
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ EN DIFERENTES
ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO,
TESISTAN, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A :

EDUARDO NAVARRO VAZQUEZ
GUADALAJARA, JALISCO. 1993



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección .. ESCOLARIDAD ..

Expediente

Número ... 04.11/92

12 de Junio de 1992.

C. PROFESORES:

ING. SALVADOR DE LA PAZ GUTIERREZ, DIRECTOR
ING. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA, ASESOR
ING. SANTIAGO SANCHEZ-PRECIADO, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO, TESISTAN, JALISCO."

presentado por el (los) PASANTE (ES) EDUARDO NAVARRO VAZQUEZ

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO


ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

srd'

ryr

Al contestar este, favor citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD.....
Expediente
Número0411/92.....

12 de Junio de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

EDUARDO NAVARRO VAZQUEZ

titulada:

" DAÑO SIMULADO A LA RAZA DEL MAIZ EN DIFERENTES ETAPAS DE
DESARROLLO DEL CULTIVO, TESISTAN JALISCO."

Damos nuestra Aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. SALVADOR DE LA PAZ GUTIERREZ

ASESOR

ASESOR

ING. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

srd'

ryr

Al contestar este oficio cite fecha y número

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a DIOS, por haberme permitido vivir para realizar uno de mis objetivos en la vida.

A la Universidad de Guadalajara, que gracias a ella culminé mis estudios profesionales.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A mi director de tesis. Ing. M.C. Salvador de la Paz Gutiérrez, por su invaluable apoyo, motivación y acertada dirección de la tesis, y por sus sugerencias para mi desempeño como profesionista.

A mis asesores de tesis, Ing. M.C. Salvador Hurtado de la Peña e Ing. M.C. Santiago Sánchez Preciado, por sus valiosas aportaciones que enriquecieron este trabajo.

A mis maestros, que participaron en mi formación académica.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

A mis padres, Marcos y Marichuy, poseedores de grandes cualidades que influyeron notablemente en mi formación personal y escolar.

A mis hermanos, Alejandro, Paty, Fernando, Liz, Nancy y Berenice, que me apoyaron moralmente para la conclusión de esta tesis.

A todos mis familiares, que me han brindado momentos inolvidables.

A mis compañeros y amistades

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	6
1.2 Hipótesis.....	7
II. REVISION DE LITERATURA.....	8
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Descripción de las plagas.....	9
2.2.1 diabrotica.....	9
2.2.1.1 morfología.....	9
2.2.1.2 ciclo biológico.....	10
2.2.1.3 distribución.....	12
2.2.2 gallina ciega.....	12
2.2.2.1 morfología.....	12
2.2.2.2 ciclo biológico.....	13
2.2.2.3 distribución.....	15
2.2.3 otras plagas rizófagas.....	15
2.2.3.1 colaspis.....	15
2.2.3.2 verdaderos gusanos de alambre.....	16
2.2.3.3 falsos gusanos de alambre.....	17
2.3 Control de las plagas rizófagas.....	18
2.4 Daños a los cultivos.....	19
2.4.1 especies.....	20

2.4.1.1 <u>Diabrotica spp.</u>	20
2.4.1.2 gallina ciega.....	21
2.4.1.3 <u>Colaspis spp.</u>	21
2.4.1.4 verdaderos gusanos de alambre.....	22
2.4.1.5 falsos gusanos de alambre.....	22
2.4.2 estudios de pérdidas en los cultivos.....	22
2.4.2.1 estimación de pérdidas en los cultivos.....	23
2.4.3 técnicas de daño a los cultivos.....	24
2.4.3.1 infestaciones naturales.....	25
2.4.3.2 infestaciones artificiales.....	26
2.4.3.3 daño simulado.....	27
2.4.4.3.1 trabajos de daño simulado...	28
III. MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1 Características agroclimáticas de la región.....	31
3.1.1 localización.....	31
3.1.2 clima.....	31
3.1.2.1 temperatura.....	31
3.1.2.2 precipitación.....	32
3.1.2.3 heladas.....	32
3.1.2.4 granizadas.....	32
3.1.2.5 vientos.....	32
3.1.3 suelo.....	32
3.1.3.1 uso del suelo.....	33
3.1.4 orografía.....	33
3.1.5 vegetación.....	33

	Página
3.2 Materiales.....	33
3.2.1 material físico.....	33
3.2.2 material genético.....	33
3.3 Métodos.....	34
3.3.1 metodología experimental.....	34
3.3.1.1 diseño experimental utilizado.....	34
3.3.1.1.1 modelo estadístico.....	34
3.3.1.2 tratamientos, unidad experimental y parcela útil empleados.....	35
3.3.1.3 variables estudiadas.....	36
3.3.1.3.1 rendimiento de grano al 0% de humedad.....	36
3.3.1.3.2 peso de raíz en gr.....	37
3.3.1.3.3 altura de planta en cm..	37
3.3.1.3.4 plantas con acame de raíz.....	37
3.3.1.3.5 plantas por parcela útil.....	37
3.3.1.4 Análisis estadístico.....	38
3.4 Procedimiento experimental.....	38
3.4.1 siembra.....	38
3.4.2 fertilización.....	38
3.4.3 control de maleza.....	38
3.4.4 aclareo.....	39
3.4.5 control de plagas.....	39
3.4.5.1 rizófagas.....	39

3.4.5.2 del follaje.....	39
3.4.6 daños realizados.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1 Rendimiento de grano por ha.....	41
4.2 Peso de raíz en gr.....	47
4.3 Altura de planta en cm.....	52
4.4 Plantas acamadas por P. Útil.....	57
4.5 Plantas por hectárea.....	63
V. CONCLUSIONES.....	72
VI. LITERATURA CITADA.....	75
VII. APENDICE.....	84

INDICE DE CUADROS

Nº	DESCRIPCION	Página
1.	ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR CON ARREGLO DE PARCELAS DIVIDIDAS.....	35
2.	EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRAND EN KG/HA. Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	42
3.	EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL PESO DE RAIZ EN GR, Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	48
4.	EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE LA ALTURA DE DE PLANTA EN CM, Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	53

Nº	DESCRIPCION	Página
5.	EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS (P. UTIL), Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL.	
	TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.....	59
6.	EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL NUMERO DE PLANTAS POR HA., Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL.	
	TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.....	64

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

Nº	DESCRIPCION	Página
1A.	ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN KG/HA. Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	85
2A.	ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE RAIZ EN GR, Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	85
3A.	ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA EN CM, Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	86
4A.	ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS (P. UTIL), Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	86
5A.	ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE PLANTAS POR HA (MILES), Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	87

Nº	DESCRIPCION	Página
6A.	COEFICIENTES DE CORRELACION SIMPLE ENTRE LAS 5 VARIABLES AGRONOMICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ. Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA. TESISTAN. ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	88

