores están de acuerdo con estos resultados (1, 28).

Tsai (28), afirma que la temperatura adecuada para la oviposición en el gorgojo del arroz está comprendida entre 10 y 35°C a una humedad relativa de 60 a 100 por ciento y el mayor número de huevecillos se obtienen de 24 a 29°C. Para este investigador y otros (6, 19, 21, 22) un buen control se lograría manteniendo la temperatura del almacén abajo de 10°C.

Pruthi (24), en Nueva Delhi, dijo que a una humedad relativa mayor de 95 por ciento y a una temperatura de 29 y 35°C no había eclosión.

La interacción de la temperatura, humedad relativa y el contenido de humedad del grano, tienen una gran influencia sobre el grado de desarrollo e infestación de S. oryzae. Reddy (27), experimentó en trigo a diferentes temperaturas y contenidos de humedad. Llegó a la conclusión de que 30°C fué la más favorable para todos los contenidos de humedad probados; el ciclo del gorgojo del arroz fué más rápido y mayor el número de huevecillos ovipositados. El porcentaje mayor de

eclosión fué cuando la humedad relativa era de 99 por ciento.

En trigo, para R. dominica, la temperatura máxima en la cual hubo eclosión fué de 34°C con 14 por ciento de humedad.

Moscoso (22), cita que las temperaturas y humedades del mes de junio en general son propicias en esta región, para una mayor infestación de las cuatro especies estudiadas.

Efecto del contenido de humedad del grano sobre el insecto como medio de control.

Comparando S. oryzae y R. dominica, se observa que este último se adapta mejor a bajos contenidos de humedad del grano. Comparando T. castanum y O. surinamensis se observa que el primero decrece y se incrementa en una forma más lenta -- cuando se han encontrado a bajos contenidos de humedad (16).

Durante 1930 en Nairobi, el gorgojo del arroz presentó un mayor daño al grano, cuando éste tenía un contenido de humedad de 12 a 14 por ciento (14).

El contenido de humedad del grano está afectado por la humedad relativa, si ésta baja el grano presenta también una baja en su humedad. Estos experimentos se llevaron a cabo con semillas de trigo (13, 28).

En Australia, trigo con 15 por ciento de humedad se comportó como el más favorable para la oviposición y eclosión

de los huevecillos de S. oryzae. Cuando se bajó a un 10 por--
ciento la eclosión fué mínima; a 9.5 no hubo eclosión, a 7.4
la oviposición se redujo al mínimo y tampoco hubo eclosión --
(1).

Sitophilus oryzae (L) y Rhizopertha dominica (F) de
positaron el mayor número de huevecillos cuando hubo 14 por--
ciento de humedad en el grano; a 9 por ciento empezó a disminu--
ir y a 8 se presentó el menor número de oviposición (27).

MATERIAL Y METODOS

Este trabajo constó de dos fases experimentales, la efectuada con cuatro tambores metálicos y la realizada con dos costales enterrados en hoyos. Las fases se llevaron a cabo en el Campo Agrícola Experimental de Apodaca N.L. y completándose con trabajos de laboratorio.

En este experimento se trabajó con semilla de maíz variedad "El Carmen" y con las siguientes cuatro especies de insectos: Sitophilus oryzae (L), Rhizopertha dominica (F), Tribolium castanum (H) y Oryzaephilus surinamensis (L), las dos primeras consideradas como plagas primarias y las otras dos como plagas secundarias (Figs. 10 y 11).

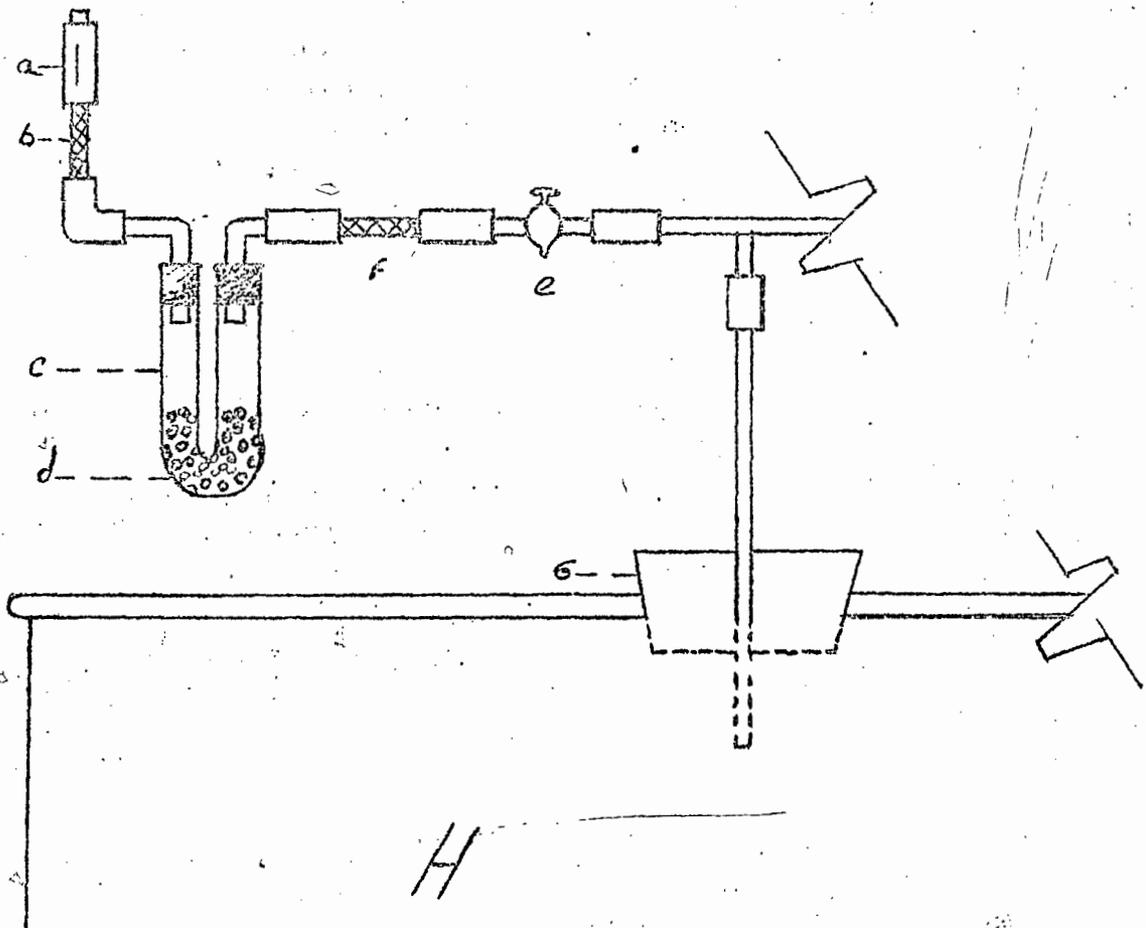
Se comenzó a recolectar los insectos en los granos dañados encontrados en el comercio local de las distintas partes de la ciudad, así como de grano infestado traído del Campo Agrícola. Para el incremento de esta colonia de insectos se siguieron los pasos especificados por Coronado (7), hasta tener insectos de una semana de edad, en una cantidad tal que permitiera dar principio al trabajo.

En la primera fase se usaron cuatro tambores metálicos los cuales fueron cerrados lo más herméticamente posible con cinchos de metal aprisionados con tornillos; tenían una -

altura de 0.88 mts. por 0.58 mts. de diámetro y con capacidad de 200 lts. (Fig. 12A). Estos tambores fueron llenados previamente con grano de maíz, siendo acondicionado uno de ellos con un aparato que permitió determinar la cantidad de bióxido de carbono desprendido por la semilla y los microorganismos (Figs. 1 y 13), este aditamento se colocó en la parte superior del tambor en el cual previamente se había verificado un orificio de 8 cms. de diámetro en su tapadera en el que se situó un tapón de corcho (g), con una abertura de 5 cms. de diámetro por la cual se introdujo un tubo de vidrio que venía -- desde la parte interior del tambor hacia la exterior en donde se bifurcaba por medio de una manguera de hule; en cada sección de la bifurcación había una válvula de seguridad (e) y unos pequeños tubos de vidrio con cloruro de calcio (b, f) antes y después de un tubo en "U" (c) de 10 cms. de largo con 5 cms. de diámetro que contenía hidróxido de potasio concentrado (d). Al final de la sección se colocó un tapón de seguridad (a) para que en caso de que aumentara la concentración de bióxido de carbono el aparato no explotara.

Uno de los tubos en "U" permanecía en el campo durante 15 días mientras que el otro se desmontaba con la válvula anterior a él abierta, el otro tubo se desmontaba estando cerrada la válvula del lado correspondiente, llevándose al laboratorio para ser pesada con el hidróxido de potasio en una balanza analítica eléctrica y después se introducía en una --

Figura 1



- a).-Tapón de seguridad
- b).-Tubo con cloruro de calcio
- c).-Tubo en "U"
- d).-Hidróxido de potasio

- e).-Válvula de seguridad
- f).-Tubo con CaCl_2
- g).-Tapón de corcho
- H).-Tambor

bolsa de polietileno que se cerraba herméticamente con una banda de caucho para impedir variación de peso. Se regresaba al campo siendo colocado en la sección correspondiente y se abría la válvula de esta sección para permitir la entrada del gas (bióxido de carbono) desprendido por la semilla y los microorganismos del tambor. A continuación se cerraba la válvula de la sección opuesta, se desmontaba el tubo en "U" correspondiente cerrando sus salidas con unos tapones especiales, se limpiaba perfectamente, se colocaba en una bolsa de polietileno y era llevado al laboratorio donde se pesaba y por medio de la diferencia de este peso y el peso inicial se obtenía la cantidad del bióxido de carbono desprendido del tambor y absorbida en el hidróxido de potasio.

Este proceso fué repetido alternativamente quincenalmente en cada una de las dos secciones; ambas secciones eran cubiertas totalmente con tela de polietileno para protegerlas del polvo y demás partículas que pudieran hacer aumentar su peso. Los pequeños tubos de vidrio que contenían cloruro de calcio tenían la función de retener la cantidad de humedad desprendida en el tambor o la que pudiera adquirir del medio ambiente, dando esto una precisión mayor a la cantidad de bióxido de carbono habida en el tubo en "U". Esta determinación se hizo por espacio de cinco meses.

