

1917

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DE SEIS VARIETADES DE MAIZ EN MAZORCAS Y  
GRANOS EN PRUEBAS DE PREFERENCIA, AL ATAQUE DEL  
GORGOJO DEL MAIZ Rhyzopertha dominica (Fabricius)  
(Coleoptera, Bostrichidae), BAJO CONDICIONES  
DE LABORATORIO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)  
P R E S E N T A:  
EMERITA B A S O S O R I A N O

MAYO, 1984.



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## C O N T E N I D O

	PAG.
I. INTRODUCCION .....	1
II. ANTECEDENTES .....	4
III. MATERIALES .....	17
IV. METODOS .....	41
V. RESULTADOS .....	65
VI. DISCUSION .....	93
VII. CONCLUSIONES .....	105
VIII. APENDICE .....	109
IX. SUMARIO .....	124
X. LITERATURA CITADA .....	126

## 1.- INTRODUCCION.

Además de considerar su participación en la producción de la carne, de leche y de huevos el maíz constituye uno de los principales alimentos de millones de personas. La disponibilidad de alimento no se desarrolla en la misma relación que se crece la población, hay un déficit de alimento sobre todo en los países que no producen suficiente para la demanda de sus habitantes.

La conservación de granos, semillas y alimentos siempre ha presentado el problema de ataque de hongos, insectos, ácaros, roedores y aves, entre otros, por lo que siempre existe pérdida, sobre todo cuando los factores que afectan la conservación son más numerosos que las medidas para preservarlos. Desde que el hombre aprendió a cultivar la tierra, se convirtió en productor de alimento más que en recolector; desde entonces ha buscado formas de incrementar sus cosechas y de encontrar la manera de conservarlas en buenas condiciones, hasta su consumo.

En México se registran más de 25 especies de insectos de importancia económica que atacan a los granos almacenados y a sus productos (Ramírez, 1966); de esas 25 especies de insectos, 15 son insectos primarios y secundarios, pertenecientes a varias familias de los órdenes Coleóptera y Lepidóptera, siendo el primer orden al que pertenecen la mayoría de los insectos

tos - plagas de granos almacenados. Los insectos causan dos tipos de daño a los granos y a las semillas de almacén. Uno consiste en la destrucción y en el consumo del grano por los adultos y los estadios larvarios de los insectos con fines alimenticios y de ovipostura. El otro daño es la contaminación que ocasionan con sus excrementos y cuerpos muertos. Ambos tipos de daños, independientemente de otros factores, restan considerablemente la calidad alimenticia, el valor económico y el poder germinativo de los granos y semillas. Este problema de las plagas de almacén es de suma importancia porque nos lleva al núcleo de los soportes de la producción, como lo es la conservación que puede ser afectada por pérdidas, en cuanto a esfuerzo, tiempo y dinero en la producción agrícola alcanzada.

En condiciones de conservación adecuadas, se ha estimado que la pérdida causada por los insectos a la producción mundial de un cereal dado corresponde a un 5% aunque esta cifra puede incrementarse en diversas áreas incluyendo las zonas cálido-húmedas y sin facilidades de almacenamiento (Ramírez, 1966).

Se estima que las pérdidas de granos para panificación y arroz fueron de 33 millones de toneladas durante un año (Ramírez, 1966). Por otro lado, Cotton (1979) señala que los insectos de los granos almacenados y las harinas causan pérdidas por

lo menos de 300 millones de dólares al año, solamente en los Estados Unidos de Norteamérica.

Entre los insectos de mayor importancia económica que atacan a los granos almacenados y sus productos tenemos: Sitophilus oryzae (L.), Sitophilus granarius (L.) Rhyzopertha dominica (F.), Oryzaephilus surinamensis (L.), Prostephanus (= Dinoderus) truncatus (Horn.), Acanthoscelides obtecus Say., Spermophagus pectoralis S., Tribolium confusum D., T. castaneum H. Sitotroga cerealella (O.), Plodia interpunctella (Hbn) Ephestia Kühniella Zell. (Ramírez 1966).

Con el fin de contribuir al conocimiento de la conservación de alimentos este trabajo tuvo por objeto investigar diferentes variedades de maíz de distintos puntos de la República Mexicana, sometiendo a la preferencia y/o ataque de Rhyzopertha dominica (Fabricius), dicho Coleóptero es una plaga primaria tanto en estadio larvario como en adulto, de gran importancia económica en el mundo y de distribución cosmopolita.

## II.- ANTECEDENTES.

En el campo de la resistencia, tolerancia y preferencia de semillas al ataque de plagas, hay muchas incógnitas por discutir, lo que hace que se continúe haciendo investigaciones en este campo para poder definir muchos puntos oscuros.

Las investigaciones con granos almacenados relacionados con insectos se inician en México hacia el año de 1957 por Marcos Ramírez Genel (1957, 1960, 1965), Quintana, et al. (1958, 1960), Barnes, et al. (1958, 1959) y Wilbur, et al. (1960, 1961, 1962), abarcando los combates a diversas especies de plagas y algunos aspectos de su ecología. Mediante estos trabajos se determinaron tanto la identificación y ciclos de vida de diversas especies de insectos, como el efecto que tienen sobre el almacenamiento condiciones de la humedad, la altitud de las localidades y el uso de fumiganetes para el combate a plagas.

Posteriormente Díaz et al. 1960 evaluó la susceptibilidad de variedades colombianas del maíz al ataque de Sitotroga cerealella (O.).

Peters y et al. (1960), obtuvieron la evidencia preliminar de resistencia en maíces de alto contenido de amilosa, impidiendo el desarrollo de Sitotroga cerealella (Oliv.).

Por otro lado, Russel M. (1962) estableció como resultado su investigación con Sitophilus oryzae (L.), que mezclar va

riedades de sorgo, la oviposición tuvo lugar en las semillas más grandes.

De acuerdo a Russel (1962) y Russel y Pink (1965), la dureza de los granos de sorgo, redujo la oviposición y con la proge<sup>n</sup>ie resultante de S. oryzae.

Asimismo, Ortega y MacGregor (1962-1966), realizaron estudios sobre la resistencia del grano al ataque de plagas en México. La evaluación de la respuesta de las variedades de maíz Cacahuaxintle, Cristalino H-24 y Palomero Toluqueño al ataque de S. oryzae (L.) con una humedad relativa del 43%, 75% y 92% registró el máximo deterioro en el maíz Cacahuaxintle bajo dichas condiciones de humedad.

Singh y Mc Cain (1963), bajo la hipótesis de que los constituyentes químicos y la dureza de los granos de maíz, podían ser los responsables de alguna característica de resistencia al ataque de Sitophilus oryzae, (L.) seleccionaron 10 variedades de maíz entre el rango de alta resistencia y alta susceptibilidad. A los granos de cada variedad se les determinó su contenido de proteínas, grasas, azúcares y almidón, así como también se estimó su dureza. El número y peso de los gorgojos emergidos fueron usados como índice de resistencia. Se encontró correlación positiva, altamente significativa entre el contenido de azúcares y el número y peso de los gorgojos emergidos pero a su vez, se encontró una correlación negativa altamente significativa

tiva entre la dureza de los granos y el número y peso de los gorgojos. El contenido de almidón demostró sólo una cierta relación, en cambio, los contenidos de grasas y proteínas no revelaron ninguna importancia.

Pant et al (1964), observaron el grado de susceptibilidad de 11 variedades de maíz al ataque de S. oryzae (L.) mediante el peso de los granos, antes y después de la infestación, se estimó el porcentaje de daños en cada muestra. Además, se contó el número de larvas, pupas y adultos presentes en cada grano. Con base en los resultados obtenidos, los autores concluyeron que los híbridos Ganga 101, Deccan, Rudrapur D.T.C., Malan White D.T.C. y el Ganga 1, fueron significativamente menos susceptibles que las otras variedades probadas, siendo la más susceptible la variedad Udapiur White D.T.C.; es decir, que en general, los maíces tipo Flint fueron menos susceptibles que los maíces tipo dentado o semidentado, al ataque de S. oryzae (L.) Finalmente, consideran los autores que la relativa resistencia encontrada fue probablemente de tipo antibiótico o debida parcialmente a la naturaleza física de los granos.

Dang y Pant (1965), probaron 13 variedades de maíz, en estado de harina, al ataque de Tribolium castaneum (L.). Entre las 13 variedades se incluyeron, las 11 que habían sido ensayadas por Pant et al (1964). Utilizaron como muestra 2 gramos de harina de cada variedad que se colocaron en cajas de Pe

tri y se infestaron con 25 larvas recién emergidas, de aproximadamente 1 día de edad. El porcentaje de adultos emergidos en cada variedad se tomó criterio para determinar la relativa susceptibilidad. Las observaciones se realizaron 36 días después de la infestación. De acuerdo al número de insectos emergidos se hicieron 3 grupos con las 13 variedades, desde las menos susceptibles hasta las más susceptibles. Los híbridos Deccan, Ranjit y VL54, demostraron ser los menos susceptibles, y entre los más susceptibles figuraron el Udapiur White D.T.C. y los híbridos Ganga 101 y Ganga 1. Cuando se comparó la relativa resistencia o susceptibilidad entre lo observado por estos investigadores con T. castaneum H, y lo observado por Pant et al (1964), con S. oryzae (L.) resultó interesante notar que el híbrido Deccan está entre los menos susceptibles para ambos insectos, mientras que Udaipur White D.T.C. y el híbrido Ganga 1, entre los más susceptibles. Por otra parte, el Ganga 101 y Rudrapur D.T.C. fueron los menos susceptibles a S. oryzae (L.) pero altamente susceptibles a T. Castaneum H. Por último, los autores manifiestan, que existió una clara evidencia de que la diferencia "varietal" observada, es también de naturaleza química y que como consecuencia las variaciones en su composición afectan el grado de resistencia o susceptibilidad a estos dos insectos.

Al estudiar la susceptibilidad de semillas de sorgo al ataque de Sitophilus oryzae (L.) bajo condiciones del laborato

rio, Pauline M. Dovey (1965) encontró que la dureza de las se millas es uno de los principales factores responsables de re sistencia al ataque del gorgojo y que la emergencia fue menor en las variedades de endospermo vítreo.

En variedades de trigo, De Arona (1965), evidenció un mayor número de S. oryzae emergidos de variedades de trigo consideradas como tipo "duro" en comparación con los emergi dos en trigo tipo "semiduro". Además informa, que de acuerdo a sus experiencias con variedades de trigo, los contenidos de proteínas de 13.72 a 15.24% fueron más favorables para el de sarrollo de S. oryzae (L.) que contenidos mayores de 17%.

Al trabajar con semillas de avena al ataque de R. domi nica (F.) Snham (1965-1966) concluyó, que el grado de resis tencia por variedad está relacionada con la presencia y natu raleza de la cáscara en el cereal.

Díaz (1967), mediante las técnicas de "elección libre" y "no elección", investigó las posibles fuentes de resisten cia al ataque de Sitophilus zeamais, (Mosth), de un gran núme ro de variedades de maíz, proporcionada por el Banco de Germo plasma del C.I.M.M.Y.T. Evaluó la resistencia, con base en el número de insectos atraídos a cada muestra, el número de huevecillos y el porcentaje de daños. Encontró resultados in teresantes respecto a la inanición. Del gran número de varie dades probadas (74 de polinización libre y 65 de polinización

controlada), ninguna demostró ser completamente resistente, pero algunas presentaron un alto grado de resistencia, sobresaliendo entre ellas: Zapalote chico, Chiapas Gpo. 18, Coastal Tropical Flint y Antigua 2-D entre las de libre polinización, y Coastal Tropical Flint, Antigua 8-D, Nal tel, Incantan 108 x Campeche, entre las de polinización controlada. Concluye el autor, que probablemente existieron casos de no preferencia para la alimentación y oviposición, y quizás algunos ejemplos de antibiosis, pero que para la entera validez de cada uno de estos posibles mecanismos de resistencia, sería conveniente una verificación para cada caso en particular.

Rhine y Staples (1968), observaron el efecto de tres niveles de amilosa en tres variedades de maíz, sobre la emergencia y peso de los adultos de cinco especies de insectos. Los autores consideraron como normal, al contenido del 25% de amilosa y al de 60 y 70%, como de alto contenido. Los resultados demostraron que el alto contenido de amilosa, no afectó la emergencia y el peso de los adultos de Rhyzopertha dominica (F.) y de la Tribolium castaneum H., pero para el caso de Sitophilus granarius, (L.) S. oryzae (L.) y de Sitotroga cerealella, (O.), el peso sí se vio afectado negativamente. Además, observaron que el 70% de amilosa, sólo disminuyó la emergencia de S. granarius (L.).

También se ha indicado (Painter, 1969), que los conte

nidos intermedios de amilosa, pueden ser los responsables del efecto de antibiosis en los granos de maíz, ya que los contenidos bajos y altos de amilosa, parecen ser más favorables para el desarrollo de las larvas de S. cerealella (0). Además, Zuber et al (1958) citado por Peter et al (1960), mencionan, que los granos de maíz con alto contenido de amilosa, tienen una textura muy dura y que paralelamente el endospermo tiene altos contenidos de proteínas y de grasas.

Díaz (1969), evidenció que el contenido de grasas, en los granos de maíz, tiene una clara influencia en la duración del ciclo biológico de S. cerealella (0), correspondiendo un alargamiento del ciclo a mayor contenido de grasas en los granos. Entre el material genético que estudió, la Variedad dulce de Medellín con 7.75% de contenido de grasas, destacó significativamente de los demás, por sus características de aparente resistencia. Este autor, al juzgar por la reacción del insecto manifiesta que el mecanismo de resistencia presente, fue el de antibiosis, ya que en esta variedad, además de una baja emergencia de adultos, obtuvo un ciclo de desarrollo más prolongado y un peso más bajo de adultos emergidos.

Van Der Schaaf et al (1969), investigaron el comportamiento de Sitophilus zeamais en materiales proporcionados por el Banco de Germoplasma de C.I.M.M.Y.T. Mediante las técnicas de "no elección" y de "elección libre", seleccionaron 96 va

riedades de las 337 evaluadas. Veinte de estas demostraron tener varios grados de resistencia. Las variedades 214 (Coastal Tropical Flint), 222 (Chandelle) y 291 (Variedades de origen desconocido), fueron altamente resistentes. Según estos autores, en las repeticiones de las pruebas de "elección libre", la posición que tenía el testigo o variedad susceptible dentro de las cajas de confinamiento, afectó los resultados obtenidos en las otras muestras que se encontraban ubicadas a su alrededor, haciendo que por efecto de vecindad, los tipos de maíz colocados juntos al tipo susceptible, tuvieran también un mayor número de insectos atraídos.

Dabrowski Sbigniewt (1970) sitúa como uno de los métodos más importantes para el control de plagas es al cultivo de las variedades resistentes. Elementos para solucionar este problema son los siguientes: mecanismos de selección de las plagas a la planta huésped, bases bioquímicas de preferencia y no preferencia del insecto. Como preferencia conciernen varios tipos, pueden ser distinguidos tales como preferencia en oviposición y en la alimentación.

Igualmente Widstrom, et al (1970) señaló que la resistencia es condicionada por factores físicos y químicos.

Históricamente la selección de los granos se remonta a los antiguos centros de la Agricultura del Centro Mediterraneo La gente de ésta gran área estaba provista de un amplio conoci

miento sobre la selección de granos, entre los cuales fueron utilizados principalmente los de trigo, centeno y cebada (Robbins y Weier, 1964). Se ha demostrado que la resistencia en variedades de plantas de arroz, reduce el número de huevos puestos y el número de ninfas emergidas; prolongando el período ninfal y reduciendo la longevidad de los adultos (Jennings y Pineda, 1970).

Usando diferentes variedades de maíz al ataque de Sitophilus zeamais (Mostsh.) (C.I.M.M.Y.T. 1970-1971), (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo se demostró que de los maíces suaves emergieron mayor número de insectos con incremento en el daño causado, que en las variedades con un alto contenido proteínico, se produjo un incremento de emergencia y peso de los insectos, se concluyó de estos estudios que los aminoácidos que contenían los maíces intervinieron en la nutrición del insecto.

La resistencia debida a las hojas pubescentes del trigo ante la presencia de insectos, afecta a las hembras en la deposición de sus huevecillos y el desarrollo de las larvas (Ringland K, 1971).

Peniche García S. (1971) en su trabajo para evaluar la respuesta de cuatro variedades de maíz con los fenotipos de cada una al ataque de dos especies de insectos, Sitotroga ce

realella (O.) y Sitophilus zeamais (Motsch.), realizó dos pruebas, la de "libre elección" y "no elección", dicho autor indicó que, considerando los tipos de endospermos de las variedades utilizadas, la "dureza" de los granos actuó como una barrera para los insectos, siendo el responsable directo de esa dureza, los materiales de tipo duro (normal, sin cualidades de opaco) fueron los más resistentes y los opacos lo contrario; también señala que las características nutritivas de los materiales opacos y, sobre todo, los modificadores, propiciaron diferencias con respecto al daño, tanto por larvas, como por adultos, ovipostura y emergencia de ambos insectos. Los orificios de alimentación fueron mayores para los maíces opacos y modificados y menor para los normales; asimismo, la duración media del ciclo de vida de los insectos es menor en los casos de los granos con fenotipo opaco y modificado y mayor para el normal, lo cual retarda la emergencia, y por lo tanto es menor el número de generaciones.

Villacis (1971), al buscar resistencia y susceptibilidad, informó que la dureza de los granos de maíz se correlacionó positivamente con el número de insectos emergidos por grano y que los resultados obtenidos de S. cerealella (O.) demostraron que los maíces Dulce y Amiloso presentaron una resistencia de tipo antibiótico, debido a los nutrientes y altos contenidos de proteínas, azúcares y grasas analizados en estos dos maíces.

Davey, P.M. (1974) midiendo la susceptibilidad de 25 variedades de maíz colombianas e indonesias al ataque de S. zea mais (Motsch), encontró que no había evidencias en cuanto a la relación de número de huevecillos puestos y la susceptibilidad. Agrega además, que la amilosa puede influir en la susceptibilidad.

-Kisbore, et al (1975) en su investigación de variedades recientemente desarrolladas, de híbrido de sorgo al ataque de R. dominica (F.) y Calandra oryzae (L.), determinaron la relativa susceptibilidad entre las variedades y un híbrido de sorgo que con Cs V2 (302); Cs V5 (148), SPV4 (269); SP 15(285); CS V4, C S3541 y CSH5. El porcentaje de granos dañado debido a C. oryzae (L.), varió de 6.50% en (CSH5) a 21.17% en (CSV4). Las siete variedades cayeron en tres distintas y significantes grupos, basados en la susceptibilidad de Calandra oryzae (L.) C SH5 y PV4 CSV2, SPV15 y C SV5 CSV4. El porcentaje de daño debido a R. dominica (F.), varió de 16.96% en CSH5) a 65.65% en (CSV2). En este caso hubo también tres diferencias significativas en susceptibilidad: entre las plagas, las variedades y el híbrido. Todas las variedades fueron dañadas por Calandra oryzae (L.), pero en menor proporción que con R. dominica (F.). El híbrido CSH5 y la variedad SPV4 fueron encontrados menos susceptibles a ambas plagas.

La resistencia de plantas al ataque de insectos es mani

festada en diferentes formas; primero, por tener un gran vigor; el segundo aspecto, es la antibiosis, por la cual la planta activa la cutícula con savia tóxica o particularmente con vellosidades en hojas y tallos; tercero, la preferencia por la cual ciertas son más o menos atractivas de acuerdo a su textura color, aroma o sabor (Dennis, 1975).

Dobie (1977), mencionó que, en casos de resistencia es fundamental analizar tanto los factores físicos como los químicos, por lo que señaló que la fusión del pericarpio y la testa en el caso particular del maíz, aparentemente podrían jugar un papel importante como un carácter de resistencia.

Mamedov y Shapiron (1978), encontraron que la resistencia en 100 variedades de trigo a las principales plagas de almacén S. oryzae (L.) y R. dominica (F.) fue causada por la antibiosis, producida durante la nutrición de la larva y las variedades más susceptibles fueron aquellas en las cuales se registraron cantidades elevadas de proteínas y lisina.

Vardell y Tilton (1981), realizaron un experimento con la susceptibilidad de R. dominica (F.) al calor. Obtuvieron que a temperaturas de 40°C, no hubo emergencia. Además, a 44°C y 40, 50 ó 60% de humedad relativa fueron letales. La exposición del insecto a 42°C y 40% de humedad relativa produjeron 98% en exceso de mortalidad, y de los que sobrevivieron no hubo progenie.

La exposición a 40°C y 40% de humedad relativa como tam

bién a 42 a 50 o 60% de humedad, tuvieron menor efecto sobre mortalidad y reproducción.

Osuji F.N.C. (1982), estudió radiografías con R. Dominicana (F.), en maíces y presentó que las larvas del barrenillo de los granos R. dominica (F.) introducidas en granos de maíz a través de hoyos hechos previamente, en el área del germen se desarrolló más rápido que esos introducidos en el endosperma (Figura 1). El crecimiento final del último estadio de la larva y prepupa fueron relevados sobre las radiografías, 17-19 días después, de la introducción de la larva en esos granos, que presentaban su entrada en el germen. Comparando con los que penetraron por la corona del grano con 40-43, días, se presentó una alta mortalidad con larvas que intentaron entrar a granos sanos que esos expuestos a granos con daños mecánicos o granos quebrados.

Las larvas fácilmente penetran y desarrollan en granos hendidos verticalmente en posición del medio hacia abajo, en granos hendidos transversalmente en la posición de la mitad hacia arriba del germen, entran afortunadamente menos. También concluyeron que su desarrollo fue menor en la corona que en la mitad del germen.

### III.- MATERIALES.

Para la presente investigación fue usada una cámara de cría de insectos, (Figura 1), con entrepaños de madera.

La temperatura fue proporcionada por un calefactor con resistencia en espiral de marca Mogum para 127 Volts. (v) 1000 W se - DGE - 164 - 398 0003, y un ventilador giratorio de tres aspas de tres velocidades controladas por botones que para este fin se utiliza la primera velocidad, cuya marca es Ultravent Birtman U-16 Hecho. Clave: 8833 176 71112 Modelo H R3176 127 Volts. 60 ciclos H 255 Watts.

Para medir la temperatura en forma eficiente se utilizó un termostato que controla ambos aparatos al mismo tiempo cuyos datos son los siguientes: Thermoswitch thermostat Fenwal Incorporated Ashland Mass Rating 10A 120 VA 5A 240 VAC contacts.

Para determinar el registro de temperatura se contó con un termómetro de mercurio y un higrotermógrafo Rossbach HTR 100-1550.

La humedad fue proporcionada mediante un humidificador controlado por medio de un humidestato marca Honeywell con numeración H600 A 10 14 1 MPLS. Marcando un rango de 20 a 80% de humedad. El humidificador es de marca Standard Humi

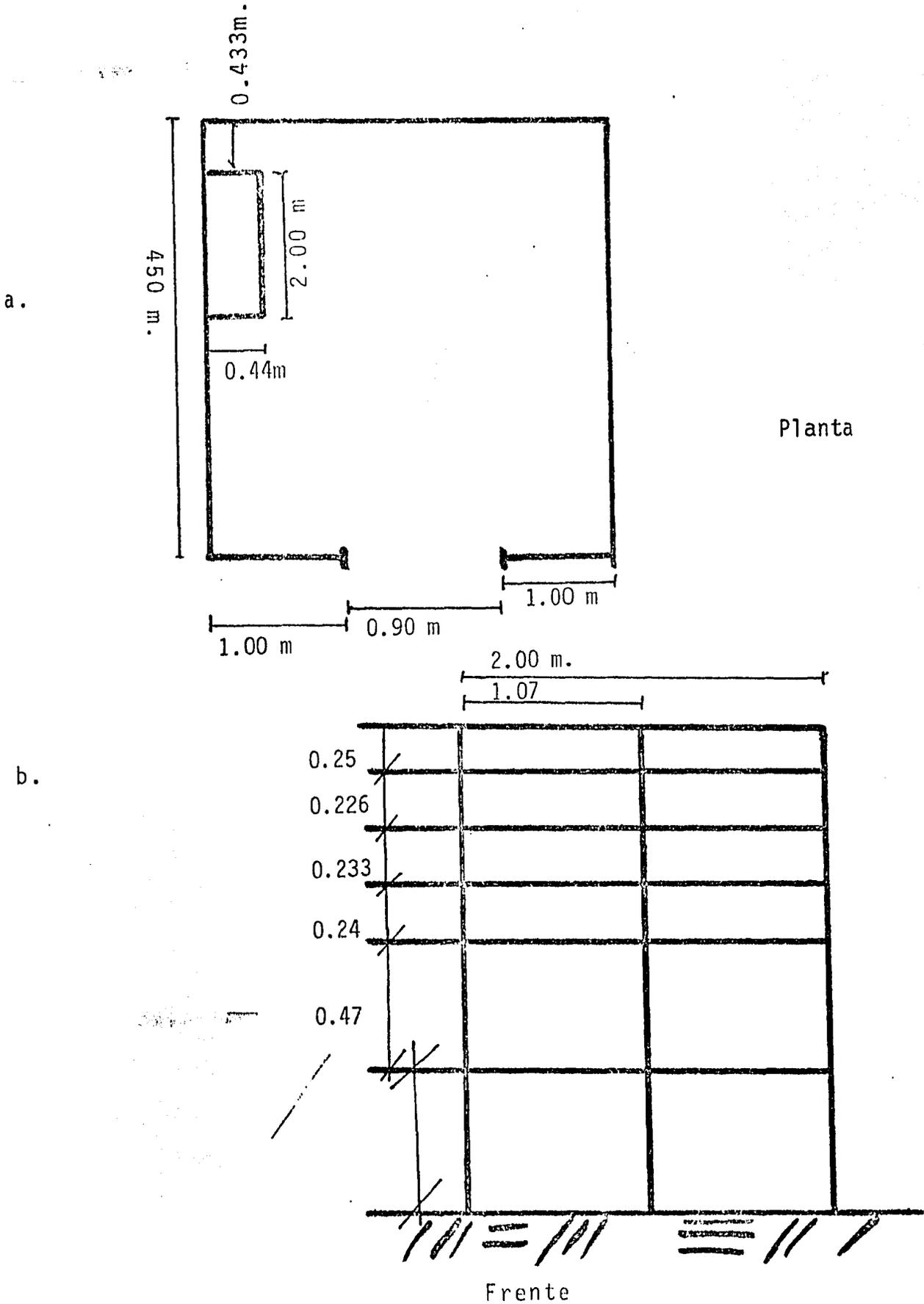


Figura .1. Cámara de cria de insectos: a.planta de la cámara general, b. sección utilizada para el experimento.

fier, voltaje 115V, modelo 31.

Se utilizaron 7 lámparas fluorescentes controladas con un reloj automático marca Reliance time controls.

Para diseñar los 16 cilindros en el experimento se utilizó lámina de metal galvanizada con las siguientes dimensiones 42 cm de diámetro dividido en seis secciones, de 10 cm de altura. Se construyeron 8 con una depresión en el centro de 2 cm de diámetro y 2.5 cm de profundidad 42 cm de diámetro y 20 cm de altura, dividido en seis secciones de 10 cm de altura y los otros 8 sin la depresión.

Se usaron 8 tiras de madera de 2 metros para mantener el cilindro en sentido horizontal.

Para cubrir el dispositivo se usaron 8 metros de tela negra de poplin.

Para incrementar la población de insectos se tomaro 4 kg de maíz cacahuazintle; para el lavado del maíz se utilizaron cubetas de 7 litros, jabón en polvo e hipoclorito de sodio al 5%; para el secado, bandejas de 30 cm x 10 cm y un calefactor tipo D. T. de 1320 Watts. 110 Volts Robershaw; para la humedad, con el medidor de humedad Steinlite SS250 higrómetro Moisture meter, y el pesado en la balanza marca triple Beam granaria.

Se utilizaron frascos dulceros grandes de 3,740 ml de capacidad cada uno y siete frascos dulceros chicos de 850 ml cada uno para formar la colonia de insectos.

Para confeccionar las cubiertas de los cilindros y frascos, se usó tela de organdí y resorte.

Para rotular todo el material, 192 etiquetas marca tesa No. 625 25 tamaño 25 x 25 mm y 98 ligas para los frascos.

Para medir la dureza del material de estudio se utilizó el Preccisión Universal Penetrometer, Figura 5. Para la separación de muestras se utilizaron 100 bolsas de hule, frascos gerber, coladera en una malla de 15 hilos por pulgada, juego de tamices granulométricos compuesto por: tapa, tamiz No. de malla 8; abertura 2.38; tamiz No. de malla 20, abertura 0.84 mm; tamiz No. de malla 40, abertura 0.42 mm, base Figura 2y3 de laton; pinceles delgado y grueso. Brocha de 12.5 cm de ancho y brocha de 3 cm de ancho de fibras y 15 cajas de Petri.

En la detección de daños por Rayos-X, el aparato empleado para este propósito fue un General Electric Rayos-X. El tiempo óptimo de exposición de Rayos-X fue de 14 segundos, y 40 kilovoltios y 10 miliamperio. Las placas usadas fueron 35 X 43 cm y 14 x 17 pulg. AA 54 Industria Kodad. Se confeccionaron tres cartuchos de hule color negro para cargar las placas (Milner, 1950.)

El material experimental fue de diferentes regiones del país (Tabla 1).

En el análisis químico del material experimental, se utilizó el indicado por el Manual de Bromatología. Fac. M.V.Z. U.N.A.M. y Villegas, 1982.

- I.- Agua-Humedad: balanza analítica, etiqueta, caja de pa  
pel, horno, campana de desecación.
- II.- Cenizas-Sales Minerales: Crisol de porcelana, balanza  
analítica, etiqueta, mufla, cam  
pa  
na de desecación.
- III.- Grasa cruda,- Extracto etereo: cartucho de papel filtro  
balanza analítica cartucho de cris  
tal, vaso especial, extractor, hor  
no.
- IV.- Fibra cruda: Parrilla, vaso especial, papel filtro, em  
budo de Buchner, matraz de filtraci  
ón, aparato de vacío, papel tor  
nasol, embudo, espátula, cápsula  
de porcelana, horno.
- V.- Proteína cruda: mortero, matraz de Kjhdal, embudo de  
papel, matraz de Erlenmeyer 250ml.
- VI.- Nitrógeno: Molinos balanza analítica, tubos digestores

de 17 x 150 mm con aforo de 75 ml, jeringa automática, de 2 ml, gradillas, digestores, reguladores de voltaje agitador de tubos, aparato autoanalizador (muestreador, bomba de aprovisionamiento, baño de reacción, Fotocolorímetro y graficados).

VII.- Lisina y Triptofano: balanza semi-micro-analítica, estufa-incubadora, agitador de tubos, jeringas automáticas 5 ml. gradillas para tubo, pipetas volumétricas (1 y 3 ml), matraces aforados matraces Erlenmeyer de 11, tubos con sorca, tubos de ensayos, tubos de colorímetro calibrados espectrofotómetro o colorímetro, potenciómetro, probetas graduados y centrifuga.

VIII.- Amianoácidos: Viales de vidrio de 20 x 70 y de 20 x 95 mm, tubos cónicos de vidrio graduados para centrífuga con tapón de rosca, estufa con temperatura controlable, analizadores de aminoácidos Beckman, Modelo



Fig. 2.- Juego de tamices granulométrico.

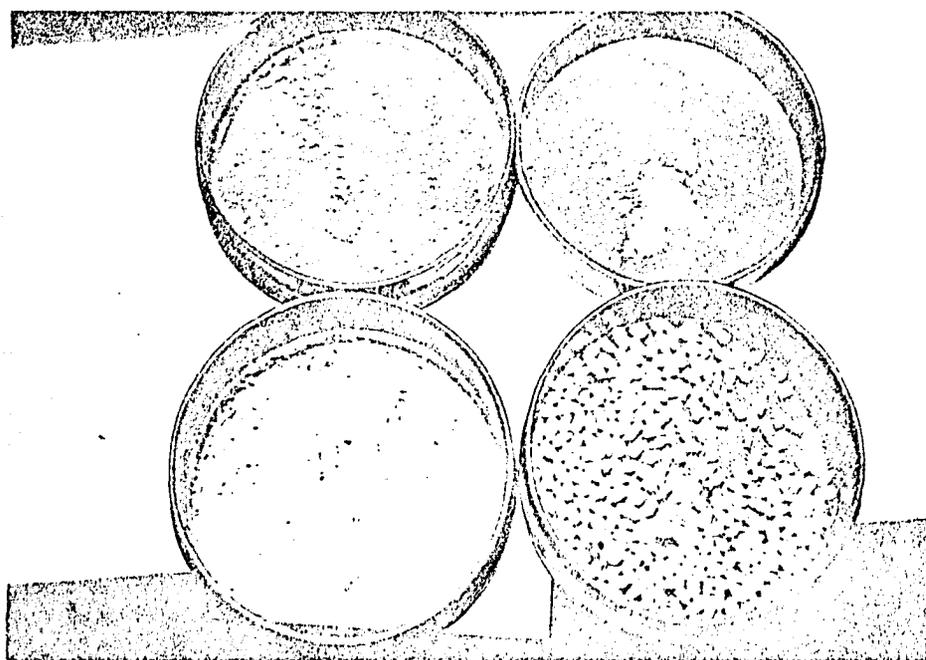


Fig. 3.- Tamíz granulométrico, para separación de los insectos de el maíz.