INDICE DE FIGURAS

Nº	DESCRIPCION	Página
1.	COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN TON/HA, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	44
2.	REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL RENDIMIENTO DE GRANO EN TON/HA (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.....	45
3.	COMPORTAMIENTO DEL PESO DE RAIZ EN GR, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.....	49
4.	REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL PESO DE RAIZ EN GR (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.....	50

Nº	DESCRIPCION	Página
5.	COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE PLANTA EN CM, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN. ZAPOPAN. JALISCO. CICLO P-V 1991.....	55
6.	REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y LA ALTURA DE PLANTA EN CM (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN. ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.....	56
7.	COMPORTAMIENTO DEL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS (P. UTIL), POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN. ZAPOPAN. JALISCO. CICLO P-V 1991.....	60
8.	REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION. ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS POR PARCELA UTIL (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.....	61

Nº	DESCRIPCION	Página
9.	COMPORTAMIENTO DEL NUMERO DE PLANTAS POR HA. POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN. JALISCO. CICLO P-V 1991.....	65
10.	REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION. ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA. ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL NUMERO DE PLANTAS POR HA(y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.....	67

RESUMEN

Se realizó un experimento en el cual se dañó artificialmente la raíz de plantas del cultivo del maíz, simulando las plagas que atacan este órgano de la planta. y se planteó como objetivo general la determinación del efecto del daño simulado sobre el rendimiento y otras variables agronómicas del cultivo.

El experimento se estableció en Tesistán, Zapopan Jalisco, el 22 de abril de 1991, bajo condiciones de humedad residual: se empleó la variedad B-840 a una densidad de 60.000 plantas por ha, empleando el tratamiento de fertilización 200-80-00 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

Se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con un arreglo de Parcelas Divididas con 4 repeticiones: el Factor A fueron los días después de la nacencia del cultivo en que se efectuó el daño (56, 115 y 56+115 días) y el Factor B, los grados de daño practicados a la raíz (0, 25, 50, 75 y 100 %).

De los resultados obtenidos en este estudio, se concluye los siguientes:

Al practicar el daño simulado a la raíz del maíz de humedad residual en una sola ocasión (a los 56 y 115 días del desarrollo de las plantas), el cultivo respondió a ambos tratamientos en forma más satisfactoria y muy similar en las variables agronómicas evaluadas, que cuando el daño se realizó en forma acumulada (56+115 días).

También, se encontró que el rendimiento de grano en kg/ha, el peso de raíz en gr y el altura de planta en cm, tendieron a disminuir a medida que se incrementó el grado de daño a la raíz, y el número de plantas acamadas por parcela útil aumentó al incrementarse el daño a la raíz. La relación entre el número de plantas por hectárea y los grados de daño no fue descrita satisfactoriamente por el modelo de regresión lineal propuesto.

Habiéndose determinado que los niveles de daño a la raíz del maíz más drásticos fueron el 75 y 100%, y que el daño del 50% mostró la tendencia a ser crítico en algunas variables, se infiere que el cultivo del maíz posiblemente no pueda soportar daños superiores al 50% en su raíz.

Además, se observó que las plantas de maíz con mayor rendimiento de grano fueron aquellas que presentaron raíces bien desarrolladas, buen corte de planta y no estuvieron acamadas.

I. INTRODUCCION

Los cereales más importantes a nivel mundial, en cuanto a superficie cosechada y volumen de producción son: el trigo, el arroz y el maíz, en ese orden respectivamente. En 1989 se cosecharon 130 millones de hectáreas de maíz, con una producción de 470 millones de toneladas de grano. El principal productor de este cereal es Estados Unidos, siguiéndole en orden de importancia: China, Brasil, URSS y Francia. México es el principal productor de Latinoamérica (INEGI, 1991).

En México, el maíz se cultiva en una superficie aproximada de ocho millones de hectáreas., de las cuales el 82 % se explota en condiciones de temporal y el resto en condiciones de riego. Anualmente se tiene una producción superior a los 14 millones de toneladas de grano (Sifuentes, 1985).

Algunos investigadores afirman que el maíz es originario de México. Su grano tiene una gran asociación cultural e histórica con nuestro país, además de que es la base de la alimentación del pueblo mexicano, el cual tiene un consumo mínimo de 150 kg de grano anual per cápita (410 g por día por habitante), para lo cual es insuficiente la producción nacional, la que tiene que complementarse con importaciones (Romero, 1983).

En México, el maíz se destina al consumo humano, animal, uso industrial y como semilla para siembra (INEGI, 1988).

La producción nacional se obtiene de las cosechas de dos ciclos, en el de Primavera- Verano, destacan por sus volúmenes de producción los estados de México, Jalisco, Chiapas, Puebla, Michoacán y Guerrero, y Tamaulipas y Veracruz en el Ciclo Otoño - Invierno (INEGI, 1988).

En Jalisco, el cultivo del maíz representa la más importante actividad agrícola de interés económico, ocupando a nivel nacional el primer lugar como productor de este grano. Su mayor superficie se establece bajo condiciones de temporal con 750 mil hectáreas aproximadamente, las cuales aportan el 14 % de la producción nacional (INEGI, 1988).

La producción de maíz se ve afectada negativamente por factores controlables y no controlables; entre los no controlables tenemos a los aspectos meteorológicos como lluvias, granizadas, heladas, vientos, etc., y entre los controlables tenemos a la maleza, fertilidad del terreno, enfermedades e insectos, entre otros.

Entre los factores que limitan la producción del cultivo, los insectos plaga ocupan un lugar importante.

Cramer (1967) citado por Maxwell y Jennings (1984), estimó en un 12 % las pérdidas ocasionadas a la producción mundial del maíz por estos organismos.

Sifuentes (1985) mencionó que en México se han identificado 75 plagas insectiles atacando al maíz, las cuales ocasionan pérdidas entre 30 y 40 % en la producción de grano.

En Jalisco dentro del aspecto entomológico, sobresalen un complejo de larvas que se alimentan de la raíz del maíz, las cuales posiblemente lo atacan desde sus formas ancestrales (Romero, 1983).

Félix y Reyes (1990), estimaron en 220 mil hectáreas la superficie afectada por plagas que se alimentan de la raíz en Jalisco, principalmente en los distritos de Ameca, Cd. Guzmán, La Barca y Zapopan; y Alavez (1978) atribuyó al complejo de plagas rizófagas que atacan al maíz, pérdidas en la producción del cultivo del 27 % .

En Zapopan, Jalisco, el maíz sembrado bajo condiciones de humedad residual se ve afectado primeramente por poblaciones larvales de *Diabrotica virgifera zea* K. y S., las cuales alcanzan sus niveles más altos cuando el cultivo tiene entre 50 y 70 días de desarrollo; y posteriormente, por larvas de gallina ciega *Macrodactylus virens* Bates,

cuando el cultivo tiene entre 110 y 130 días de edad, llegando a ocasionar pérdidas desde 300 hasta 2,400 kg/ha cuando no son controladas adecuadamente.