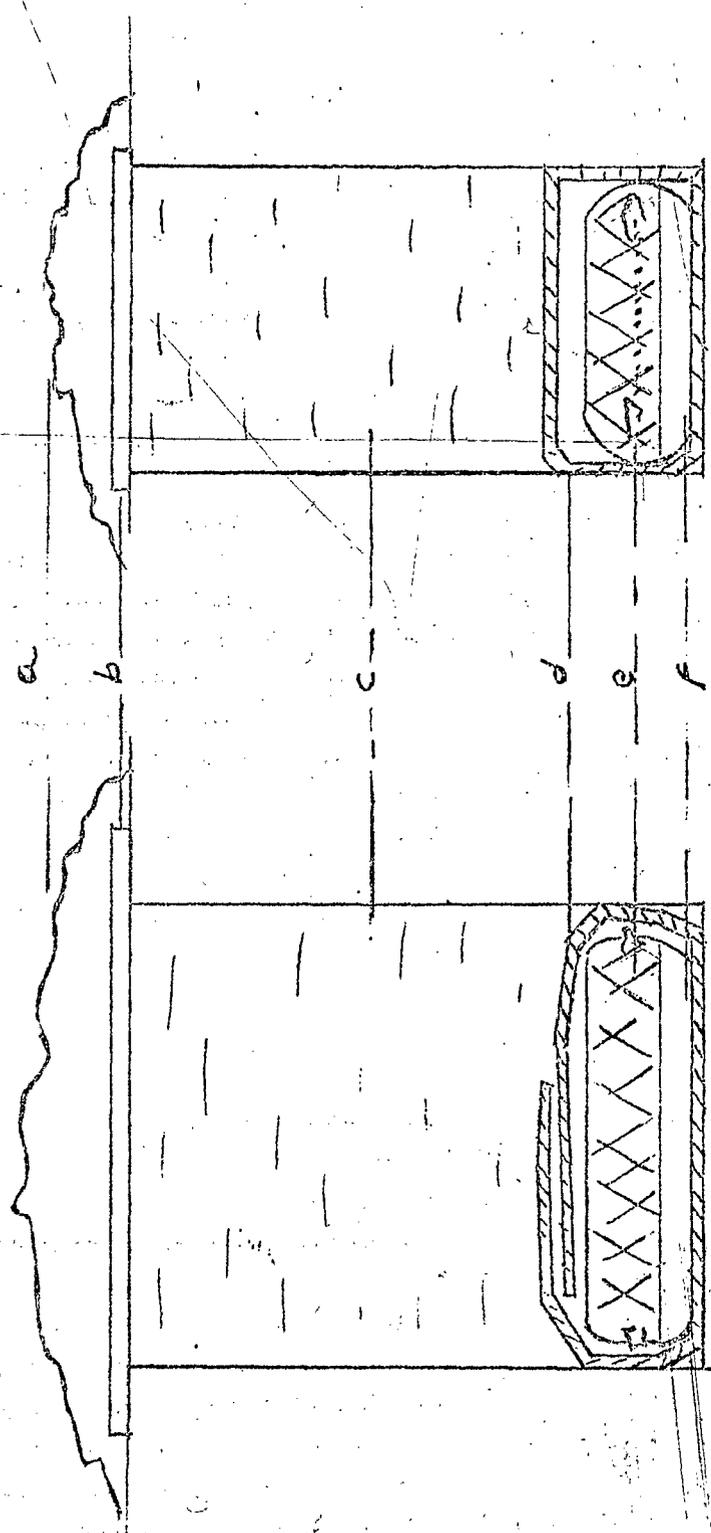
El experimento efectuado en los tres tambores res-

tantes consistió en lo siguiente: En cada uno de ellos se colocaron jaulas a dos niveles diferentes, una en el tercio superior y otra en el inferior (Fig. 12B). Dichas jaulas eran de lámina con capacidad de dos kilogramos, con un diámetro de 0.14 mts. y una altura de 0.17 mts., con cuatro orificios de 0.75 mts. de diámetro cubiertos con tela de malla lo suficientemente fina para que no permitiera la salida al insecto (Fig. 14) fueron llenadas completamente de maíz y se le colocaron cincuenta insectos de cada una de las especies al principio mencionadas.

La otra fase consistió en enterrar, en los lugares mas altos del Campo Experimental, dos costales con capacidad de 100 Kgs. llenos de maíz. En cada uno de ellos se colocaron dos jaulas semejantes a las puestas en los tambores con igual cantidad de insectos de las especies mencionadas. Las dimensiones de los hoyos en las cuales se enterraron los costales fueron de un metro de profundidad por 0.70 mts. de ancho y 1.10 mts. de largo. En el fondo del hoyo se colocó el costal que se encontraba en una bolsa de polietileno y estaba cubierto por un cartón corrugado. El resto del hoyo fué rellenado con tierra y se cubrió con una lámina de metal para impedir al máximo la entrada de humedad; sobre ésta lámina se acomodó de nuevo gran cantidad de tierra para una mayor seguridad (Fig. 2).

Además se colocaron dos tambores, llenos de maíz,-

Figure 2.



a).-Tierra sobre láminas
b).-Láminas cubriendo hoyos
c).-Relleno de Tierra

d).-Carbón cubriendo costales
e).-Tela politéleno cubriendo costales
f).-Costales en el fondo del hoyo.

en un insectario, para que sirvieran como testigos.

Aparte de la determinación del bióxido de carbono - estas dos fases antes mencionadas se sujetaron a una serie de pruebas con el objeto de obtener la información siguiente: - mortalidad de los insectos, porcentaje de humedad del grano, porcentaje de germinación de los granos y porcentaje de granos dañados.

El recuento de mortalidad en las jaulas de los tambores se efectuó sacando las jaulas y cribando el grano en un tamíz de malla 20 mm. y volviéndose a reinfestar el mismo grano, cada vez que se realizaban las anotaciones de mortalidad, con insectos cultivados en el laboratorio; se anotaba por separado la mortalidad habida en jaulas superiores e inferiores y se colocaban de nuevo las jaulas en el mismo sitio que ocupaban en el tambor. El cómputo de mortalidad para cada uno de los tambores se efectuó a diferentes lapsos durante un período de seis meses.

Las pequeñas jaulas del tambor número uno se revisaron cada mes, las del tambor número dos cada dos meses y cada tres meses las del número tres.

Los recuentos de mortalidad de las jaulas en costales enterrados se hizo después de seis meses.

El porcentaje de humedad de grano en los costales,

tambores y testigos se determinó antes y después de iniciarse el experimento y al final de cada fase, llevándose el grano al laboratorio en bolsas de polietileno cerradas herméticamente y analizándose en un aparato "Steinlite", específico para el caso.

El porcentaje de germinación del grano en tambores, costales y testigos se determinó antes y después de haberse efectuado el experimento, colocando cien granos de la muestra en una cámara germinadora a una temperatura de 26-27°C durante un lapso de 72 horas.

El porcentaje de granos dañados en las jaulas se determinó pesando cien gramos de semilla en cada jaula y contando la cantidad de granos ilesos y dañados. Lo mismo se hizo una vez terminados los experimentos y por diferencia se obtuvo el porcentaje de granos que fueron dañados en los tambores y costales.

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

Resultados en los Tambores

Para poder dar una visión más clara y completa - - acerca de la mortalidad habida en las jaulas superiores e inferiores durante los períodos de recuento en los tambores, - los datos se agruparon en las tablas y gráficas incluidas a continuación.

Resultados en las jaulas superiores.- Las Tablas I, II y III presentan la mortalidad encontrada en las jaulas superiores y las Tablas V, VI y VII la mortalidad encontrada en las jaulas inferiores, de los tambores Nos. 1, 2 y 3, respectivamente.

En el primer tambor (Tabla I, Fig. 3) se observó - un mayor control de todas las especies durante los meses de marzo, abril y mayo, descendiendo la mortalidad en el mes de junio; este descenso se debió sobre todo al bajo control de las especies R. dominica y S. oryzae después del mes de mayo. La especie que mejor se controló fué T. castanum pues se observó para ella un 93 por ciento de control durante seis meses; O. surinamensis le siguió con 81 por ciento, R. dominica fué la especie que se mostró menos controlada llegando la mortalidad a sólo 28.3 por ciento. En los meses de marzo y abril S. oryzae fué controlada en un 100 por ciento.

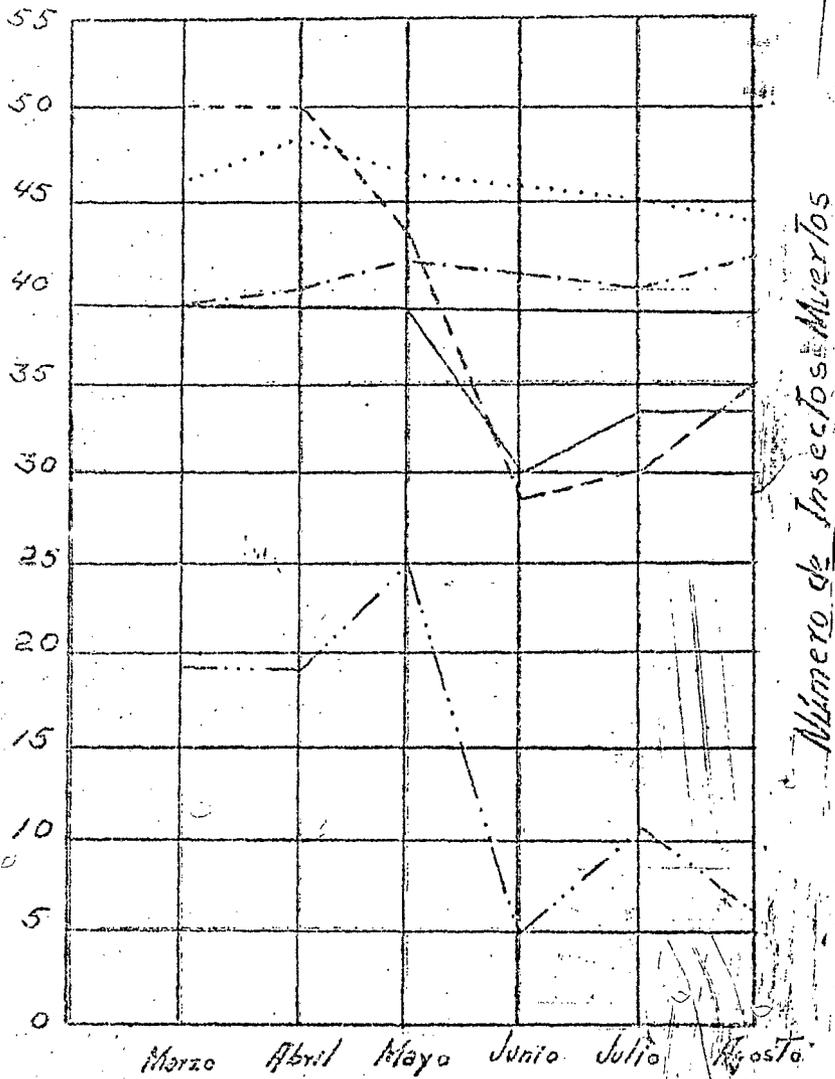
Tabla I.- Número de insectos muertos en la jaula superior del tambor número uno; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses. 1/

Mes	Especies <u>2/</u>				Promedio	Porciento Promedio
	A	B	C	D		
Marzo	47	19	39	50	38.88	77.50
Abril	48	19	40	50	39.25	78.50
Mayo	47	25	42	43	39.25	78.50
Junio	47	4	41	29	30.11	60.50
Julio	46	12	40	30	32.00	64.00
Agosto	44	6	42	35	31.92	63.50
Promedio	46.50	14.16	40.60	39.50		
Porciento Promedio	93.00	28.30	81.30	79.00		

1/ Cada jaula contenía 200 insectos adultos (50 de cada especie).