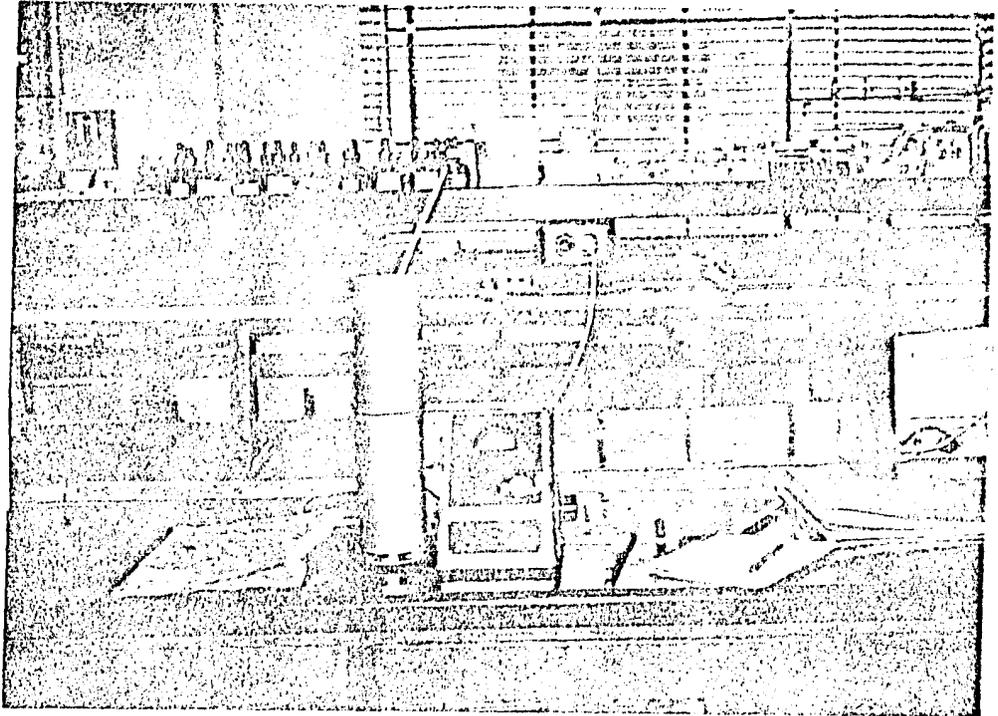


Fig. 4.- Aparato para medir humedad, Motomco.

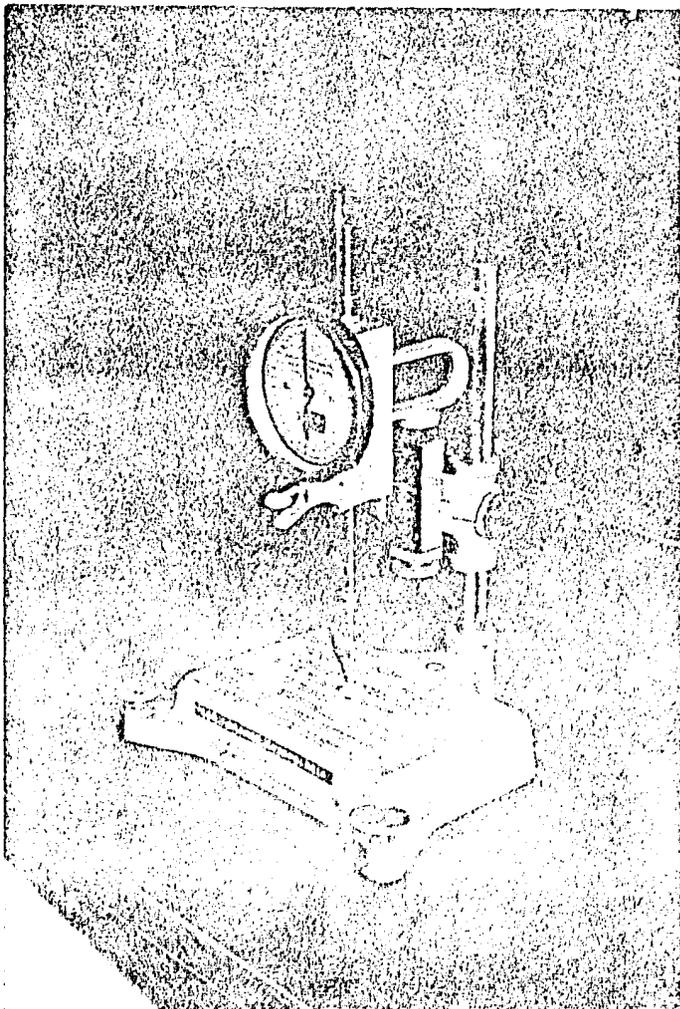


Fig. 5.- Penetrómetro  
Universal.

120 C equipado con columna larga y corta y resinas correspondientes, Rotoevaporador, material de vidrio (pipetas, vasos, etc). cinta ph con indicadores multiples, Potenciómetro con escala expandida.

Rhyzopertha dominica (F.), es un insecto que pertenece a la familia Bostrichidae y está clasificada entre las 15 especies de insectos que mayor daño ocasionan a los granos y a las harinas, Ramírez (1966).

Ramírez (1966) señala que R. dominica (F.) ataca a todos los cereales, su daño es tan severo, que los granos quedan sólo, con la cubierta o pericarpio.

El adulto mide de 2.5 a 3.5 mm de longitud, (fig. 8) de color castaño oscuro, cuerpo alargado, cilíndrico; posee alas bien desarrolladas. En vista dorsal, la parte posterior se ve redondeada y ligeramente truncada. La cabeza está dentro del protórax, está cubierta por el pronoto, el margen dorsal posee numerosos tubérculos (Figura 8) el protórax es jorobado, cuadrangular y punteado. Las antenas tienen 10 segmentos, los últimos tres forman una clava (Richards y Davies, 1977; Chrystensen 1974; Cotton 1979; Arias, (1981).

Los huevecillos recién puestos son blanco brillante (Fig. 9), piriformes; a medida que el embrión se desarrolla

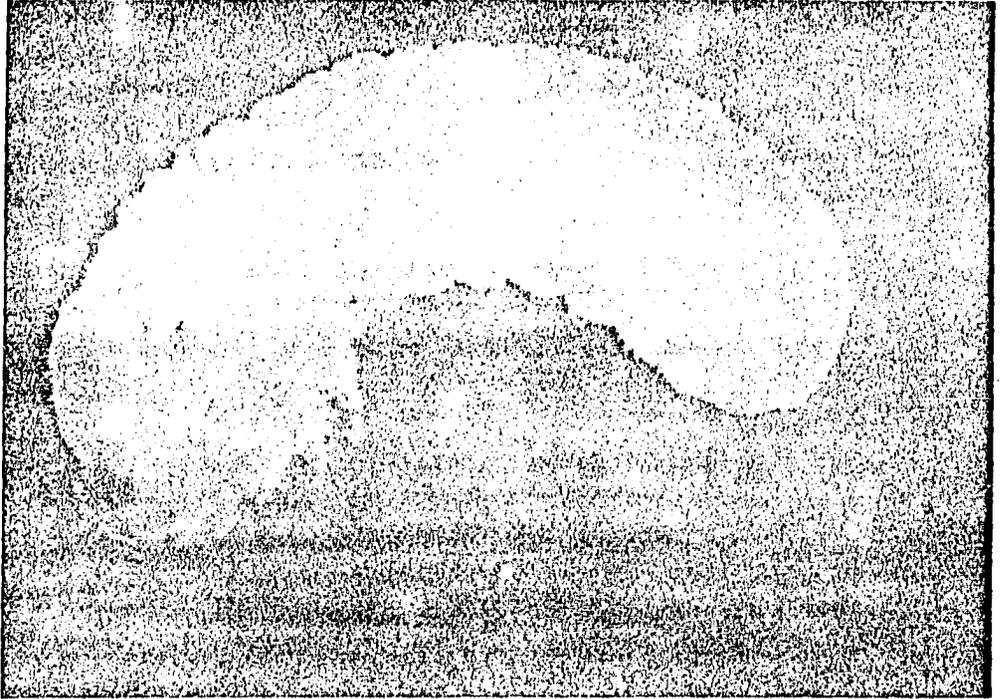


Fig. 6.- Larva de R. dominica (F.). 2.1 mm.



Fig. 7.- Pupa de R. dominica (F.). 1.9 mm.

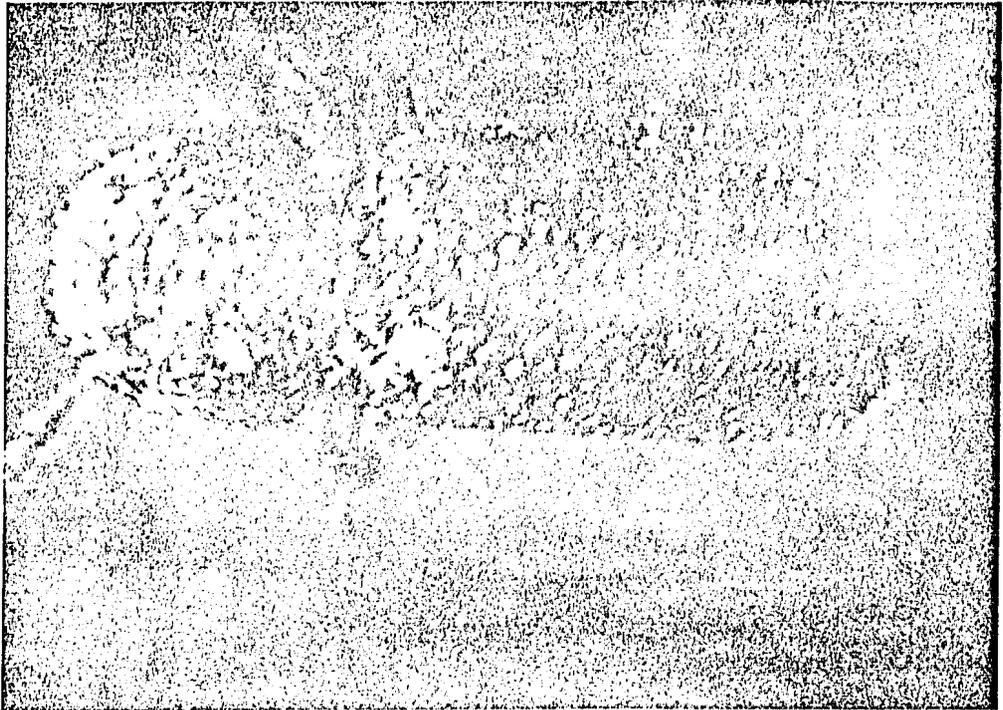


Fig. 8.- Adulto de Rhyzopertha dominica (F.)  
en posición dorsal. 2.5 mm

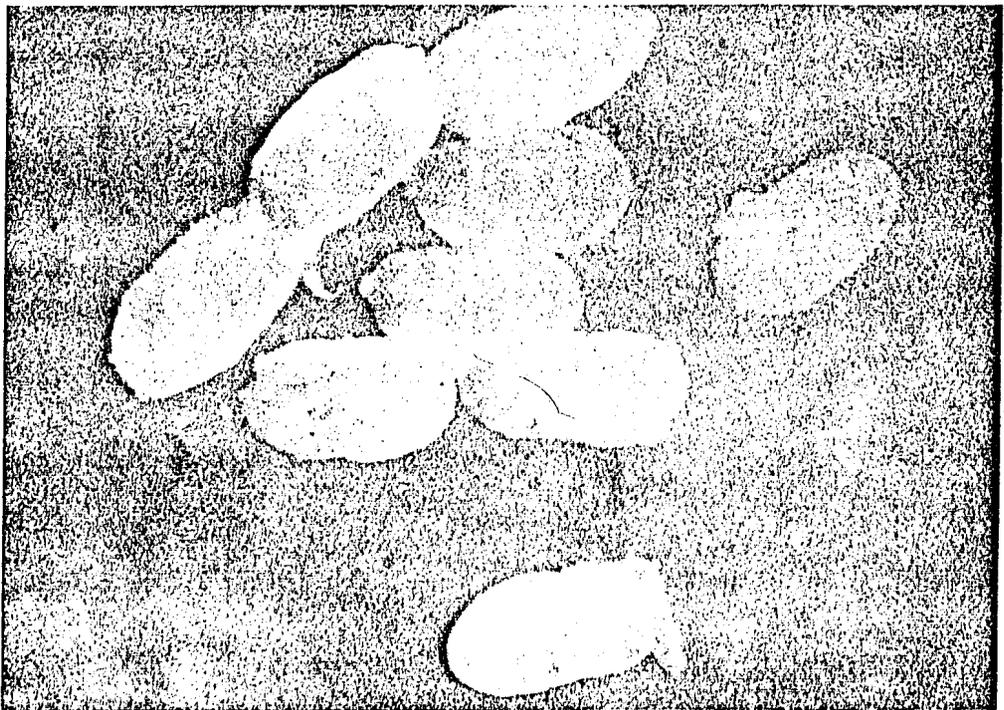


Fig. 9.- Huevecillos de Rhyzopertha dominica (F.)  
1.2 mm.

en el interior del huevecillo varía su color a blanco-rosa y violeta obscuro. Las larvas, en sus últimos estadio son de color blanco lechoso, escarabiformes y alcanzan un tamaño aproximado de 0.25 cm; la cabeza es pequeña, de color obscuro el abdomen está cubierto por pubescencia corta, el extremo anterior es más abultado que el posterior. En el estadio larvario (Fig. 6), es difícil distinguir los sexos, no así en el estadio de pupa (figura 7) toma un color blanco y se va tornando más obscura hasta la emergencia del adulto. (Ramírez 1966; Metcalf y Flint, 1966; Mañz, 1977).

Rhyzopertha dominica (F.) La describió por primera vez en el año de 1772 Cristian J. Fabricius, entomólogo danés (1745-1808), (Pelayo y Cross) (1979). Se cree que es originario de la India de regiones adyacentes. En algunos lugares se conoce con el nombre de barrenillo de los granos, mientras que en otros, como barrenador menor de los granos (Ramírez 1966). Sin embargo Metcalf y Flint (1965), señalan que debido al daño que causan en cereales almacenados en Australia, se le conoce como el gorgojo australiano del trigo. Por otra parte Chomp y Byte (1978) mencionan que R. dóminica (F.), es un barrenador, provisto con poderosas mandíbulas, que lo capacitan para perforar los granos.

Según Borrer, DeLong y Triplehorn (1976) y Hatch (1962), Rhyzopertha dominica (F.) esta clasificado dentro de la escala zoológica en la siguiente forma:

Phylum... Arthropoda  
Subphylum... Mandibulata  
Clase... Insecto  
Subclase... Pterigota  
División... Endopterygota  
Orden... Coleoptera  
Suborden... Poliphaga  
Superfamilia... Bostrichoidea  
Familia... Bostrichidae  
Subfamilia... Dinoderinae.  
Tribu... Dinoderini  
Género... Rhyzopertha  
Especie... dominica (F.)

Las hembras depositan de 300 a 500 huevecillos, aislados o en grupos, en la superficie del grano cerca del embrión, y en otras partes del almacén, (Ramírez 1966; Cotton 1979; Arias, 1981.). Sin embargo, Gonnemaisor (1976) menciona que la hembra pone 150 a 200 huevecillos. La duración de incubación es de 5 a 6 días en otoño y de 7 a 11 días durante el invierno. La larva pasa por 4 a 5 estadios, después de los cuales se transforma en pupa. Después de 5 a 8 días emergen los adultos que pueden iniciar su actividad sexual. Puede haber de 3 a 5 generaciones al año, si la temperatura es aproximadamente de 25 a 28°C. El ciclo total de huevecillos hasta la emergencia es aproximadamente de 60 días (Ramírez 1966, Bonne

maison, 1976, Cotton, 1979, Arias 1981).

Rhyzopertha dominica (F.) es una plaga primaria, que destruye los granos enteros. El daño más severo lo causa en trigo, centeno, maíz arroz y sorgo (Mainz, 1977), Por su parte, Metcalf y Flint (1965) mencionan que este insecto es más destructivo en trigo, ya que sus daños reducen el grano a cascarrilla, debido a la voracidad de los adultos y de las larvas.

El mayor potencial de R. dominica (F.) como plaga está en las zonas secas y cálidas de todo el mundo, cuando los granos con suficiente humedad se dejan almacenados por unos meses. Este insecto es de gran importancia económica en Australia, la India y la Península Arábiga. En México los mayores daños los encontramos en el noroeste y el noreste, aunque se considera de importancia económica en todo el país. Debido a su capacidad de volar, infesta fácilmente cualquier almacén o granero contaminado, desarrollándose rápidamente (Schoenherr y Rutledge 1967; Cotton 1979).

Las larvas y los adultos se alimentan de los granos haciendo perforaciones irregulares. En ocasiones pueden encontrarse hasta 8 insectos por grano; las larvas defecan en el interior de éste, y posteriormente el excremento es desalojado al exterior por los orificios de entrada, junto con partículas de endospermo. En infestaciones fuertes se acumulan grandes cantidades de heces fecales en el interior del grano,

el cual caracteriza las infestaciones del barrenador menor de los granos. Además de atacar los productos agrícolas antes mencionados causan daños en diferentes productos, en molinos, silos, productos de molienda, forrajes, cacahuates, etc. Cuando hay escasez de granos, se ha observado que estos insectos se alimentan de la madera usada para empaquetar (Ramírez, 1966, Mainz, 1977).

Frogatt, citado por Cotton (1979), menciona que R. dominica (F.) llega a Sudamérica procedente de la India por vía marítima y así, mediante el transporte comercial, se extendió a todos los países.

R. dominica (F.) es cosmopolita; actualmente se encuentra distribuida en todos los centros cerealícolas de América. En México, las áreas más infestadas son el noroeste y el nordeste, pero esta presente en todo el territorio nacional, como ya se mencionó. Vuela libremente facilitándose su emigración a los campos agrícolas y/o de un almacén a otro. Esta plaga vive en el grano con una humedad de 8 a 9% (Ramírez 1966; Mainz, 1977; Cotton, 1979; Arias, 1981).

## GENERALIDADES DE LAS VARIEDADES DE MAÍZ ESTUDIADAS

El maíz es posiblemente originario de México y Centro América y su origen citogenético se relaciona con el teocintle, Euchlaena mexicana Schard, que es el pariente más cercano. Su Clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino..... Vegetal  
 División..... Thracheophyta  
 Subdivisión..... Pterospidae  
 Clase..... Angiospermae  
 Subclase..... Monocotiledoneae  
 Grupo..... Glumiflora  
 Orden..... Graminales  
 Familia..... Maydeae  
 Genero..... Zea  
 Especie..... mays (L.)

El material de maíz utilizado es proveniente de diferentes partes de México, (tabla 1).

1.- Variedad Tabloncillo.

Plantas de mediana altura 2.4 metros; precoz; "muchos hijos"; tallos delgados; número de hojas de anchura y longitud media; aspectos generales de las plantas, como zacate común; índice de venación muy alto; pubescencia muy reducida, adaptado a altitudes bajas de 0 a 1500 metros; espigas largas; las

TABLA 1

Características de las seis variedades de maíz (Zea mays L.)

Variedades de maíz	Lugar y Estado	Origen	Color	Apariencia
Tabloncillo	Achichipico Estado Morelos	1983	blanco	Harinoso
Cónico	Santa Catarina del Monte Estado de México	1983	azul	Harinoso
Chalqueño	San Mateo Capultlan Estado de México	1983	crema translucido	Semidentado
Tuxpeño	Cotaxtla Estado de Veracruz	1983	crema translucido	Dentado
Bolita	San Lucas Aizala Estado de Michoacán	1983	azul	Semiharinoso
Pepitilla	Tulancingo, Estado de Hidalgo	1983	amarillo claro	Dentado

características externa de la mazorca son: de longitud media, delgadas, cilíndricas; promedio de hileras 9.1; granos muy anchos, de espesor mediano, textura del endospermo de harina generalmente suave, por lo regular de color blanco, las características interna de las mazorcas son: diámetro de la mazorca 36-44 mm; diámetro del olote 22 a 25 mm; diámetro del raquis 11 a 13 mm; diámetro del grano 9 a 12 mm. Su nombre se le aplica en la región donde se cultiva y que se refiere a sus granos anchos, cortos y gruesos como una tablita. Su distribución en el oeste de México, Nayarit, Sonora, Baja California y Morelos.

Su origen es casi seguro de la influencia genética de Teocintle y el Reventador.

## 2.- Variedad Cónico.

Plantas cortas o intermedias con un promedio de 1.7 metros, muy precoces, pocos hijos. Se adapta a altitudes elevadas de 2,200 a 2,800m.. Espigas cortas con muy pocas ramificaciones.

Las características externa de la mazorca son: cortas, cónicas con adelgazamiento pronunciado y uniforme de la base al ápice, número medio de hileras, 16; granos medianamente pequeños, siendo largos en relación con el espesor y anchura, moderadamente puntiagudos y dentados; estrías ligeras y ausen

tes. Las características interna de la mazorca son: diámetro de la mazorca de 34 a 47 mm; diámetro del olote de 17 a 21 mm, longitud del grano de 11 a 16 mm.

El nombre que se le ha aplicado a esta raza es muy apropiado puesto que la característica más sobresaliente de las mazorcas es su forma cónica. Su distribución, principalmente en la Mesa Central a altitudes que varían desde 2,200 a 2,800 m, se cultiva en los Estados de México Tlaxcala, Puebla, Michoacan, Hidalgo y en otras regiones en menor escala.

Su origen y parentesco es indudable que el Cónico resultó de la hidratación entre el Palomero Toluqueño y el Cacahuacintle.

### 3.- Variedad Chalqueño.

Plantas medianas hasta muy altas, de 2 a 5 metros, generalmente su período vegetativo es mediano de 5 a 6 meses, número reducido o mediano de "hijos", número mediano de hojas relativamente anchas y de longitud mediana adaptada a altitudes elevadas, 1800 m a 2,300 m. Espigas largas con pocas ramificaciones; granos medianamente angostos y delgados, largos con tendencia a ser punteados. Características interna de la mazorca son de diámetro 49 a 52 mm, diámetro del olote 26 a 30 mm, longitud del grano 15 a 16 mm. Su nombre tomado del nombre de Chalco, pueblo en el Valle de México que se encuentra más o menos a 35 kilómetros al Sureste de la Ciudad de México

Se cultiva en gran escala en esta región. Su distribución geográfica casi idéntica en tamaño a la del cónico en la Mesa Central, pero debido a lo tardío, difiere del cónico en la ex ten si ón de adaptación que tiene con respecto al factor alti tud. Los límites superior e inferior de adaptación son aproximadamente de 1,800 a 2,300 metros respectivamente, mientras que los del cónico casi generalmente varían de 2,200 a 2,800 metros. Su origen y parentesco: es casi seguro que el Chalqueño sea el producto de la hibridación del Cónico y el Tuxpeño.

#### 4.- Variedad Tuxpeño.

Plantas altas 3 a 4 metros en su habitat nativo; muy tardío; pocos "hijos", numerosas hojas, anchas, especialmente en relación con su longitud; índice de venación medianamente alto; color ligero; pubescencia muy escasa; moderadamente sus cept ible a las razas de Cacahuacintle; promedio de nudos cro mo s ó m i c o s 6.1; adaptado a bajas altitudes.

Espigas largas, numerosas ramificaciones, aproximadamente el 20% de ellas secundarias; terciarias infrecuentes; índice de condensación mediano. Características externa de las ma z or cas son: de longitud mediana y larga, medianamente delgada cilíndrica, número de hileras 12 a 14, granos anchos, media na mente gruesos; endospermo blanco, con dureza alta. Mazorcas en su carácter interno: diámetro de la mazorca 44 a 48 mm;

diámetro del olote 25 a 28 mm, longitud del grano 12.8 mm. Su nombre se deriva del nombre de la ciudad de Tuxpan, Veracruz, situada en la Costa del Golfo de México al norte de la ciudad de Veracruz. Se escogió este nombre debido a que Tuxpan se encuentra aproximadamente en el centro de distribución de esta variedad.

En su distribución, el Tuxpeño se cultiva extensamente y es definitivamente la variedad más importante de la costa del Golfo de México desde el nivel del mar hasta los 500 metros de altura. Prácticamente todo el maíz que se produce actualmente en la Costa del Golfo es de la variedad Tuxpeño. Su origen y parentesco: éste es intermedio entre el Olotillo y el Tepecintle los que son sus probables progenitores.

El maíz Tuxpeño es una de las más importantes de todas las variedades de maíz desde el punto de vista de su influencia en las variedades modernas agrícolamente productivas tanto de México como de los Estados Unidos de Norteamérica. Ha figurado entre los antecesores de algunas de las variedades más productivas y agrónomicamente satisfactorias de México, tales como Celaya, Chalqueño y Cónico Norteño, descritas posteriormente como variedades modernas.

##### 5.- Variedad Bolita.

Plantas medianamente cortas; precoces, espigas de longitud mediana, número de ramificaciones desde intermedio

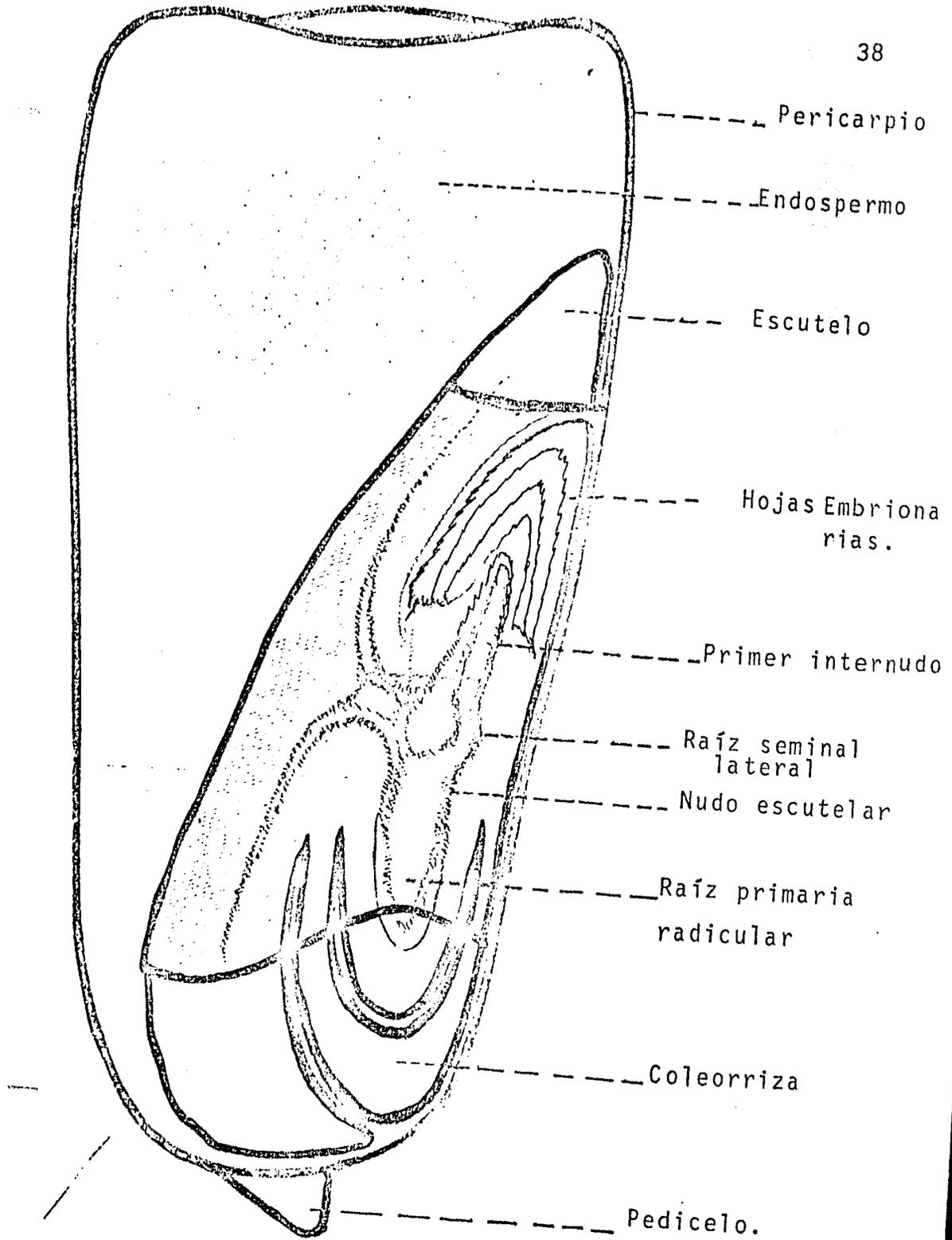


Figura. 10 Sección vertical a través de un grano maduro de maíz. (Hopkins, 1903).

a alto. Características externa de las mazorcas son: muy cortas, cilíndricas, promedio de hileras 14. Granos de anchura mediana, gruesos, cortos, con depresión pronunciada, características interna de las mazorcas son: diámetro de 42 a 48 mm; diámetro del olote 25 a 30 mm, longitud de los granos 11 a 13 mm, color azul obscuro. Su nombre se deriva del lugar donde se cultiva. Bolita se refiere a la forma redonda de la mazorca incluida en la cubierta. Su distribución es muy común en la Mesa Central de Oaxaca a elevaciones de 900, a 1,500 metros. Se cree que Oaxaca sea el centro probable de distribución, así como en Teotitlán del Valle, Santiago Matatlan, San José de Gracia, Huajuapán, Etlá, Tamazula, Nochistlán, San Juan Chilateco y Zaachila.

#### 6.- Variedad Pepitilla

Plantas medianamente altas; período vegetativo mediano, adaptado a altitudes intermedias, de 1,000 a 1,700 metros. Espigas largas con muchas ramificaciones; Las características externa de la mazorca son: medianamente largas gruesas, adelgazamiento ligero uniforme de la base al ápice promedio de hileras 14; frecuentemente con espacio amplio entre las hileras de granos debido a la separación de los miembros de un par de espiguillas, granos muy angostos, delgados y extremadamente largos; el ápice del grano termina en una punta exagerada o pico, hasta de 10 mm de longitud, que se extiende casi en ángulo recto del eje principal del grano.

Características interno de las mazorcas: diámetro de la mazorca 53-55 mm; diámetro del olote 22 a 28 mm. Su nombre es de derivación castallana que se usa para designar ese tipo de maíz de los Estados de Morelos y Guerreros, donde se le cultiva generalmente. Se refiere a los granos que se asemejan a los de la calabaza, diminutivo de pepita. El centro de distribución de las formas más puras, comprende Morelos y la parte Norte de Guerrero a altitudes de 1,000 a 1,500 metros dentro de la cuenca superior del Río Balsas. Con respecto a su origen es una de las variedades que más se distinguen en México por sus granos extremadamente largos, angostos y puntiagudos. Parece que esta variedad se ha derivado de una combinación de caracteres del Palomero Toluqueño o del Palomero Poblano de la mesa Central o posiblemente del Vandefío.

#### IV.- METODOS.

Las observaciones y experimentos, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Entomología del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México, a una altura de 2,250 m sobre el nivel del mar, cuya situación geográfica es de 10° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste, del meridiano de Greenwich; durante los meses de junio a febrero de 1983 a. 1984. Para obtener cepa conocida y contar con una población masiva, y así poder disponer de suficiente cantidad de ejemplares de Rhyzopertha dominica (F.) durante todo el estudio; se tomaron cuatro kilogramos de la variedad de maíz Cacahuazintle. Estos granos se colocaron luego en una bolsa de plástico y ésta se metió al congelador, a una temperatura de 4°C; durante dos semanas, para asegurar la desinfestación del grano; al término de dicho período se colocó el maíz en dos cubetas de capacidad de doce litros, luego se les agregó 10 litros de agua por cubeta, 4 gramos de jabón en polvo y 25 ml de hipoclorito de sodio por 40 minutos, para evitar posibles bacterias, hongos, etc., presentes.; después se decantó el líquido, seguidamente se lavaron varias veces para que no quedaran restos del detergente ni del hipoclorito de sodio, y a continuación fue sometido a limpieza y selección, tras una inspección visual grano a grano. Colocándolos en cuatro bandejas de 60 cm x 30 cm sobre unos soportes de madera, por dos días; para que se secaran; se utilizó un calefactor. De

Esas bandejas se tomaron quince muestras de 250 gramos pesándolas en la balanza granataria. Para las lecturas de porcentaje de humedad relativa en los granos fue ajustada su humedad entre un 11% a un 12.7%. El maíz se distribuyó en diez frascos de boca ancha, previamente esterilizados, colocando 400 gramos de granos de maíz entero en cada frasco los cuales se distribuyeron en la siguiente forma: en seis frascos dulceros de 850 ml de capacidad y cuatro frascos de 3,740 ml de capacidad, para luego infestarlos con 500 insectos adultos no sexados en cada frasco, (Fig. 12).

Para una mayor seguridad y pensando en que posiblemente las infestaciones de ácaros se produjeran dentro de la cámara de cría a una temperatura de  $27^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$  y humedad  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa; al momento de introducir los frascos a ella se les colocaba en la parte de la boca y superficie media de cada frasco la vaselina, tratamiento que impide la subida y penetración de ácaros a los frascos; en general, este procedimiento dio excelentes resultados. Cada frasco se colocó en un cilindro de cartón negro (Fig. 12), y allí permanecieron los insectos por doce días, para su apareamiento luego se retiraron los insectos adultos.