La opción más generalizada para combatir a las plagas de la raíz es el control químico, aunque presenta ciertos inconvenientes como resistencia genética de los insectos, elevación de los costos del cultivo, eliminación de insectos benéficos y contaminación ambiental, entre otros.

Lo más adecuado para controlar las plagas rizófagas es la utilización del control integrado, entendido éste como la utilización simultánea de dos o más métodos de control como: el químico, el cultural, el mecánico, el legal, el biológico, etc..

Un aspecto muy importante dentro del control integrado de este tipo de plagas, es el conocimiento de la utilidad de las técnicas de daño a los cultivos; dentro de dichas técnicas tenemos: las infestaciones naturales, las infestaciones artificiales y el daño simulado.

Las infestaciones naturales se basan en la evaluación de daños ocasionados por insectos plaga presentes en forma natural en la raíz del cultivo: esta técnica presenta los inconvenientes de la variación de la población, patrón de daño y distribución de insectos, en una misma localidad año

con año, así como en una región dentro de sus diferentes localidades.

Las infestaciones artificiales, consisten en el daño por insectos criados en forma masiva en condiciones controladas, dentro de laboratorios. Esta metodología presenta las desventajas de los altos costos y lo difícil de su operación.

El daño simulado consiste en el corte de cierta cantidad de raíz a la planta simulando el daño causado por las plagas. El daño se puede hacer por niveles, grados o porcentajes, en diferentes fases de desarrollo del cultivo y su efecto se puede medir en diferentes variables agronómicas como el rendimiento de grano, entre otras. Esta técnica, se fundamenta en el principio de que el daño causado a la raíz se aproxima al ocasionado por las poblaciones de insectos en forma natural. La aparente desventaja de este procedimiento es que el daño es tajante o drástico mientras que el producido por los insectos es gradual.

La ventaja del daño simulado con respecto a las infestaciones naturales y artificiales, es que los niveles de daño son controlables y el método es menos costoso.

La magnitud de los daños causados al maíz por larvas rizófagas depende de las densidades poblacionales presentes

y del estado de desarrollo de las plantas, por lo que los estudios enfocados a determinar etapas críticas del cultivo (umbrales económicos) bajo condiciones de campo se ven limitados, razón por la cual el simular el daño causado por larvas rizófagas mediante remociones practicadas a la raíz del maíz, es más útil y versátil en la determinación de las etapas críticas del cultivo, que la información obtenida al trabajar con las poblaciones naturales que limitan la información a los niveles de infestación presentes y a su época de ocurrencia.

Por lo anteriormente expuesto, se determinó realizar un experimento enfocado a estudiar en que forma afectarían cinco diferentes grados de daño en tres fechas o etapas de desarrollo del cultivo del maíz de humedad residual en variables como el rendimiento de grano en kg/ha, peso de raíz en gr, entre otras.

1.1 Objetivos

- 1- Demostrar la utilidad de la técnica que simula el daño a la raíz del maíz causado por larvas rizófagas; e implementarla como una herramienta más en estudios e investigaciones relacionadas con estas plagas.

- 2- Determinar el efecto de diferentes porcentajes de daño a la raíz sobre el rendimiento y otras variables agronómicas del cultivo del maíz de humedad residual, en diferentes etapas de desarrollo de las plantas.

- 3- Especificar los niveles o grados críticos de daño radical.

1.2 Hipótesis

1. Ho: Los grados de daño practicados artificialmente a la raíz del maíz de humedad residual no afectan el rendimiento de grano en kg/ha, peso de raíz en gr, altura de planta en cm, número de plantas acamadas y número de plantas/ha.
1. Ha: Los diferentes grados de daño a la raíz sí afectan el rendimiento de grano en kg/ha, peso de raíz en gr, altura de planta en cm, número de plantas acamadas y número de plantas/ha, del maíz de humedad residual.
2. Ho: El daño radical realizado a los 56 días de desarrollo del cultivo es similar en su efecto, al daño hecho en plantas de 115 días de edad.
2. Ha: El daño radical realizado a los 56 días de desarrollo del cultivo es diferente en su efecto, al daño hecho a plantas de 115 días de edad.
3. Ho: El efecto del daño acumulado (56+115 días) es igual al efecto del daño individual (56 ó 115 días).
3. Ha: El efecto del daño acumulado (56+115 días) es diferente al efecto del daño individual (56 ó 115).

II- REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Se define una plaga del suelo como aquel insecto que durante su crecimiento o parte de él, se encuentra activo en el interior del suelo, alimentándose de las raíces y dañando la producción de las plantas cultivadas (García, 1978).

En Jalisco, a partir de 1960, el complejo de plagas del suelo en cultivos básicos comenzó a manifestarse como severo problema debido principalmente a la incidencia del "gusano de alambre" (fam. Elateridae) y la "gallina ciega" *Phyllophaga spp.* (fam. Scarabaeidae) diseminados en grandes áreas del Estado (Bautista, 1978).

Félix y Reyes (1990) señalan que en Jalisco, el complejo está integrado principalmente por larvas de coleópteros conocidos como:

- * Larvas de diabrotica, queresilla o alfilerillo
(*Diabrotica spp.*)
- * Gallina ciega o nixticuil, diversos géneros (fam. Melolonthidae)
- * Verdaderos y falsos gusanos de alambre de las fams. Elateridae, Cebrionidae y Tenebrionidae.
- * Larvas de colaspis o gusano blanco. *Colaspis spp.*

2.2 Descripción de las plagas

2.2.1 diabrotica

Existen diferentes especies de diabroticas reportadas, pero según Ríos y Romero (1981) citados por Ayala (1983),

Diabrotica virgifera zea K. y S., es la plaga más importante del maíz en el estado de Jalisco.

2.2.1.1 morfología

Reyes (1980) citado por Ayala (1983) mencionó que el huevecillo de Diabrotica virgifera zea K. y S. es de color amarillo pálido y mide 0.65 mm de longitud por 0.45 mm de diámetro, con el corión finamente reticulado.

Metcalf y Flint (1972) señalaron que el estado inmaduro es una larva de color blanco o amarillo y con forma de hilo; mide 1.25 cm de largo, con la cabeza de color café amarillento, y tiene 6 patas cortas en la parte anterior de su cuerpo y su epidermis es algo arrugada. La pupa es de color blanco puro y de consistencia muy suave.

Rodríguez (1978), Krysan et al (1980) y Bifuentes (1985) describieron al adulto de Diabrotica virgifera zea K. y S. como un escarabajo pequeño de color verde con manchas amarillas sobre los élitros, mide 0.4 - 0.6 cm de longitud, tiene antenas largas, cabeza negra y es de movimientos rápidos al caminar o volar. Se distingue de las otras especies de diabrotica por la coloración oscura del borde externo del fémur.