2/ A.- T. castanum.
 B.- R. dominica.
 C.- O. surinamensis.
 D.- S. oryzae.

Figura 5. Número de insectos muertos en jaula superior del ambor número uno y promedio de mortalidad; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses.



- - - - S. oryzae
 T. castanum
 - . . . Q. surinamensis
 R. dominica
 _____ Promedio

Número de Insectos Muertos

Los resultados para el segundo tambor (Tabla II, Fig. 4) muestran, que también hubo un ligero descenso entre los meses de mayo y junio, pero un mayor control general durante los meses de agosto, siendo S.oryzae y R.dominica las especies más y menos controladas, respectivamente. En esta tabla se aprecia que nuevamente R.dominica presenta muy pocos insectos muertos durante el mes de junio.

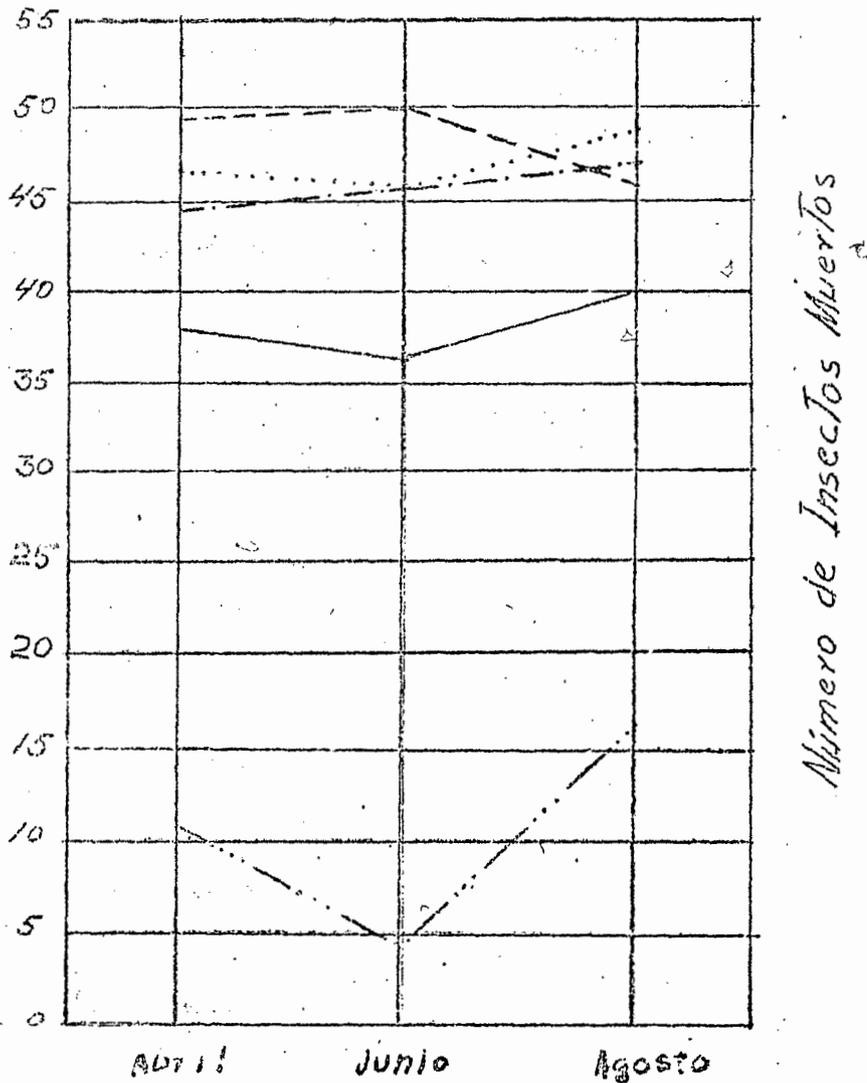
Tabla II.- Número de insectos muertos en la jaula superior - del tambor número dos; resultados de recuentos Limestrales - durante un período de seis meses. 1 /

Mes	Especies <u>2</u> /				Promedio	Porciento
	A	B	C	D		Promedio
Abril	47	11	44	49	37.77	76.00
Junio	46	4	46	50	36.50	73.00
Agosto	49	17	48	47	40.25	80.00
Promedio	41.33	10.66	46.00	48.66		
Porciento Promedio	94.66	21.33	92.00	97.33		

1 / Cada jaula contenía 200 insectos adultos (50 de cada especie).

2 / A.- T.castanum.
 B.- R.dominica.
 C.- O.surinamensis.
 D.- S.oryzae.

Figura 4.-Número de insectos muertos en jaula superior del labor número dos y promedio de mortalidad; resultados de cuencos bimestrales durante un período de seis meses.



- - - - - S.oryzae
 T.castanum
 - O.surinamensis
 R.dominica
 - - - - - Promedio

Tabla III.- Número de insectos muertos en la jaula superior - del tambor número tres; resultados de recuentos trimestrales durante un período de seis meses. 1 /

Mes	Especies <u>2</u> /				Promedio	Porcentaje Promedio
	A	B	C	D		
Mayo	50	11	43	50 <u>3</u> /	38.50	77.00
Agosto	37	4	45	50	34.00	68.00
Promedio	43.50	7.50	44.00	50.00		
Porcentaje Promedio	87.00	54.00	88.00	100.00		

1 / Cada jaula contenía 200 insectos adultos (50 de cada especie).

2 / A.- T. castanum.

B.- R. dominica.

C.- O. surinamensis.

D.- S. oryzae.

3 / Además se notaron 78 insectos vivos.

En la Tabla III se presentan los resultados correspondientes al tercer tambor, en el mes de mayo se notaron 78 insectos vivos de la especie S. oryzae, además de los cincuenta encontrados muertos pero al volver a hacer el recuento en el mes de agosto no se encontró ningún insecto vivo. Esto -- fué debido quizá a la penetración de los insectos habidos en el grano del tambor, ya que éste era el cual contenía el gra-

no más infestado desde un principio. Nuevamente R. dominica fué el insecto menos controlado aunque el control fué mayor en este tambor que en los anteriores.

La Tabla IV muestra el promedio de mortalidad general de las jaulas superiores, notándose que el mayor control se efectuó durante los tres primeros meses en que se llevó a cabo el experimento y que la especie mejor controlada fué -- T. castanum, siguiendo S. oryzae y O. surinamensis; el control de R. dominica fué muy bajo.

Resultados en las jaulas inferiores. - Observando la Tabla V, Fig. 5, correspondientes a la jaula inferior del primer tambor, nos podemos dar cuenta que hubo un mayor control general de todas las especies en comparación con los datos para la jaula superior de este tambor, notándose un control satisfactorio en los meses de marzo, abril y mayo, pero también se reduce en el mes de junio. Una vez más R. dominica fué la especie menos controlada.

En la Tabla VI, Fig. 6, puede observarse que hubo un incremento en el control a través de los meses, alcanzándose uno de los mejores controles durante el experimento. La mortalidad de las especies fué parecida a la encontrada en el primer tambor.

Tabla IV.- Número promedio de insectos muertos en las jaulas superiores de los tres tambores; recuentos obtenidos durante un período de seis meses.

Mes	Especies <u>1</u> /				Promedio	Porcentaje Promedio
	A	B	C	D		
Marzo	47	19	39	50	38.75	77.50
Abril	47.5	15	42	49.5	38.50	77.00
Mayo	48.5	18	42.5	46.5	38.75	77.75
Junio	46.5	4	43	39.5	33.25	66.50
Julio	46	12	40	30	32.00	64.00
Agosto	42.6	9	47.5	43	35.52	71.05
Promedio	46.40	12.80	42.30	43.60		
Porcentaje Promedio	92.70	25.66	84.66	86.66		

1 / A.- T. castanum.

B.- R. dominica.

C.- O. surinamensis.

D.- S. oryzae.

Tabla V.- Número de insectos muertos en la jaula inferior del tambor número uno; resultados de recuentos mensuales durante un período de seis meses. 1 /

Mes	Especies <u>2</u> /				Promedio	Porcentaje Promedio
	A	B	C	D		
Marzo	49	18	49	50	41.50	83.00
Abril	49	18	48	50	41.25	82.50
Mayo	49	25	48	46	42.00	84.00
Junio	49	13	45	39	36.50	73.00
Julio	48	26	42	50	41.50	73.50
Agosto	49	2	47	49	36.75	73.50
Promedio	48.50	17.00	46.50	47.63		
Porcentaje Promedio	97.66	34.00	93.00	94.66		

1 / Cada jaula contenía 200 insectos adultos (50 de cada especie).

2 / A.- T. castanum.
 B.- R. dominica.
 C.- O. surinamensis.
 D.- S. oryzae.

Tabla VI.- Número de insectos muertos en la jaula inferior - del tambor número dos; resultados de recuentos bimestrales, durante un período de seis meses. 1 /

Mes	Especies <u>2</u> /				Promedio	Por ciento Promedio
	A	B	C	D		
Abril	48	21	47	49	41.25	82.50
Junio	49	33	48	50	45.00	90.00
Agosto	50	33	50	47	47.00	94.00
Promedio	49.00	29.00	48.33	49.66		
Por ciento Promedio	97.60	34.00	93.00	94.60		

1 / Cada jaula contenía 200 insectos adultos (50 de cada especie).