Para el experimento (Fig 11) se utilizaron seis variedades de maíz, cientos dos mazorcas, siendo 24 mazorcas por prueba de 4 mazorcas por cada una de las variedades y 6 mazorcas utilizadas para la prueba de evaluación de huevecillos, y un

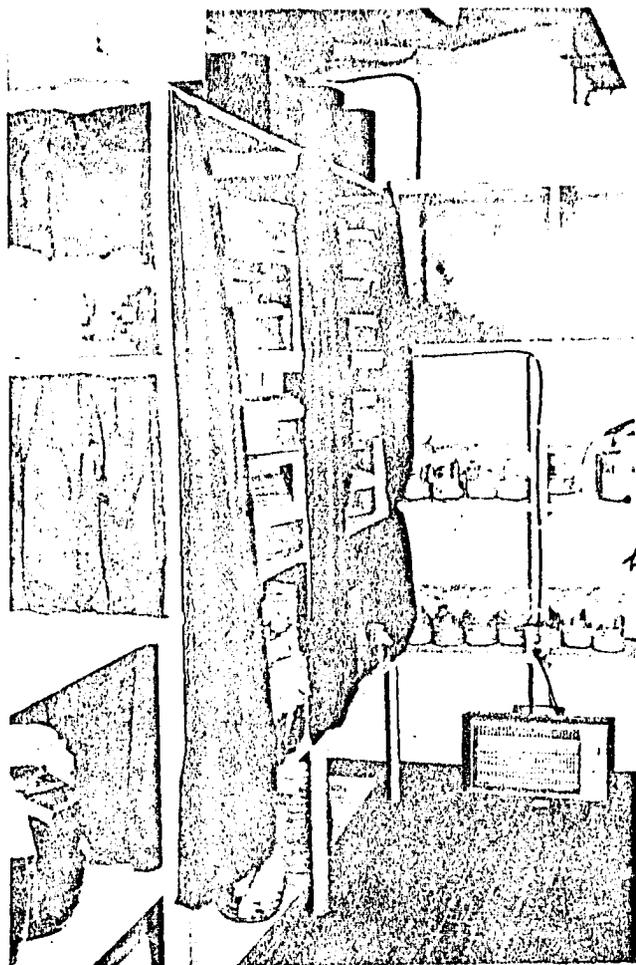


Fig. 11.- Montaje general del experimento.

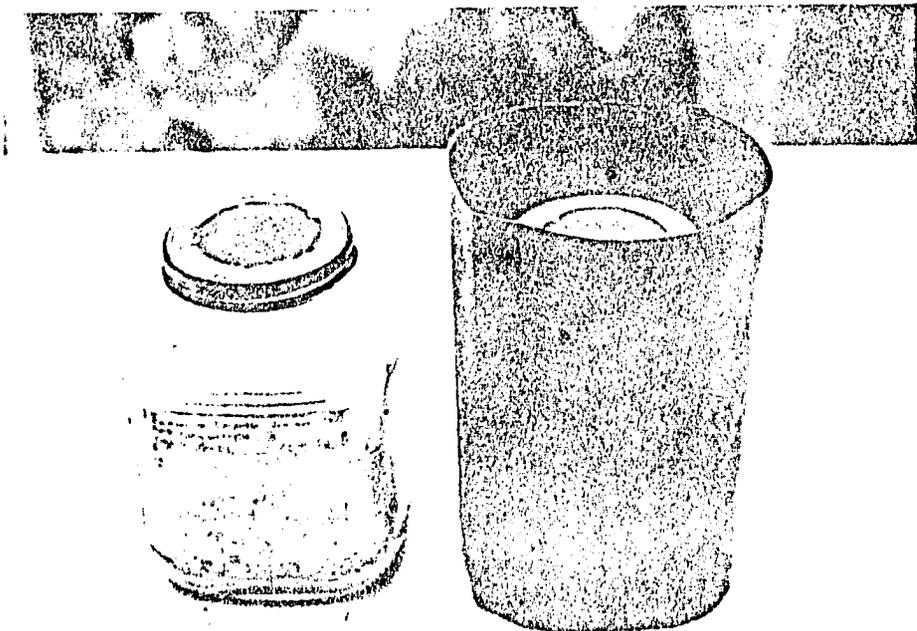


Fig. 12.- Cultivo de los insectos R. dominica (F.)

total de 10,200 gramos distribuidos por prueba 2,400 gramos y 600 gramos para la prueba de evaluación de huevecillos.

La dureza de las diferentes variedades de maíz se evaluó por medio de un penetrómetro universal (Fig. 5), el cual tiene una escala de lectura de penetración, dividida en décimas de milímetro. El registro de esta característica física, se relacionó a la profundidad de penetración de la aguja del aparato, dejada en caída libre de una altura y peso constantes (4 cm y 50 gramos). El diámetro de la punta de la aguja tenía 3.5 décimas de milímetro. Para la obtención de este dato se trabajó con granos tomados al azar de la mazorca de tres posiciones; de la base de la mazorca, del medio y de la punta. La aguja se hacía penetrar en la parte media de la cara opuesta al germen del grano. (Tabla 2).

Las variedades de maíz en mazorca se limpiaron con brocha de pintor, previamente ya desinfectada, se colocó cada variedad en un costal en un cuarto frío a una temperatura de 10°C por 15 días sobre anaqueles, luego se colocaron por cuatro días en un congelador directamente para asegurar que estuvieran libres de alguna plaga, con una temperatura de 4°C. Se sacaron las mazorcas de los costales y se colocaron solas sobre las parrillas de la incubadora (Fig. 14), por 24 horas a una temperatura de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa, para nivelar el porcentaje de humedad, de allí se tomaron mues

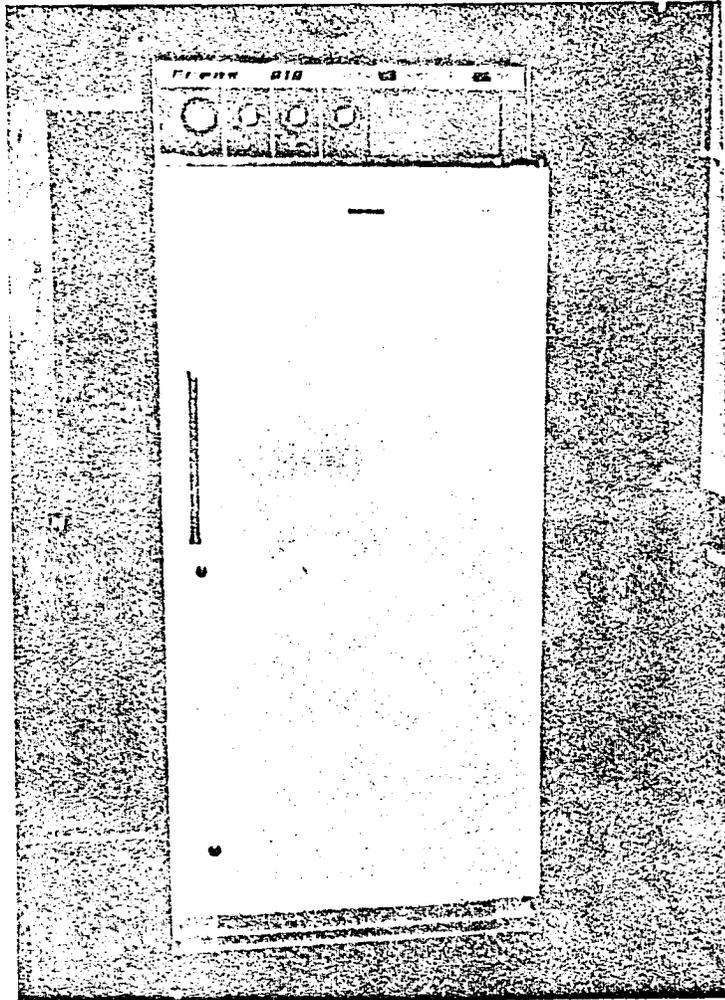


Fig.13. Incubadora.

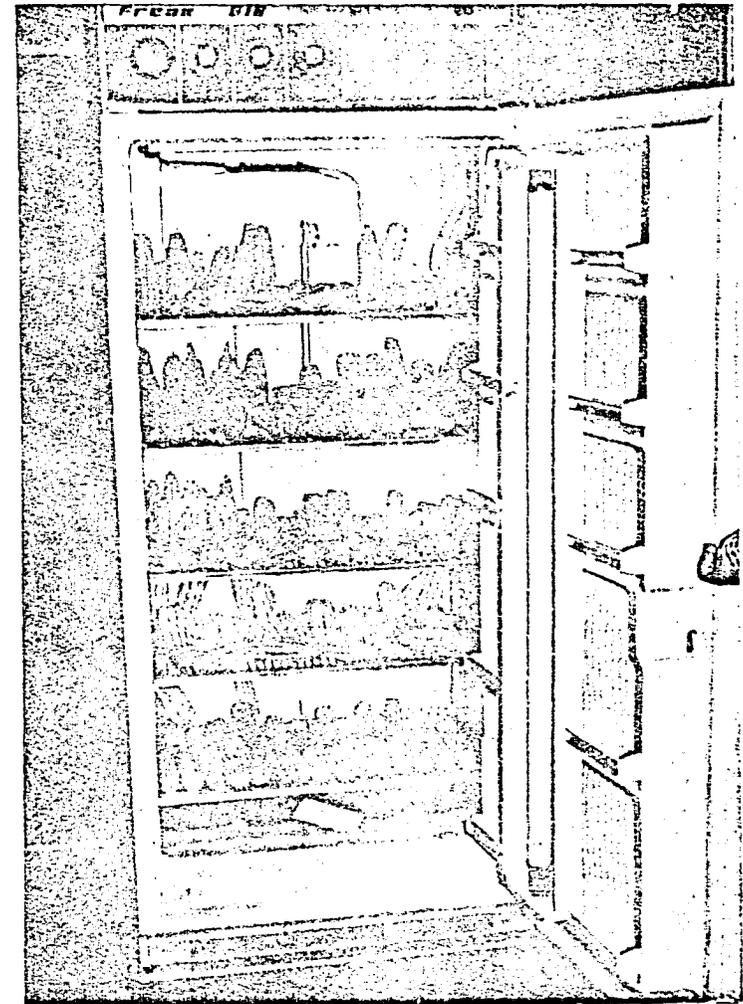


Fig. 14. Incubadora con las seis variedades de maíz distribuidas.

tras al azar de cada variedad y se les midió el porcentaje de humedad con el Motomco, (Fig 4), primeramente desgranando a las mazorcas, porque aún no existe un aparato especial para medir mazorcas enteras. Las mazorcas de cada variedad se colocaron en bandejas de 79 cm x 33 cm y se mantuvieron en la cámara de cría a una temperatura de  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa, por 24 horas; para equilibrar la humedad en todas las variedades de maíz se le volvió a medir la humedad tratando de tomar muestras representativas.

Se seleccionaron las mazorcas, tomando 24 mazorcas por prueba de 4 mazorcas por variedad. Se seleccionó a las mazorcar por tamaño para homogenizar las muestras y tomando en cuenta la capacidad del cilindro. Cada muestra, ya sea en grano o mazorca, se pesó en la balanza granataria. Todos los granos fueron seleccionados en cuanto a que fueron enteros y limpiados con la ayuda de un ventilador de corriente eléctrica para eliminar impurezas. De los granos se tomaron en total 24 muestras de 100 gramos por prueba y, por variedad, cuatro muestras.

Al obtener una población suficiente de insectos, se procedió a tamizar el maíz, utilizando tamices granulométricos (Fig 2,3), con abertura de malla de 0.42mm, que es el adecuado por no permitir el paso de adultos de R. dominica (F.) abertura de malla de 2.38 mm para no permitir el paso de los

granos de maíz y el de 0.59 mm para evitar que pasen granos quebrados.

Para la manipulación de los insectos, se utilizó una bomba de vacío, acoplada por medio de una manguera de hule a frascos aspiradores, así como también se usaron pinceles para recoger a los insectos sin maltratarlos.

En el estudio se utilizó un total de 3,900 insectos distribuidos de la siguiente manera: prueba de "no elección" en frascos con grano 450 insectos, prueba de "libre elección" en cilindros con granos 450 insectos; prueba de "no elección" en cilindros con grano 450 insectos; prueba para medir la duración media del desarrollo de R. dominica (F.) 450 insectos y prueba para medir o cuantificar números de huevecillos, 150 insectos total 1,950 insectos, en pruebas de granos; igual cantidad se utilizó para mazorcas.

Pensando en que el tomar insectos sin sexar nos llevaría a un posible error, porque se podrían tomar todas hembras o todos machos, se buscó para sexar a R. dominica (F.), utilizando en este caso la técnica del color de Stemley y Wilbur (1966) para sexar y la técnica de Ghorpade y Thyagarajan para confirmar por la forma de la hembra y el macho en la forma terminal del abdomen. En una caja de Petri se le colocaba papel filtro húmedo; allí se colocaban los insectos vivos y con un pincel se limpiaba la harina de sus cuerpos para poderlos



Fig. 15 .- Macho de Rhyzopertha dominica (F.)



Fig. 16 .- Hembra de Rhyzopertha dominica (F.)

observar con el microscópio estereoscópico. El abdómen de la hembra es color miel y el del macho es color oscuro (Fig. 15 y 16), para asegurar que los insectos estén maduros, se tamizan separados los recién emergidos dejándolos por 7 días para sexar y se confirma por la forma, al final de su abdómen. (Ahurpade and Thyagarajan 1980).

Antes de realizar las pruebas se esterilizó todo el material: pinzas, pinceles, tamices, cajas de Petri, bandejas, platos, charolas, etc.

Se tomaron tres repeticiones y un testigo; a cada repetición se le infestó con 25 insectos sexados (13 hembras y 12 machos), dejando sin infestar el testigo, ya que este sólo era para confirmar la limpieza del maíz.

#### 1.- Pruebas en granos con frascos.

##### 1.1.- Prueba para medir la duración media del desarrollo de Rhyzopertha dominica (F.).

Se hicieron tres repeticiones y el testigo de cada variedad, colocando 100 gramos de granos de maíz en frascos de una capacidad de 362 ml. Se les infestó con 25 insectos previamente sexados (13 hembras y 12 machos); como tapa se utilizó un papel filtro y tela de organdí sujetado con liga alrededor y alrededor de la boca del frasco se le puso vaselina. A los doce días se retiraron los insectos que anteriormente habían

sido introducidos, dejándose los frascos en la cámara de cría a una temperatura de  $27 \pm 1^\circ \text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa.

### 1.2.- Prueba de "no elección" con granos en frasco.

Se manejaron tres repeticiones y el testigo de cada variedad. Se pesaron 100 gramos de granos y se colocaron en 24 frascos de 362 ml de capacidad cada uno. Se le infestó con 25 insectos previamente sexados (13 hembras y 12 machos); como tapa se utilizó tela de organdí y se sujetó con liga. Alrededor y en medio de la boca del frasco, al igual que en los casos anteriores, se le colocó vaselina. A los doce días se retiraron los insectos infestantes suponiendo que ya habían copulado y ovipuesto. Los frascos se dejaron en la cámara de cría sobre anaqueles a una temperatura de  $27 \pm 1^\circ \text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa, hasta la emergencia, más cincuenta días para la observación posterior de las 6 variedades de maíz, y así se pudiera medir pérdida de peso en los granos.

### 1.3.- Prueba de "no elección" en cilindros con granos.

Se manejaron 3 repeticiones y un testigo, se pesaron 100 gramos de granos de cada variedad se rotuló cada una de las divisiones para su identificación y se colocaron los granos al azar en los diferentes compartimientos cuyas medidas eran de 10 cm de alto por 42 cm de diámetro, formando un cilindro,

dividido en seis secciones de 60° cada uno. En cada división se colocaron 100 gramos de granos y se infestaron con 25 insectos sexados en cada variedad (13 hembras y 12 machos). Como cubierta se utilizó organdí ajustado a la medida del diámetro del cilindro. En la parte media, externa e interna, del cilindro se le puso vaselina (Fig. 21), se guardaron en la cámara de incubación por doce días para que los insectos copularan y ovipusieran. Al término de ese período se retiraron los insectos y se regresaron a la cámara de incubación los cilindros a una temperatura de  $27 \pm 1^\circ \text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa.

Los parámetros fueron: pérdida de peso del grano, emergencia del adulto, número de huevecillos, emigración, duración media del desarrollo de R. dominica (F.) en cada variedad de maíz.

#### 1.4.- Prueba de "libre elección" en cilindro con granos.

Se llevó a cabo con tres repeticiones y un testigo. Se pesaron 100 gramos de grano, se colocaron al azar en los compartimientos del cilindro, una variedad en cada sección; el cilindro tenía la misma dimensión que los anteriores, estas divisiones no estaban unidas en el centro. En el centro se encuentra una depresión de 2.5 cm de profundidad y 2 cm de ancho. Se colocaron 150 insectos allí (78 hembras y 72 machos)

se cubrieron los cilindros con cubiertas de organdí se le aplicó vaselina. Cada división estuvo rotulada para evitar confusión (Fig. 19 y 20).

1.5.- Prueba para cuantificar huevecillos de Rhyzopertha dominica (F.) con granos.

En un frasco de capacidad de seis litros de boca ancha, se colocaron 600 gramos de granos, siendo 100 gramos por cada variedad y se liberaron 150 insectos para su posible cópula y ovipostura. Se tomaron de allí 30 granos por variedad a los doce días y se les hizo la prueba de la solución de Fucsina ácida al 5% (Frantienfeld, J.G. 1948); de los 30 granos teñidos sólo se cuantificaron 10 granos (Fig. 17 y 18).

A las 48 horas se midió el número de insectos presentes en cada variedad y se regresaron al lugar de donde se tomaron. A los doce días se observó nuevamente la emigración de insectos en cada variedad. Se retiraron los insectos y se dejaron las pruebas en la cámara de cría a  $27^{\circ}\text{C} \pm$  y a  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa. Estos cilindros estaban colocados sobre cada tira de madera de un metro de largo. Se estimaron los parámetros de pérdida de peso del grano, emergencia de adultos y emigración a los tres y doce días.

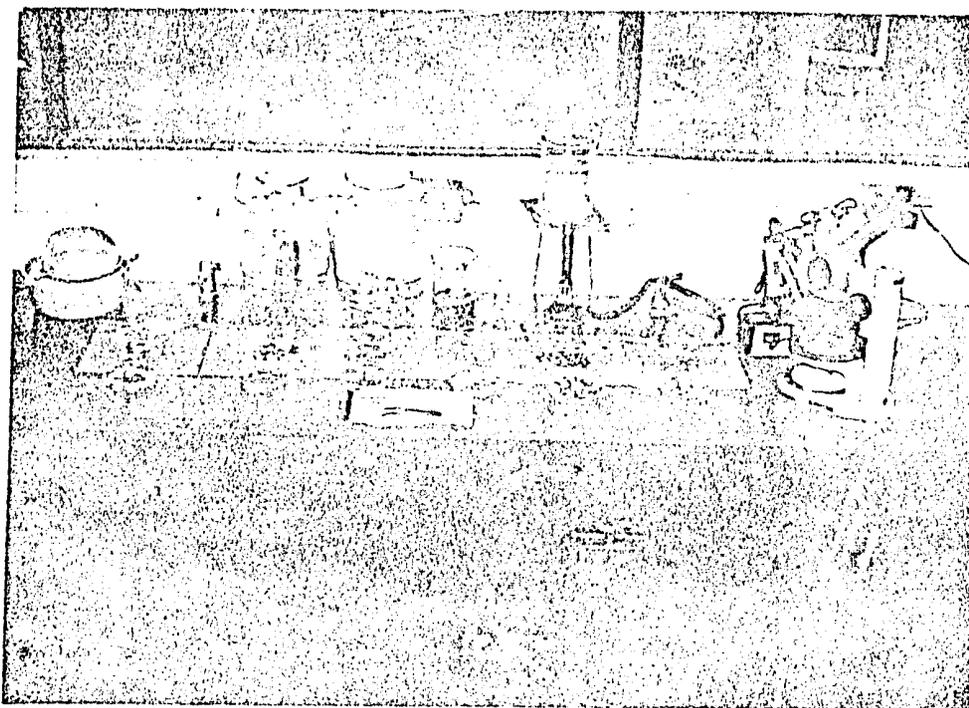


Fig. 17. Tinción de los granos obtenidos de mazorcas y de granos sueltos.

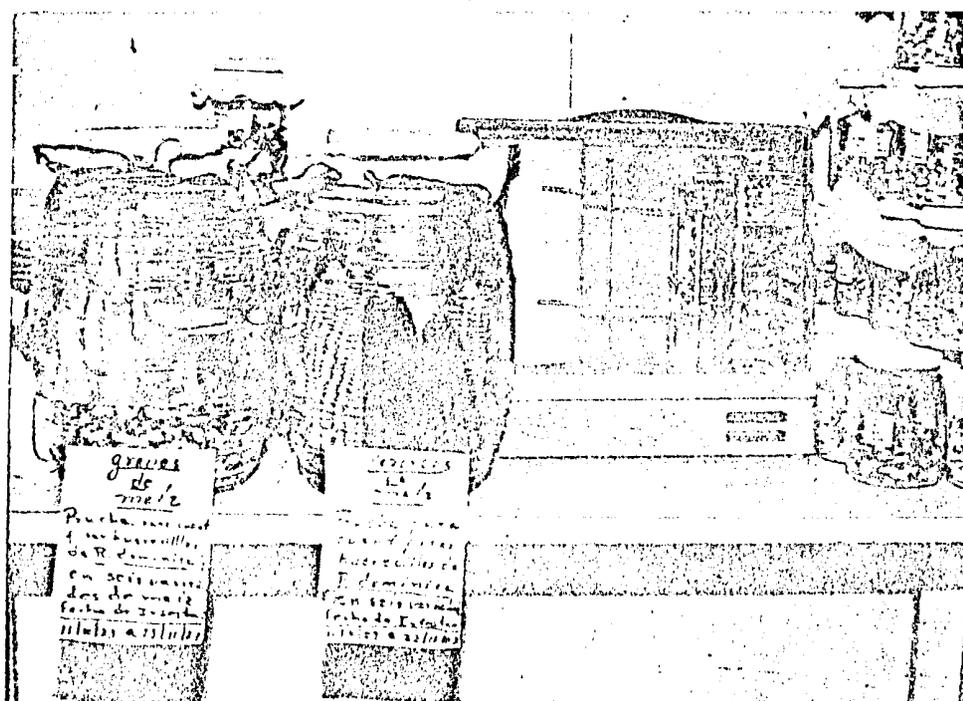


Fig. 18. Montaje de la prueba para medir el No. de huevecillos.

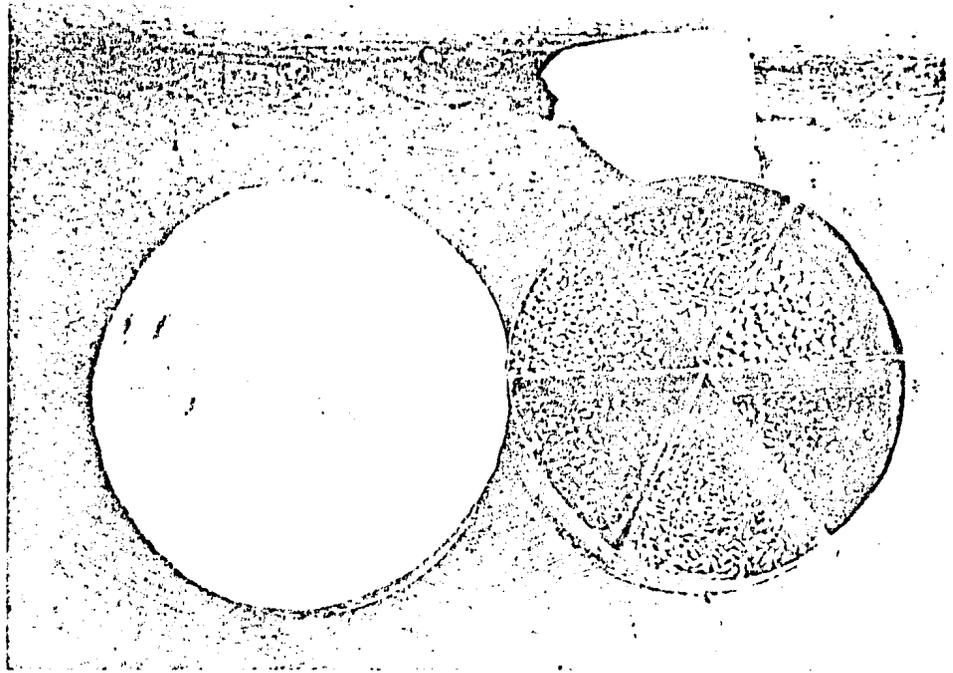


Fig. 19.- Disposición de los granos en la prueba de "no elección," cubierto y descubierto.

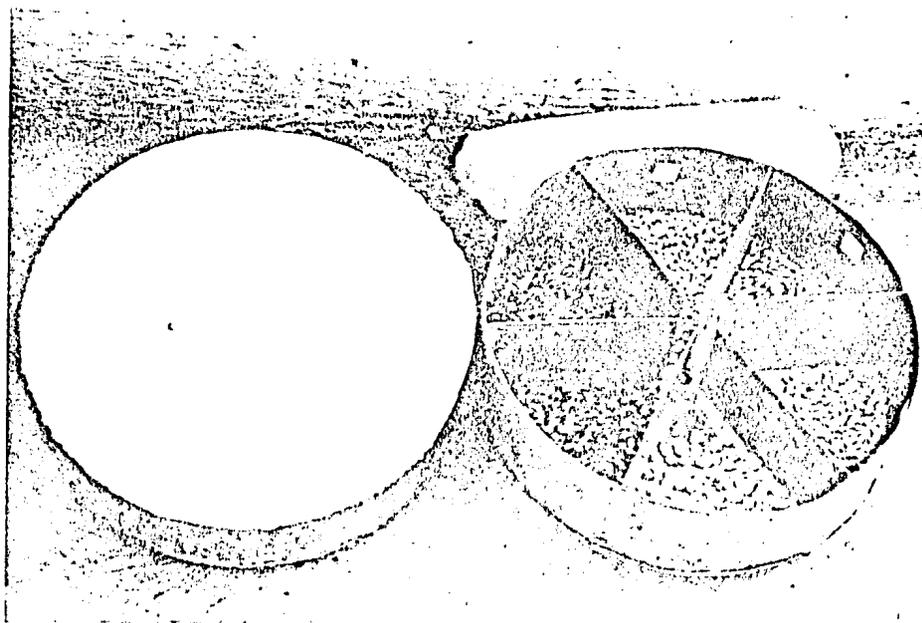


Fig. 20.- Disposición de los granos en la prueba de "libre elección," tapado y destapado.

## 2.- Pruebas con mazorcas en frascos.

### 2.1.- Prueba para medir la duración media del desarrollo de Rhyzopertha dominica (F.) en mazorcas de seis variedades de maíz.

Se pesaron cuatro mazorcas de cada variedad de maíz, se fijó que tuvieran pesos de alrededor de 100 gramos cada variedad. Se manejaron tres repeticiones y un testigo. Se colocaron las mazorcas en frascos de un litro de capacidad. Se infestaron con 25 insectos sexados 13 hembras y 12 machos, en cada variedad. Permanecieron allí un término de doce días, para que, posiblemente, copularan y ovipusieran. Se taparon con papel filtro y tela de organdí, sujetándose con ligas, aplicándosele vaselina en la parte externa y en la interna del frasco. Se estimó el tiempo desde que emergieron seguidos por cada tercer día hasta completar ocho muestreos.

### 2.2.- Prueba de "no elección" con mazorcas en frascos.

Se utilizaron cuatro mazorcas por cada variedad, luego fueron colocadas en frascos de un litro de capacidad. Se manejaron tres repeticiones y un testigo. Se infestaron las mazorcas por doce días con adultos maduros y sexados; después se colocaron las repeticiones en la cámara de incubación a una temperatura de  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa. Se estimó emergencia y pérdida de peso.

### 2.3.- Prueba de "no elección" con mazorcas en cilindros.

Se utilizaron cuatro mazorcas de cada variedad de maíz y se colocaron una en cada cilindro de lámina galvanizada y se les liberó por cada mazorca, 25 insectos previamente sexados, (total 150 insectos). Por doce días, al término de este período, se eliminaron todos los insectos introducidos; se dejaron los cilindros en la cámara de incubación con una temperatura de  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa, hasta que emergieran y 50 días más para poder determinar daños en las diferentes variedades. Se determinó emergencia y pérdida de peso (Fig. 22).

### 2.4.- Prueba de "libre elección" con mazorcas en cilindros.

Se pesaron cuatro mazorcas por cada variedad depositadas una en cada cilindro (cuatro cilindros) de lámina galvanizada ya descrito. Se colocaron 150 insectos en la depresión central (78 hembras y 72 machos), para que emigraran a la variedad preferida por ellos. Se estimó la emigración a las 48 horas y a los doce días. Los insectos se retiraron a los doce días. Los cilindros permanecieron sobre cuatro tiras de madera para su nivelación. Se estimó la emergencia de adultos y la pérdida de peso (Fig. 21).

### 2.5.- Prueba para cuantificar huevecillos de R. dominica (F.) en mazorcas de seis variedades de maíz.

En un frasco de boca ancha, de capacidad de seis litros, se colocaron seis mazorcas una de cada variedad de maíz con 150 insectos, por doce días, para su posible cópula y oviposura. Se tapo el frasco con papel filtro para evitar entrada de ácaros. Tela de organdí y liga, al término de ese tiempo se tomaron 30 granos al azar de las mazorcas, a los cuales se les hizo la prueba de la fucsina ácida al 5%, que consiste en poner 30 granos en agua tibia, por 5 minutos, pasándolos después, por una solución al 0.05% de fucsina ácida durante 2 a 5 minutos y observar luego los granos, con un microscópio estereoscópico (Frantienfeld, J. P. 1948); de esos 30 granos solo se observaron 10 granos. (Fig. 18).

### 3.- Análisis Bromatológico.

Se realizaron análisis químicos para conocer el valor nutricional de cada variedad, (Tablas 12, 13 y 14).

3.1.- A cada variedad se le determinaron en base húmeda: agua, materia seca, proteína, grasas, sales minerales, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y en base seca: proteína, grasas totales, sales minerales, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno; con la técnica de A. O. A. C. (Analytical Official Agricultural Chemical).

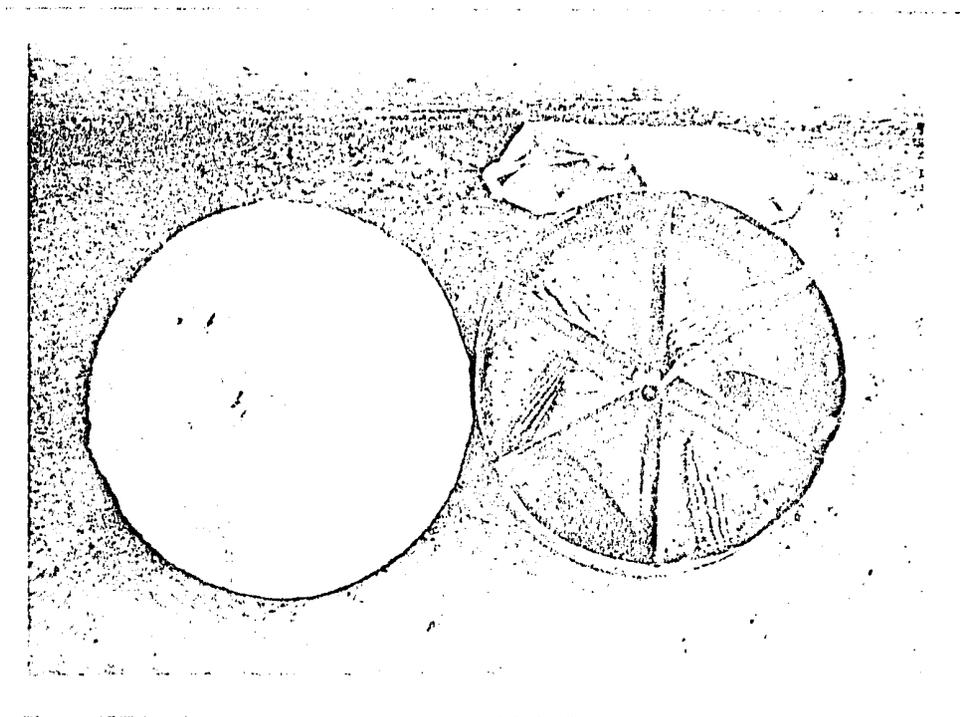


Fig. 21.- Disposición de las mazorcas en la prueba de "libre elección". Tapado y despado.