2.2.1.2 ciclo biológico

La Diabrotica virgifera zea presenta una generación por año en el Centro de Jalisco e inverna como huevecillo en diapausa (Branson, et al 1982). Los huevecillos son depositados durante el otoño, en el suelo, alrededor de las raíces del maíz (Metcalf y Flint, 1972) y eclosionan al siguiente año en julio cuando la humedad es del 20 % (Sifuentes, 1985). Una vez que eclosionan los estados inmaduros, las larvas se abren paso a través del suelo hasta que encuentran las raíces del maíz.

De la Paz (1986) al estudiar las plagas rizófagas en maíz de humedad residual en Zapopan, Jalisco, describió que las larvas de diabrotica mostraron su nivel de infestación más alto a mediados del mes de julio, es decir a los 65 días de desarrollo del cultivo.

Bajo condiciones de temporal, en el Centro de Jalisco, las larvas de Diabrotica virgifera zea inician su aparición durante los últimos días de junio y principios de julio, los índices más altos se registran a finales de julio y principios de agosto y las poblaciones disminuyen a mediados de septiembre y octubre (Nájera, 1988).

El mismo autor, señala que en condiciones de humedad residual, los estados larvarios aparecen a finales de mayo y principios de junio, alcanzando los índices más altos en julio y decrecen de septiembre a noviembre.

Amparán et al (1986), indicaron que las primeras larvas de Diabrotica virgifera zeae K. y S. aparecieron los últimos días del mes de mayo en Zapopan Jal., y a mediados de julio alcanzaron su máxima densidad, desapareciendo por completo para mediados de octubre, cuando el maíz tenía el grano en estado perlita. Estos mismos autores, señalaron que la aparición de larvas se dió cuando el suelo presentó de 22-31 % de humedad aprovechable y de 20-29 °C de temperatura.

Una vez que las larvas alcanzan su máximo desarrollo, pupan en celdas en el suelo y alcanzan el estado adulto en agosto (Metcalf y Flint, 1972).

Félix y Reyes (1990), señalaron que bajo condiciones de temporal en el Estado de Jalisco, los adultos se localizan en campo desde finales de julio hasta que empieza a descender bruscamente la temperatura.

La oviposición se realiza de septiembre a octubre (Metcalf y Flint, 1972).

2.2.1.3 distribución

Según Sifuentes (1985), en la República Mexicana las áreas más infestadas son: el Centro de Jalisco; Nayarit; las costas de Colima, Michoacán y Guerrero; el norte de Tamaulipas; y los estados de Morelos, México, Zacatecas y Durango.

2.2.2 gallina ciega

Bajo esta denominación se incluye a diversos géneros de la familia Melolonthidae, entre los que se encuentra a *Phyllophaga*, *Diploaxis*, *Macroactylus*, *Oryzabus*, *Anomala*, entre otros (Morón, 1983).

2.2.2.1 morfología

Los huevecillos de la gallina ciega son de color blanco crema y esféricos (De la Paz, 1992).

Metcalf y Flint (1972) y De la Paz (1992) coincidieron al describir los estados inmaduros de la gallina ciega, indicando que la larva es de color blanco con la cabeza fuertemente esclerotizada de color café, cuerpo curvado y 6 patas prominentes; la parte posterior del cuerpo es tersa y brillante, con los contenidos oscuros del cuerpo mostrándose a través de la piel; las larvas llegan a medir hasta cuatro cm de longitud. La pupa está cubierta por una celda alargada hecha de tierra.

El adulto es un escarabajo de cuerpo robusto, de 8 a 45 mm de longitud, de color café claro a oscuro, grises o negros, frecuentemente brillantes (De la Paz, 1992), y presenta, a diferencia de otras especies, una doble hilera de espinas en la parte inferior del último segmento del cuerpo (Metcalf y Flint, 1972).

2.2.2.2 ciclo biológico

El ciclo de vida de la gallina ciega es variable ya que puede ser de 1 a 4 años dependiendo del género y especie involucrada, aunque el más común es de 3 años (Metcalf y Flint, 1972).

El invierno lo pasan en el suelo tanto los adultos como las larvas de distintos tamaños, en donde se entierran, hasta encontrar temperaturas favorables. En la primavera, los adultos se vuelven activos volando durante la noche y alimentándose del follaje de las plantas. Las hembras ponen sus huevecillos en el suelo y las larvas eclosionan en 2 o 3 semanas (De la Paz, 1992).

Según Sifuentes (1985), las poblaciones larvales de *Phyllophaga grinita* se presentan en el norte de Tamaulipas en agosto, mes en que se realizan la mayor parte de las siembras del ciclo primavera-verano.

Nájera (1989). en un estudio iniciado en 1983 en Jalisco, indicó que bajo condiciones de temporal las larvas de gallina ciega (*Phyllophaga spg.*) aparecen en forma general, desde la última decena de junio, registrándose las poblaciones más altas a mediados de Julio y principios de Agosto.

En tres años de estudio de la dinámica poblacional de la gallina ciega (*Macrodactylus virens*) realizados en maíz bajo condiciones de humedad residual en Zapopan, Jalisco. De la Paz (1986, 1987 y 1990) determinó que las larvas de dicho insecto mostraron su nivel de infestación más alto a los 118, 116 y 122 días después de la nacencia del cultivo, respectivamente y que ocurrieron el 4 de septiembre y el 28 y 31 de agosto, respectivamente.

Las larvas de gallina ciega, inmediatamente después que eclosionan del huevecillo, empiezan a alimentarse de las raíces de la planta; y una vez alcanzado su máximo desarrollo pupan durante la primavera en una celda construída por ellas mismas (Campos, 1983).

El estado pupal tiene una duración de 3 a 6 semanas, y cuando ocurren las primeras lluvias emergen los adultos (SARH, 1980).

2.2.2.3 distribución

En la República Mexicana los estados que se han reportado con mayores daños ocasionados por gallina ciega son: Jalisco, Michoacán, Guerrero, Morelos, Veracruz, Colima, México y Zacatecas (SARH, 1980).

Félix (1978), señaló que en Jalisco se observaron fuertes infestaciones en los municipios de Sayula, Cd. Guzmán, Tapalpa, Mascota, Tlajomulco y parte de los Altos, la Costa y el Norte del Estado; y Sifuentes (1985) citó fuertes daños en Ameca, Tequila, Amatitán y El Arenal.

2.2.3 otras plagas rizófagas

Otras plagas de la raíz del maíz, como son el colaspis y verdaderos y falsos gusanos de alambre, sólo se mencionarán brevemente porque sus poblaciones son bajas e inconsistentes y por consecuencia no provocan daños económicos en la zona de humedad residual de Zapopan, Jalisco.