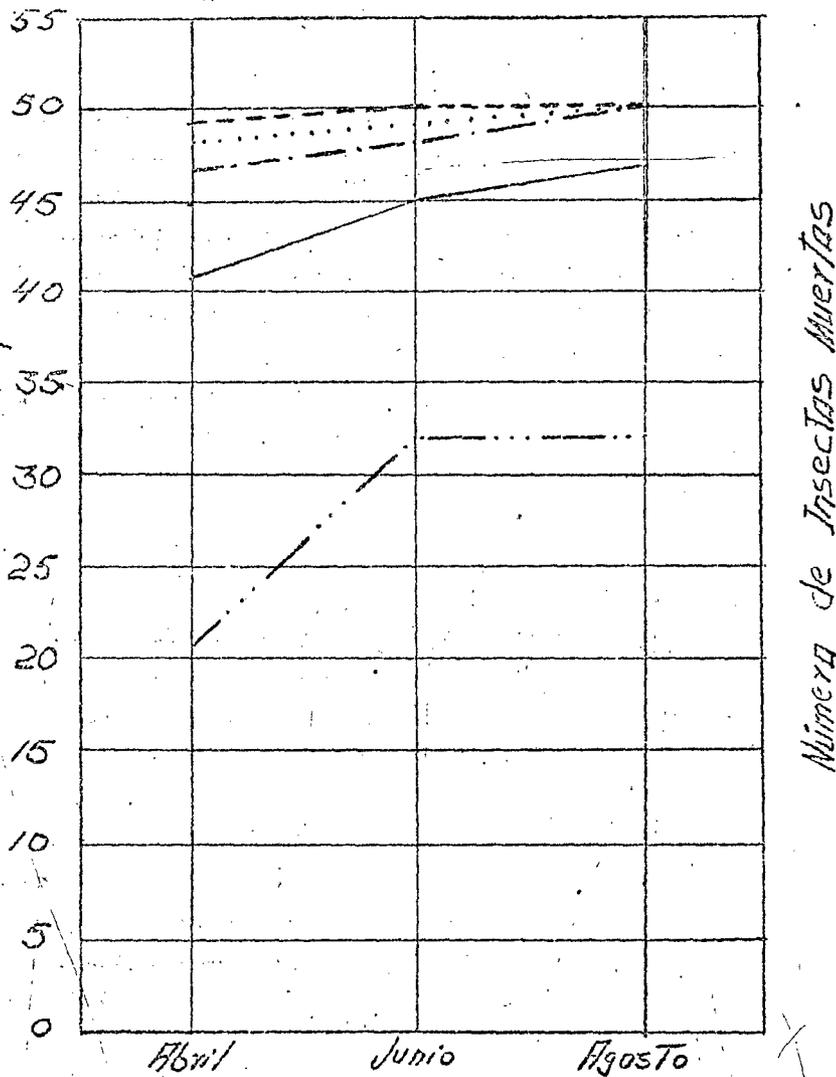
2 / A.- T. castanum.

B.- R. dominica.

C.- O. surinamensis.

D.- S. oryzae.

Fig. 5.-Número de insectos muertos en jaula inferior del
 por número dos y promedio de mortalidad; resultados de
 bimestrales durante un período de seis meses.



----- S. oryzae
 T. castanum
 -.-.- O. surinamensis

-...- R. dominica
 _____ Promedio

Tabla VII.- Número de insectos muertos en la jaula inferior del tambor número tres; resultados de recuentos trimestrales, durante un período de seis meses. 1 /

Mes	Especies <u>2</u> /				Promedio	Porciento
	A	B	C	D		Promedio
Mayo	49	36	43	49	44.25	88.50
Agosto	50	50	50	50	50.00	100.00
<hr/>						
Promedio	49.50	43.00	46.50	49.50		
<hr/>						
Porciento Promedio	99.00	86.00	93.00	99.00		

1 / Cada jaula contenía 200 insectos adultos (50 de cada especie).

2 / A.- T. castanum.
 B.- R. dominica.
 C.- O. surinamensis.
 D.- S. oryzae.

En el tercer tambor (Tabla VII) se observa para el mes de agosto un 100 porciento de control de todas las especies, siendo muy satisfactorio para el mes de mayo. En esta jaula fué en donde se presentaron los mejores controles de todas las especies, sobre todo de R. dominica.

Tabla VIII.- Número promedio de insectos muertos en las jaulas inferiores de los tres tambores; obtenidos durante un período de seis meses.

Mes	Especies <u>1</u> /				Promedio	Porciento Promedio
	A	B	C	D		
Marzo	49	18	49	50	41.50	83.00
Abril	48.5	19.5	47.5	49.5	41.30	82.50
Mayo	49	30.5	45.5	47.5	43.10	86.25
Junio	49	23	46.5	49.5	42.00	84.00
Julio	48	26	42	50	41.50	83.00
Agosto	49.5	42.5	49	49.6	47.70	95.30
Promedio	45.50	26.60	46.60	49.40		
Porciento Promedio	97.66	53.20	93.20	98.70		

1 / A.- T. castanum.

B.- R. dominica.

C.- O. surinamensis.

D.- S. oryzae.

Por medio de la Tabla VIII nos podemos dar cuen-

ta de los promedios generales de mortalidad de las jaulas inferiores, notándose un control satisfactorio durante todos los meses, siendo excelente el mes de agosto, en el cual se obtuvo un 95.3 por ciento. Aquí se observa que la especie -- más controlada fué S. oryzae, siguiéndola en un orden descendiente T. castanum y O. surinamensis. El control de R. dominica fué notablemente mejor en las jaulas inferiores, habiendo indicios que se controla más difícilmente por acumulación de bióxido de carbono que las demás especies; al ser más concentrado este gas en la parte baja de los tambores, la mortalidad fué mayor.

Resultados Generales

En la Tabla IX, se puede observar la comparación -- entre el porcentaje de mortalidad general en las jaulas superiores e inferiores, durante los seis meses en que se efectuó el experimento. Inmediatamente se nota que en las jaulas inferiores hay mayor porcentaje de mortalidad que en las jaulas superiores. Los meses de menor control fueron junio y julio y el de un mayor control, agosto.

Tabla IX.- Comparación de la mortalidad de las jaulas inferiores y superiores de los tambores, obtenidas durante un período de seis meses.

Mes	% de mortalidad en jaulas		Promedio
	Inferiores	Superiores	
Marzo	83.00	77.50	80.25
Abril	82.50	77.00	79.75
Mayo	86.25	77.75	82.00
Junio	84.00	66.50	72.25
Julio	83.00	64.00	73.50
Agosto	95.30	71.05	83.17
Promedio	85.68	72.30	

La Tabla X y Fig. 7 muestra la comparación del control general habido en las cuatro especies, tanto en jaulas inferiores como superiores, durante un período de seis meses. El mayor porcentaje de mortalidad se obtuvo en las jaulas inferiores, la especie que mejor se controló fué T. castanum tanto en jaulas inferiores como en superiores. S. oryzae alcanzó casi un 100 por ciento de control en las

Jaulas inferiores; O. surinamensis presentó un control satisfactorio en los dos niveles diferentes de jaulas y R. dominica fué la menos controlada.

Tabla X. - Comparación de la mortalidad de las cuatro especies, en las jaulas de los tambores, obtenidas durante un período de seis meses.

Especie <u>1</u> /	% de mortalidad en jaulas		Promedio
	Inferiores	Superiores	
A	97.66	92.70	95.18
B	53.20	25.66	39.43
C	93.20	84.66	88.93
D	98.80	86.16	92.48
Promedio	85.71	72.29	

1 / A. - T. castanum.

B. - R. dominica.

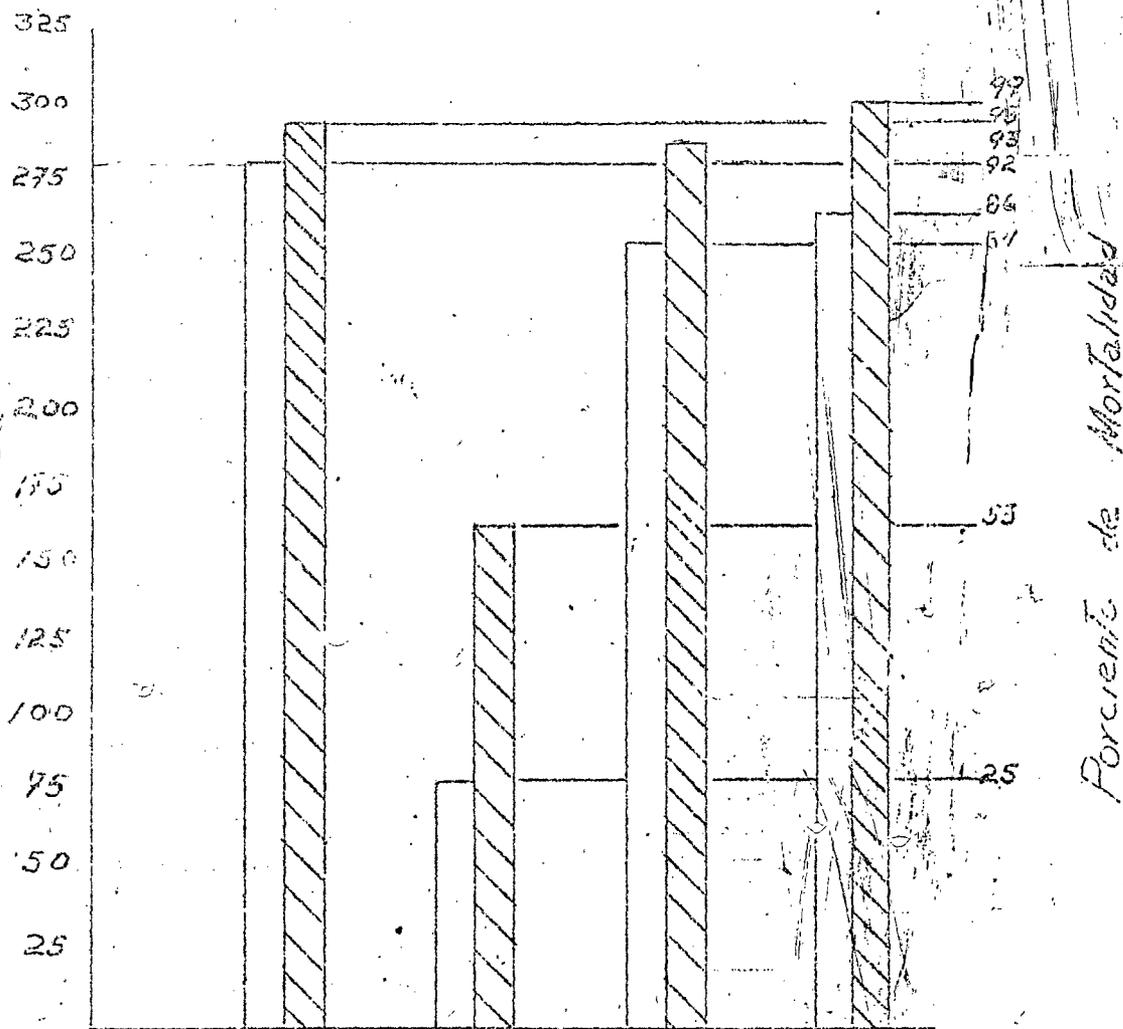
C. - O. surinamensis.