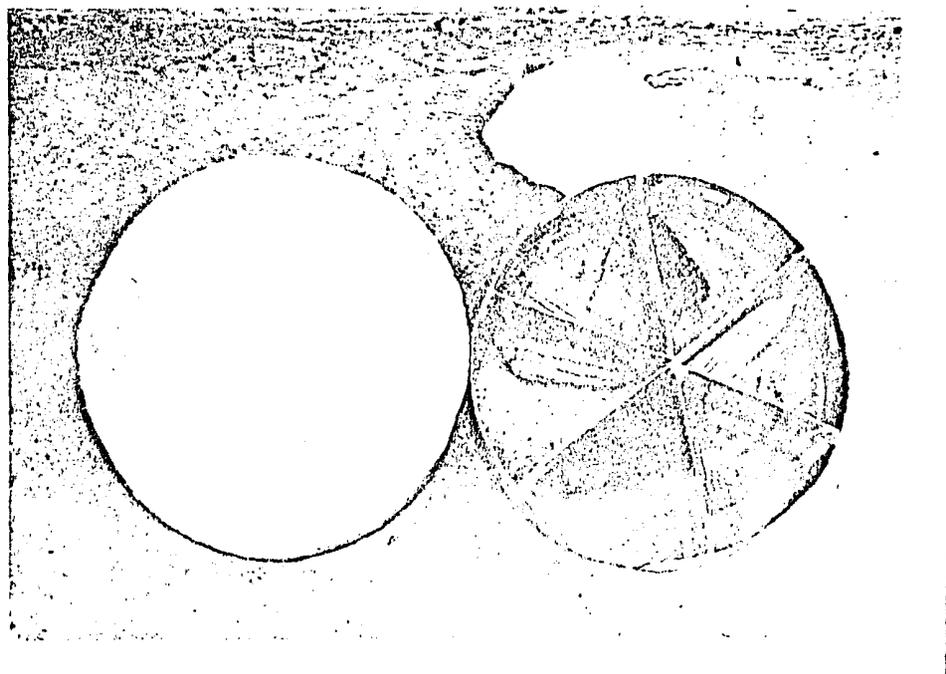


Fig. 22.- Disposición de las mazorcas en la prueba de "no elección" cubierta y descubierta.

4.- Determinación del contenido de nitrógeno total por el método de micro-kjeldahl.

5.- Determinación de aminogramas por cromatografía de intercambio iónico.

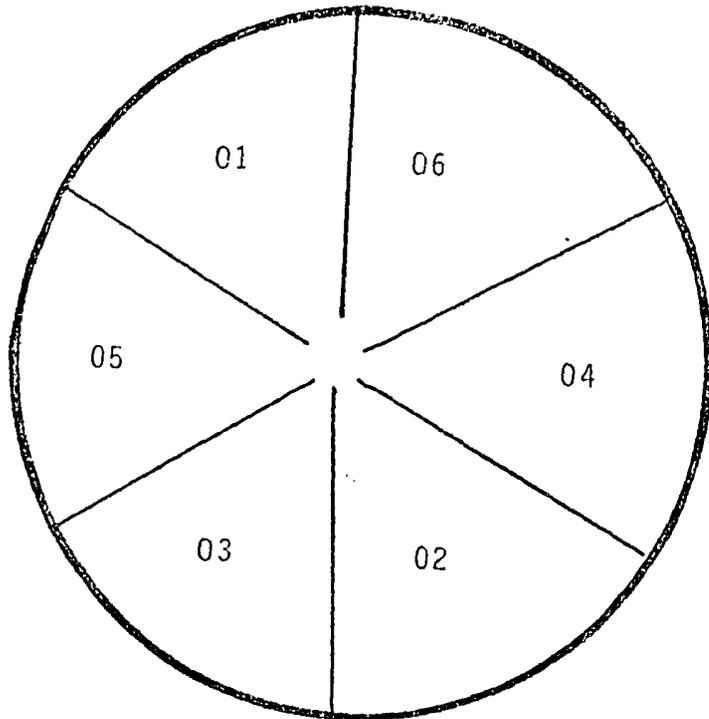
6.- Análisis de granos a través de Rayos-X

Las radiografías se hicieron con el fin de evidenciar el interior del grano y el estado de desarrollo del insecto que contiene, de allí el objetivo de esta prueba.

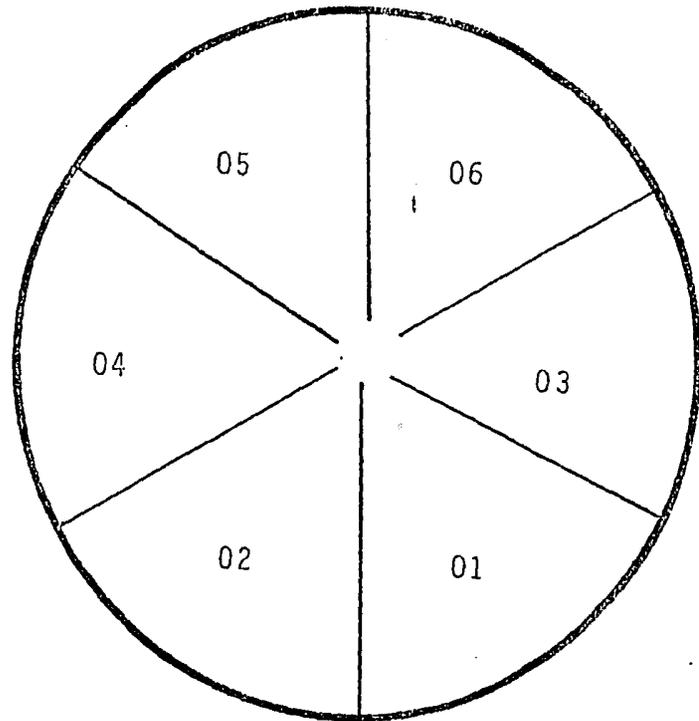
Los granos fueron colocados en una lámina de papel obscuro o transparente, propia del aparato, dividiéndola para la disposición de los granos en seis líneas horizontales y tres líneas verticales. En cada placa de Rayos-X, se colocaron granos de dos pruebas diferentes, separadas por una cinta de metal (flege). Las seis líneas horizontales representan a las seis variedades de maíz y las tres verticales las repeticiones de cada variedad; colocados en forma de florecita por razones de espacio (Fig. 23).

El presente estudio se realizó mediante las pruebas de "no elección" y de "elección libre" o método de "cafetería" propuesto por McCain, Eden y Singh (1964) y el diseño estadístico de bloques al azar de seis tratamientos y tres repeticiones, para luego llevarlos al análisis estadístico, como soporte de evidencia de estos resultados. (Sokal, 1977; Wayne 1980; Cochran, 1981).

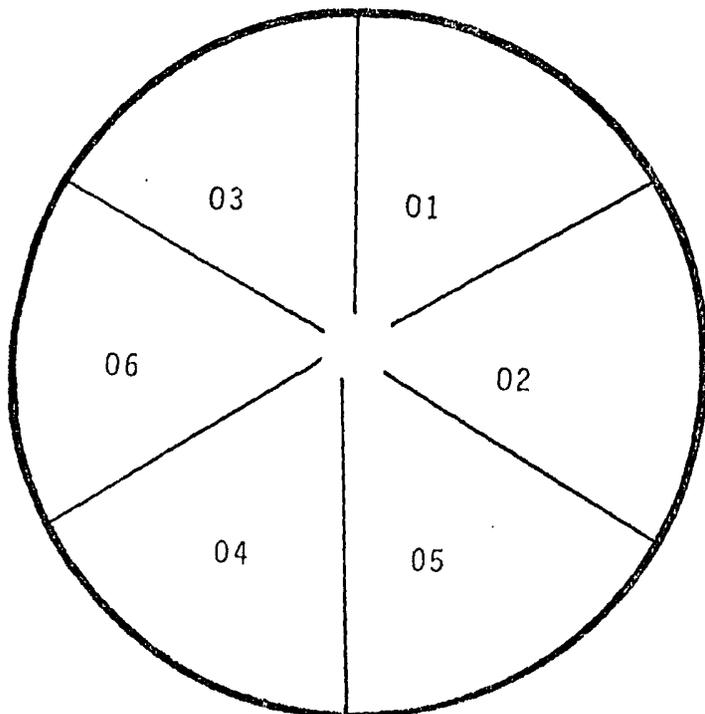
Figura.24. Disposición de la prueba de "Libre Elección," con diferentes variedades de maíz, y granos.



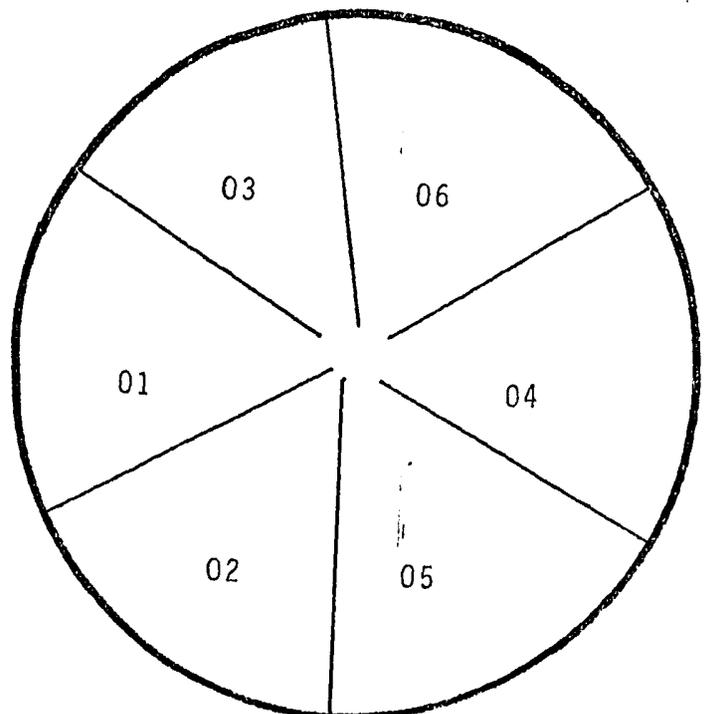
Cilindro I



Cilindro II

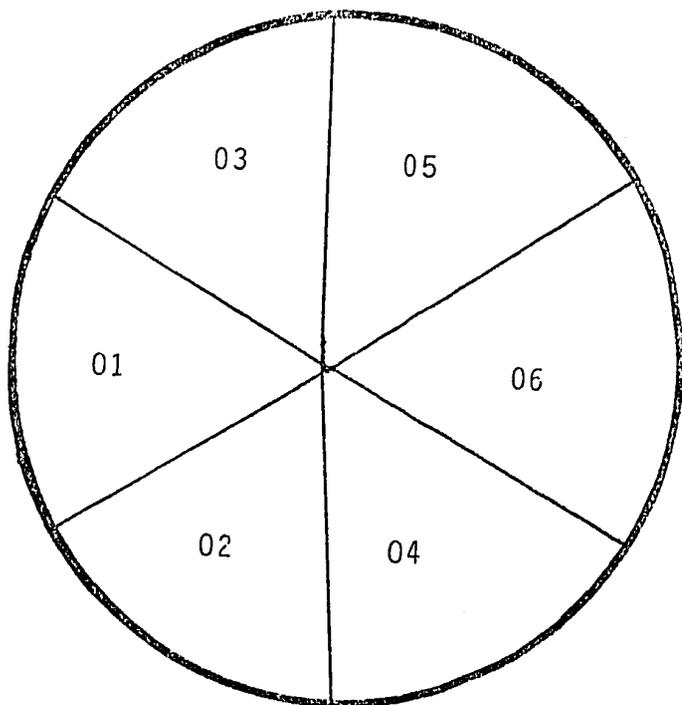


Cilindro III

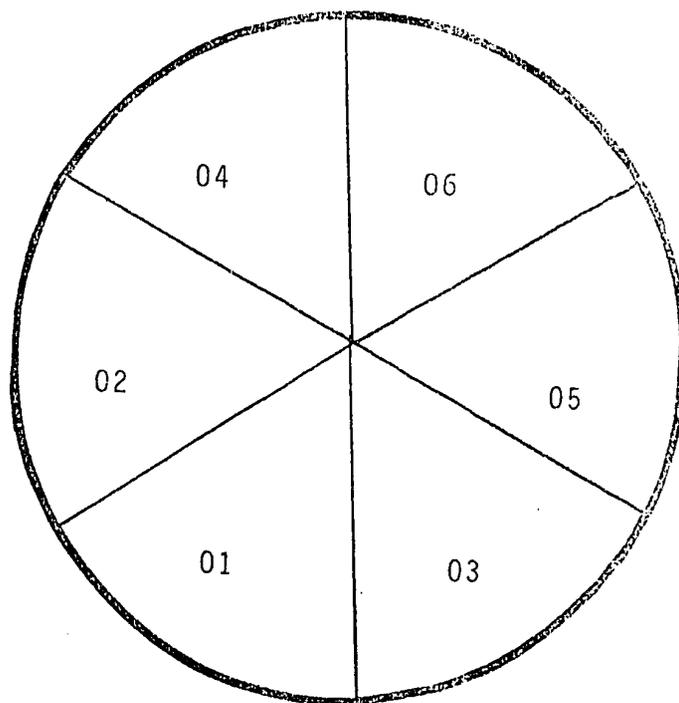


Cilindro IV

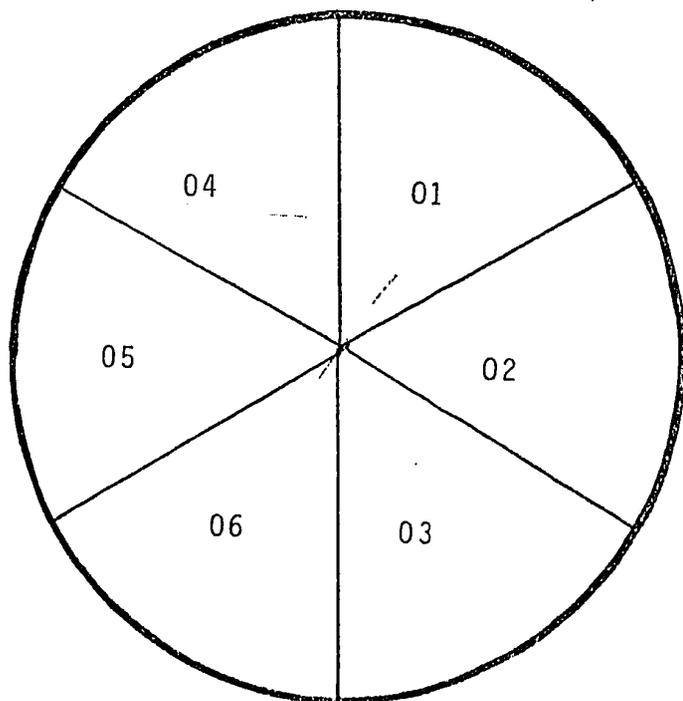
Fig.25. Disposición de la prueba de "No elección" con diferentes variedades de maíz, en granos.



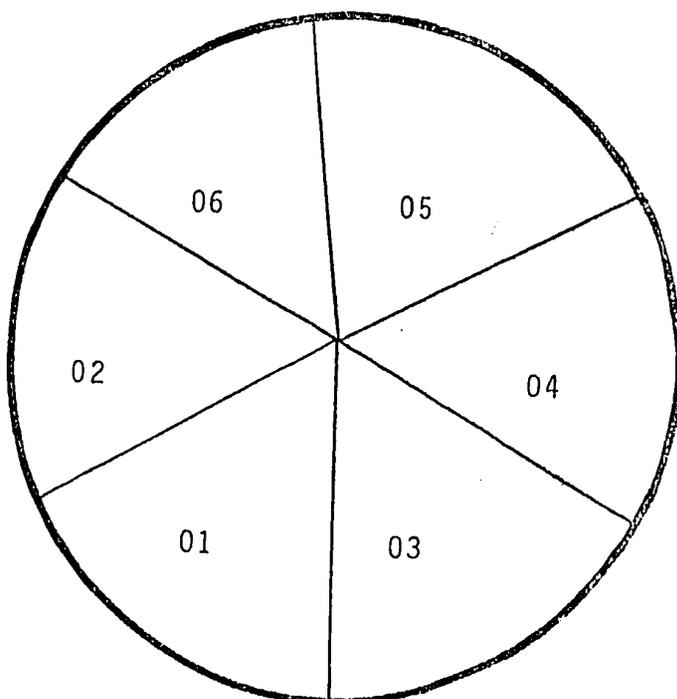
Cilindro I



Cilindro II

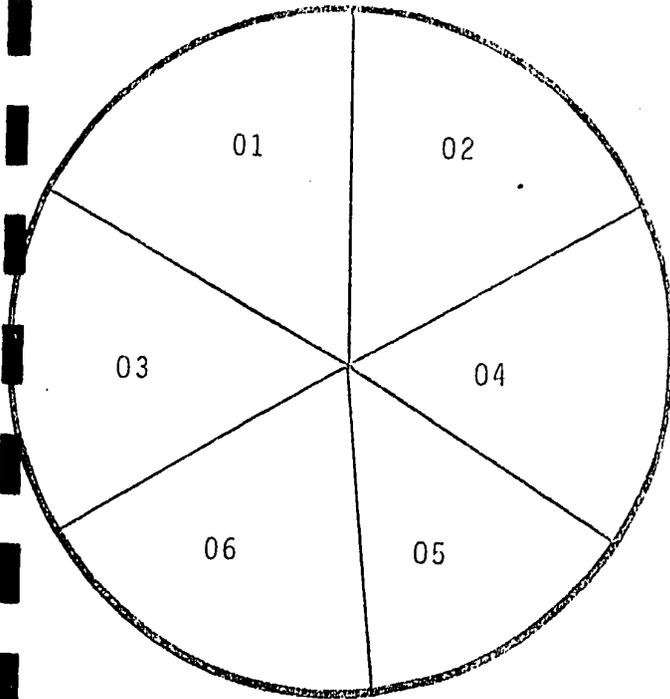


Cilindro III

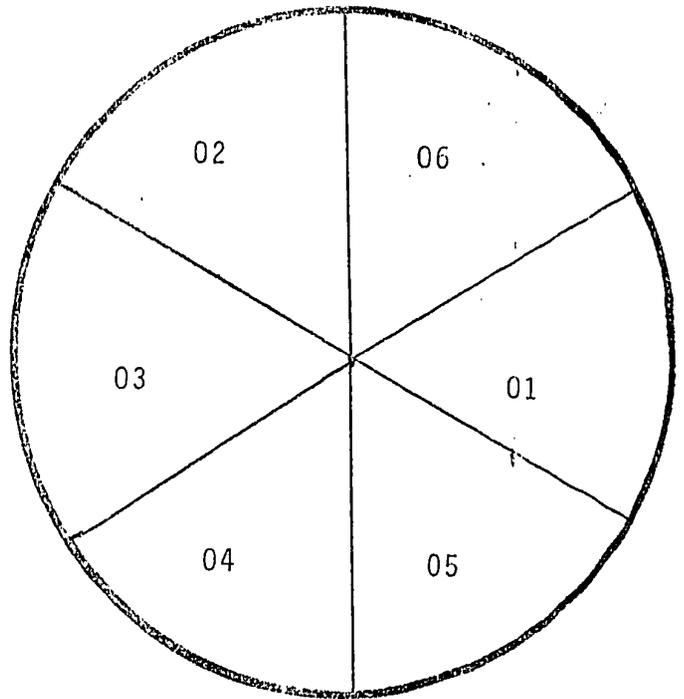


Cilindro IV

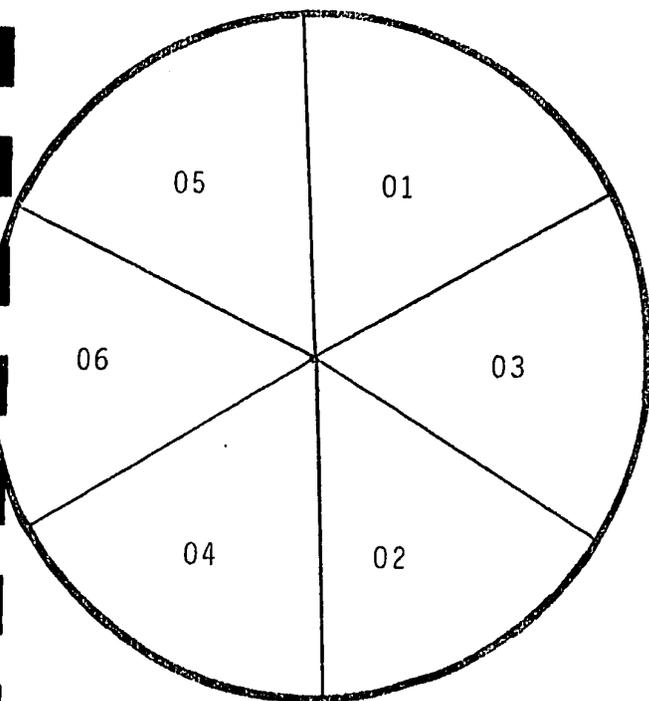
Fig.26. Disposición de la prueba de "No elección" con diferentes variedades de maíz, en mazorcas.



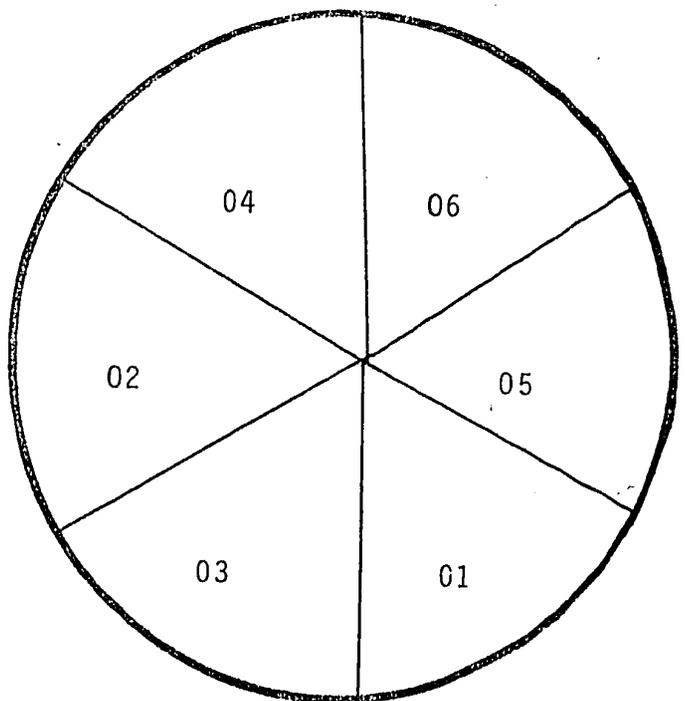
Cilindro I



Cilindro II

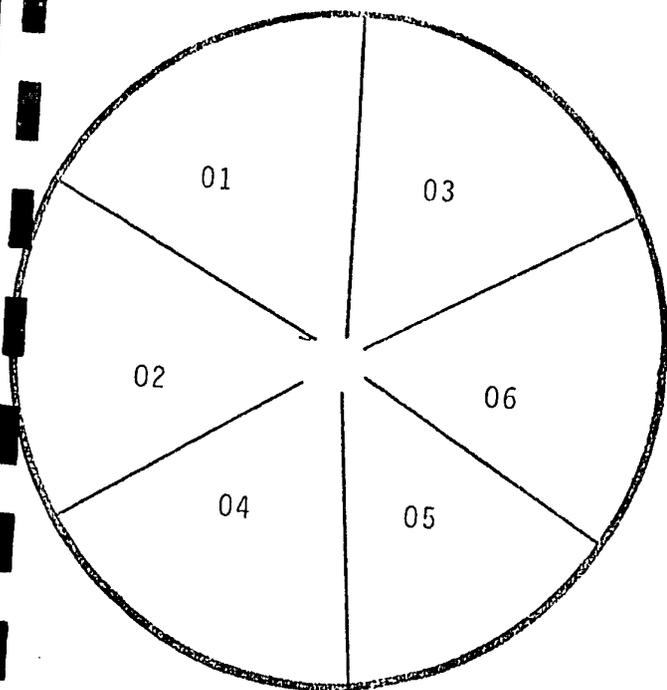


Cilindro III

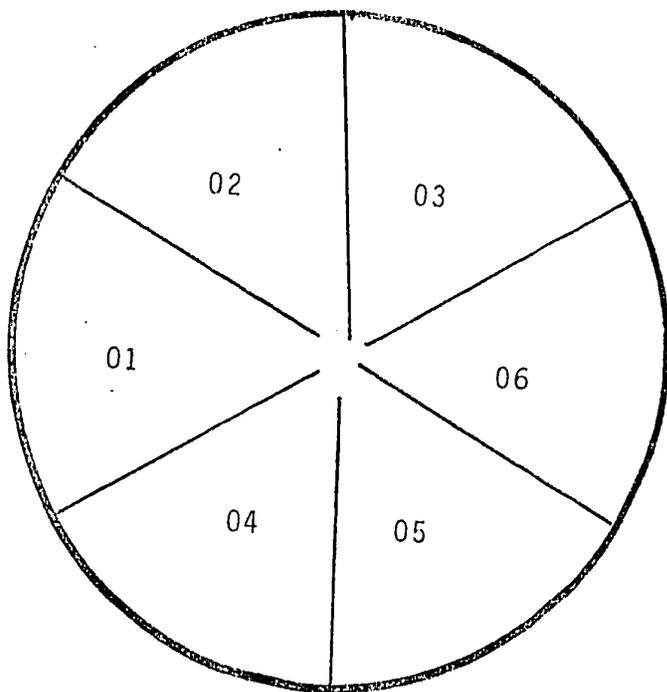


Cilindro IV

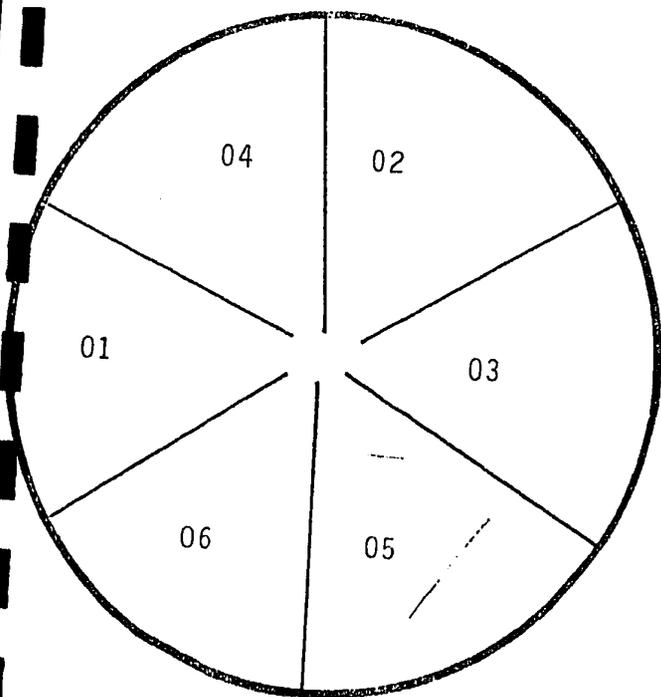
Fig. 27. Disposición de prueba de "Libre Elección" con diferentes variedades de maíz, en mazorcas.



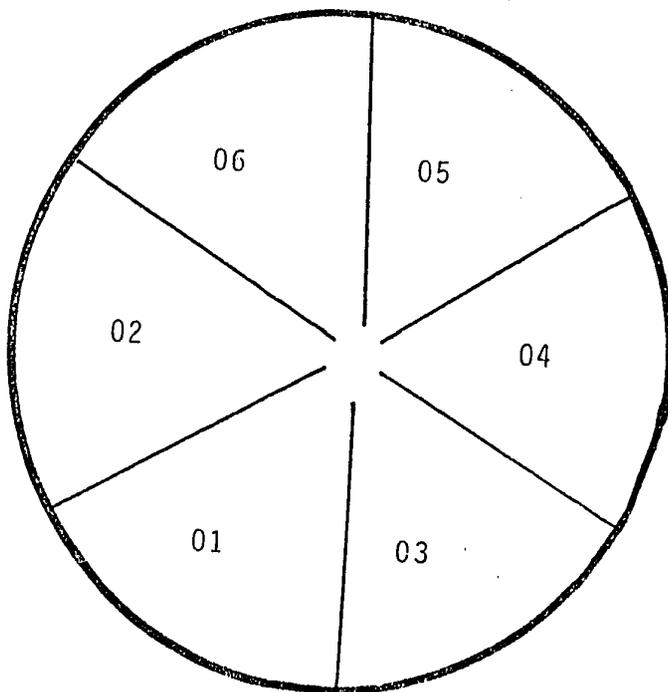
Cilindro I



Cilindro II

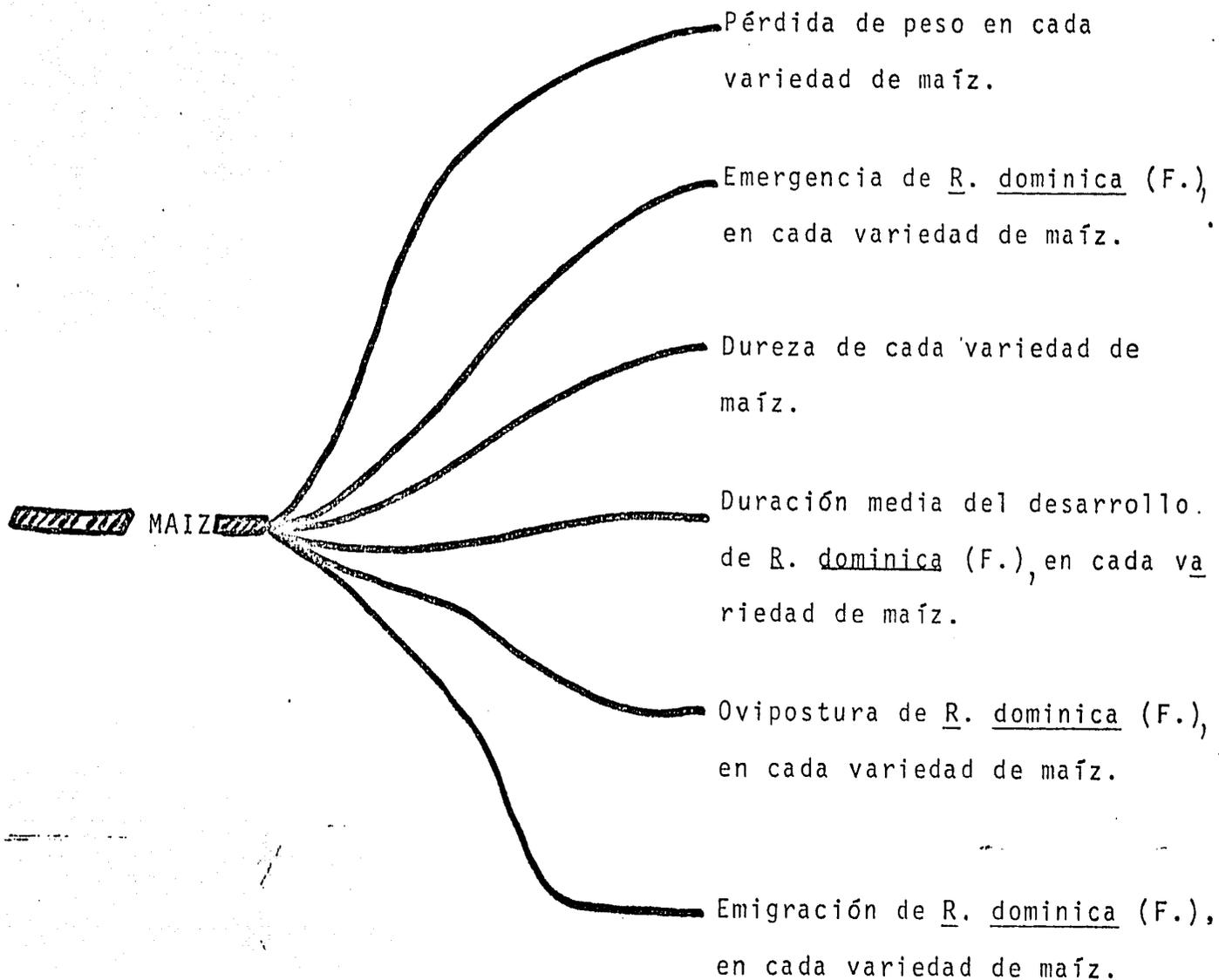


Cilindro III



Cilindro IV

ORGANIGRAMA EXPERIMENTAL



## V.- RESULTADOS

Para las variedades de maíz (Zea mays L.): Tabloncillo, Cónico (criollo azul), Chalqueño, Tuxpeño, Bolita (criollo azul) y Pepitilla, a continuación se dan los resultados y las evidencias que soportan a estos, fueron verificados usando el Análisis de Varianza así como la Prueba de Rango Multiple de Duncan.

- 1.- Prueba de "no elección" con granos en cilindros para cuantificar emergencia de insectos.

De acuerdo con los datos obtenidos (Tabla 3 Figura 40) se puede observar que las variedades Cónico (criollo azul), presentó la mayor emergencia con un promedio de 85 insectos, siguiendole la variedad Bolita con un promedio de 67 insectos emergentes y Tabloncillo con 55 insectos en 300 gramos de maíz. En la variedad Chalqueño encontramos una diferencia en promedio de 54 insectos con respecto a la variedad de mayor emergencia. En las restantes variedades: Tuxpeño y Pepitilla con 11 y 6 insectos respectivamente, indicando que la variedad Pepitilla obtuvo la menor emergencia con una diferencia de 78 insectos emergidos.

- 2.- Prueba de "no elección" con mazorcas en cilindros para medir emergencia.