2.2.3.1 Colaspis

Este género abarca varias especies, de las que Colaspis chapalensis Blake es la que se ha reportado con mayor importancia en Jalisco.

La larva, conocida como gusano blanco o de la raíz, es un gusano parecido a la "gallina ciega" y es de color crema o ligeramente amarillo, cuerpo curvado, cabeza café, patas cortas, y mide hasta ocho mm de longitud (Félix y Reyes, 1990).

El adulto, conocido como "esqueletonizador" o "catarinita del maíz", es un escarabajo de color café pálido de forma elíptica y mide de 4.5 - 8.1 mm (Reyes y Rodríguez, 1988). Sus élitros están esculpidos con perforaciones circulares muy pequeñas, formando hileras espaciadas, lo que le da la apariencia de rayado (Alavéz, 1978). El mismo autor, señaló que en Jalisco las larvas de colaspis ocasionaron grandes pérdidas en la regiones maiceras de la Costa, Sur y Centro del estado.

2.2.3.2 verdaderos gusanos de alambre

Los verdaderos gusanos de alambre pertenecen a diversos géneros de la familia Elateridae. Hay dos tipos de larvas: las cilíndricas, de cuerpo duro, de color rojizo brillante y con la parte caudal terminada en punta, de estas proviene su típico nombre de "gusanos de alambre"; y otras que son aplanadas, cuerpo de textura blanda, con los extremos del cuerpo obscuro y su parte caudal dividida en dos proyecciones llamadas "Uroqonti". Su longitud es hasta de 60 mm (Félix y Reyes, 1990).

El adulto llamado "mayate saltarin" o "tahuinche" es un escarabajo de cuerpo largo; coloración oscura, clara o con manchas; y presenta la característica de volver a su posición normal mediante un brinco cuando se les pone con el dorso hacia arriba (Félix y Reyes, 1990).

El ciclo de vida de los verdaderos gusanos de alambre es de 2 a 6 años, dependiendo de la especie (Von, 1978).

2.2.3.3 falsos gusanos de alambre

Estos pertenecen a las familias Tenebrionidae y Cebrionidae. Son coleópteros cuyos estados inmaduros presentan las siguientes diferencias con los verdaderos gusanos de alambre :

* Larvas de tenebriónidos: presentan labro, su sutura frontal no tiene forma de lira; el primer par de patas es más grande y robusto, tienen la placa anal triangular con numerosas setas y pseudópodo anal retráctil (Félix y Reyes, 1990).

* Larvas de cebriónidos: tienen patas y antenas cortas, su cuerpo es duro, de color amarillento o café y tersos, llegando a medir hasta 4.5 cm de longitud; el último segmento abdominal es liso y cónico (De la Paz, 1992).

Por otra parte Félix y Reyes (1990) mencionaron que las larvas de cebriónidos tienen la cabeza esférica, sin labro, con las mandíbulas prominentes en forma de hoz, la

longitud del protórax es igual que el meso y metatórax juntos, y su parte ventral es de forma triangular con su ápice dirigido hacia adelante; sus patas son pequeñas.

2.3 Control de las plagas rizófagas

Para solucionar las pérdidas de maíz por el ataque de los insectos rizófagos, se han utilizado varios métodos de control: Químico, Cultural, Biológico, Genético, etc. (Moya et al, 1988).

De estos métodos el más practicado ha sido el químico, ya que puede llegar a ser, en algunas ocasiones, la única forma de mantener bajas las poblaciones de insectos subterráneos (Sánchez, 1983).

Sin embargo, el uso irracional del control químico ha ocasionado poblaciones de insectos resistentes a los insecticidas, disminución de organismos benéficos, contaminación ambiental y altos costos de producción (National Academy of Sciences, 1989).

Ninguno de los métodos de control incluyendo al químico, constituye una solución satisfactoria, por lo cual debe usarse un control aplicado de la plaga que combine e integre medidas biológicas y químicas en un solo programa unificado de control de plagas, el cual se define como control integrado (National Academy of Sciences, 1989).

Restrepo en 1988 citado por Avila (1990), mencionó que el método de control integral pretende incrementar el control natural de las plagas insectiles, utilizando todas las estrategias de manejo disponibles en forma complementaria, incluyendo el uso de plaguicidas, pero en forma racional.

Nájera (1988), citó que en la medida en que se incremente el conocimiento de las especies consideradas como plaga, se podrá tener un conocimiento más acertado de la acción y daños producidos por las mismas, lo que permitirá implementar un combate en el que se conjuguen varios métodos de control.

2.4 Daños a los cultivos

El daño que las plagas rizófagas pueden ocasionar a un cultivo depende de los siguientes factores (Romero, 1983):

- * Especie problema y nivel de infestación.
- * Epoca y duración del ataque.
- * Grado de tecnificación del cultivo:
 - a) Fertilización
 - b) Preparación del terreno
 - c) Tipo y calidad de la semilla.

Por otra parte González (1983), señaló que el daño que causan las plagas de la raíz se manifiesta de diversas formas según el cultivo y la época de ataque. En maíz, si

El ataque es severo y en etapas tempranas de su desarrollo, las plantas pueden morir, o bien si logran sobrevivir crecen raquíticas y la producción es casi nula. Si el ataque es tardío, las plantas se desarrollan normalmente hasta la floración y el daño manifiesta con un crecimiento raquítico de la mazorca, o bien las plantas son acamadas por el viento debido a lo escaso de su sistema radical que ha sido fuertemente afectado por la plaga .

2.4.1 especies

2.4.1.1 *Diabrotica* spp.

El daño es causado principalmente por la larva (SARH, 1980), que destruye las raíces y el nudo vital pudiendo hacer tuneles en la base del tallo de las plantas (Félix, 1978), provocando lo siguiente:

- * Reducción del número de plantas en infestaciones tempranas y plantas con cuello de ganso en infestaciones tardías (De la Paz, 1992), este último aspecto dificulta la cosecha mecánica (SARH, 1980).
- * Susceptibilidad al acame, por falta de anclaje o se puede caer la planta con solo tocarla (De la Paz, 1992).
- * Retraso en el crecimiento de la planta y amarillamiento (SARH, 1980) y además, las hojas centrales se marchitan o "acebollan" (Félix, 1978).

El adulto de diabrotica, causa daños al follaje de la planta del maiz y destruye los estigmas del jilote, ocasionando que haya fallas en el llenado de la mazorca (De la Paz, 1992) lo cual se refleja en una reducción del rendimiento de grano por hectárea.

2.4.1.2 gallina ciega

El daño hecho por las larvas de varios géneros y especies de gallina ciega provoca la pérdida de vigor de la planta (SARH, 1980). En campo el daño se presenta en forma de manchones (Rodríguez, 1978).