D. - S. oryzae.

Al observar la Tabla XI se puede notar cómo influyó la posición de la jaula sobre el control de cada especie y de la diferencia en control entre las jaulas y entre los

2

Figura 17. - Suma de promedios \bar{x} porcentaje de mortalidad en los tres tambores de las cuatro especies de insectos colocadas en jaulas inferiores y superiores durante un período de seis meses.



▭ Jaulas superiores.
▨ Jaulas inferiores

A. T. castanum
B. R. sorghicola
C. Q. surinamensis
D. S. oryzae

Tabla XI.- Comparación de los porcentajes de mortalidad habidos en las jaulas inferiores y superiores de los tambores -- uno, dos y tres, obtenida durante un período de seis meses.

Especie 1/	Porciento de mortalidad en tambores					
	1		2		3	
	J.s.	J.i	J.s	J.i	J.s	J.i
A	93.00	97.66	94.66	97.60	87.00	99.00
B	28.30	34.00	21.33	34.00	54.00	86.00
C	81.30	93.00	92.00	93.00	88.00	93.00
D	79.00	94.66	97.33	94.60	100.00	99.00
Promedios por Jaulas	70.40	79.83	76.43	79.80	82.25	94.37
Promedios por Tambores	75.16		78.16		88.31	

1/ A.- T. castanum.

B.- R. dominica.

C.- O. surinamensis.

D.- S. oryzae.

tambores. Para cada una de las especies hubo un control ligeramente inferior en las jaulas superiores que en las inferiores. Lo mismo se observa al examinar los promedios por jaula y los promedios para los tambores indican un control algo mayor en el tambor número tres siguiéndole en un orden

descendente el número dos y al final el número uno, posiblemente debido a que en el tambor número tres se acumuló más bióxido de carbono que en los otros dos restantes.

El bióxido de carbono fué determinado según el método antes descrito y los resultados se presentan en la Ta-bla XII y Figura 8. Se observa que la máxima cantidad de bióxido de carbono desprendida del tambor de control fué de 0.1101 grs., presentándose esta cantidad a los tres meses después de haber sido iniciadas las anotaciones del desprendimiento de este gas; después decaé la curva. Consultando con el Departamento de Química se cree que el método fué inadecuado y por la presencia de hongos, en este tambor, posiblemente hubo interacciones que conserva la disminución rápida de bióxido de carbono desde el mes de julio.

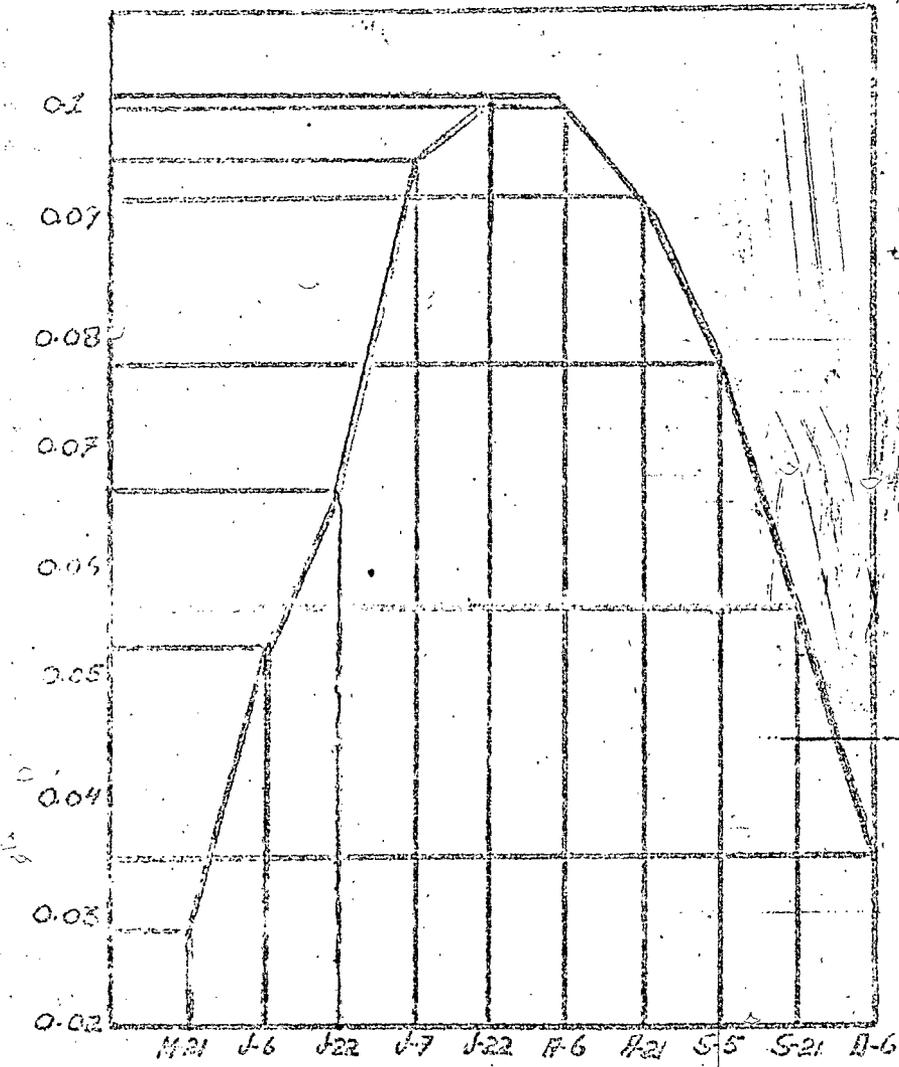
Tabla XII. - Cantidad en gramos de bióxido de carbono desprendido cada 15 días en el tambor número cuatro, observaciones hechas desde el 21 de mayo al 5 de octubre de 1971.

Fecha de Observación	Cantidad en gm's.
21 de Mayo - - - - -	0.0291
6 de Junio - - - - -	0.0537
22 de Junio - - - - -	0.0683
7 de Julio - - - - -	0.0955
22 de Julio - - - - -	0.1101
6 de Agosto - - - - -	0.1064
21 de Agosto - - - - -	0.0923
5 de Septiembre - - - - -	0.0797
21 de Septiembre - - - - -	0.0581
5 de Octubre - - - - -	0.0359

Tabla XIII. - Porcentaje de humedad presentada en los granos de los cuatro tambores y testigos durante los meses en que se efectuó el experimento.

Mes	T a m b o r e s				T e s t i g o s	
	1	2	3	4	1	2
Febrero	12.33	11.53	11.99	11.59	9.97	11.52
Marzo	12.06	-	-	-	-	-
Abril	11.82	11.31	-	-	-	-
Mayo	12.06	-	12.23	-	-	-
Junio	12.17	11.49	-	-	-	-
Julio	12.23	-	-	-	-	-
Agosto	12.55	11.87	12.89	Inf. Sup. 12.18 13.86	10.89	12.43

Figura 8. - Gráfica representativa de la cantidad, en Gramos, de bióxido de carbono desprendida en el tambor número cuatro cada quince días durante un período de cinco meses.



GRAMOS DE CO₂

Los datos en relación a la humedad del grano se presentan en la Tabla XIII. Esta muestra que al finalizar el experimento hubo un ligero aumento de humedad en el grano en los tambores uno, dos y tres. Al cuarto tambor se le hicieron dos mediciones de humedad, al final del experimento, debido a la gran diferencia del estado del grano encontrada en los dos niveles. La humedad fué mayor en la parte superior y ligeramente en la parte inferior.

VI
Tabla XIV.- Porcentaje de germinación presentada en los granos de los tambores y testigos antes y después de efectuarse el experimento.

Mes	T a m b o r e s				T e s t i g o s	
	1	2	3	4	1	2
Febrero	96	100	62	73	100	100
Agosto	93	96	57	73	62	52

Se aprecia en la Tabla XIV como la germinación -- del grano disminuyó ligeramente en los tambores uno, dos y tres siendo en este último baja desde un principio debido a un ligero ataque de hongos. El cuarto tambor presentó en sus granos inferiores el mismo porcentaje de germinación -- que tenía antes de empezar el experimento, no siendo así para los superiores los cuales se encontraban muy atacados -- por hongos.

El daño causado por los insectos a los granos de

las jaulas al finalizar el experimento fué el siguiente: El primer tambor presentó en su jaula inferior un daño de 11 -- por ciento, siendo de 13 por ciento el daño en la jaula superior; en el segundo el daño presentado en la jaula inferior fué de 12 por ciento y de 14 por ciento para la jaula superior; en el tercer tambor se presentó un por ciento de daño de 7 de 10 para las jaulas inferiores y superiores respectivamente. Por medio del daño ocasionado se puede notar como el daño a los granos fué mayor en las jaulas superiores, en las cuales también la mortalidad de las cuatro diversas especies usadas fué menor.

Resultados en los costales

Al descubrir los hoyos, dentro de los cuales estuvieron enterrados los costales por espacio de seis meses, se encontró bastante humedad en la tierra que cubrían las láminas que tapaban los hoyos, disminuyendo a medida que se iba profundizando en la zanja. La humedad que se encontraba en el fondo fué suficiente para que llegara a podrir los costales y el cartón que lo cubría. Revisando las jaulas se encontró una mortalidad de 100 por ciento para las especies -- S. oryzae, T. castanum y O. surinamensis. R. dominica presentó una gran población, llegando ésta hasta 235 insectos en una sola jaula. Se observó una población numerosa de larvas -- muertas, siendo casi imposible su recuento debido a su gran

número. El daño obtenido en el grano alojado en los costales fué de 25 y 30 por ciento respectivamente.