Con respecto a la emergencia en las distintas variedades de maíz en estado de mazorca, de esta prueba se desprende, que la variedad Tabloncillo presenta el índice mayor de emergencia, con un promedio de 41 insectos en 300 gramos de maíz, y la menor emergencia la variedad Pepitilla con 3 insectos, habiendo una diferencia de 38 insectos; en cambio, las variedades Cónico y Bolita obtuvieron casi similares sus emergencias con 31 y 33 insectos respectivamente.

En igual forma, en la Tabla 3, se observa que las variedades Tuxpeño y Chalqueño presentan una diferencia de 5 insectos indicando una emergencia muy similar, (Figura 40).

### 3.- Prueba de "libre elección" con mazorcas en cilindros para cuantificar emergencia de insectos.

Los datos que se presentan en relación con los insectos emergentes se nota que esta ocurrió más baja en la variedad Pepitilla con 4 insectos. La variedad Tabloncillo presentó 56 insectos. Presentan una diferencia de 46 insectos, la variedad Tuxpeño con la variedad Tabloncillo. Bolita obtuvo una emergencia de 20 insectos y Chalqueño 22 insectos, indicándonos que son muy similares. La variedad Cónica le sigue a la variedad Tabloncillo en tener la mayor cantidad de insectos emergidos.

4.- Prueba de "libre elección" con granos en cilindros para cuantificar emergencia.

Los resultados alcanzados en esta prueba se presentan en la Tabla 4, observándose el mayor número de insectos emergidos en la variedad Bolita con 58 insectos, y en la variedad Tabloncillo con 50 insectos en 300 granos de maíz. Comparando estas variedades con la variedad Pepitilla, se presenta una gran diferencia en cuanto a la emergencia de insectos. Las variedades Tuxpeño y Chalqueño nos arrojan emergencias muy similares. La diferencia que señalan las variedades Cónico y Tabloncillo es de 15 insectos. (Fig. 41).

5.- Prueba de "no elección" con mazorcas en frascos para cuantificar emergencia de insectos.

La emergencia de insectos en la variedad Bolita, fue mucho mayor que en las restantes variedades, dándonos 65 insectos emergidos. Las variedades que presentaron la emergencia menor fueron las siguientes: Tuxpeño con 8 insectos, y Pepitilla con 4 insectos. Chalqueño y Cónico son muy similares en sus emergencias de insectos. La variedad Tabloncillo presentó una emergencia superior con respecto a la variedad Pepitilla, con una diferencia de 36 insectos. Las emergencias de la variedad Chalqueño de 25 insectos y Cónico de 31 insectos. Al comparar las variedades Bolita y Pepitilla, éstas arrojan una diferencia de 61 insectos emergidos. (Tabla 5 y Figura 42).

6.- Prueba de "no elección" con granos en frascos para cuantificar emergencia de insectos.

Se encontró la mayor emergencia en las variedades Cónico con 57 insectos, Bolita con 55 insectos y Tabloncillo con 51 insectos y una menor emergencia en el grupo de variedades formados por Chalqueño, con 33 insectos Tuxpeño con 11 insectos y Pepitilla con 2 insectos. La variedad Bolita obtuvo la mayor emergencia y la menor Pepitilla indicándonos una diferencia de 53 insectos (Tabla 5 y Fig. 42).

7.- Prueba de "libre elección" con mazorcas en cilindros para evaluar emigración a los tres días.

De los resultados obtenidos de la emigración, podemos señalar que esta se produjo en todas direcciones a donde se encontraban las diferentes variedades de maíz, sin embargo la mayor emigración ocurrió en las variedades Tabloncillo con 15 insectos y Cónico con 14 insectos. La menor emigración en la variedad Pepitilla con 5 insectos. En las variedades Chalqueño, Bolita y Tuxpeño presentaron una emigración muy similar entre ellas (Tabla 6 y Figura 43).

8.- Prueba de "libre elección" con granos en cilindros, para evaluar emigración a los tres días.

En esta prueba, la emigración mayor ocurrió en la varieg

dad Cónica con 16 insectos, y la menor con Chalqueño con sólo 4 insectos. Se formaron dos grupos de variedades, en cuanto a preferencia; así tenemos un grupo que fué el más visitado, integrado por las variedades: Cónico con 16 insectos, Tabloncillo 14 insectos y Tuxpeño con 11 insectos y el otro grupo formado por las variedades: Bolita con 6 insectos, Pepitilla con 5 insectos y Chalqueño con 4 insectos (Tabla 6 y Figura 43).

9.- Prueba de "libre elección" con mazorcas en cilindros, para cuantificar emigración a los doce días.

Se desprende de los datos que la emigración con el tiempo se incrementó, obteniéndose en las variedades Tabloncillo, 24 insectos y Cónico 23 insectos. La variedad menos visitada resultó ser Pepitilla, con 6 insectos. La preferencia también aumentó en las variedades Chalqueño con 10 insectos, Bolita con 14 y Tuxpeño 18 insectos. (Tabla 7 y Figura 44).

10.- Prueba de "libre elección" con granos en cilindros para evaluar emigración a los doce días.

El número de emigrados ocurrió en condiciones muy similares entre las variedades Tabloncillo y Cónico con 22 y 21 insectos respectivamente. La variedad que resultó ser la menos preferida fue Pepitilla con 3 insectos. Las variedades Bolita y Chalqueño presentaron casi la misma cantidad de emigrantes con

11 y 10 insectos cada uno (Tabla 7 y Figura 44).

11.- Prueba de "no elección" con mazorcas en cilindros para medir diferencia en peso.

La pérdida de peso en gramos resultó ser mayor en la variedad Tabloncillo con 24.97 gramos y la menor en la variedad Pepitilla con 1.54 gramos y Tuxpeño en pérdida de 2.37 gramos. En las variedades Tabloncillo con 24.97 gramos y Cónico con 17.24 gramos, la pérdida es alta en comparación con la variedad Pepitilla que es de 1.54 gramos. (Tabla 8, Figura 45).

12.- Prueba de "no elección" con granos en cilindros para cuantificar diferencias de pesos.

Al comparar las distintas pérdidas de peso en gramos, esta prueba nos revela que la mayor ocurrió en la variedad Cónica con 32.50 gramos en 100 gramos de granos de maíz y la menor en las variedades Tuxpeño con 2.94 gramos y Pepitilla con 2.48 gramos. La Tabla 8 nos indica que la mayor pérdida de peso entre las variedades corresponden a Cónica con 32.50 gramos y Tabloncillo con 23.54 gramos, (Figura 45).

13.- Prueba de "no elección" con mazorca en frascos para cuantificar pérdida de peso.

Los datos de la tabla 9 de pérdida de peso en las mazor

cas de las diferentes variedades de maíz, presenta un agrupamiento de éstas, y tenemos un grupo compuesto por Cónico con 14.57 gramos y Tabloncillo con 13.47 gramos en pérdida de peso. El otro grupo formado por las variedades Chalqueño con 5.17 gramos y Bolita con 3.8 gramos de pérdida de peso y el último grupo integrado por la variedad Tuxpeño con 1.57 gramos y Pepitilla con 1.3 gramos en pérdida.

Comparando la variedad Cónica con Pepitilla, existe una diferencia de 13.27 gramos de pérdida de peso, (Figura 46).

14.- Prueba de "no elección" con granos en frascos para cuantificar pérdidas por peso.

La variedad Tuxpeño presentó una pérdida menor de 1.3 gramos en comparación con Tabloncillo que es de 20.37 gramos. Aquí se forman tres grupos similares entre sí y son los siguientes: Pepitilla con 1.4 gramos, Tuxpeño con 1.3 gramos. La variedad Bolita con 5.4 gramos y Chalqueño con 4.47 gramos y el último grupo lo forman la variedad Tabloncillo con 20.37 gramos y Cónico con 17.57 gramos, (Tabla 9 y Figura 46).

15.- Prueba de "libre elección" con granos en cilindros para evaluar pérdida de peso.

Se desprende de aquí, que las variedades que señalaron las pérdidas más altas en peso son las variedades Tabloncillo con

33.17 gramos y Bolita con 16.15 gramos.

Las variedades Tuxpeño y Pepitilla nos arrojan pérdidas por 4.3 gramos y 1.35 gramos respectivamente. Las variedades Cónico con 14.95 gramos y Chalqueño con 9.97 gramos, al comparlas con las variedades de menor y mayor pérdida, estas pérdidas son intermedias. (Tabla 10 y Gráfica 47).

16.- Prueba de "libre elección" con mazorcas en cilindros para cuantificar pérdida de peso.

Se encontró en esta prueba a las variedades Tabloncillo y Cónico como las que sufrieron mayor daño registrando Tabloncillo 4.54 gramos, Chalqueño 3.94 gramos, Tuxpeño con 2.24 gramos y Pepitilla 1.47 gramos. Además, se puede notar la diferencia de 15.27 gramos entre las variedades Pepitilla y Tabloncillo, (Tabla 10 y Figura 47).

Otro punto interesante, es el concerniente al número de huevecillos, puestos, en diez granos tomados al azar, mazorcas y granos sueltos, es el hecho de que R. dominica (F.) no ovipuso casi en granos que presentan cierta dureza, ni gran tamaño; como se observa en la tabla 11; los granos de la variedad Bolita son más pequeños que los de Tabloncillo. Encontramos asimismo, que esta última variedad la ovipostura no se relacionó con la emergencia obtenida. Posiblemente el insecto R. dominica(F.) no sea selectivo en su oviposición, (Tabla 11).

Por otra parte, la duración media del desarrollo de R. dominica (F.) en las seis variedades de maíz, fueron significantes. Las variedades Tabloncillo, Cónico y Bolita, resultaron tener la duración media del desarrollo del insecto más corta. No obstante, las variedades Pepitilla y Tuxpeño señalaron, una duración de tiempo mayor, a pesar de tener las mismas condiciones del experimento. Esto sugiere una posible fuente de tolerancia o escape. (Tabla 12 y 13)

TABLA 2

Dureza de las seis variedades de maíz (Zea mays L.)

Variedades de maíz	Dureza
Tabloncillo	599.0 mm
Cónico (criollo azul)	600.3 mm
Chalqueño	620.0 mm
Bolita (criollo azul)	626.0 mm
Tuxpeño	632.6 mm
Pepitilla	642.6 mm

TABLA 3.

Emergencia de Rhizopertha dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros.

Chapingo, Mex. \_\_\_\_\_ 1984

Variedad de maíz	Prueba de "no elección"	
	mazorcas	granos
Pepitilla	3	7
Tuxpeño	19	11
Chalqueño	24	30
Cónico (criollo azul)	32	85
Bolita (criollo azul)	33	67
Tabloncillo	41	56
Relación F	3.97*	3.96*
* Significativa a un nivel de 5%		
Relación t	27.07*	18.94*
* Significativa a un nivel de 5%		

TABLA 4.

Emergencia de R. dominica (F.), en seis variedades de maiz, en cilindros.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_\_ 1984.

Variedad de maiz	Prueba de "libre elección"	
	Mazorcas	granos
Pepitilla	3	2
Tuxpeño	11	9
Bolita (criollo azul)	20	58
Chalqueño	22	12
Cónico (criollo azul)	31	34
Tabloncillo	57	50
Relación F	4.84*	4.77*
* Significativa a un nivel de 5%		
Relación t	28.80*	47.61*
*Significativa a un nivel de 5%		

TABLA 5

Emergencia de R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en frascos.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_\_ 1984.

Variedades de Maíz	Prueba de "no elección"	
	Mazorcas	granos
Pepitilla	4	2
Tuxpeño	8	11
Chalqueño	26	33
Cónico (criollo azul)	31	57
Tabloncillo	41	51
Bolita (criollo azul)	65	55
Relación F	3.50*	6.85*
*Significativa a un nivel de 5%		
Relación t	33.01*	28.65*
*Significativa a un nivel de 5%		

TABLA 6

Emigración de tres días de R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_\_ 1984.

Variedades de maíz	Prueba de "Libre elección"	
	Mazorcas	granos
Tabloncillo	15	14
Cónico (criollo azul)	14	16
Tuxpeño	9	11
Bolita (criollo azul)	6	6
Chalqueño	6	4
Pepitilla	5	5
Relación F	4.62 *	36.04 * **
* Significativa a un nivel de 5%		
**Significativa al 1%		
Relación t	6.52 *	2.58*
* Significativa a un nivel de 5%		

TABLA 7

Emigración de doce días de R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindro.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_\_ 1984.

Variedades de maíz	Prueba de "Libre elección"	
	Mazorcas	granos
Tabloncillo	24	22
Cónico (criollo azul)	23	21
Tuxpeño	18	18
Bolita (criollo azul)	14	11
Chalqueño	10	10
Pepitilla	6	3
Relación F	4.19*	27.5* **
* Significativa a un nivel de 5%		
** Significativa a un nivel de 1%		
Relación t		4.23*
* Significativa a un nivel de 5%		

TABLA 8

Pérdida de peso, causada por R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_ 1984

Variedades de maíz	Prueba de "no elección"			
	Granos		Mazorcas	
	Pérdida de peso en gramos	Peso al final del exp.	Pérdida de peso en gr.	Peso al final del exp.
Pepitilla	2.84	97.16	1.54	98.46
Tuxpeño	2.94	97.06	2.37	97.63
Bolita	12.07	87.93	5.94	94.06
Chalqueño	12.24	87.76	5.04	94.96
Tabloncillo	23.54	76.46	24.97	75.03
Cónico (criollo azul)	32.50	67.50	17.24	82.26
Relación F	7.72*	4.69*		
	**			
* Significancia al nivel del 5%				
**Significancia al nivel del 1%				
Relación t	14.62*	22.28*		
* Significancia al nivel del 5%				

TABLA 9

Pérdida de peso causada por R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, obtenidas de frasco.

Chapingo, Méx. 1984.

Variedad de maíz	Prueba de " no elección "			
	Mazorcas		Granos	
	Pérdida de peso en gramos	Peso al final del exp.	Perdida de peso en gramos.	Peso al final del exp.
Pepitilla	1.30	98.70	1.40	98.60
Tuxpeño	1.57	98.43	1.30	98.70
Bolita (criollo azul)	4.80	95.20	5.04	94.96
Chalqueño (criollo azul)	5.17	94.83	4.74	95.26
Tabloncillo	13.47	86.53	20.37	79.63
Cónico (criollo azul)	14.57	85.43	17.57	82.43
Relación F	4.94*		3.57*	
* Significativa a un nivel de 5%				
Relación t	13.34*		16.92*	
* Significativa a un nivel de 5%				

TABLA 10

Pérdida de peso, causada por R. dominica (F.) en seis variedades de maíz, en cilindros.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_\_ 1984.

Variedades de maíz	Prueba de " Libre elección "			
	Granos		Mazorcas	
	Pérdida de peso en gr.	Pérdida al final del exp.	Pérdida de peso en gr.	Pérdida al final del exp.
Pepitilla	1.35	98.65	1.47	98.53
Tuxpeño	4.3	95.70	2.24	97.76
Chalqueño	9.97	90.03	3.94	96.06
Cónico (criollo azul)	14.94	85.06	15.30	84.70
Bolita (criollo azul)	16.15	83.85	4.54	95.46
Tabloncillo	33.17	66.83	16.74	83.26
Relación F	3.57*		3.49*	
* Significativa a un nivel de 5%				
Relación t	30.03*		14.69*	
* Significativa a un nivel de 5%				

TABLA 11

Número de huevecillos ovipositados por Rhyzopertha dominica (F.), en diez granos de cada variedad de maíz.

Chapingo, Méx. \_\_\_\_\_ 1984.

Variedades de maíz	Prueba de "Libre elección"	
	Mazorcas	Granos
Bolita (criollo azul)	9	8
Tabloncillo	8	6
Cónico (criollo azul)	6	5
Tuxpeño	4	4
Chalqueño	4	9
Pepitilla	3	4

TABLA 12

Reporte del análisis químico, en muestras desengrasadas de las seis variedades de maíz estudiada.

Variedades de maíz	% de Nitrógeno F - 6.25	% Triptofano en Muestra	Proteína	% Lisina en Muestra	G. Lisina en 16g N2
Tabloncillo	7.2	0.058	0.80	0.247	3.4
* Cónico (criollo azul)	6.8	---	--	0.235	3.4
Chalqueño	9.0	0.070	0.78	0.297	3.3
Tuxpeño	8.5	0.066	0.78	0.279	3.3
* Bolita (criollo azul)	7.2	---	--	0.255	3.5
Pepitilla	8.6	0.065	0.76	0.274	3.2
Tuxpeño 1 normal (testigo)	10.6	0.067	0.63	0.291	2.7
Tuxpeño 2 suave (testigo)	8.9	0.093	1.04	0.396	4.4

\* Por ser granos pigmentados no se les analizó.

TABLA 13

Reporte de aminoácidos, de la variedad Chalqueño.

Aminoácidos g/6g Protefna	% en Protefna
Lisina	3.2
Histidina	2.9
Arginina	4.9
Acido Aspártico	7.3
Treonina	3.7
Serina	4.9
Acido Glutámico	18.6
Prolina	8.6
Glicina	4.0
Alanina	7.4
Cistina	1.3
Valina	4.9
Metionina	1.6
Isoleucina	3.5
Leucina	11.9
Tirosina	3.9
Fenilalanina	4.8
Triptofano	0.8
Protefna % (% N x 6.25)	9.0

TABLA 14

Reporte del análisis químico, de las seis variedades de maíz

Base Húmeda	Tabloncillo	C ó n i c o criollo azul	Chalqueño	Tuxpeño	B o l i t a Criollo azul	Pepitilla
Agua	3.0	12.67	12.14	12.62	12.26	11.92
Materia seca	96.99	87.39	87.86	87.38	87.76	88.08
Proteína N x 6.25	7.87	6.62	8.61	8.42	7.02	8.90
Grasas totales	5.0	5.07	5.55	5.69	3.89	5.95
Sales minerales	1.20	1.03	8.60	1.30	1.27	1.29
Fibra cruda	1.96	1.52	1.28	0.94	1.22	1.57
Extracto libre de Nitrógeno	80.96	72.95	63.82	73.83	71.56	71.37
Base Seca						
Proteína	8.11	7.57	9.79	9.63	8.96	9.13
Grasas totales	5.16	5.03	6.32	6.49	4.46	6.76
Sales minerales	1.23	1.17	9.78	1.49	1.44	1.47
Fibra cruda	2.02	1.75	1.46	1.08	1.39	1.78
Extracto libre de Nitrógeno	83.47	83.47	72.63	83.34	81.54	81.02

Tabla 15

Duración media del desarrollo de R. dominica (F).  
en mazorcas de seis variedades de maíz.

Variedades  
de maíz

	Tiempo en días							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Tabloncillo	0	0	9	7	10	10	3	1
Cónico (cioleto azul)	0	1	8	15	8	2	2	1
Chalqueño	0	0	7	14	11	8	3	3
Tuxpeño	0	0	1	5	7	3	1	2
Bolita (crioletto azul)	0	0	10	12	11	4	2	2
Pepitilla	0	0	1	1	1	1	0	0

Tabla 16

Duración media del desarrollo de R. dominica (F).  
en granos, de seis variedades de maíz.

Variedades de maíz	Tiempo en días							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Tabloncillo	10	14	17	13	10	3	9	5
Cónico (crio llo azul)	9	13	16	8	8	2	1	5
Chalqueño	6	4	8	10	3	4	3	2
Tuxpeño	0	1	4	2	1	1	2	1
Bolita crio llo azul	10	16	13	9	3	5	10	7
Pepitilla	0	0	2	1	0	1	3	1

Lo más sobresaliente, de los datos obtenidos en las pruebas de "libre elección" para cuantificar número de huevecillos puestos por Rhyzopertha dominica (F.) en diez granos de maíz de cada variedad. (Tabla 11) nos indica que la oviposición en mazorca fue mayor en la variedad de Bolita criollo azul, con 9 huevecillos, siguiéndole Tabloncillo con 8 huevecillos, y la menor ovipostura la presentó la variedad Pepitilla con 3 huevecillos. En los granos resultó también la variedad Bolita criollo azul, en mayor ovipostura y la de menor Pepitilla. Comparando la ovipostura en mazorcas y granos fue mayor en esta última.

Resultado del Análisis químico de las seis variedades de maíz.

Con respecto a las posibles bases fisiológicas y bioquímicas de antibiosis, en las plantas citadas por Painter (1969) se menciona que el mecanismo de resistencia de tipo antibiotico, se puede deber a un desbalance de nutrientes disponibles, de allí se justifica la preferencia y rechazo de Rhyzopertha dominica (Fabricius), en estas variedades de maíz. Nos atrevemos a decir que posiblemente aquí también existió un desequilibrio nutricional, ya que los reportes del análisis químico de las tablas 12, 13 y 14, demuestran que a mayor cantidad de triptofano en proteínas es mayor su susceptibilidad y menor su dureza como se observa con las variedades, Tabloncillo, el que reporta 0.80% de triptofano en proteína, por el contrario la variedad Pepiti

lla, nos reporta una cantidad de 0.76% de triptofano en proteína, que es menor en comparación con el testigo que es de 1.04%, cantidad de triptofano en proteína. Lo que nos demuestra el porcentaje menor en cantidad de triptofano en proteína, en un ambiente menos propicio para el insecto.

Cuando el porcentaje de lisina en muestras es mayor, existe menor daño en las variedades de maíz, así tenemos que las variedades que presentaron menor preferencia, fueron, Pepitilla, Tuxpeño y Chalqueño con 0.274%, 0.297% de lisina respectivamente. (Tabla 12).

Las variedades Tabloncillo, Cónico criollo azul y Bolita criollo azul nos dan un porcentaje menor de nitrógeno y las que presentan una dureza superior con respecto a éstas, reportan un alto porcentaje de nitrógeno.

La interacción de proteína, azúcares y grasas es posible que tenga un efecto entre sí, que hacen más difícil la asimilación para el desarrollo de Rhyzopertha dominica (F.).

## RESULTADO DE LAS RADIOGRAFIAS.

De las tres placas de radiografías, tomadas a las distintas muestras y pruebas, como puede notarse en la sección de la figura 23, de la radiografía correspondiente, a la prueba de "no elección" con granos que estaban en frascos y la prueba de "libre elección" con granos obtenidos de mazorcas en cilindros, los granos de las variedades Tabloncillo, Cónico (criollo azul) y Bolita (criollo azul), se encuentran ocupados por galerías y por larvas y adultos dentro del grano. Esto corrobora los resultados mostrados en otra sección de esta tesis, de que los maíces duros son menos atacados por el insecto Rhyzopertha dominica (F.).

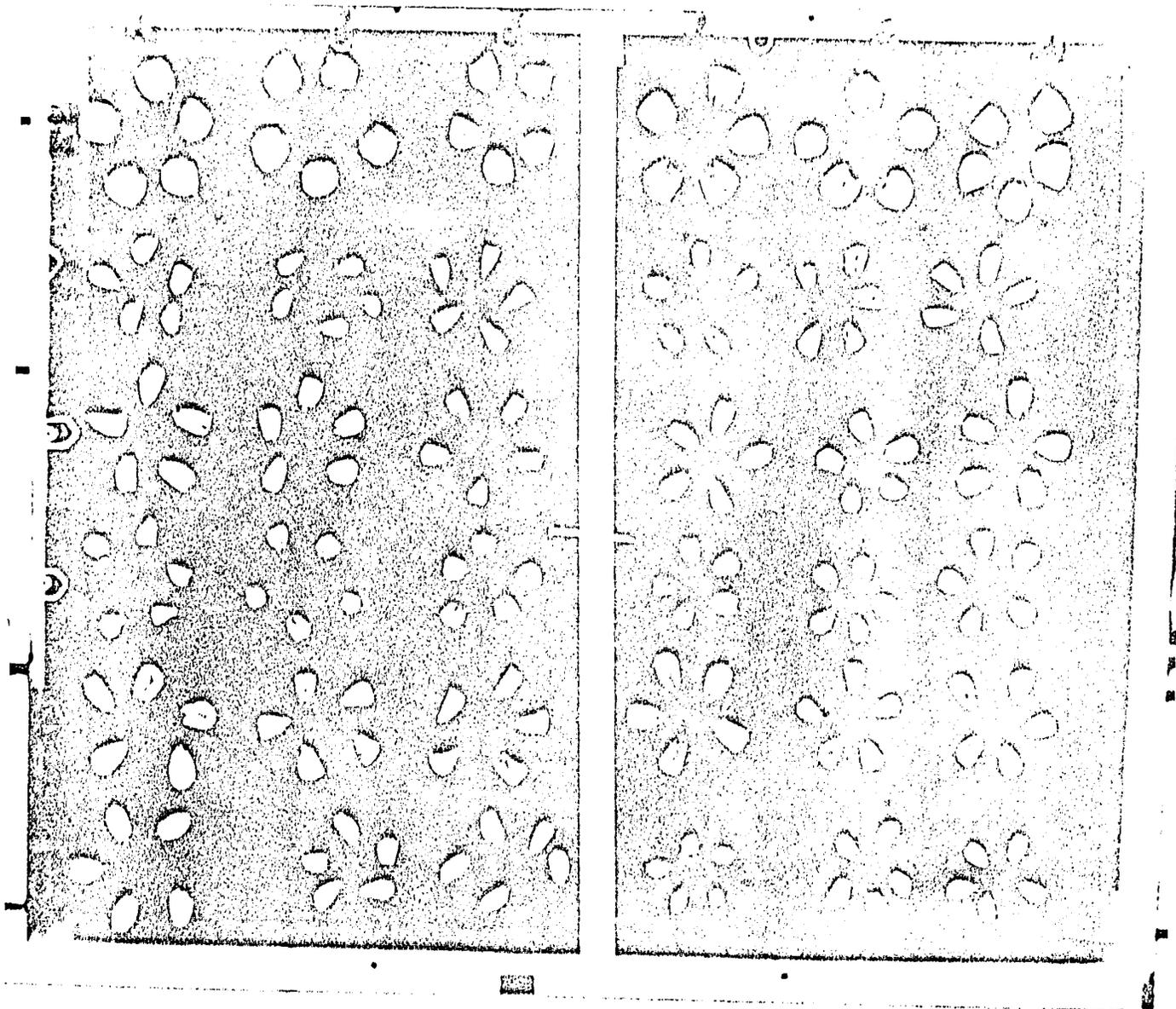


Fig . . 23.- Disposición con cada variedad de maíz y sus repeticiones - para exponerlo a una placa de Rayos-X, correspondiente a - la prueba de "no elección" a la izquierda, con granos obtenidos dentro de frascos y la prueba de "libre elección" a la derecha, con granos obtenidos de mazorcas en cilindros.

## VI.- DISCUSION.

Como se señaló anteriormente, el presente estudio fue con el objetivo de, definir los grados de preferencia de R. dominica (F.) en seis variedades de maíz.

De los resultados obtenidos, se deduce que la preferencia fue marcada en unas, más que otras variedades, relacionándose quizás con la dureza del maíz, que no es más que la densidad del endospermo y del pericarpio. Descartamos la posibilidad del color, que actúe como atrayente o rechazo en este caso. Los componentes químicos en cada variedad de maíz si interfieren en las actividades del insecto en cuestión.

Se presentan en la tabla 4, la emigración por tres días del insecto R. dominica (F.). Se observa que la atracción se hizo mayor, en las variedades Tabloncillo y Cónico, reportando una preferencia doble con respecto a la variedad Pepitilla. Esta última variedad, resultó la menos atractiva, tanto en estado de mazorca como en granos. Las variedades: Chalqueño, Bolita y Tuxpeño, resultaron con una emigración alta con respecto a la variedad Pepitilla. Relacionamos la preferencia por el momento a la dureza (Tabla 2) de estas seis variedades de maíz. A mayor dureza es menor atractivo el grano para las actividades del insecto.

El análisis de varianza sostiene que la razón  $F$  es significativa tanto en granos sueltos como en mazorcas al 5%. Para confirmar lo observado se consideró necesario utilizar el método de comparaciones múltiples de Duncan, para separar estadísticamente las variedades de maíz por grupos de afinidad, presentando afinidad las variedades: Tabloncillo, Cónico Y Bolita. Grupos no afines: Tabloncillo con Tuxpeño, Bolita, Chalqueño y Pepitilla. Siendo Tuxpeño diferente a las demás variedades. Las variedades Bolita, Chalqueño y Pepitilla forman un grupo semejante, pero éstos no lo son con la variedad Tabloncillo. Así Cónico Tuxpeño y Chalqueño tenemos que no son afines con la variedad Tabloncillo.

De acuerdo con los datos obtenidos de la emigración de R. dominica (F.), durante 12 días, mediante el análisis de varianza, presentados en la (Tabla 1) en la que se consigna la emigración de los insectos tanto en el caso de mazorcas como en el de la variedad Tabloncillo tuvo la mayor atracción tanto en estado de mazorca como de granos sueltos (figura 28 y 36) ya que los resultados de las repeticiones, nos indica lo anterior, siguiendo en preferencia, la variedad Cónico, acentuándose más la atracción de ese grano para los insectos en el caso de granos libres; el Tuxpeño sigue en la escala preferencial, luego la variedad Bolita, Chalqueño y finalmente la variedad Pepitilla. (Figura 28 a la 33). Puede notarse que la variedad Pepitilla fue la que presentó la menor atracción para los insectos, siguiéndole las va

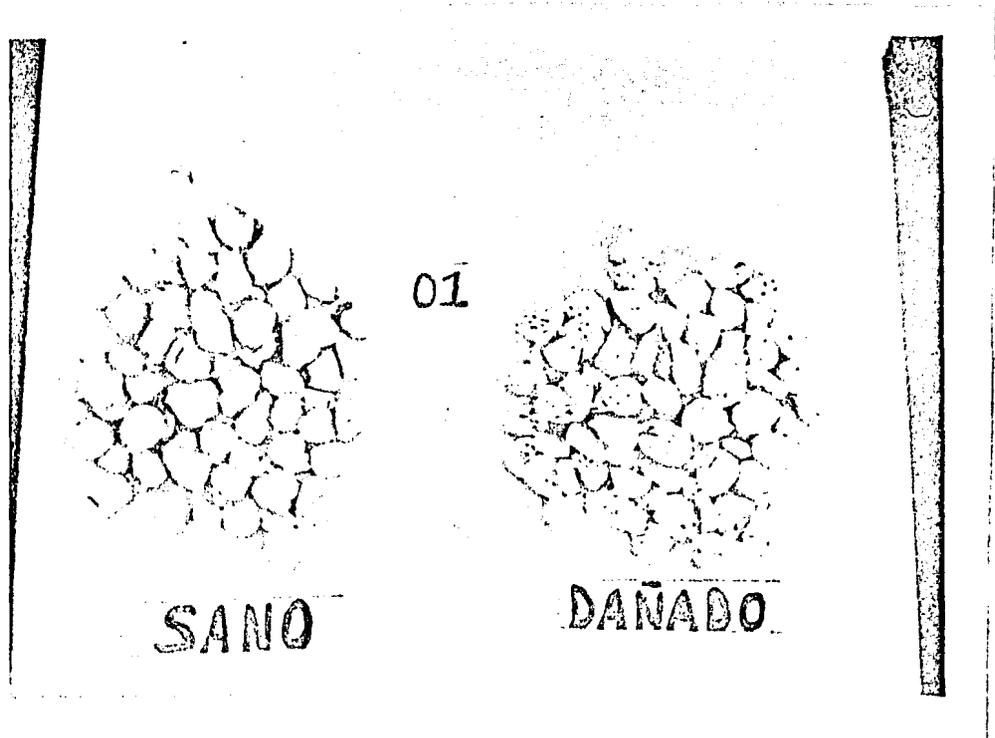


Figura 28. Variedad Tabloncillo.

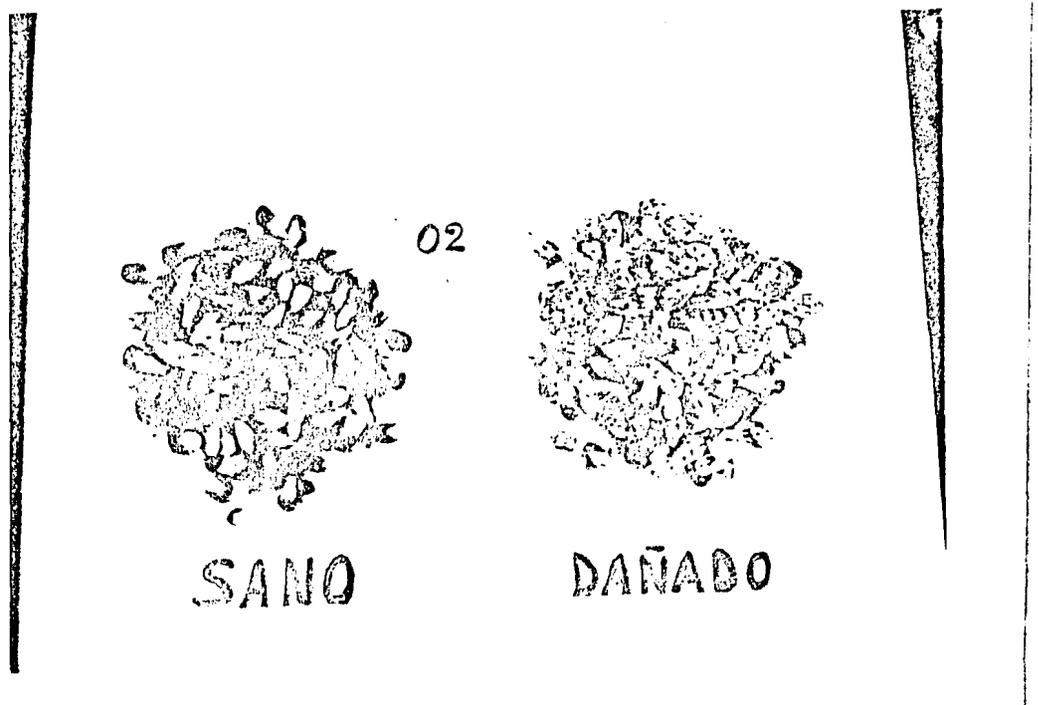


Figura 29. Variedad Cónico.