Ortega en 1987 citado por Avila (1990) mencionó que el daño se manifiesta en plántulas marchitas, zonas de baja población de plantas, curvas o acamadas con crecimiento irregular. El mismo autor señaló que el daño producido por los adultos al follaje no tiene importancia económica.

2.4.1.3 Colaspis spp.

Las larvas de Colaspis spp. al alimentarse de las raíces, provocan una reducción en la absorción de agua y nutrientes, lo cual ocasiona la marchitez o acebollamiento en la planta y un retraso en su crecimiento (Alavez, 1978).

El daño por larvas de colaspis es similar a los producidos por larvas de diabrotica y gallina ciega. El adulto daña el follaje, ya que consume vorazmente el envés

de las hojas, dejando únicamente las nervaduras (De la Paz, 1992).

2.4.1.4 verdaderos gusanos de alambre

Los estados inmaduros destruyen las semillas e impiden su germinación; atacan las raíces, pueden barrenar las partes subterráneas del tallo de las plantas y facilitan la entrada de enfermedades (Garza, 1983).

Una planta atacada, no siempre muere, sino que su desarrollo se detiene y toma una coloración verde grisácea y muestra cierto grado de marchitez (Loya, 1978).

2.4.1.5 falsos gusanos de alambre

Las poblaciones larvales y sus daños son muy bajos e inestables (De la Paz, 1992) y se alimentan también de las partes subterráneas de algunos cultivos que son atacados por los verdaderos gusanos de alambre (Garza, 1983).

2.4.2 estudios de pérdidas en los cultivos

Debido a que el efecto final del daño causado por plagas en un cultivo, se convierte en pérdidas (Le Clerg, 1971), los estudios de pérdidas constituyen la base para un buen manejo de plagas (Walker, 1981).

2.4.2.1 estimación de pérdidas en los cultivos

Le Clerg (1971), mencionó que las estimaciones de pérdidas causadas por plagas en los cultivos, están basadas fundamentalmente en la reducción del rendimiento.

La National Academy of Sciences (1989), al definir los criterios en que se debe basar la estimación de los daños causados por plagas en los cultivos mencionó que estos pueden ser: la reducción en valor económico, rendimiento, o la estimación de partes destruidas o dañadas.

Partiendo de que la magnitud de los daños causados por plagas a los cultivos depende de las densidades insectiles presentes y del estado de desarrollo de las plantas, entonces se deduce que los cultivos presentan etapas críticas en su crecimiento, es decir, fases de su ciclo biológico en que resienten más el ataque de las plagas.

De la Paz (1986 y 1987), al evaluar insecticidas contra plagas rizófagas en maíz de temporal en el Centro de Jalisco, encontró que dichos insectos impactaron poco en la producción de grano por lo bajo de sus poblaciones (promedios inferiores a 2.2 larvas/cepellón) en la etapa crítica del cultivo, es decir en los primeros 55 días después de la nacencia de las plántulas.

El determinar las etapas críticas del maíz con respecto a plagas rizófagas, proporciona las bases para la protección de las plantas en dichas etapas, con lo que se pueden minimizar las pérdidas económicas; además, constituyen un soporte para los estudios de umbrales económicos.

Las etapas críticas de un cultivo deben determinarse por medio del estudio de los daños causados por plagas durante el ciclo biológico de las plantas; y dicho estudio debe fundamentarse en un análisis de la relación entre la intensidad de la plaga y las pérdidas en el cultivo.

Le Clerg (1971), mencionó que dos procedimientos estadísticos para evaluar la relación existente entre dos variables, como la intensidad de la plaga y la reducción en el rendimiento, son la correlación y la regresión.

La información que requieren los estudios de pérdidas en los cultivos puede obtenerse por medio de las técnicas de daño a los cultivos.

2.4.3 técnicas de daño a los cultivos

Le Clerg (1971) afirmó que los métodos de daño a los cultivos nos permiten establecer varios niveles de intensidad de daño por plagas y su influencia en el rendimiento.

Walker (1981 y 1983) señaló que los métodos más utilizados para obtener diferentes grados de daño en los cultivos causados por plagas son: 1) Infestaciones naturales, 2) Infestaciones artificiales, 3) Aplicación de insecticidas, y 4) Daño simulado.

2.4.3.1 infestaciones naturales

Se basan en el estudio de los daños ocasionados por plagas presentes en forma natural en la raíz del cultivo.

Walker (1981), mencionó que en las infestaciones naturales, se seleccionan parcelas o campos al azar en los cuales la infestación de la plaga es estimada y los rendimientos son registrados. Luego, estos últimos son relacionados a predeterminados niveles de infestación.

La desventaja del uso de la técnica de infestación natural, consiste en que nos impide obtener confiables estimaciones de pérdidas en los cultivos, debido a la variación de los insectos no sólo en intensidad sino además en distribución dentro y entre campos y de un año al siguiente (Fitzgerald *et al.*, 1968).

Rodríguez (1986) y Le Clerg (1971) coinciden con el autor anterior, al señalar que las evaluaciones de daños a los cultivos bajo infestaciones naturales presentan las siguientes desventajas: la selección de plantas que escapen

al ataque de las larvas rizófagas, debido a su distribución irregular en el suelo, y la variación poblacional anual de los insectos en una región determinada y las fluctuaciones estacionales entre localidades.

2.4.3.2 infestaciones artificiales

En esta metodología, las evaluaciones de daño se hacen con insectos criados en forma masiva bajo condiciones controladas, en medios naturales o artificiales en laboratorios, invernaderos o campo; dichos organismos, según Le Clerg (1971) se colocan o depositan en los sustratos de interés a diferentes niveles poblacionales.

En las infestaciones artificiales, Walker (1981), mencionó que la población natural de la especie en cuestión es controlada y sólo la infestación artificial es permitida.

En México, la infestación artificial es poco factible, debido a lo difícil y costoso de la cría masiva de larvas rizófagas, y a los altos y especializados requerimientos de infraestructura, equipo y personal capacitado (Rodríguez, 1986).

2.4.4.3 daño simulado

También se le conoce como daño artificial, mecánico o simulado. Consiste en el daño, corte o remoción de ciertas partes de las plantas cultivadas (hojas, flores, frutos raíces, etc.) aparentando daño por plagas.

Walker (1981), afirmó que si la cantidad de daño causado por diferentes grados de ataque de plagas es conocido, el efecto de esta cantidad de daño puede ser medido causándolo artificialmente.

Por su parte, Rodríguez (1986) señaló que la técnica de simulación debe ocasionar síntomas de daño similares al ataque natural de insectos y su utilización experimental deberá aportar un ahorro de tiempo, costo y esfuerzo.