Los sacos números 1 y 2, colocados al oriente y poniente respectivamente, presentaron al iniciar el experimento una humedad en el grano de 11.64 por ciento para el primero y 11.29 para el segundo. Al finalizar el trabajo, el número uno presentó un porcentaje de humedad en el grano de 13.65 y el número dos 14.49 por ciento. Se nota que para los dos casos la humedad en el grano aumentó considerablemente. La germinación que presentaron sus granos antes de iniciado el experimento fué de 100 y 78 por ciento para los sacos uno y dos, presentándose una germinación completamente nula al terminar el trabajo debida a una infestación de hongos los cuales destruyeron al embrión.

DISCUSION GENERAL

En la Tabla XI observamos como el control de las especies fué diferente en los tres tambores, siendo mayor en el tambor número tres. Esto fué debido probablemente a que la acumulación del bióxido de carbono fué mayor en este tambor por haber permanecido más tiempo herméticamente cerrado. La acumulación del bióxido de carbono en el segundo tambor fué tal vez menor que la habida en el tercero, pero mayor -- que la presentada en el primero, quizá debido a que este último se abría cada mes por lo que traía como consecuencia -- que se volviera a recuperar el oxígeno perdido y que se impidiera la acumulación del bióxido de carbono, afectando menos la vida del insecto.

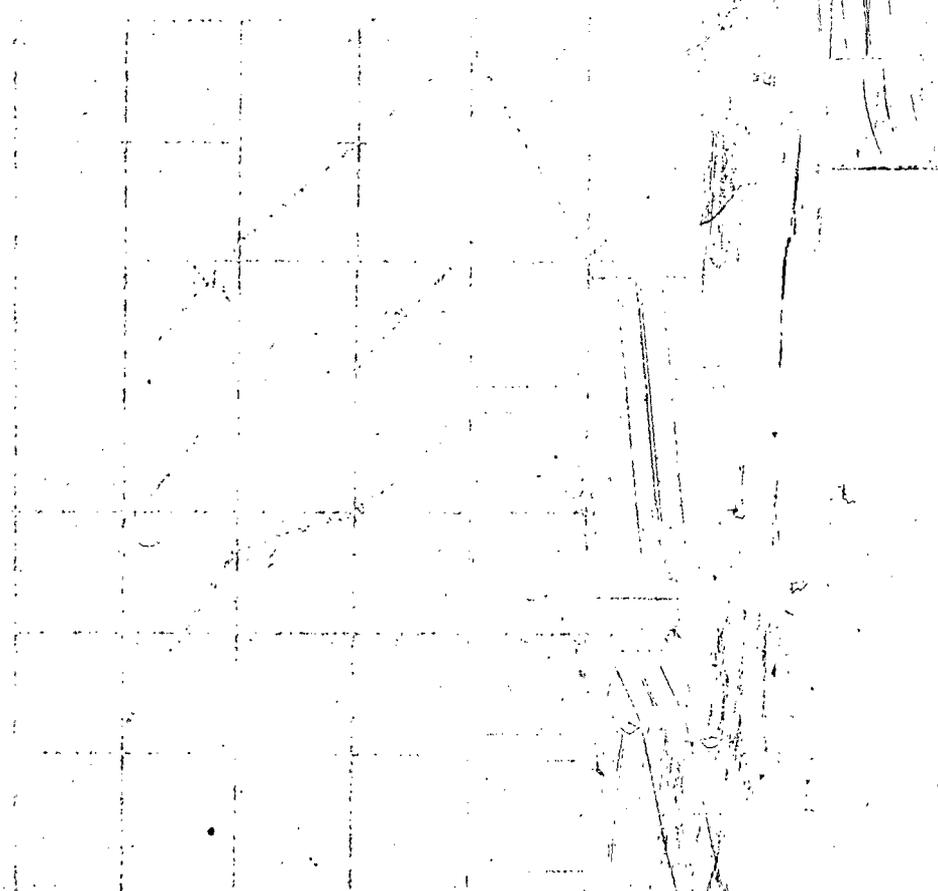
En esta misma tabla se puede observar como las jaulas superiores de todos los tambores fueron las que presentaron un control ligeramente menor que las jaulas inferiores; esto se pudiera explicar debido a que el bióxido de carbono es un gas más pesado que el aire y se acumuló en mayor cantidad en el fondo de los tambores causando así un mejor control ligeramente menor en los insectos que se encontraban en esta parte. En la Tabla IX se observa como en general las jaulas inferiores tuvieron un control de 13.38 por ciento más que las jaulas superiores.

La comparación de la mortalidad de las cuatro especies está representada por la Tabla X, en la cual se ve, que R. dominica fué la especie que menos se controló en ambas jaulas, siendo de 27.54 por ciento menor el control en las jaulas superiores que en las inferiores. Esto fué posiblemente debido a que este insecto presenta una resistencia a la acumulación de bióxido de carbono ó que emplea menor cantidad de oxígeno en su metabolismo. Aparentemente ninguno de los insectos llegó a reproducirse en los tambores herméticamente cerrados pues no se encontró un daño satisfactorio en el grano y no se encontraron larvas o adultos adicionales a los especímenes observados en las jaulas. Solo en una jaula se encontraron más adultos de S. oryzae que los originales, pero estos deben de haber penetrado a la jaula.

Observando la Figura 9, se nota que durante el mes de marzo las temperaturas no fueron favorables para la oviposición y eclosión de los insectos (1,28), pero la humedad de los granos en las jaulas y tambores si era propicias para ellas así como para las larvas y adultos. Por lo tanto a excepción de las temperaturas confinadas en las jaulas tenían un habitat propicio para su desarrollo y si estos insectos ovipositaron, los huevos no pudieron seguir su ciclo a causa de la temperatura.

En los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto

REPORT OF THE COMMISSIONER OF THE GENERAL LAND OFFICE
ON THE PROGRESS OF THE SURVEY OF THE PUBLIC LANDS
DURING THE YEAR 1880



Map of the Survey of the Public Lands

Temperature in air
Temperature on soil
Temperature in water

las condiciones ambientales para la reproducción y desarrollo de los insectos fueron favorables.

El punto máximo, alcanzado por la curva formada -- por el desprendimiento de bióxido de carbono, se presentó -- tres meses después de haber tenido el tambor cerrado herméticamente (Tabla VII, Fig. 8). Después de este período de -- tiempo se obtuvo el máximo porcentaje de mortalidad, lo que comprueba los datos obtenidos por Coronado (7). HPSIF.
PDU

El ataque de hongos en los granos del tambor número tres, fué quizá ocasionado por haber sido estos granos -- los que presentaron una mayor humedad y ayudado por la presencia de humedades relativas altas (9). No se descarta la posibilidad de que desde un principio los granos se encontraban infestados; las condiciones ambientales contribuyeron al desarrollo. Este mismo ataque estuvo presente en los granos superiores del tanque número cuatro, pero en una forma mas -- grave, efectuándose una fermentación que degeneró en putrefacción habiendo un excesivo desarrollo de actividades químicas y biológicas; estas actividades tal vez fueron ayudadas por la cantidad tan elevada de fluidos compresibles que se -- encontraban en el espacio existente entre la superficie del grano y la tapa del tambor, efectuándose una reacción enzimática en medio ácido que trajo como resultado el ataque de -- los hongos. En la parte inferior del tambor no se presenta-

las condiciones ambientales para la reproducción y desarrollo de los insectos fueron favorables.

El punto máximo, alcanzado por la curva formada -- por el desprendimiento de bióxido de carbono, se presentó -- tres meses después de haber tenido el tambor cerrado herméticamente (Tabla VII, Fig. 8). Después de este período de -- tiempo se obtuvo el máximo porcentaje de mortalidad, lo que comprueba los datos obtenidos por Coronado (7).

El ataque de hongos en los granos del tambor número tres, fué quizá ocasionado por haber sido estos granos -- los que presentaron una mayor humedad y ayudado por la presencia de humedades relativas altas (9). No se descarta la posibilidad de que desde un principio los granos se encontraban infestados; las condiciones ambientales contribuyeron al desarrollo. Este mismo ataque estuvo presente en los granos superiores del tanque número cuatro, pero en una forma mas -- grave, efectuándose una fermentación que degeneró en putrefacción habiendo un excesivo desarrollo de actividades químicas y biológicas; estas actividades tal vez fueron ayudadas por la cantidad tan elevada de flúidos compresibles que se -- encontraban en el espacio existente entre la superficie del grano y la tapa del tambor, efectuándose una reacción enzimática en medio ácido que trajo como resultado el ataque de -- los hongos. En la parte inferior del tambor no se presenta-

ron estas reacciones a causa de que los espacios entre grano y grano eran muy pequeños, pues tenían la presión de todos los granos superiores y los fluidos compresibles no fueron lo suficiente numerosas para llegar a efectuar una reacción tan avanzada como la primera. Las temperaturas de la parte superior fueron mayores que las de la parte inferior a causa del calor producido por la fermentación y el vacío que formó el bióxido de carbono al ser desprendido; estas temperaturas ocasionaron desprendimiento de vapor lo cual trajo como consecuencia una mayor humedad en el grano. El ataque de hongos y la putrefacción coadyuvaron para la disminución total del porcentaje de germinación. Estos datos fueron tomados por pláticas tenidas con el Departamento de Química.

El experimento efectuado con los sacos enterrados, no dió muy buenos resultados, pues si bien es cierto que hubo un control de 100 por ciento para las especies S. oryzae, T. castanum y O. surinamensis, la germinación de la semilla fué nula debido a que no se pudo impedir el aumento de la humedad en los sacos, trayendo como consecuencia una ligera fermentación y el aumento de la temperatura, propiciando reacciones químico-biológicas en medio ácido favorables para el desarrollo de hongos. Para los otros experimentos de este tipo se deberán hacer fosas más profundas y buscarse procedimientos que den una mayor impermeabilidad para evitar hasta un grado

máximo la humedad, siempre y cuando ese procedimiento resulte económico.

La cantidad de bióxido de carbono obtenida en gramos no se transformó en porcentaje a causa de que el método empleado no permitía hacer una transformación precisa. El método utilizado sólo sirvió para dar una idea de la curva que siguió el desprendimiento del gas y en que fecha llegó a su punto máximo. Para que este método sea un poco más preciso se deberá inyectar aire al tambor por la parte inferior, por cualquier método conocido, para que de esta forma el bióxido de carbono de la parte inferior sea empujado hacia arriba y sea medido exactamente, la cantidad desprendida, en el tubo en "U" con hidróxido de potasio. Se considera que las temperaturas y presiones a la que se efectuó la experiencia, la mezcla aire y bióxido de carbono siguen la ley de los gases ideales de Mariotte, de esta manera se puede aplicar la fórmula: $PV = nRT$.