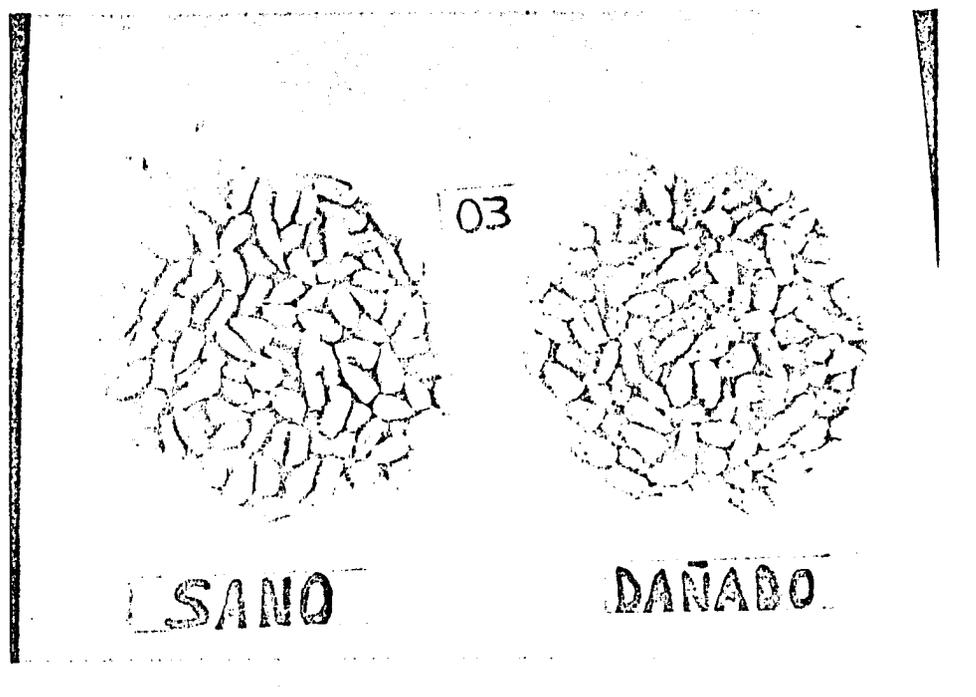


Figura 30. Variedad Chalqueño.

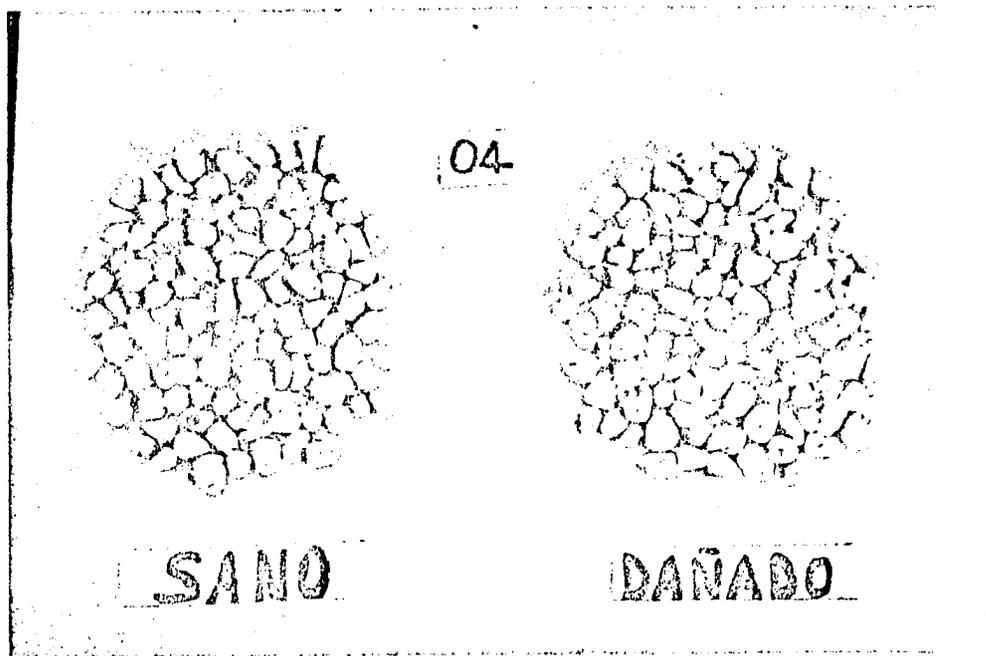


Figura 31. Variedad Tuxpeño.

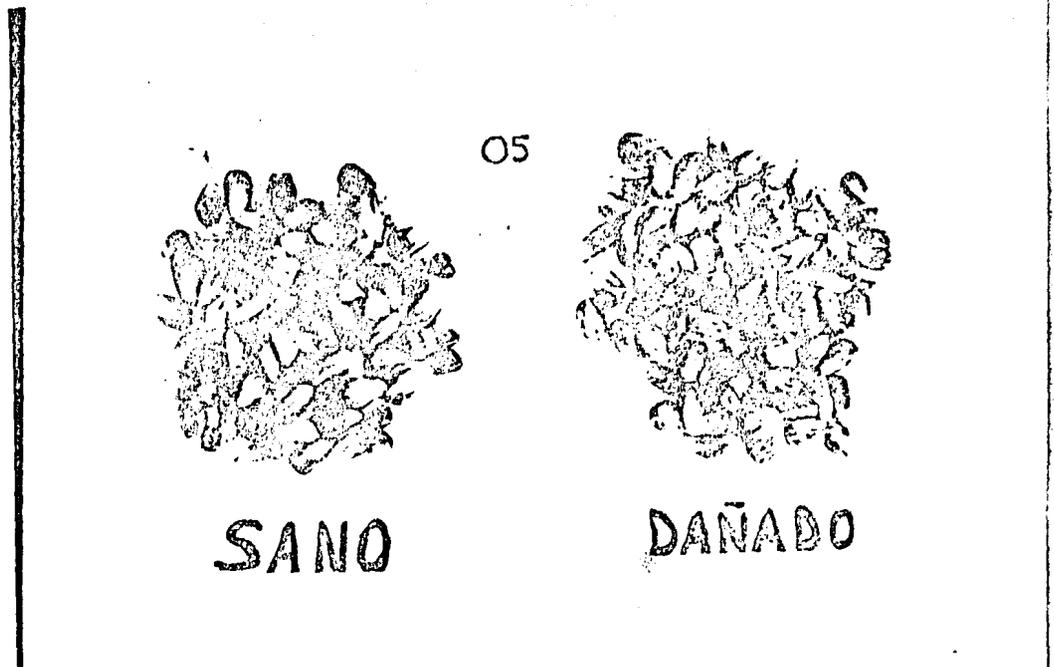


Figura 32. Variedad Bolita (criollo azul).

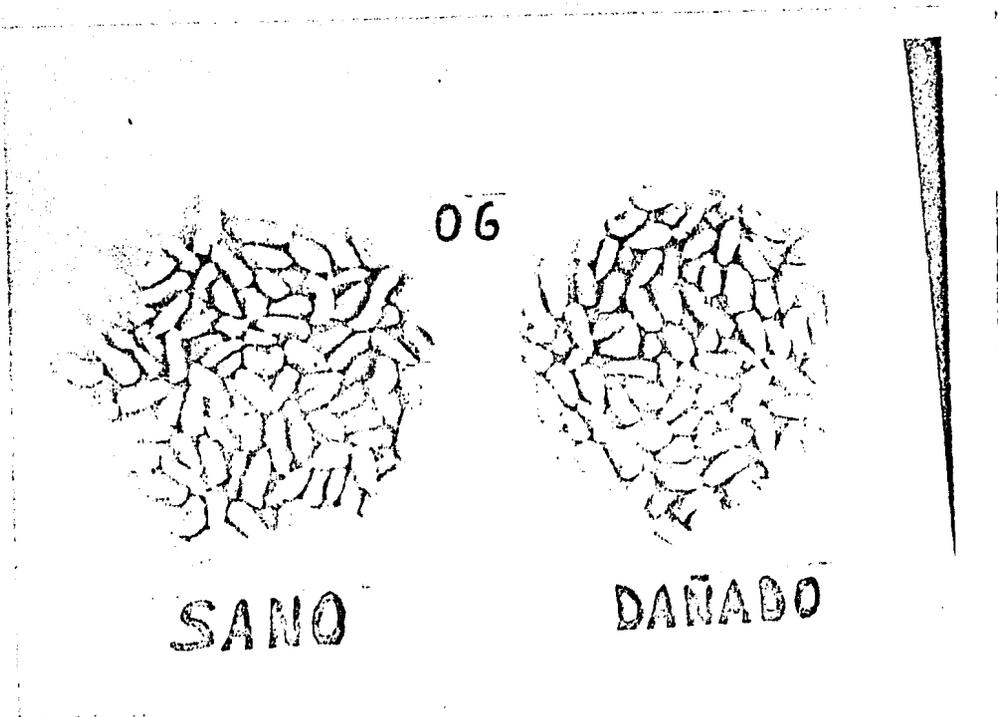


Figura 33. Variedad Pepitilla.

riedades Chalqueño y Bolita (Figura 33 y 39).

Comparando las variedades Pepitilla y Tabloncillo, podemos notar que este último tiene un promedio de atracción tres veces mayor que la variedad Pepitilla, habiendo entre estas dos variedades diferencias significativas.

La relación F para granos sueltos y mazorcas es significativa a un nivel de 5%. Con la distribución de T encontramos significancia para los granos resultos, dándonos una significancia entre las variedades de maíz al 5%.

En términos generales, podemos indicar que en las variedades que presentan menor dureza, la preferencia se incrementó, disminuyendo en las variedades que presentan una dureza superior.

Concluimos que a medida que aumenta el tiempo de emigración, también aumenta el número de insectos presentes en cada variedad; quizás el insecto necesite un determinado tiempo para definir cuál variedad prefiere para sus actividades (alimentarse, oviponer, desarrollarse, etc.).

Otro punto interesante, es que la misma proporción de insectos frecuenta las mismas variedades de maíz, tanto en estado de mazorca como en granos.

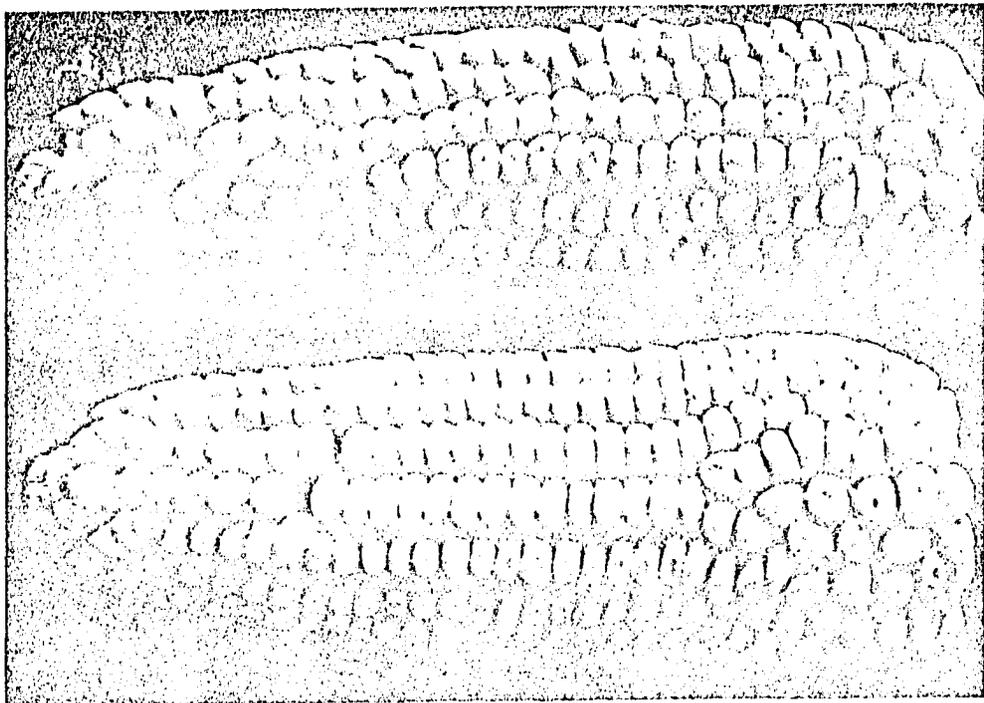


Figura 34. Variedad Chalqueño, mazorca sana y mazorca infestada, por R. dominica (F.)



Figura 35. Variedad Cónico (criollo azul) mazorcas infestada y sana por R. dominica (F.)

En la Tabla 3, los resultados de emergencia con la prueba de "no elección", con granos y mazorcas se presentaron muy parecidos. Aunque sí es indicativo de que es menor en el estado de mazorca la emergencia de insectos, quizás se deba a que el grano se encuentre adherido a el olote, siendo éste la parte cercana del embrión que sería como un factor que retarda la emergencia. No sucediendo así con los granos sueltos, en los cuales la larva penetra por la parte donde se localiza el embrión con gran facilidad. El análisis de varianza para la distribución F al 5% fue significativa con granos sueltos. Con la distribución t, encontramos significancia al 5% observando que la variedad Pepitilla no es afín con las variedades: Bolita, Cónico, Chalqueño y Tuxpeño.

Los granos, al igual que los estados de mazorcas, en las variedades: Bolita, con la variedades Cónico y Tabloncillo, fueron casi similares en preferencia. Por otro lado, vemos que las variedades Chalqueño y Tuxpeño fueron diferentes con respecto a los demás. Por lo tanto, se desprende que la emergencia posiblemente aumente en las variedades más suaves, como ocurrió en la variedad Tabloncillo.

Con la prueba de "libre elección", (Tabla 4), se revela una emergencia casi similar a la anterior tanto en mazorcas como en granos sueltos, y que el incremento va de acuerdo a la dureza del maíz.

El estado de mazorca no es significativo en emergencia - con la distribución F al 5%. No obstante, sí es significativa con la distribución t al 5%, presentando grupos afines de los que tenemos a Tabloncillo diferente a las variedades Chalqueño, Bolita, Tuxpeño y Pepitilla. Por el contrario la variedad Cónico es afín con Tabloncillo, e igualmente: Bolita, Tuxpeño, Pepitilla y Chalqueño.

La prueba -e "no elección" en mazorcas y granos sueltos confinados en frascos, corrobora resultados en otras secciones que las mismas variedades coinciden en ser las más frecuenteadas. Quizás esté presente alguna substancia que es gustativa para las actividades del insecto. El análisis de Varianza revela que en ambos las mazorcas no presentaban significancia en cuanto a emergencia, tal vez debido al olote que impedía la velocidad de llegar al embrión, pero su fue significativa al 5% con la distribución t, en cambio con granos, fueron significativos, tanto como en la distribución F como la t al 5%.

Con relación a la pérdida de peso en granos sueltos y mazorcas con la prueba de no elección, nos revela resultados que agrupan a ciertas variedades de otros.

En la variedad Pepitilla, la pérdida fue insignificante en comparación a Tabloncillo, (Figura 33 y 39) es posible que presente alguna substancia inhibidora para el insecto.

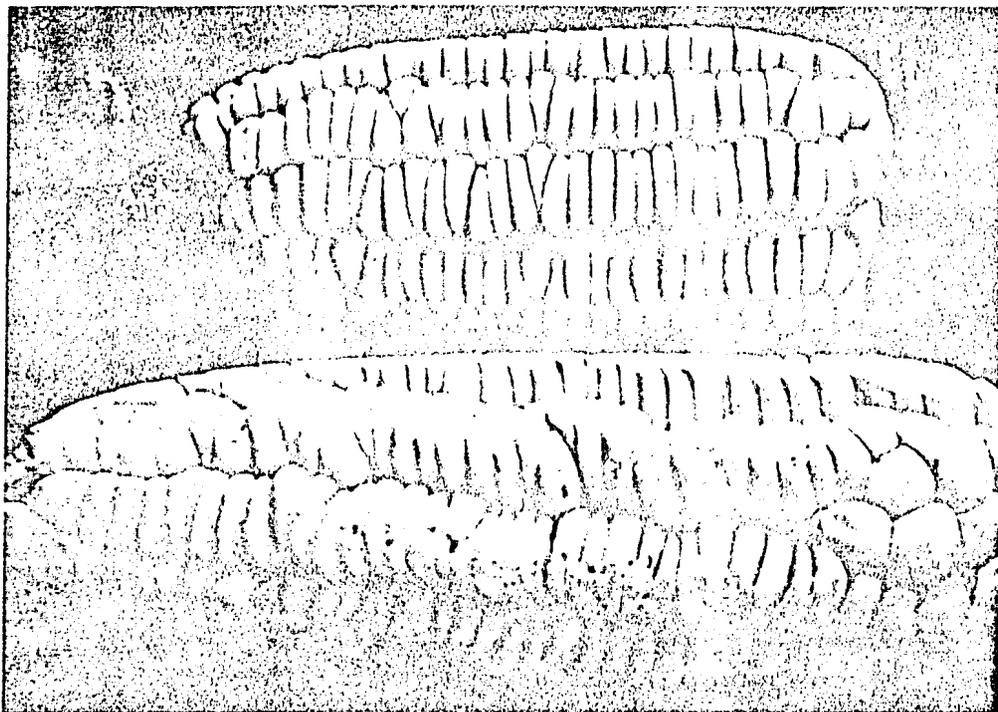


Figura 36. Variedad Tabloncillo  
Mazorca sana e infestada.

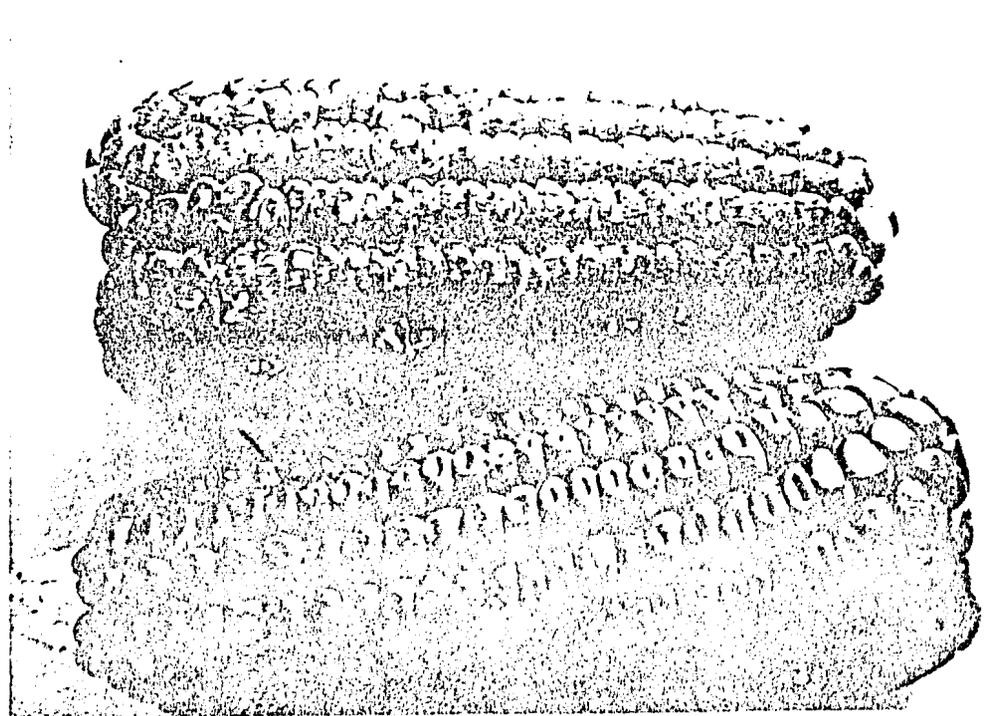


Figura 37. Variedad Bolita (criollo azul).  
Comparando mazorcas infestadas y sana.

Tanto mazorcas, como granos, fueron significativas al 5% en las distribuciones F y t.

Observamos que hubo pérdidas, tanto en granos como en mazorcas, y sus resultados presentados fueron similares. Reportando la variedad Pepitilla menor pérdida tanto en granos como en mazorcas.

Al llevar los resultados a un análisis de varianza podemos observar significancia al 5%, al igual con la distribución t, al 5%.

Con la prueba de "libre elección" con granos y mazorcas se observa las variedades más dañadas, tenemos la variedad Cónico y Tabloncillo, Pepitilla y Tuxpeño en menor grado. A pesar de haber obtenido respuestas muy similares, podemos señalar que el olote impide en cierto grado, el ataque del insecto con respecto al tiempo.

Al comparar los colores de las variedades, no se observó ninguna diferencia que se relacione con el índice de preferencia, ya que Tabloncillo, con un color marfil blanco y Cónico presentaban casi el mismo porcentaje de daños.

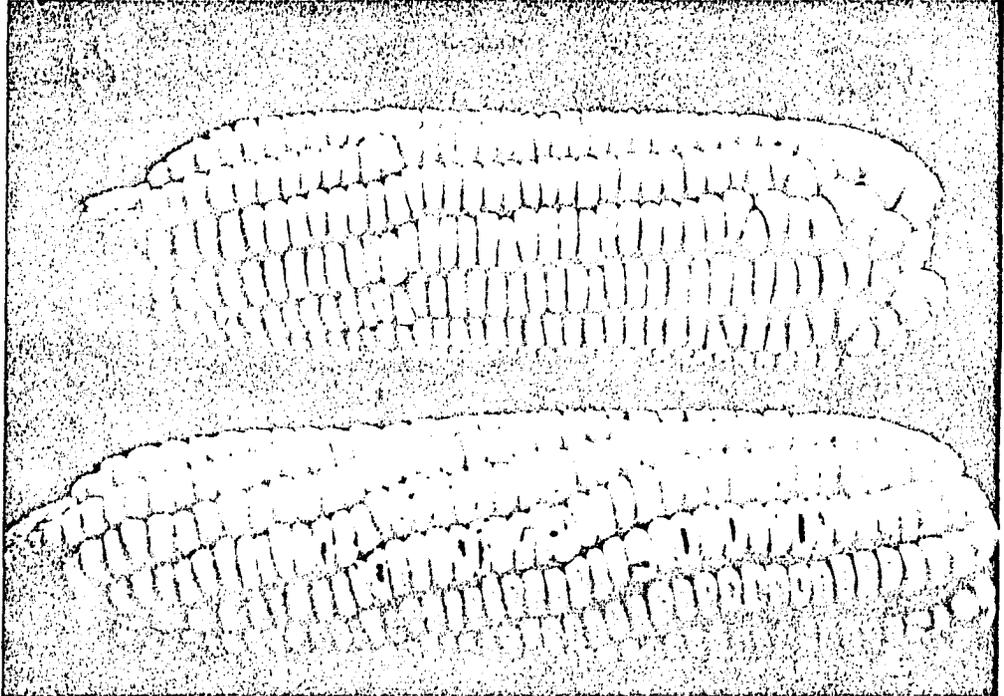


Figura 38 Variedad Tuxpeño, mazorca sana y mazorca infestada por R. dominica (F.)

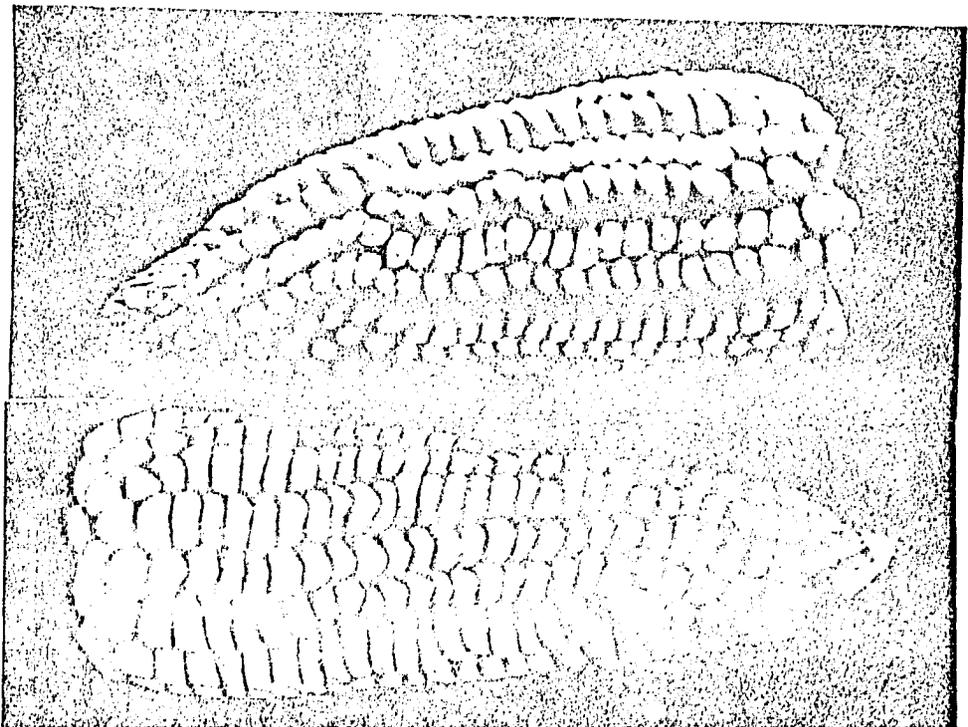


Figura 39 Variedad Pepitilla, mazorcas presentando poco daño, con respecto a la mazorca sana.

## VII.- CONCLUSIONES.

Las conclusiones más importantes que se derivan del presente estudio son las siguientes:

- \* El objetivo es contribuir con, mayores datos, sobre la posible elección de alimento, por el insecto y, por ende, a la posible tolerancia o resistencia de algunos alimentos al ataque de insectos, en este caso Rhyzopertha dominica (F.).
- \* La dureza es un factor que tal vez influye como indicador de resistencia, aunque pueden existir otras sustancias, que intervengan en hacer menos atractivo el grano para el insecto.
- \* El estado de mazorca es dañado en menor grado que en granos sueltos; posiblemente la estructura de la mazorca dé protección y por ende retarde la preferencia y aun la velocidad de desarrollo del insecto en cuestión.
- \* Las pruebas de "libre elección" y las de "no elección" son aplicables tanto en el campo como en el almacén y entre si, son complementarias.

- \* La variedad Tabloncillo resultó ser la más atractiva y la variedad Pepitilla la menos atractiva al ataque R. dominica (F.).
- \* Podemos decir, por los datos obtenidos, que el color no jugó ningún papel indicador de preferencia o rechazo, ya que tanto variedades azul y blanco marfil, resultaron igualmente dañados.
- \* La detección de granos infestados por Rayos-X nos corrobora los resultados de otras pruebas, es decir que maíces con más dureza, son menos atacados.
- \* El número de huevecillos no se presentó positivamente en cuanto a dureza y tamaño del grano, por lo que concluimos que este insecto R. dominica (F.) no presentó selección en la ovipostura.
- \* No se encontró casi diferencia significativa con las mazorcas en las seis variedades de maíz, y esto nos lleva a deducir que este estado no presenta las condiciones aceptables para el desarrollo de los insectos bajo las circunstancias en que se llevó a efecto el experimento en el laboratorio.
- \* A mayor cantidad de triptofano en protefina, mayor fue la susceptibilidad de la variedad de maíz.

- \* La variedad Tabloncillo resultó ser la más atractiva y la variedad Pepitilla la menos atractiva al ataque R. dominica (F.)
  
- \* Podemos decir, por los datos obtenidos, que el color, no jugó ningún papel indicador de preferencia o rechazo, ya que tanto, variedades de color azul, como color blanco---marfil resultaron igualmente dañados.
  
- \* La detección de granos infestados por Rayos -X nos corrobora los resultados de otras pruebas, que maíces con más dureza, son menos atacados.
  
- \* El número de huevecillo no se presentó positivamente en cuanto a dureza y tamaño del grano, por lo que concluimos que este insecto R. dominica (F.) no presentó selección en la ovipostura.
  
- \* No se encontró casi diferencia significativa con las mazorcas en las seis variedades de maíz y esto nos lleva a deducir que este estado no presenta las condiciones aceptables para el desarrollo de los insectos bajo las circunstancias en que se llevó a efecto el experimento en el laboratorio.
  
- \* A mayor cantidad de triptofano en proteína, mayor fue la susceptibilidad de la variedad de maíz.

- \* Cuando la dureza fue mayor en las variedades de maíz, encontramos una cantidad mínima de triptofano en proteína.
- \* La emigración aumentó con el tiempo en las diferentes variedades de maíz, indicándonos que el insecto, necesita de tiempo para seleccionar, en forma definitiva, la variedad que prefiere.
- \* Las variedades Tuxpeño y Pepitilla, demostraron tener un ambiente no propicio para el insecto, en vista de que permitieron un nivel bajo de emergencia de insectos, un ciclo de desarrollo más prolongado y una insignificante pérdida en peso. Concluimos que quizás se trata de una antibiosis, debido a un desequilibrio nutricional causado tal vez, por los contenidos de proteínas, azúcares y grasas en los maíces.
- \* La duración media del desarrollo de R. dominica (F.) en variedades de maíz que presentaban menor dureza, permitieron un ciclo de desarrollo corto.

APENDICE

Figura 40 Emergencia de *R. dominica* (F).  
en seis variedades de maíz, en cilindros  
con la prueba de "no elección".

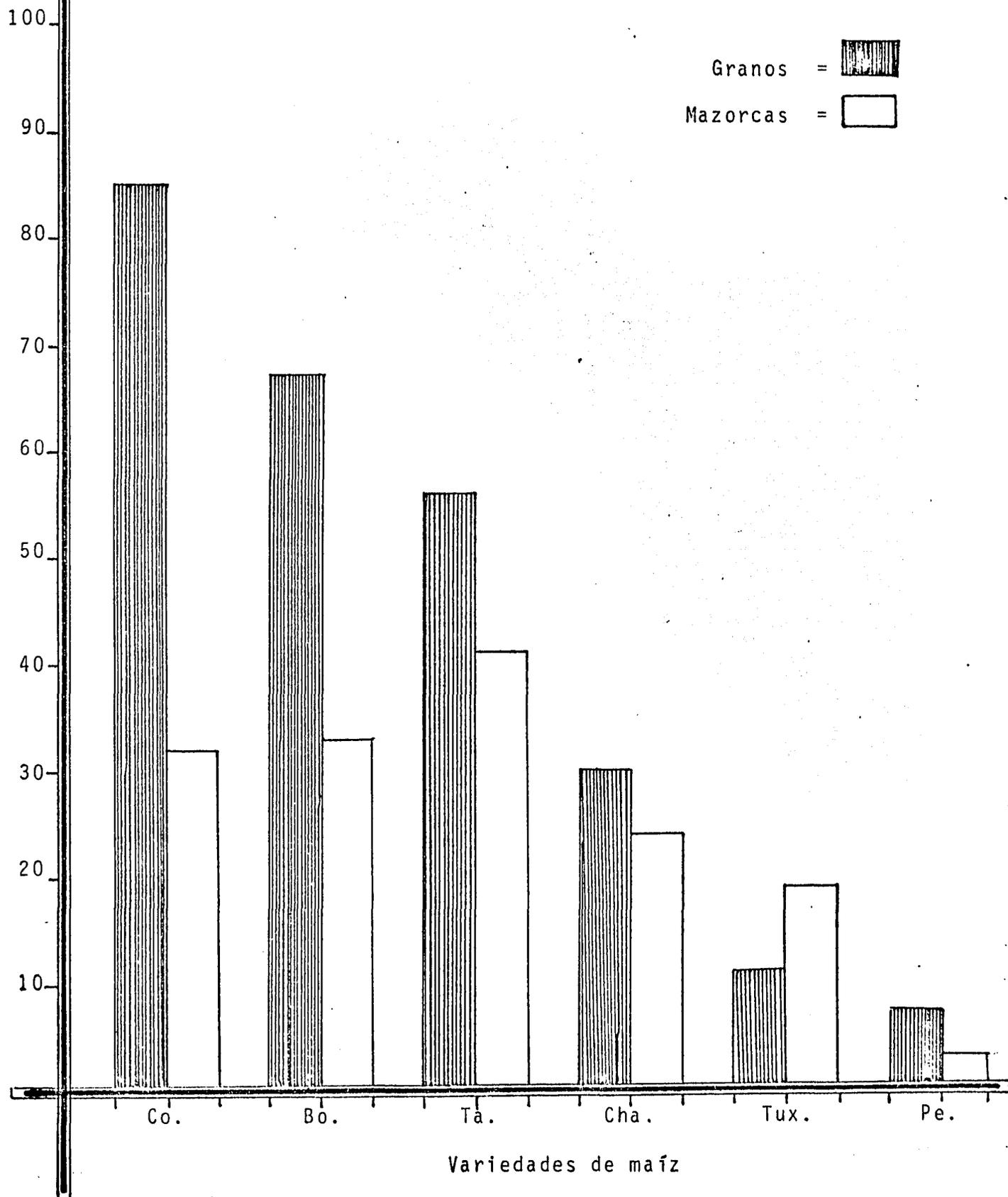


Figura 41 Emergencia de *R. dominica* (F.) en seis variedades de maíz, en cilindros con la prueba de "no elección".