Fitzgerald et al (1968), mencionaron que debido a que la planta del maíz presenta un sistema radicular distribuido superficial y horizontalmente, es factible realizar cortes verticales cerca del tallo para remover uniformes porcentajes predeterminados de raíz, simulando el daño causado por la alimentación de larvas rizófagas.

La única y aparente desventaja del daño simulado es que el daño producido es tajante o drástico, mientras que el ocasionado por larvas rizófagas es gradual; en otro orden de ideas, Walker (1981) comentó como una restricción

importante el hecho de que los grados de daño deben ser medidos y efectuados cuidadosamente.

2.4.3.3.1 trabajos de daño simulado

Debido a que existe poca información de estudios de daño simulado en maíz, tanto en México como en otros países y conociendo su utilidad en otros cultivos, se optó por citar algunos trabajos de simulación hechos en ellos, además de los realizados en maíz.

En la faja maicera de los E.U.A., Fitzgerald et al (1968), realizaron daños mecánicos a la raíz de variedades de maíz en su etapa de floración, debido a que en esta época se presenta el ataque de Diabrotica spp. En este estudio, fueron removidas aproximadamente el 25, 50 y 75 % de las raíces en tres fechas de corte, obteniéndose diferencias altamente significativas entre los grados de daño, observándose que las variedades de maíz evaluadas no respondieron de igual manera al daño.

Turnipseed (1972) citado por De la Paz (1978), realizó un estudio para determinar el daño causado al cultivo de la soya por defoliaciones manuales practicadas en diferentes niveles de intensidad y etapas de crecimiento de la planta, que correspondían a los períodos de máxima actividad insectil. El autor, indicó que en aquellos tratamientos donde hubo reducción en el rendimiento se observó una

disminución en el peso de la semilla y en su contenido de proteína; y concluyó, que las aplicaciones de insecticidas deben estar basadas en una estimación de daño que haya detectado el 33% de defoliación antes de la floración o un 20% después de ella, ya que el costo de una aplicación de insecticidas es equivalente a las pérdidas causadas por el 33% de defoliación en la etapa de floración.

De la Paz (1978), realizó un estudio de defoliación manual en soya con diferentes porcentajes de daño, practicados en varias etapas de desarrollo de la planta, y encontró que la planta toleró un 33% de defoliación en cualquier etapa de crecimiento, sin bajar su rendimiento en forma significativa; sin embargo, un 100% de daño en el follaje en cualquier época de desarrollo redujo drásticamente la producción; además, observó que en general, el rendimiento tendió a disminuir a medida que se incrementó el grado de daño foliar.

Mullins y Edwards (1988), hicieron recortes de 20 mm a la raíz de plántulas de maíz y estudiaron su influencia sobre la elongación, desarrollo y entrada de potasio en la raíz, determinando que las plántulas testigo (no recortadas) tuvieron el sistema radicular más grande durante todo el periodo de crecimiento de 21 días después del recorte, pero sus diferencias con las recortadas sólo fueron significativas durante los primeros 8 días.

En un experimento de daño simulado efectuado en el algodónero por Vázquez et al (1991) y que consistió en el recorte de botones florales (cuadros), en diferentes períodos y tasas de remoción, encontraron que el rendimiento dependió de la interacción entre estos dos últimos factores; también, afirmaron que el cultivo puede soportar pérdidas del 20% de los cuadros en cualquier período sin que se afecte el rendimiento, y sólo puede soportar una eliminación total durante un período de 26 días después de la aparición de cuadros; además, observaron que el rendimiento del algodónero disminuyó en forma lineal al incrementarse el período de remoción total de cuadros.

Rodríguez (1986), llevó a cabo un experimento que tuvo como objetivo principal desarrollar una metodología para simular el daño de insectos que atacan al sistema radical del maíz, para ser utilizada en la identificación de genotipos con resistencia a este tipo de daño. Encontró que la forma más efectiva se logró al practicar periódicamente varios corte verticales cerca del tallo, y que los daños simulados retrasaron los días a floración (espigamiento) disminuyeron la altura de la planta, el número de plantas/ha y el rendimiento de grano en kg/ha, en función del número de cortes realizados.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Características agroclimáticas de la región.

3.1.1 localización

El experimento se estableció en el predio "La Providencia" ubicado en Tesistán, municipio de Zapopan, Jalisco, bajo condiciones de humedad residual en el ciclo P-V 1991.

El municipio de Zapopan se localiza en el Centro de Jalisco, en las coordenadas geográficas de 20° 25' 30'' a 20° 57' 00'' de LN y 103° 19' 30'' a 103° 39' 20'' de LW; y se encuentra a una altura de 1548 metros sobre el nivel del mar (SGGEJ, 1988).

3.1.2 clima

Según Köppen modificado por García en 1973, el clima se clasifica como (A) C (w₁) (w), el cual pertenece al grupo de los climas templados y es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5 % (SPP, 1980).

3.1.2.1 temperatura

La temperatura media anual es 21.7 °C fluctuando entre 18 y 22 °C. La temperatura más elevada se presenta en el mes de mayo y oscila entre 23 y 24 °C y la mínima en enero con una variación de 15 a 16 °C (SPP, 1980 y SPP, 1981).

3.1.2.2 precipitación

La precipitación media anual está entre 800 y 1000 mm. La mayor precipitación se presenta durante el mes de julio, registrando una cifra entre 250 y 260 mm, y febrero es el mes con menos lluvia con menos de 5 mm. (SPP, 1981).

3.1.2.3 heladas

Se presentan 5 heladas al año en promedio (SGGEJ, 1988).

3.1.2.4 granizadas

Llegan a ser hasta 5 granizadas al año y su máxima incidencia se presenta en los meses de julio y agosto (SPP, 1981).

3.1.2.5 vientos

La dirección de los vientos dominantes en general es de oriente a poniente (SGGEJ, 1988).

3.1.3 suelo

La composición del suelo corresponde a los tipos Regosol, Feozem y Litosol, así como también pequeñas porciones de Luvisol (SGGEJ, 1988). En Tesistán predomina el Regosol Eútrico asociado a Feozem Háptico y Litosol (SPP, 1982).

3.1.3.1 uso del suelo

La mayor parte del suelo tiene uso agrícola siguiéndole en orden de importancia el pecuario y forestal.

3.1.4 orografía

En el municipio se presentan tres formas de relieve: el mayor porcentaje incluye las zonas accidentadas formadas por alturas de 1500 a 2000 m.s.n.m., siguiéndole las planas y semiplanas (SGGEJ, 1988).

3.1.5 vegetación

La flora del municipio se compone principalmente de pino y encino en la sierra de la Primavera, además de las especies de cretón, jonote, madroño, ozote, retama, salvia y nopal en la parte norte y al oriente de la barranca (SGGEJ, 1988).