Después de haber efectuado los pasos anteriores se tendrá la cantidad de bióxido de carbono en gms. desprendida expresada en lts. que se pueden convertir en porcentaje.

máximo la humedad, siempre y cuando ese procedimiento resulte económico.

La cantidad de bióxido de carbono obtenida en gramos no se transformó en porcentaje a causa de que el método empleado no permitía hacer una transformación precisa. El método utilizado sólo sirvió para dar una idea de la curva que siguió el desprendimiento del gas y en que fecha llegó a su punto máximo. Para que este método sea un poco mas preciso se deberá inyectar aire al tambor por la parte inferior, por cualquier método conocido, para que de esta forma el bióxido de carbono de la parte inferior sea empujado hacia arriba y sea medido exactamente, la cantidad desprendida, en el tubo en "U" con hidróxido de potasio. Se considera que las temperaturas y presiones a la que se efectuó la experiencia, la mezcla aire y bióxido de carbono siguen la ley de los gases ideales de Mariotte, de esta manera se puede aplicar la fórmula: $PV = nRT$.

Después de haber efectuado los pasos anteriores se tendrá la cantidad de bióxido de carbono en gms. desprendida expresada en lts. que se pueden convertir en por ciento.

CONCLUSIONES

La concentración de bióxido de carbono influyó en el control de las especies de insectos utilizados en el experimento.

La mayor concentración de bióxido de carbono se alcanzó después de tener un tambor herméticamente cerrado por espacio de tres meses.

El mejor control se presentó en un período de almacenamiento hermético de tres meses.

El menor control se presentó en el tambor con período de almacenamiento hermético de un mes.

Las jaulas inferiores de los tambores presentaron un mejor control en relación con las jaulas superiores.

Las especies mejor controladas fueron: Sitophilus oryzae (L), Tribolium castanum (H) y Oryzaephilus surinamensis (L).

La especie que presentó el más bajo control fué el Rhizopertha dominica (F).

El método empleado para el almacenaje de los costales en los hoyos no dió resultados satisfactorios; se deberán de buscar procedimientos que presenten una mayor seguridad contra la humedad.

RESUMEN

→ Las especies Sitophilus oryzae (L), Rhisopertha dominica (F), Tribolium castanum (H) y Oryzaephilus aurinamensis (L) son las que mayor daño causan a los graneros y los que mayor incremento de población presentan durante los siete u ocho primeros meses del año en esta región. Por estos motivos se utilizaron estas cuatro especies para el desarrollo del experimento, el cual se llevó a cabo con objeto de determinar si el efecto del almacenaje hermético del grano durante períodos propicios es suficiente para producir un cien por ciento de mortalidad de las especies antes mencionadas, sin llegar a ocasionar daños fisiológicos a los granos.

— Las especies con las cuales se trabajó fueron colectadas en diversos lugares de los comercios de la localidad y en el Campo Agrícola Experimental de Apodaca, N.L., siendo llevados después al laboratorio donde se incrementaron por medio de una cámara especial para su incubación. En esta cámara se mantenían las condiciones óptimas del desarrollo del insecto, durante en ella por espacio de dos a tres meses que fué cuando se obtuvo la cantidad suficiente para poder dar principio al trabajo. Los insectos que se emplearon fueron solamente aquéllos que tenían una semana de edad.

El trabajo constó de dos fases, una efectuada con

tambores metálicos colocados en lugares solamente resguardados de las lluvias y otra realizada con costales enterrados en hoyos en un terreno alto.

Se utilizaron tres tambores metálicos con capacidad de 200 lts. cada uno, cerrados herméticamente en su parte superior con cinchos de metal aprisionados por medio de tornillos. En estos tambores se determinó el porcentaje de mortalidad de los insectos y el porcentaje de humedad del grano durante un período de seis meses. Se dispuso además de otro tambor con iguales condiciones, al cual se le adaptó un aparato para determinar la cantidad de bióxido de carbono desprendido por las semillas, el insecto y los microorganismos; estas determinaciones fueron tomadas cada quince días durante un lapso de cinco meses, siendo las cantidades expresadas en gramos obtenidas por la diferencia de un tubo en "U" que contenía hidróxido de potasio concentrado.

La segunda fase consistió en emplear dos costales de 100 Kgs. de capacidad, enterrados por espacio de seis meses. Tanto los tambores como los costales se llenaron previamente con grano de maíz, colocándose dentro de ellos jaulas metálicas con horadaciones cubiertas con tela de malla, en las cuales se pusieron las cuatro especies de insectos estudiadas. Se almacenaron dos costales de 100 Kgs. de capacidad en un insectario para que sirvieran como testigos.

Antes de iniciarse el experimento se determinó el porcentaje de germinación de todo el grano, siendo éste de 96, 100, 62, 73 y 100 para los tanques 1, 2, 3 y 4 y los testigos respectivamente; de 100 y 78 para los costales uno y dos. Fué tomado el porcentaje de humedad, el cual fluctuó entre 11.5 y 12 por ciento en todo el grano colocado en el material de las dos fases.

Se encontró una gran diferencia en la mortalidad habida en las jaulas colocadas en la parte inferior de los tambores con las de las colocadas en las partes superiores; siendo mucho mayor las presentadas en las primeras.

Los diferentes períodos de tiempo, determinados para los recuentos en los tambores, influyeron en la mortalidad de las especies; notándose un mayor control de ellas en el tambor número tres al cual se le efectuaron recuentos cada tres meses, siguiéndole en orden descendiente el número dos y posteriormente el número uno, con dos meses y un mes de lapso para sus recuentos respectivos. Las especies que mejor se controlaron fueron: S. oryzae y T. castanum siguiéndolas después en orden descendente O. surinamensis y R. dominica esta última fué muy difícil de controlar pues presentó problemas en todos los experimentos a excepción del efectuado en el tambor tres donde su control fué satisfactorio.

En estos trabajos el porcentaje de humedad de los

granos permaneció casi constante durante los seis meses, así como el porcentaje de germinación de la semilla que varió sólo en un 8 por ciento en el tambor número tres debido a un ligero ataque de hongos. El daño causado por los insectos al grano no pasó de un 11 por ciento dentro de las jaulas.

La cantidad de bióxido de carbono obtenida cada vez que se efectuaban las observaciones fué dando una curva ascendente a medida que se iba desarrollando ó incrementando se el insecto dentro de los tambores. El punto máximo de la curva se presentó después de tres meses, que fué cuando se obtuvo un control de casi 100 por ciento, a partir de aquí la curva comenzó a descender siendo cada vez menor. Al destapar el tambor, en el cual se encontraba el aparato para hacer las observaciones del bióxido de carbono, se encontró que el porcentaje de germinación de los granos de la parte inferior era exactamente igual a la germinación inicial, sin embargo los de la parte superior fué casi nula.

El control en los costales enterrados fué completo para las especies S. oryzae, T. castanum y O. surinamensis no siendo así para R. dominica el cual tuvo un aumento grande en su población. En este experimento se tuvo problemas con la humedad, pues el terreno no fué bastante impermeable y la semilla se vió atacada por hongos; siendo por esto que el porcentaje de germinación fué de cero para los dos costales.

La infestación o daño, causado por los insectos en las jaulas, tuvo un promedio de 25 por ciento.

El porcentaje de germinación del grano de los testigos bajó un 50 por ciento, ocasionando la infestación entre 60 y 65 por ciento de daño.

Se puede establecer que el control más efectivo se efectuó cuando los granos duraron mas tiempo almacenados en los tambores, en este caso tres meses; que el aumento de bióxido de carbono tiene una marcada influencia en dicho control y que la germinación de la semilla no es afectada después de un lapso de seis meses de tenerla almacenada en tambores. A excepción del tambor número 4, el cual presentó una diferencia en la germinación de los granos de la parte superior.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Anónimo. 1942. Report of the Waite Agricultural Research Institute. (En Rev. Appl. Ent. 32 (A) P. 354).
- (2) Anónimo. 1960. Hombre del campo. Año VI, N° 1, P. 2, Químicas Unidas, S.A.
- (3) Aragón R.C. 1954. Estudio sobre el control de Sitophilus oryzae (L) en semillas de trigo. (Tesis no publicada). Esc. Agric. Inst. Tec., Monterrey, N.L.
- (4) ③ Birch L.C. 1945. The mortality of the inmatura stages of Calandra oryzae (L) and Rhisopertha dominica (F) in wheat of different moisture contents. J. Exp. Biol. Med. Sci. 23 Pt. Pp. 141-144 (En Rev. Appl Ent. 34 (A) Pág. 188-189).
- (5) Birch L.C. 1945. The influence of temperatura humedity and density on the oviposition of smallstrain of Calandra oryzae (L) and Rhisopertha dominica (F). Aust. Jour. Exp. Biol. Med. Sci. 23. P. 197-203 (En Rev. Appl. Ent. 34 (A), P. 223).
- (6) ④ Candura G.S. 1933. Studies and researches in the insects living foods. Bol. Soc. Nat. Napoli. Pp. 155-203. Febrero (En Rev. Appl. Ent. 21 (A) P. 373).-

- (7) 5 Coronado, L.V. 1959. Efectos del almacenaje hermético - de granos de maíz y frijol sobre la mortalidad de gorgojos Sitophilus oryzae (L) y Zabrotes pectoralis (S). (Tesis no publicada). Esc. Agric. Inst. Tec., Monterrey, N. L.
- (8) 6 Corbett, G.H. y H.T. Pagden 1941. A review of some recent Entomological Investigations and Observations Malaya Agric. Journ 29, Kuala Lumpur (En Rev. Appl. Ent. 30:395).
- (9) 7 Cotton, R.T. y B.C. Wagner 1950. Control of insects -- pests of grain in elevatore storage. U.S. Dept. of Agric. Farmer's Bull. 1880:8.
- (10) 8 Cotton, T.R. 1932. The relation of respiratory metabolism of insects to their susceptibility to fumigants. Journ. Econ. Ent. 25:1088-1103.
- (11) 9 Cotton, T.R. 1956. Pests of stored grain and grain products. Burgess Publishing Co. P. 133.
- (12) 10 Chiaromante A. 1933. Consideratione Entomologiche Sulla Coltiva della Cerealli Nells Somalie Italiana. Agric. Colon 27 N°. 10 Florence. (En -- Rev. Appl. Ent. 22:18).