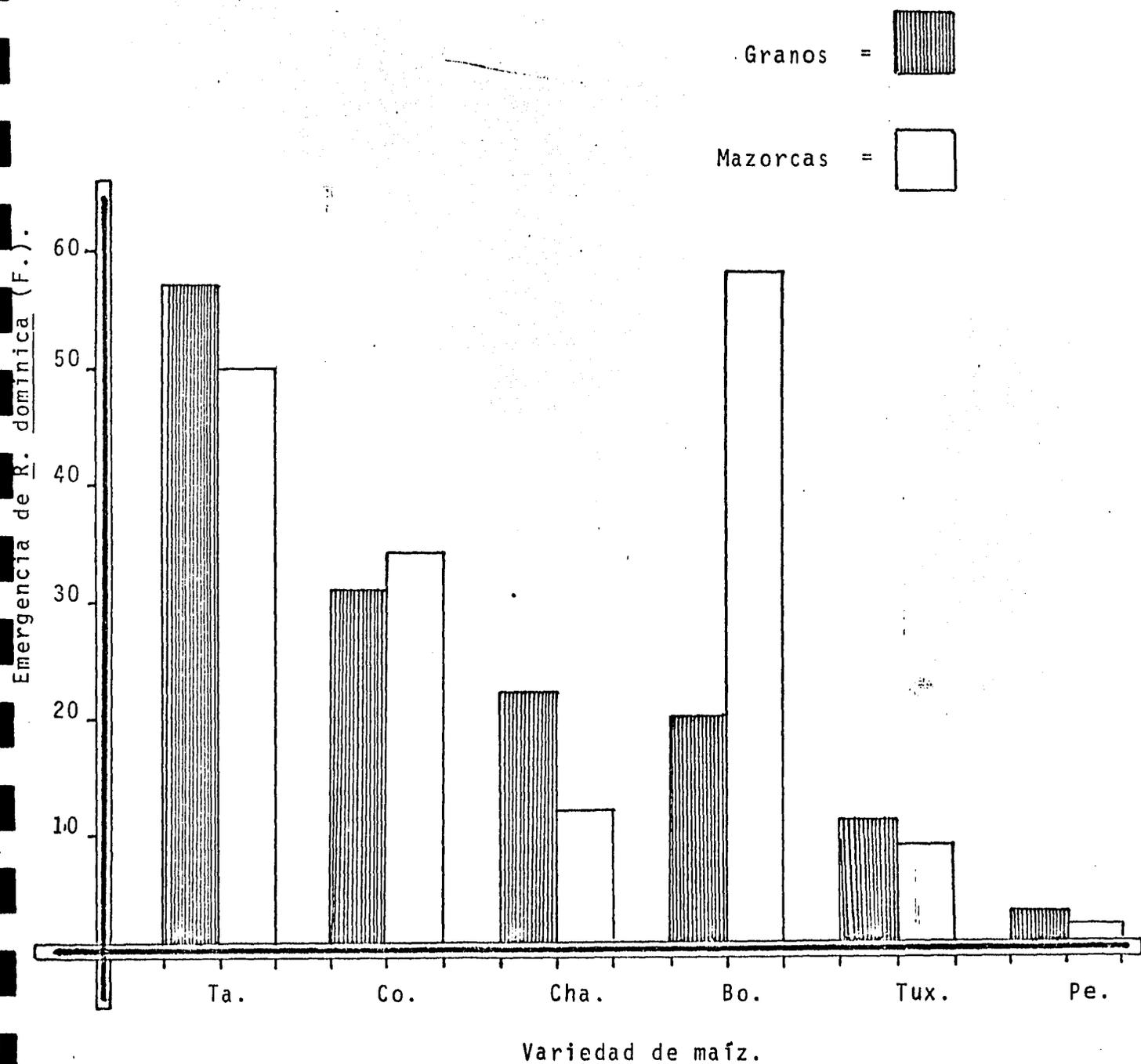


Figura 42. Emergencia de R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en frascos, con la prueba de "no elección".

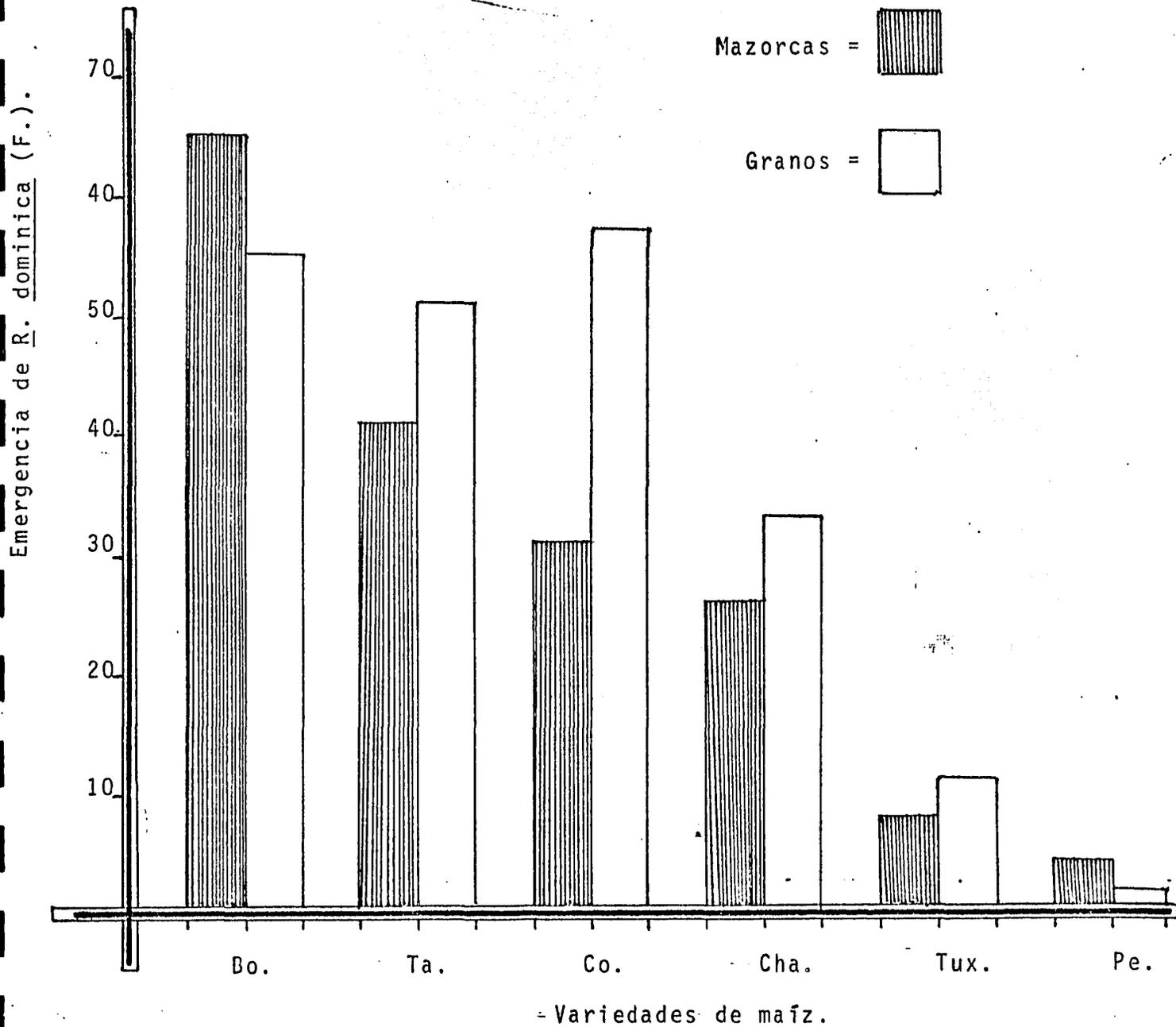


Figura 43 . . Emergencia de R. dominica (F.),  
en seis variedades de maíz,  
en frascos con la prueba de "no  
elección".

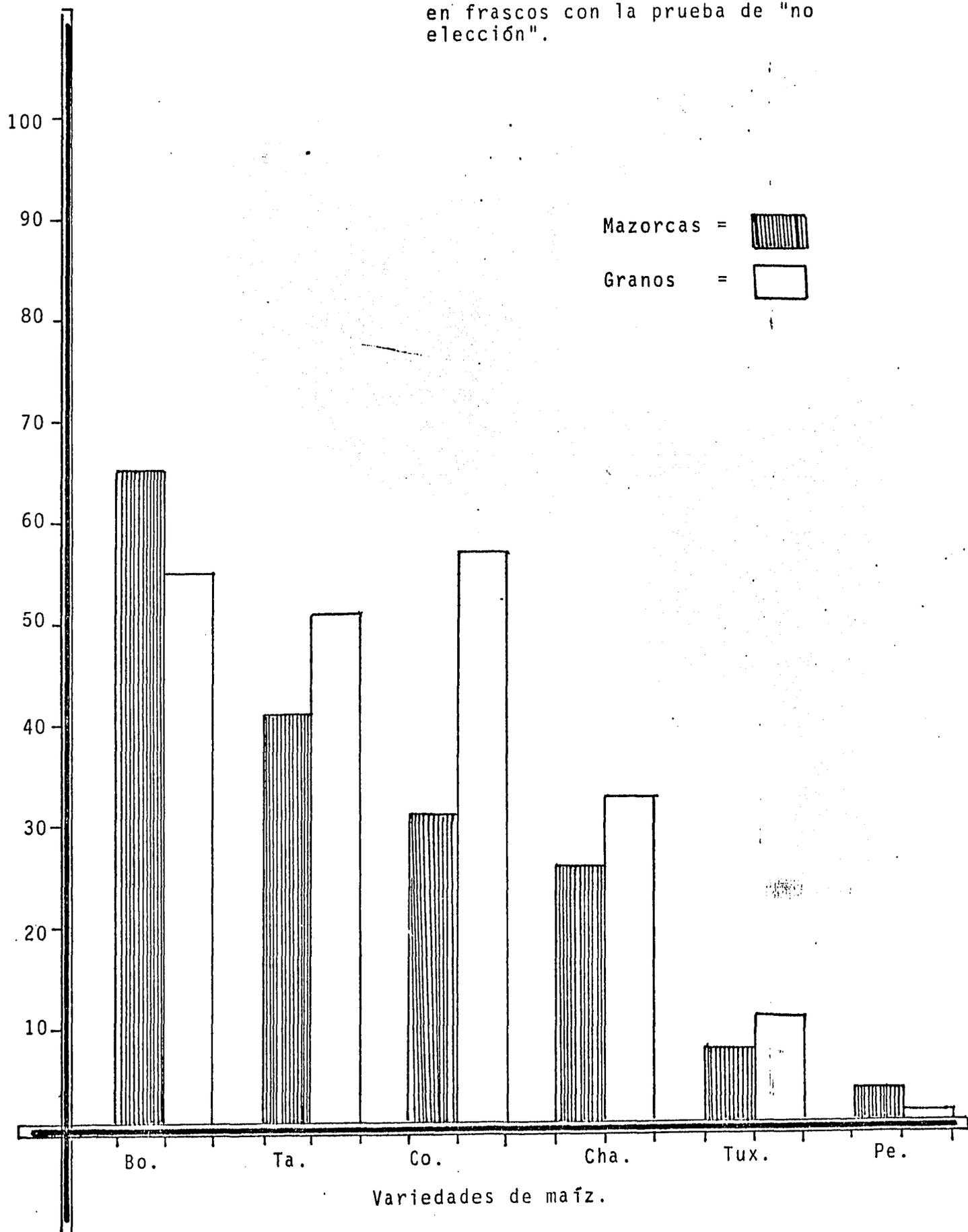


Figura 44 Emigración de tres días de *R. dominica* (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros, con la prueba de "libre elección".

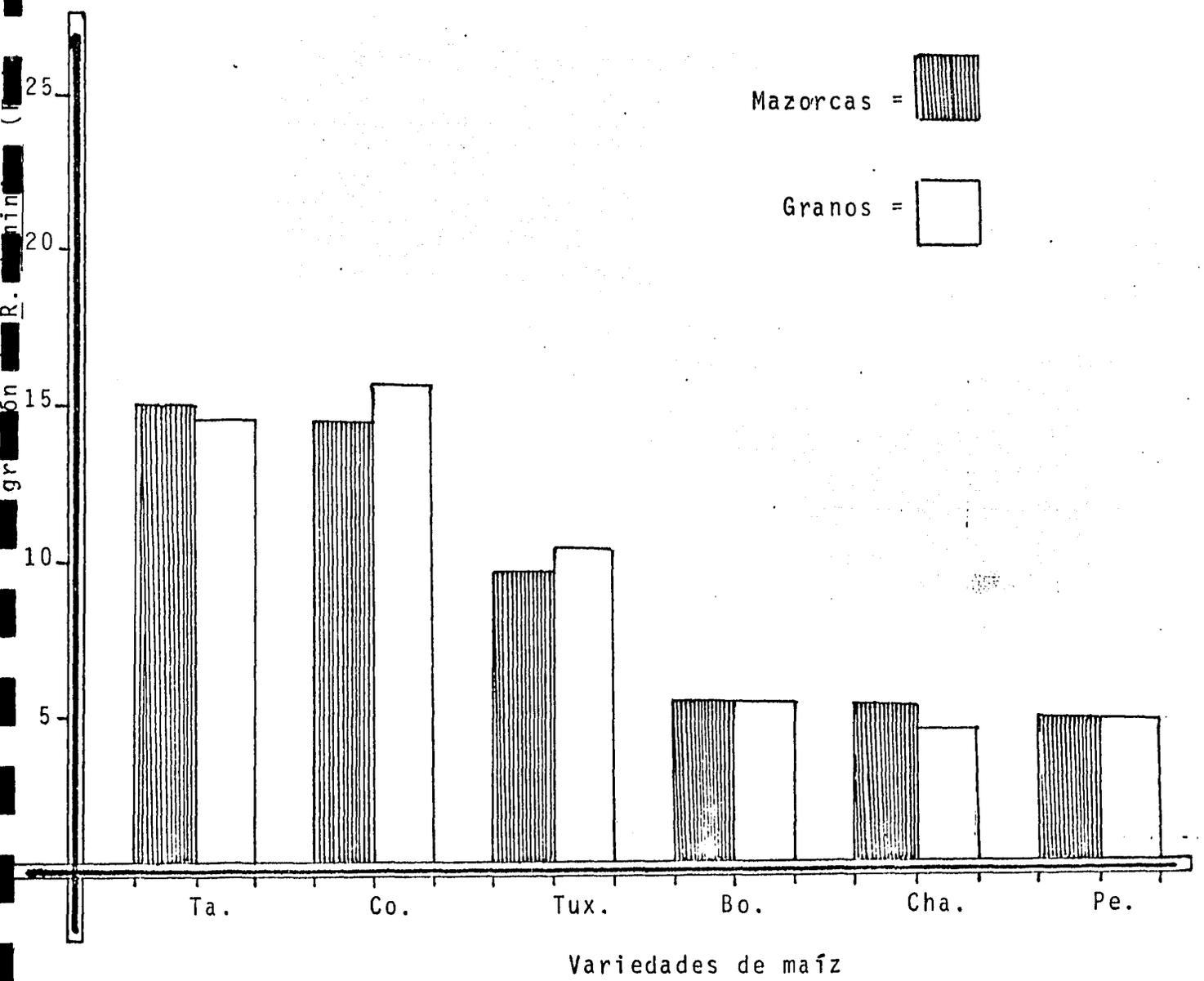


Figura 45 Emigración por doce días de R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros, con la prueba de "libre elección".

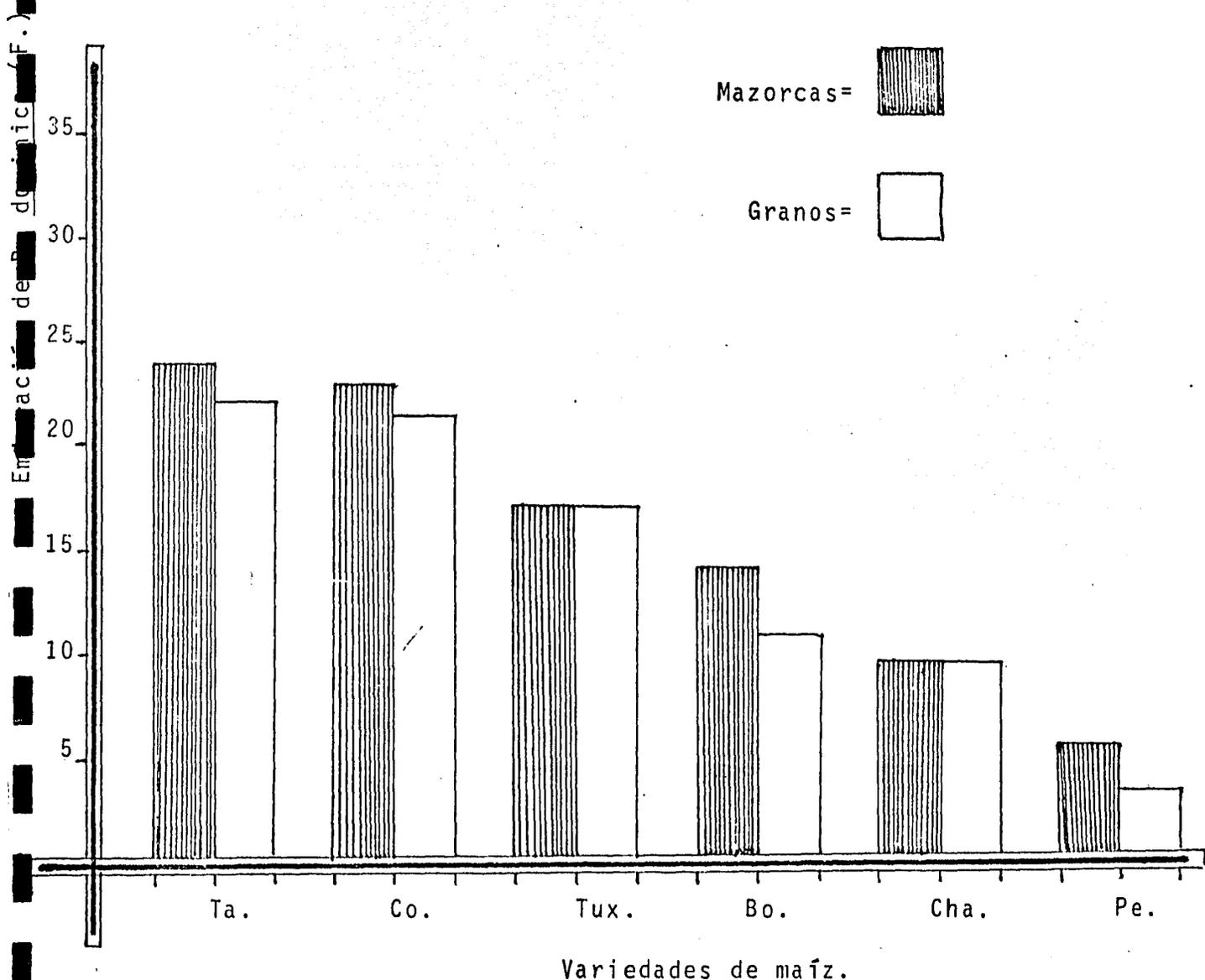


Figura 46. Pérdida de peso, causada por R. dominica (F.) en seis variedades de maíz, en cilindros, con la prueba de "no elección".

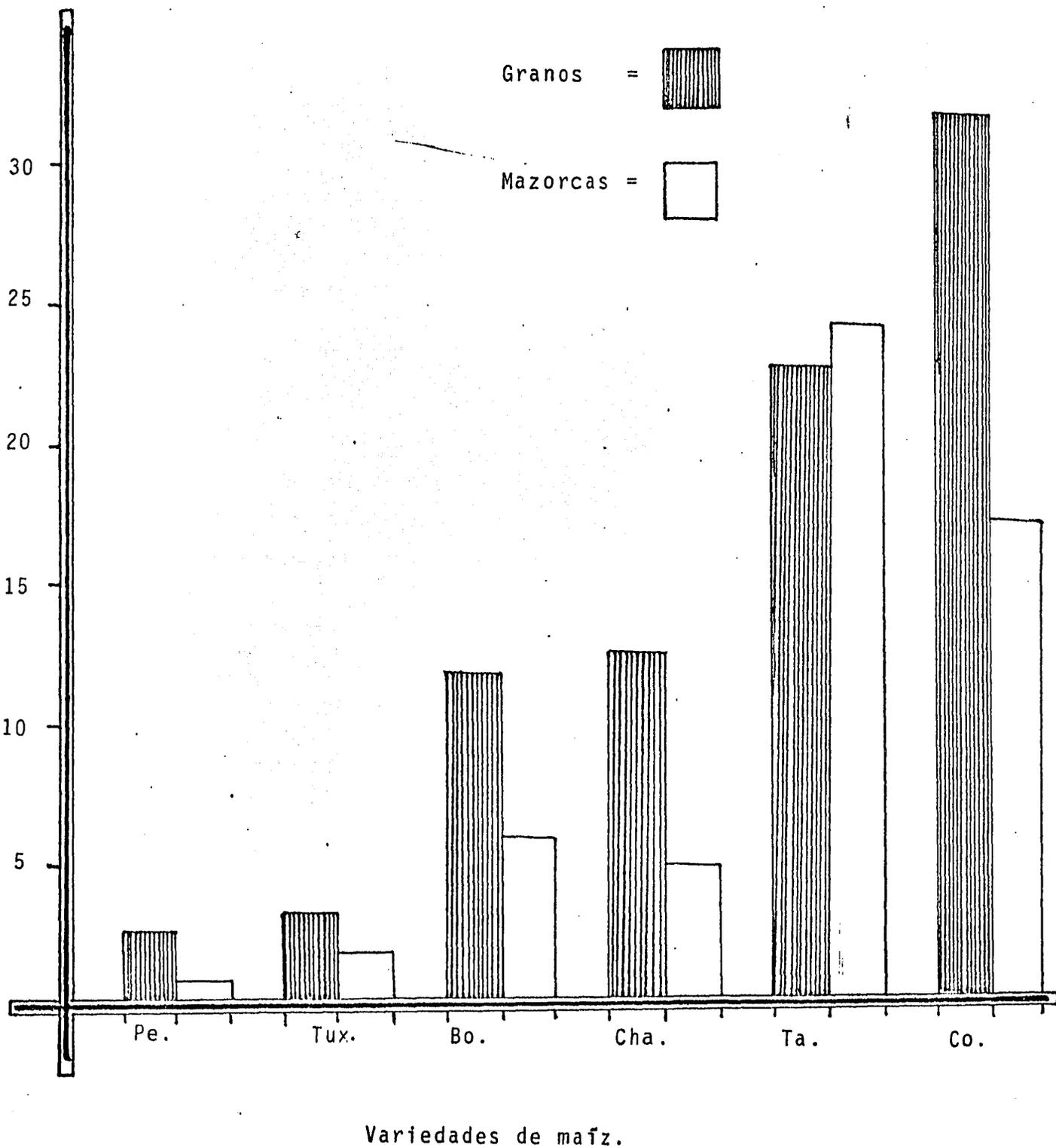


Figura. 47. Pérdida de peso causada por *R. dominica* (F.), en seis variedades de maíz, obtenidas de frascos, con la prueba de "no elección".

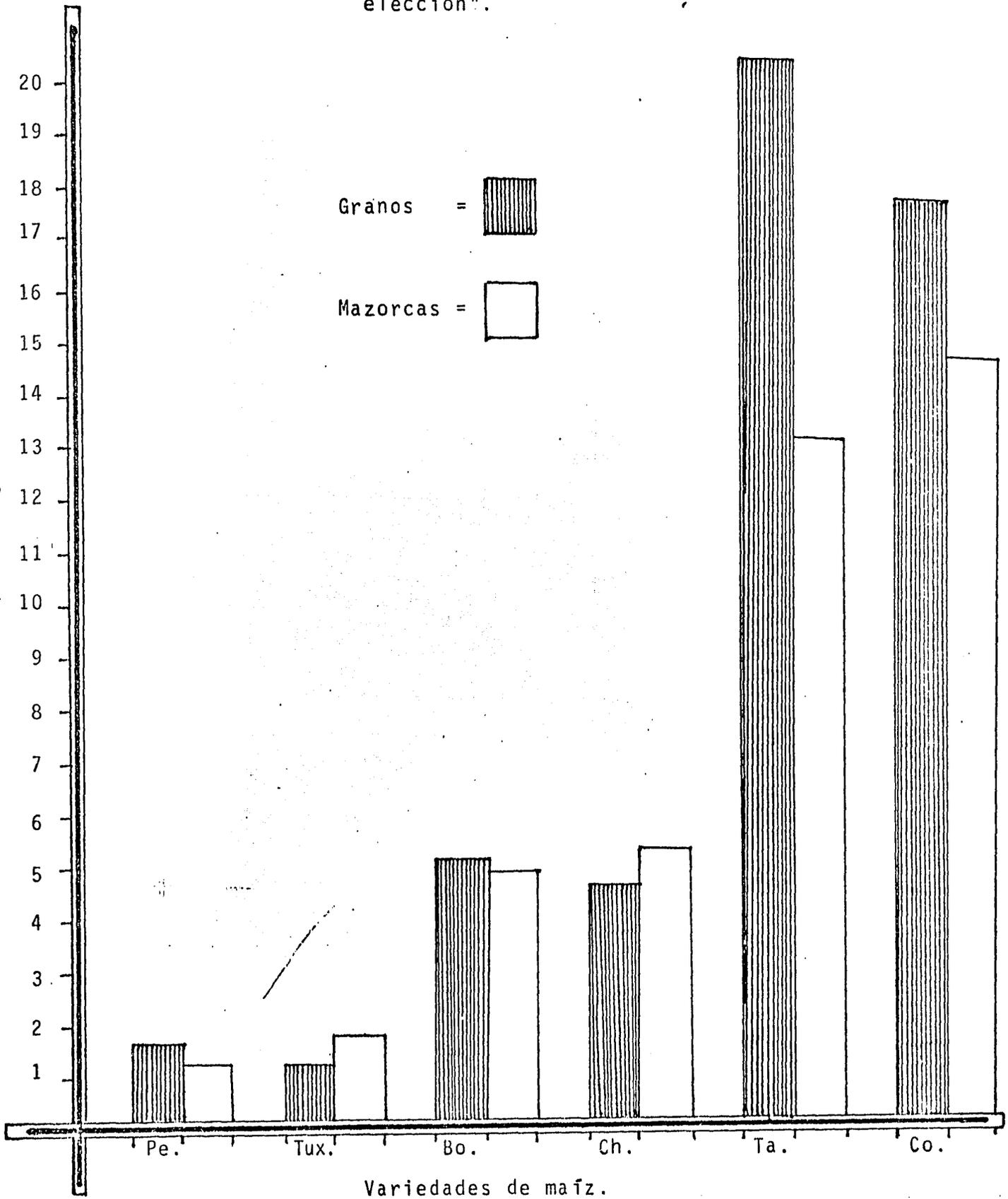


Figura 48. Pérdida de peso, causada por R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros, con la prueba de "libre elección".

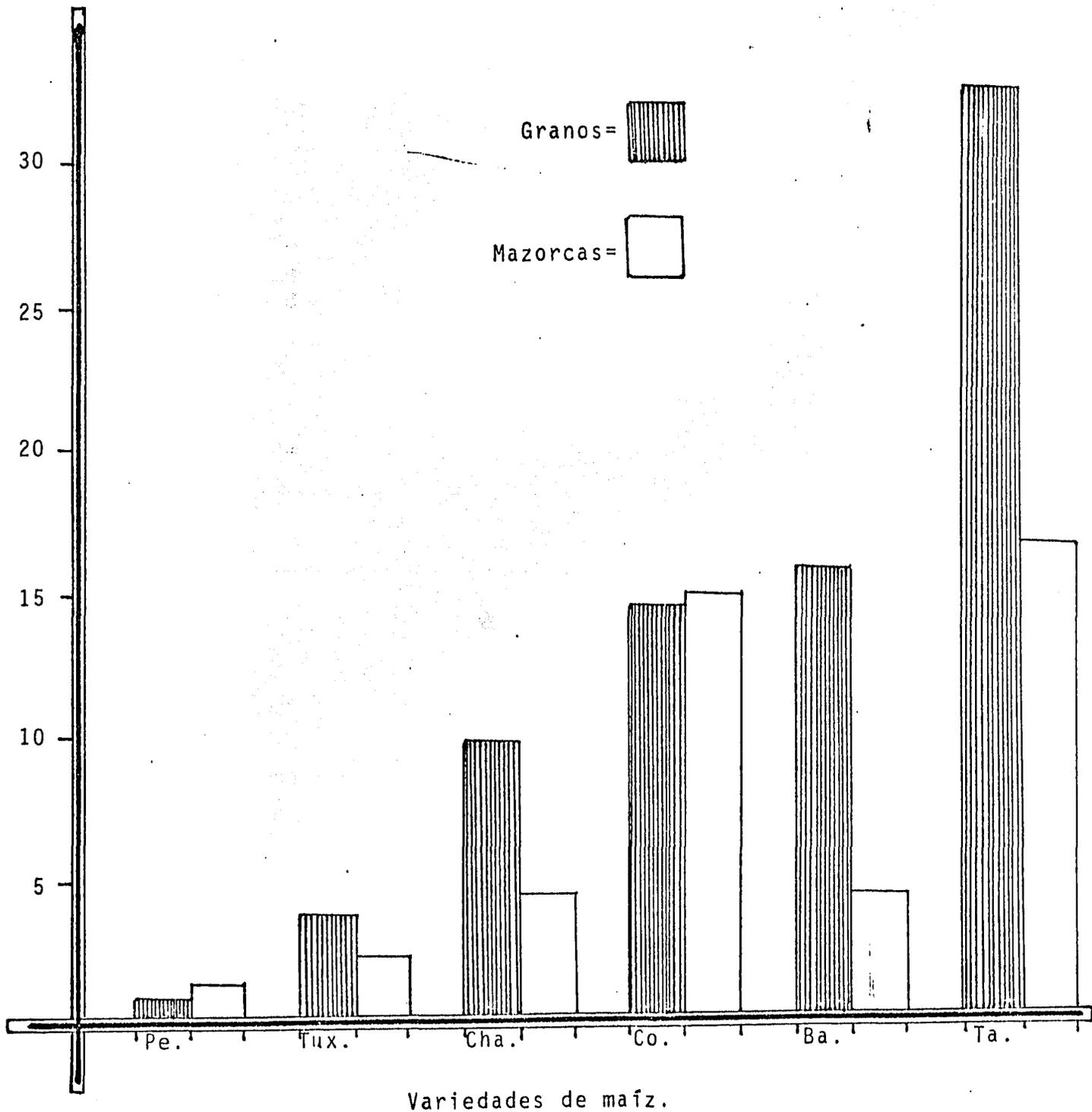


Figura 48. Pérdida de peso, causada por R. dominica (F.), en seis variedades de maíz, en cilindros, con la prueba de "libre elección".

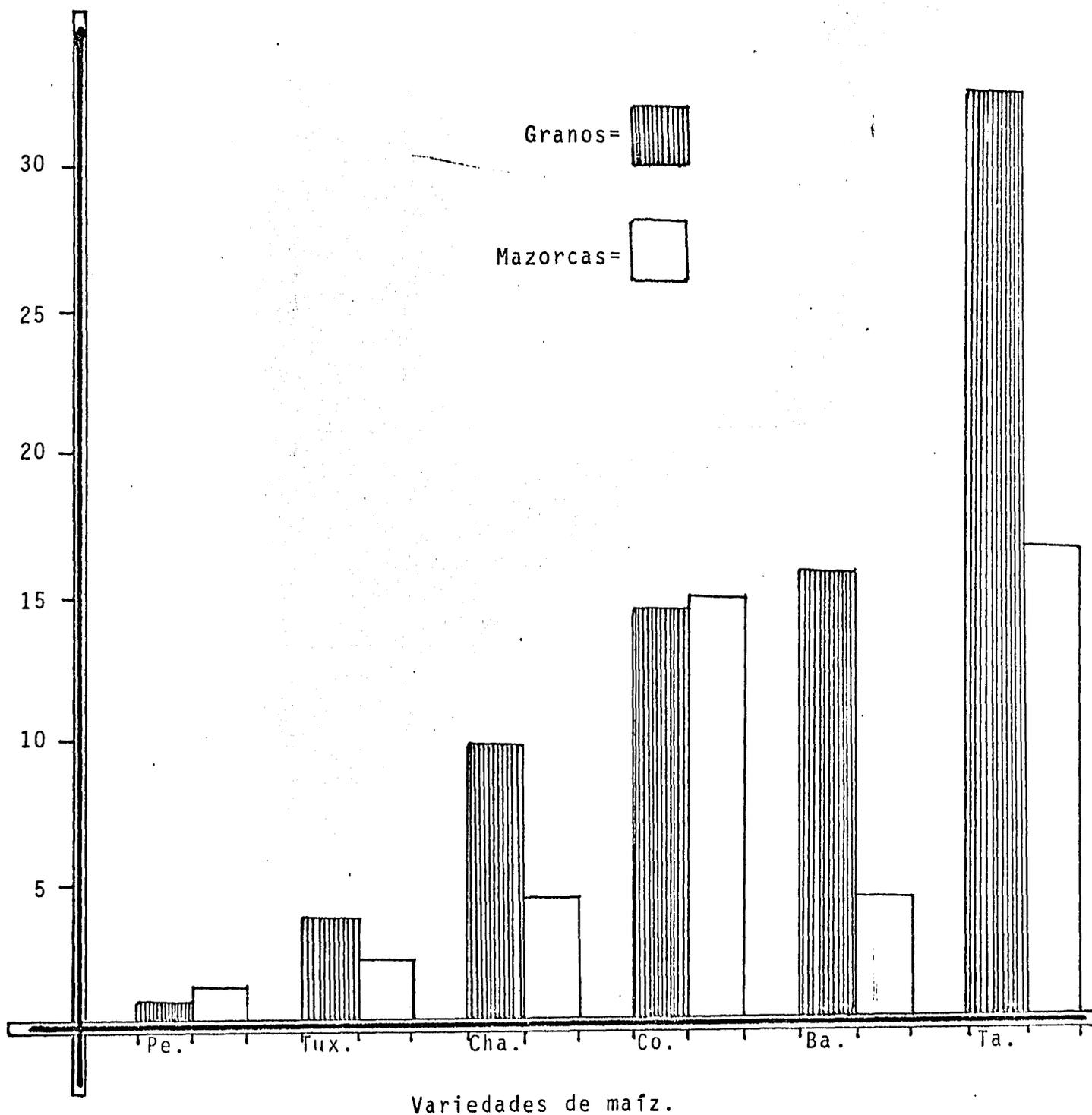


Figura 49. Número de huevecillos puestos por *Rhizopertha dominica* (F.) en diez granos de cada variedad de maíz.

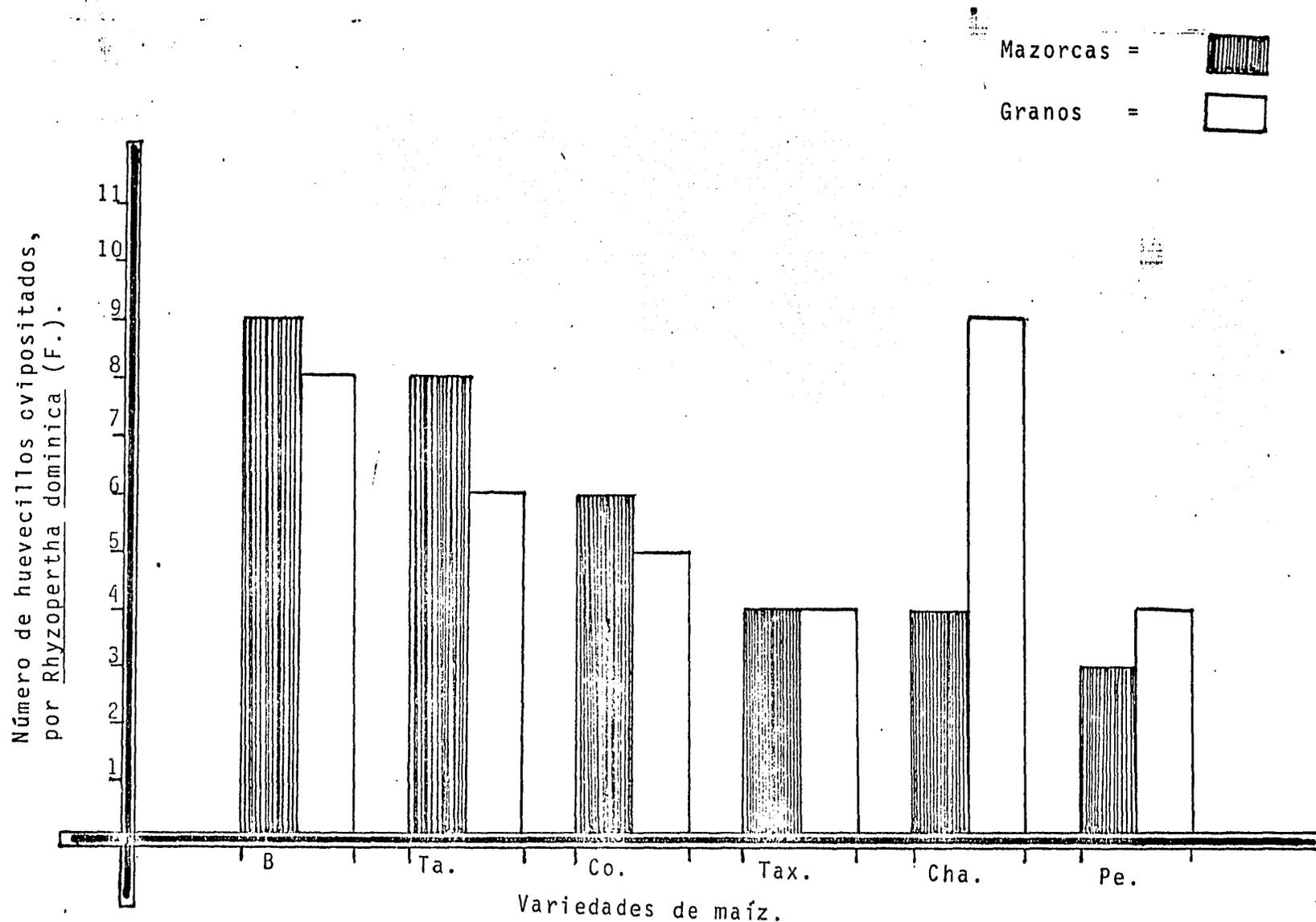


Figura 50. Duración del desarrollo de *Rhizopertha dominica* (F.), en mazorcas de seis variedades de maíz.

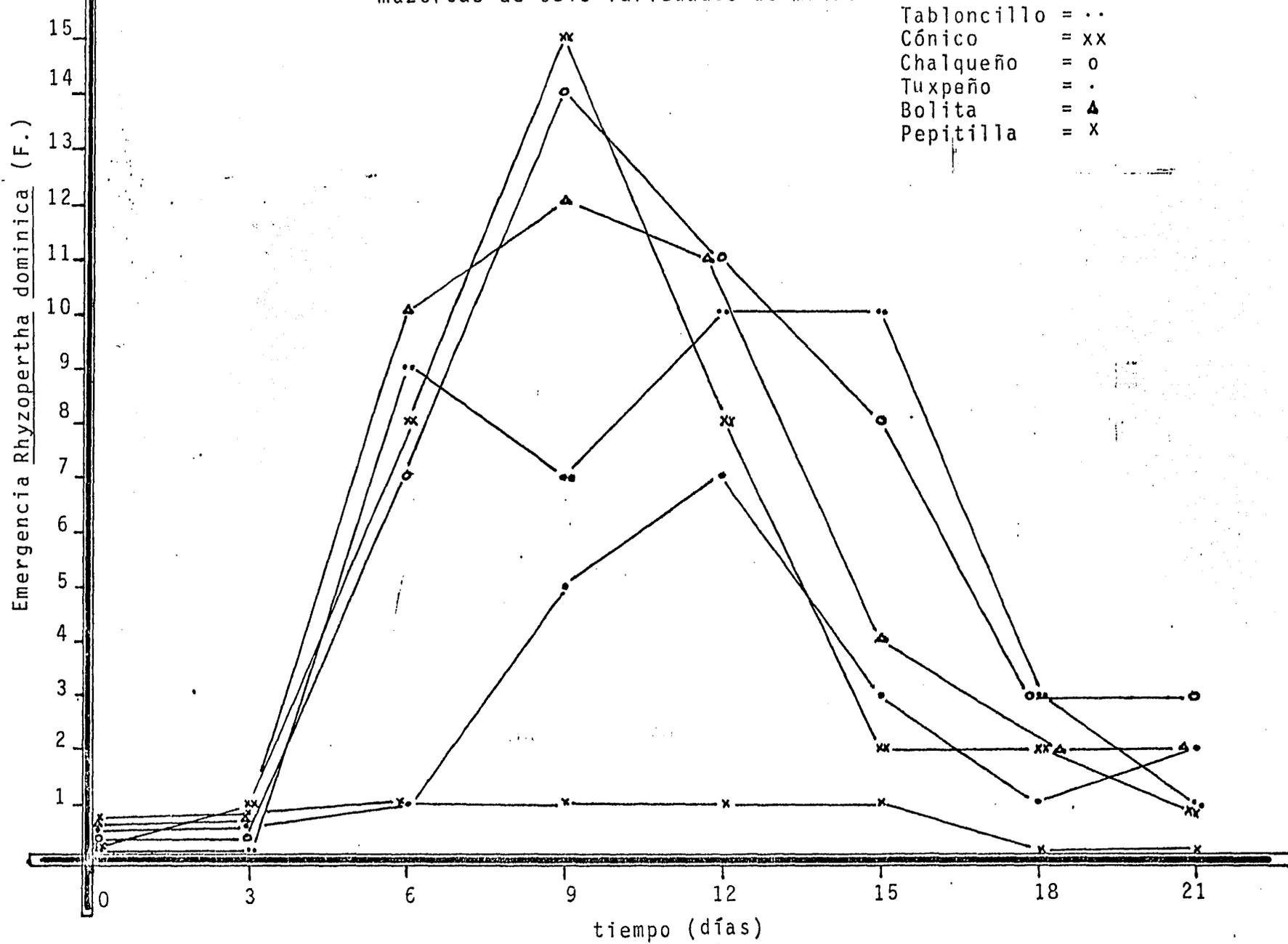


Figura 51. Duración media del desarrollo de *Rhizopertha dominica* (F.), en granos de seis variedades de maíz.

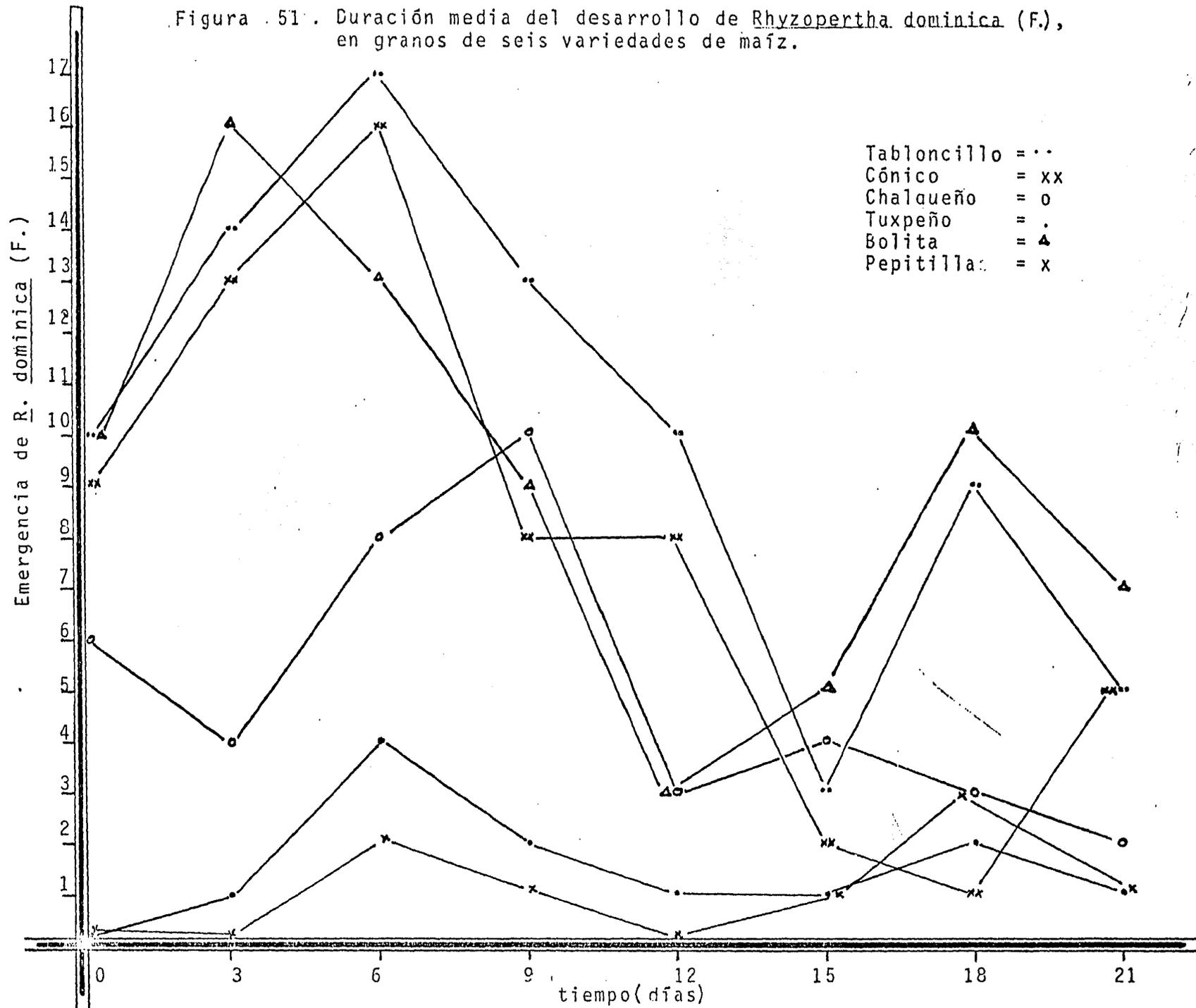


Figura 52 Registro de la temperatura, con el higrómetro, durante todo el estudio.

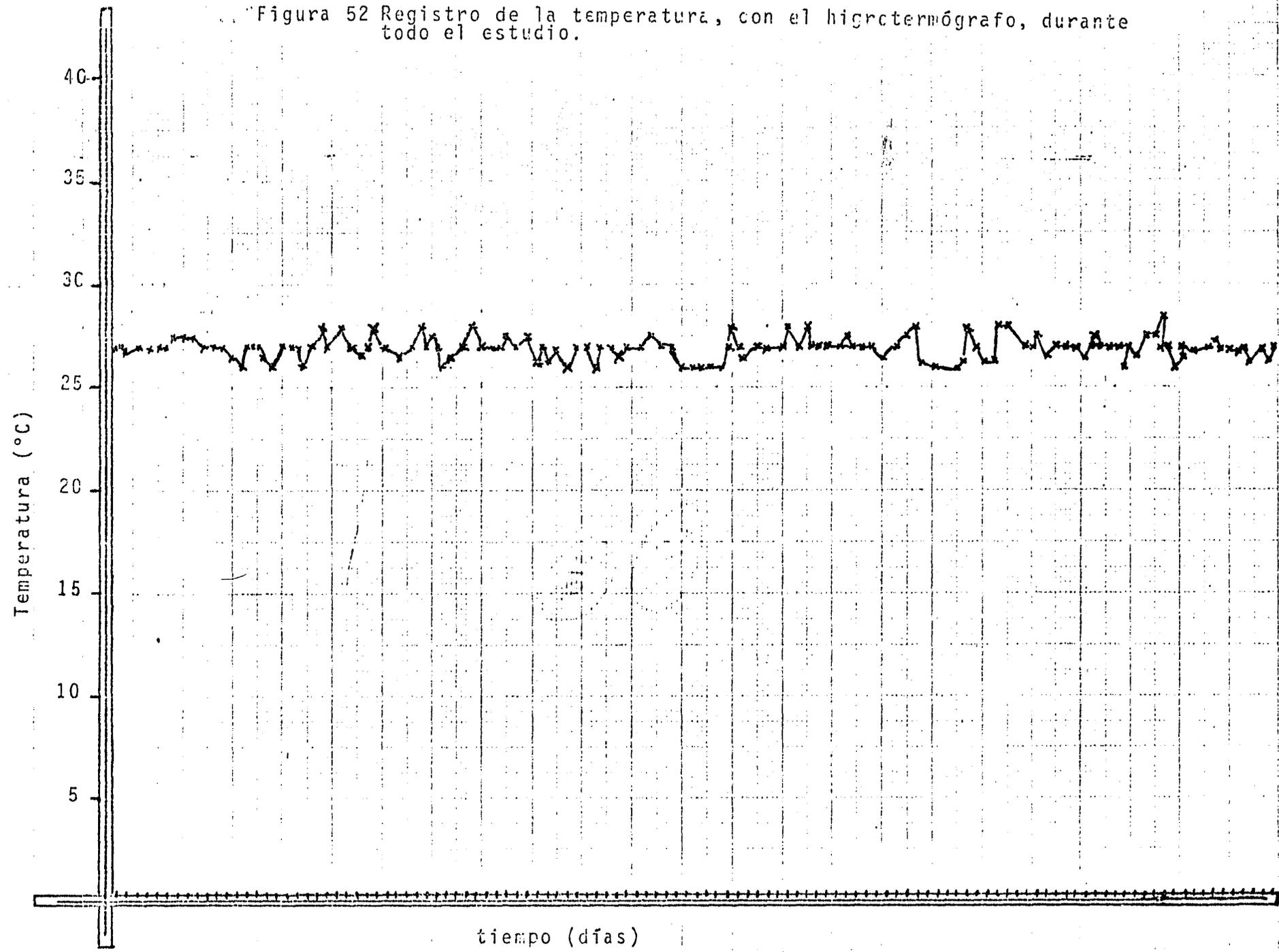
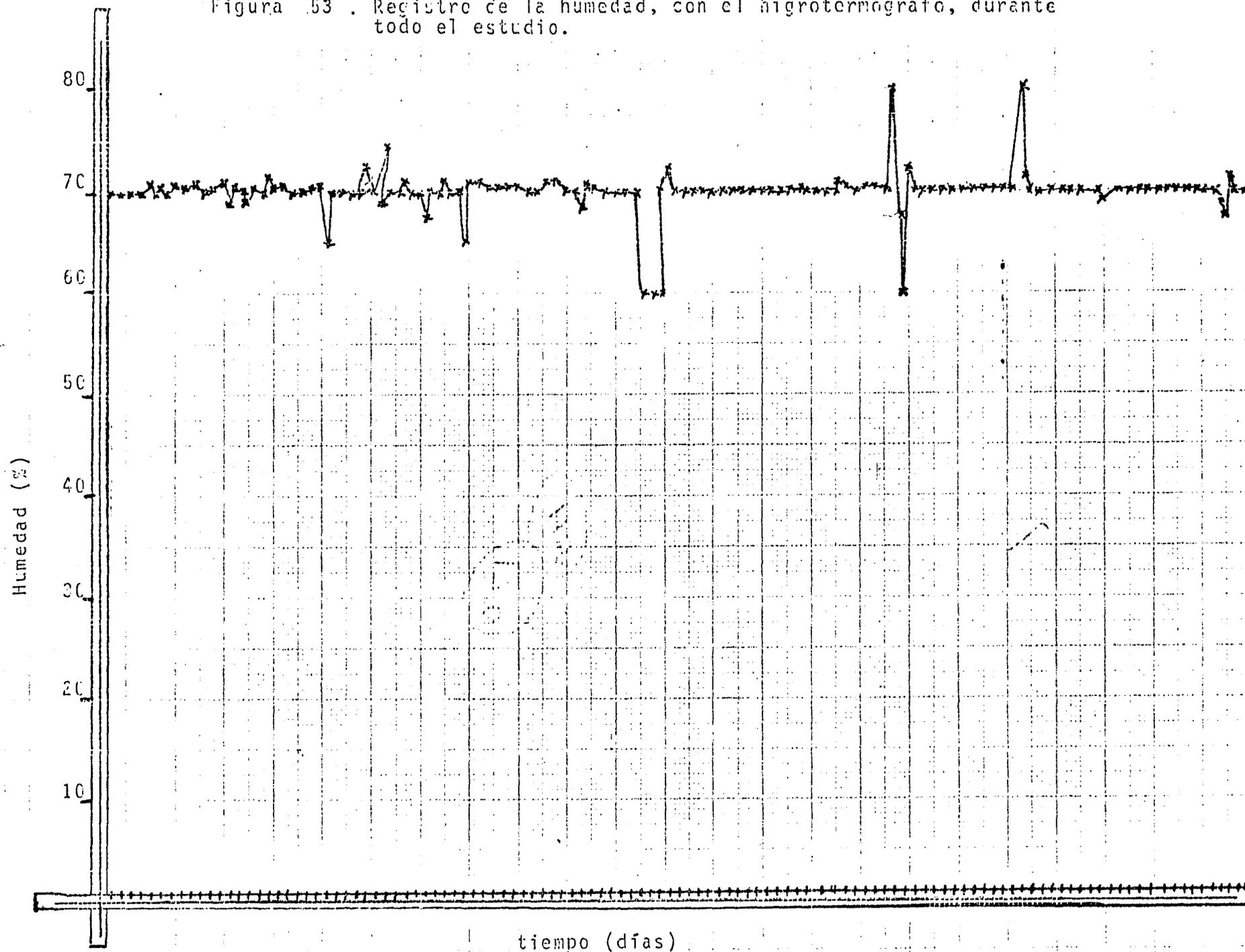


Figura 53 . Registro de la humedad, con el higrómetro, durante todo el estudio.



## IX. SUMARIO.

En muchas observaciones que se han hecho, tanto en laboratorio como en almacén de variedades de maíz dañados por insectos, aparece una cantidad variable de granos con poco o ningún daño. La posibilidad de que estos granos presenten resistencia tolerancia o escape, trae implícita la necesidad de esta investigación.

Se obtuvieron seis variedades diferentes de maíces crillos con distintas durezas, desde suave hasta duro, procedenete de diferentes lugares de la República. Se estableció un experimento con muestras de cada uno, infestándolas con el insecto Rhyzopertha dominica (F.), que ataca al maíz almacenado.

Después de un período de almacenaje de las variedades de maíz infestadas, se recuperaron los granos y mazorcas con poco daño o sin daño de cada repetición. Y se determinó emigración, emergencia, duración media del desarrollo del insecto ovipostura y pérdida de peso en cada variedad; posteriormente, fueron agrupadas las variedades más prometedoras en cuanto a tolerancia o escape.

Dos de las seis variedades resultaron con diferencia significativa por lo que respecta a tolerancia.

Este trabajo nos da, base para suponer que las variedades que presentan dureza con más resistentes; como han sido pro

· badas; y en estudios subsecuentes, este trabajo de investigación, a contribuido a presentar mayores datos en el campo cientifico, para consideraciones técnico práctico futuro.

## R E F E R E N C I A S

- Anónimo. 1970. Training in storage and preservation of food grains. Asian Productivity Organization. Págs. 219-220
- Anónimo. 1979. Manual de Bromatología, Fac. M.V.Z. U.N.A.M. México. Pág. 1-4
- Arias, F.C. 1965. Relación entre la humedad del elote y la del grano del maíz. Agr. Tec. de México. 2 (5): 210-215.
- . 1981. Manual de Procedimientos para el análisis de granos. Universidad Autónoma de Chapingo. Pág. 142-143.
- Bains, S.S., 1971. Effect of temperature and moisture on the biology of *R. dominica* (F.) (Bostrichidae-Coleoptera) Bull. Grain Technol. 9 (4): 257-264.
- Barnes, D. et al 1959. Almacenaje de maíz en el trópico, con y sin control de humedad. Agric. Tec. Méx. 7 (15): 43-45.
- Borror, D.I., D.M. DeLong, y Ch. A. Triplehorn. 1976. An introduction to the Study of insects. 4a. ed. Holt. Rinehart and Winston. New York. Pág. 338,398.
- Brawer, H.O. y G.M. Ramírez. 1960. El Totomoxtle como protector de la mazorca. Agric. Tec. Méx. No. 10. Pág. 39.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1981. Diseños Experimentales. Ed. Trillas México. Pág. 17-172.
- Corghurn, R.R., C.N. Bollich, y S. Meola. 1983. Factores that affect the relative Resistance of rough rice to angumois grain moths *Sitotroga cerealella* and lesser grain brens *Rhyssopertha dominica* (F.) Environ. Entomol 12(3) 936-942.

- Coronado, R. y Márquez, A. 1978. Introducción a la Entomología, Morfología y Taxonomía de insectos. Ed. Limusa, México. Pág. 48, 160-161.
- Cotton, T.R. 1979. Silos y graneros, plagas y desinfectación. Oikostan, S.A. Barcelona, España. Pág. 38-40.
- Dabrowski, Z. 1970. Selection of host plants by insects an breeding of resistance crop. varieties. Postepy Rola. 17 (4): 61:80.
- Davey, P.M. 1965. The susceptibility of sorghum to attack, by the Weevil Sitophilus oryzae (L.). Ball. Ent. Res. 56: 287-297.
1977. The Contribution of the Tropical Stored Products Centre to the study of resistance in stored maize, Trop. Stored Prod. Inf. 34. 7-22.
- Davidson, P. H, y W.F. Lyon. 1979. Insects pest of farm garden and Owehard, 7a. Ed. Brisbane Toronto. New York. Pág. 495-497.
- Dennis, H. 1975. Agricultural Insect Pests of the tropic and their Control. Printed in Great Britain at the U. Press. pág. 516.
- Díaz, I.P. 1969. Susceptibilidad relativa de variedades colombianas de maíz, al ataque de la palomilla de los granos Sitotroga cerealella (Olivier) (Lepidoptera Gelechiidae). Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México. Tesis de Maestro en Ciencias. Pág. 93.
- Fenaroli, L. 1969. The maize-grain its composition martieting characteristics metabolism and conditions for a safe storage. de May dica 14:99-106.
- Florida, A.I. 1980. Variedades de trigo y maíz resistentes al ataque de la palomilla dorada de los cereales. Sitotroga cerealella. (Oliver.) Tesis profesional. Facultad de Cien

- Frantienfeld, G. 1948, Staining methods for detecting weevil infestation in grain U.S.B.E. and PQTS 256, 4 pág.
- García, P.R. y Gross. 1979. Pequeño Larouse. Ed. Larouse. Méx. Pág. 1287.
- Gerberg, E.I. and S.L. Goldheim. 1957. Weight loss in stored corn and beans caused by insect feeding. Reimp. Journ of Econ. Entomol. Vol 50(4): 391-393.
- Gill Nirmal S. 1969. Deterioration of Corn Zea mays seed during. Mississippi state University Departament of Agronomy D.h D. Tesis: 199 pág.
- Hatch, H. M. 1962. The beetles of the pacific north west. University of Washington Press. Vol. 3:213-214.
- Hopkins, Cyril G. 1903. The structure of the kernel and the composition of its different parts. de Univ. ill. Agr. Exp. Sta. Bull. 87:77-112.
- Jennings, P.R. y A. Pineda 1970. Effect of resistant rice plants on multiplication of the planthofer Sogatodes orizicola. (Mair). Corp. Sci. 19 (6): 689-690.
- Keever, D.W. 1983. Distribution patterns of lesser grain borer Rhyzopertha dominica (F.) Coleoptera-Bostrichidae in towers of wheat and effects of the presence of the granary weevil Sithophilus granarius (Coleoptera- Curculionidae) J. Econ. Entomo. 76(3) 492-495.
- Kishore, M.G. et al 1975. Reaction of some neauty developed varieties and hybrids of sorghum to insect attack in storage Indian J. Entomol. 37(4): 419-420.
- Kumar, D.G. and K.S. Thyagarajan; 1980. A reliable character for sexing live ordear Rhyzopertha dominica (F.) (Coleoptera-Bostrichidae) J. stored Prod. Res. Vol. 16, 151-153

- Mainz, E. 1977. Principales plagas de los productos almacenados. Ed. por D.E. G.E.S.CH. Rep. Fed. Alem. Foll. Téc.
- Mc. Cain, F.S. et al. 1964. A technique for selecting for rice weevil resistance in corn in the laboratory. Crop. Sc. 4(1): 109-110
- Milner, M.M. R. Lee, and R. Hats. 1950. Application of X-Ray technique to the detection of internal insects infestation of grain. J. E. Ent. 43 (6): 933-935.
- Mamedov, D.I. and I. D. Shapiro, 1978. Wheat grain resistance to the storage pests *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.), S. K. H. Biol. 13(2): 288-293.
- Menéndez, A.E. 1980, Resistencia de algunas variedades de frijol, *Phaseolus vulgaris* al ataque de los gorgojos *Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Zabrotes subfasciatus* (Boh). (Insecto, Coleoptera, Bruchidae) Tesis profesional Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. Edit. Cecsá. México, pág. 1053.
- Ortega, A. y R. Mac Gregor. 1965. Plagas de los granos almacenados. Adelantos Cienc. Agro. México, Informe I.N.I.A, SAG. 1963, 1964, 1965.
- Osuji, F.W.C. 1982. Development of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.) in maize kernels as affected by site of larval entry. Entomol. Exp. Appl, 31(4): 391-394.
- Painter, R.H. 1968. Insect Resistance in crop plant. Edit. Lawrence, The University press of Kansas. Pág. 520.
- . 1969. Plant and animal resistance to insects. Insect Pest Management and Control. National Academy of Sciences Washington, D.C. vol. 3: 64-99.
- Pant, J.C.S., Kapoor and N.C. Pant. 1964. Studies on the relative resistance of some maize varieties to *Sitophilus oryzae* (L.). Indian J. Entomo.. 26 (4): 243-437.
- Peadt, R.E. 1978. Fundamentals of applied Entomology. Third Edition. Copyright Macmillan Publishing Co. pág. 596.

- Peniche, G.S. 1975. Comparación de la respuesta de cuatro variedades de maíz con tres fenotipos de cada, una al ataque de dos especies de insectos, Sitotroga cerealella (O). y Sitophilus zeamais (Motsch). Tesis profesional Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- Peters, D.C., M.S. Zaber and V. Ferguson. 1960. Preliminary evidence of resistance of high amilose corn to the angonmois grain moth. J. Econ. Entomol. 54 (4): 573-574.
- Ramírez, G.M. 1960. Infestación de campo por insectos de granos almacenados. Agric. Tec. en México. No. 10:32-35.
- . 1965. Evaluación de los daños causados por insectos al trigo y al maíz almacenados. Agric. Tec. en México. Vol 2(5): 288-231.
- . 1966. Almacenamiento y Conservación de granos y semillas Edit. Cecsa, México, Pág. 162, 164 y 165.
- Russel, M.B. and M.M. Rink. 1965. Some effects of soghum varieties on the developement of a rice weevil, Sitophilus zeamais (motsh). Coleoptera: Curcuhionidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 58 (5):763.
- Rhine, J.J. and R. Staples. 1968. Effect of high-amilose field corn on larval growth and survival of fire species of Stored Grain Insectos. J. Econ. Entomo.. 62(1). 280-281.
- Russel, M.P. 1962. The effects of sorghu, varieties on the development of the lesser rice weevil Sitophilus oryzae (L.) Ann. Entomol. Soc. Amer. 55(6): 678-685.
- Robbins, W.W., T.E. Weier and C.R. Stocking. 1966. Botánica. Edit. Limusa-Wiley, S.A. México. Pág. 12-13.
- Sehoenberr, W.H. And H. J. Ratledge. 1967. Insects pests of the food industry, Lauhoff Grain company. Danville Illinois. pág. 11-13.
- Singh, D.N. and F.S. Mc Cain. 1963. Relathionship of some nutritional properties of corn kernel to weevil infestation. Crop. Sci. 3: 259-261.

- Slough, B. 1974. The laboratory assesment of the inherent susceptibility of maize varieties ti post-harvest infestation by *S. zeamaiz* (Motsch) (Coleoptera-Carculionidae) J. Stored Prod. Res. 10(3/4): 183-197.
- Sokal, R.R. and F. James. 1977. Biometry. Edit. Freeman. U.S.A. pág. 72-89.
- . 1977. Statistical Tables. Ed. Freeman. U.S.A. pág. 74-75
- Torres, G.J.B. 1980. Resistencia de variedades de maíz con alta calidad proteínica al picado del maíz *Sitophilus Zeamaiz* (Motsch). en condiciones de laboratorio. Tesis profesional U.A.CH. Chapingo, México.
- Van Der Shaaf, R., D.A. Wilburg and R.H. Painter. 1969. Resistance of corn to laboratory infestation of the larger rice weevil, *Sitophilus zeamaiz* (Motsch). J. Econ. Entomol. 62(2): 352-355.
- Vardell, H.H. and E.U. Titol. 1981. Heat sensitivity of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.). J. Entomol. Soc. 16(1): 116-121.
- Villegas, E., E. Ortega y R. Bauer. 1982. Métodos químicos usados en el C.I.M.M.Y.T. para determinar la calidad de proteína de los cereales. El Batán, México pág. 7-12, 13 16 y 31-35.
- Wayne, W.D. 1980. Bioestadística. Edit. Limusa. México, Pág. 359-395.
- Welhansen, E.J.L. M. Roberts y E.X. Hernández. 1950. Razas de maíz en México, SAG, México. pág. 9-27.
- Wilbur D.A. and G.S. Percy. 1966. A color characteristic for sexina live adult lesser grain borers. J. Econom. Entomol. 59(3): 760-761.
- Zuber, M.S., et al 1958. Breeding high amylose corn. Agronomy Journal. 50 (1): 9-12.