- (11) Daniels, N.E. 1949. Damage and reproduction by flour -
beets Tribolium castanum (H) y Tribolium --
confuso (D) in wheat at 3 grades of content
moisture. Jour. Econ. Ent. 49(2): 244-247.
- (12) Davidson, J. 1940. Wheat storage problems in south Aus-
tralia. Journ. Dept. Agric. S. Aust. 3,5,7:
Pp. 124, 136, 243, 247, 346, 352, 291, 395.
(En Rev. Appl. Ent. 32(A) Pp. 313-314).
- (13) Division of Entomology. 1940. Rep. Dep. Agric. Malaya,
Kuala, Lumpor (1941). (En Rev. Appl. Ent. --
30:338-339).
- (14) Flores, A. F. 1958. Contenido de humedad en el grano y
su efecto en control sobre Sitophilus oryzae
(L), Rhizopertha dominica (F), Tribolium cas-
tanum (H) y Oryzaephilus surinamensis (L) --
(Tests no publicada). Esc. Agric. Inst. Tec.,
Monterrey, N.L.
- (15) Freeman, J.A. Preservación de granos almacenados. Traba-
jos presentados en la Reunión Internacional
sobre infestación de alimentos. Pp. 24 y 25.
- (16) Halzelhoff, E.H. 1928. Carbon bioride a chemical absceler-
ating the penetration of respiratory insec-

ticides into the tracheal system by keeping open the tracheal valve. *Journ. Econ. Ent.* 11:790.

(19) Kawano, T. 1939. Studies on a new method of rice storage (en japonés) (*En Jour. Agric. Sci. - Tokyo Nogyo Daigaku, No. 2, Pp. 101-140.* (En Rev. Appl. Ent. 27(A) P. 303).

(20) Kulash, M.W. 1954. Save Store Grain. North Caroline. -- *Agric. Exp. Sta. Bull.*

(21) Larter, L.N. 1947. Maiz seed storage. *Trop. Agr.* 24 No. 1 Pp. 40-44 (En Rev. Appl. Ent. (A) P. 303).

(22) Moscoso, J. O. R. 1956. Estudios de control de varias especies de plagas de granos almacenados. *Determinación del daño e incremento de población. (Tesis no publicada). Esc. Agric. Inst. Tec., Monterrey, N.L.*

(23) Mossop, M.C. 1940. Control of maize weevil (*Sitophilus oryzae*) (L). *Rhod. Agric. Journ.* 37 (8-9), Pp. 461-475, 517-528. (En Rev. Appl. Ent. 29:184-185).

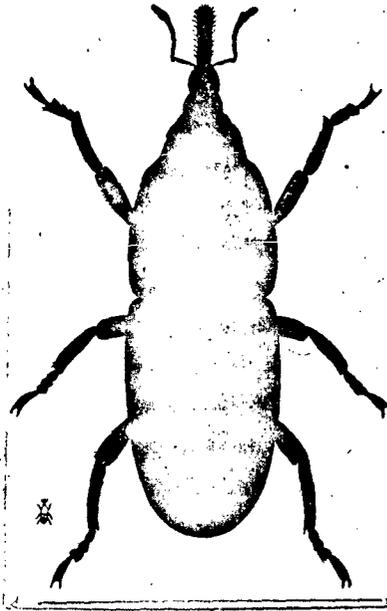
(24) Pruthi, H.S. 1935-1936. Report of Imperial Entomologist *Abridy Sci. Rep. Agric. Res. Inst. New -- Delhi.*

(En Rev. Appl. Ent. 25(a) P. 530).

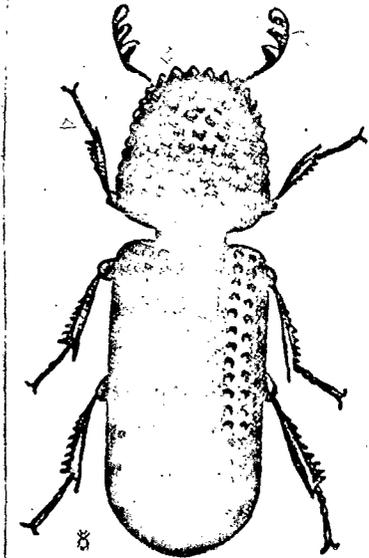
- (25) Ramírez, G.M. y D. Barnes. 1958. Los insectos y sus daños a los granos almacenados. Folleto Misceláneo No. 6. Oficina de Estudios Especiales. S.A.G., México, D.F.
- (26) Reddy, D.B. Ecological studies of the rice weevil. -- Journ. Econ. Ent. 43 (2): 203-206.
- (27) Reddy, D.B. y A. E. Michel. Nature of food and his influence on rice weevil. Journ. Econ. Ent. - 46(6): 1098.
- (28) Tsai y Chang. 1935. Experimental studies regarding the influence of temperature and relative humidity on oviposition of rice weevil. -- Agric. Sinica 1 No. 6 Pp. 175-188 (En Rev. App. Ent. 23(A) P. 693).

A P E N D I C E

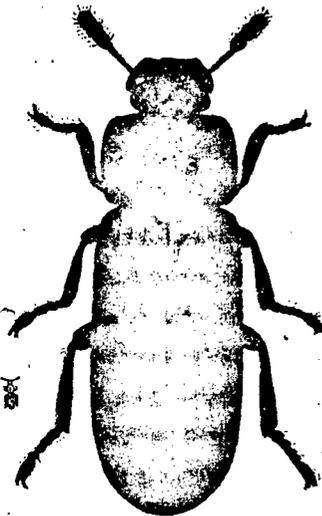
Figura 10



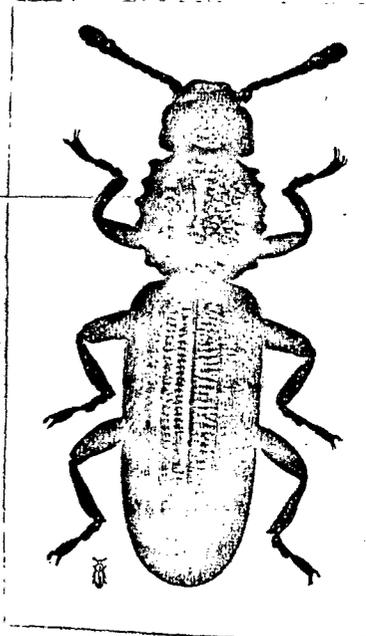
S. oryzae



R. dominica

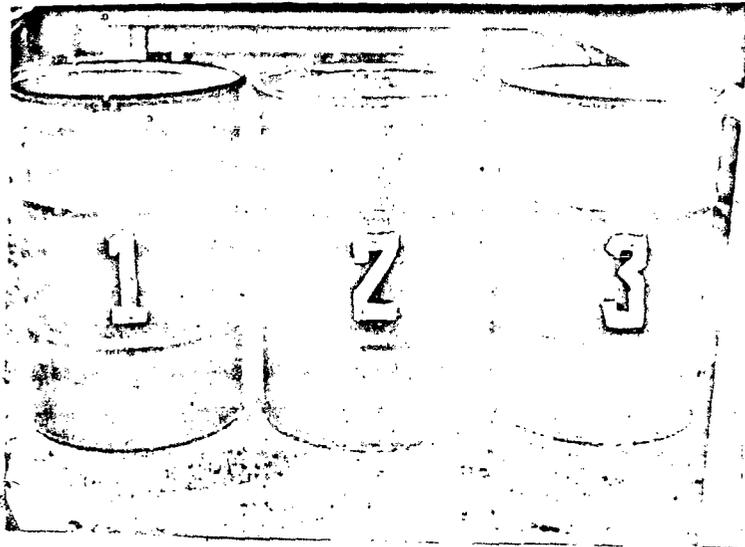


T. castanum

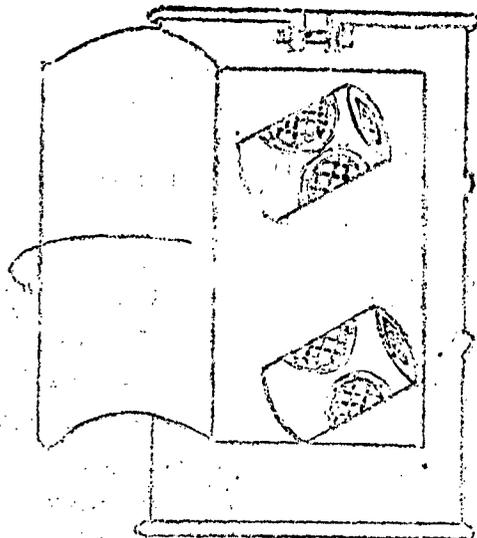


O. surinamensis

* PULGON



A



B

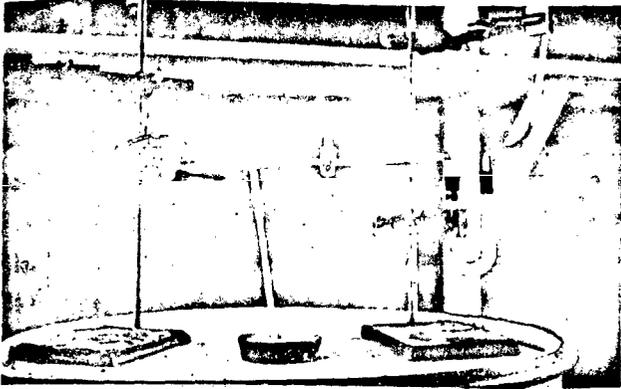


Figura 13

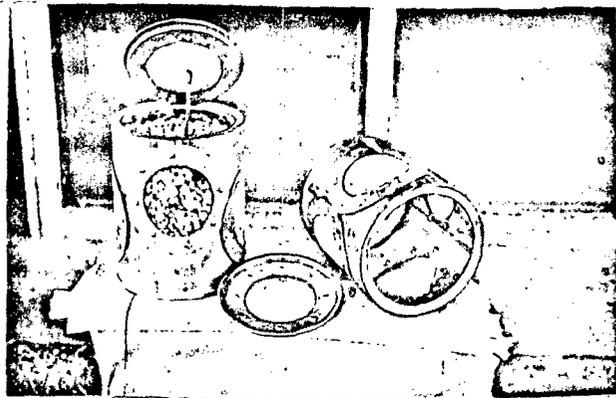


Figura 14