3.2 Materiales

3.2.1 material físico

Pala plana, libro de campo, bolsas, etiquetas, estacas, flexómetro, básculas, estadal, determinador de humedad, herbicidas, fertilizantes, insecticidas, calculadora, computadora, etc..

3.2.2 material genético

Se utilizó el híbrido B-840, el cual es recomendado para la zona de humedad residual por presentar: buena

adaptación, resistencia a enfermedades y excelente aceptación por el productor.

3.3 Métodos

3.3.1 metodología experimental

3.3.1.1 diseño experimental utilizado

Se utilizó un experimento bifactorial con un diseño en Bloques al azar y un arreglo en Parcelas Divididas, siendo el factor A: los días después de la nacencia de las plántulas en que se efectuó el daño a la raíz del maíz y el factor B: los grados de daño radical. La Parcela Grande se asignó al factor A y la Parcela Chica al factor B.

3.3.1.1.1 modelo estadístico

El modelo estadístico correspondiente al diseño de Bloques al azar con arreglo de Parcelas Divididas es el siguiente (Steel y Torrie, 1960):

$$X_{ijk} = \mu + R_i + A_j + d_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde: $i = 1, \dots, 4$ repeticiones

$j = 1, \dots, 3$ parcelas grandes

$k = 1, \dots, 5$ parcelas chicas

E_{ijk} = componente del error (b)

d_{ij} = componente del error (a)

X_{ijk} = observación en la i -ésima repetición en la j -ésima parcela grande y en la k -ésima parcela chica

M = media general

A = tratamientos del factor A

B = tratamientos del factor B

R = repeticiones o bloques.

Este modelo estadístico conduce al análisis de varianza que se presenta a continuación:

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR CON ARREGLO DE PARCELAS DIVIDIDAS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.G.
Bloques R	$r-1$	SCR	CMR	CMR/CME(a)
Factor A	$a-1$	SCA	CMA	CMA/CME(a)
Error (a)	$(r-1)(a-1)$	SCE(a)	CME(a)	
Factor B	$b-1$	SCB	CMB	CMB/CME(b)
Interacciones	$(a-1)(b-1)$	SCI	CMI	CMI/CME(b)
Error (b)	$(r-1)a(b-1)$	SCE(b)	CME(b)	
Total	$rab-1$	SCT		

3.3.1.2 tratamientos, unidad experimental y parcela útil empleados

El Factor A o edad de la planta (días) en que se hizo el daño, presentó los siguientes niveles: $a_1 = 56$, $a_2 = 115$ y $a_3 = 56+115$; y el Factor B o porcentajes de daño a la raíz, tuvo estos niveles: $b_1 = 0$, $b_2 = 25$, $b_3 = 50$, $b_4 = 75$ y $b_5 = 100$.

Lo anterior originó un total de 15 tratamientos por repetición; siendo un total de cuatro repeticiones.

La parcela chica o experimental midió 22 m² y abarcó 4 surcos de 7 m de largo, con una separación de 0.8 m entre surcos y de 0.2 m entre plantas.

Para evitar efectos colaterales entre tratamientos, sólo se realizó el daño en los dos surcos centrales, quedando dos surcos sin tratar entre cada parcela útil; de tal manera que la parcela útil constó de los 2 surcos centrales de 7 m de largo. La superficie experimental fue de 1632 m².

3.3.1.3 variables estudiadas

Se tomaron datos de las siguientes variables:

3.3.1.3.1 rendimiento de grano al 0 % de humedad

Para calcular el rendimiento de cada parcela experimental se utilizó la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{peso de campo}) (100 - \% \text{ Hum}) (\% \text{ Grano}) (\text{FC})}{10,000}$$

El peso de campo se obtuvo de la parcela útil.

El porcentaje de humedad (% Hum) y el porcentaje de grano (% Grano) se obtuvieron de una muestra representativa de 10 mazorcas de cada parcela útil.

El factor de conversión (FC) se obtuvo de dividir 10,000 m² entre el tamaño de la parcela útil en m².

3.3.1.3.2 peso de raíz en gr

Para la obtención de la raíz se extrajo un cepellón, que consistió en un cubo de suelo de 30 x 30 x 30 cm de ancho, largo y hondo, respectivamente, tomando como centro el tallo de la planta de maíz.

El cepellón se obtuvo con una pala y se colocó dentro de una bolsa de plástico previamente etiquetada. Después, la raíz se lavó con agua corriente a presión y se dejó secar al sol por 10 días, y una vez seca se pesó en una balanza granataria.

3.3.1.3.3 altura de planta

Se tomaron 10 plantas al azar de los 2 surcos centrales de cada parcela. Se midió de la base de la planta hasta la parte superior de la espiga.

3.3.1.3.4 plantas con acame de raíz

Se contó el número de plantas acamadas. Se consideró planta acamada aquella que tuvo una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical imaginaria.

3.3.1.3.5 plantas por parcela útil

Se contaron las plantas presentes en cada parcela útil, y después los datos se transformaron a plantas por hectárea.

3.3.1.4 análisis estadístico

El análisis estadístico de la información obtenida en el experimento, se realizó en computadora por medio del S.A.S. (Sistema de Análisis Estadístico).

3.4 Procedimiento experimental

3.4.1 siembra

La siembra se realizó con tractor el día 22 de abril de 1991, aplicándose el insecticida contra plagas rizófagas y se sembró a chorrillo; posteriormente se cubrió la semilla con una capa de suelo de 15 cm.

3.4.2 fertilización

Se usó el tratamiento 200-80-00 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, dividido en dos aplicaciones: una en la primera escarda, realizada el 3 de junio usando el tratamiento 100-80-00; y la otra, el 2 de julio donde se aplicó el resto del nitrógeno.

3.4.3 control de maleza

Se realizó el 19 de julio, y se aplicó la mezcla de: 3 lt de Gesaprim 50 más 3 lt de Primagram 500, en 300 lt de agua/ha, en aplicación total realizada con aspersora manual de mochila, en postemergencia.

3.4.4 aclareo

Se efectuó el 15 de mayo, dejando 5 plantas por metro lineal, lo cual dió una densidad de 60,000 plantas por hectárea.

3.4.5 control de plagas

3.4.5.1 rizófagas

Se aplicó Triunfo 5 % G, 20 kg/ha con el fin reducir el daño causado por larvas rizófagas y evitar interferencias con los tratamientos.

3.4.5.2 del follaje

Se aplicó Lorsban 480 E, 1.0 lt/ha y Folimat 1000, 1.0 lt/ha en 300 lt de agua, los días 16 de mayo y 25 de junio, respectivamente, para el control del gusano cogollero Spodoptera frugiperda y pulgones del cogollo Rhopalosiphum maidis.

3.4.6 daños realizados

Los daños se efectuaron utilizando una pala plana con una hoja de 16.5 cm de ancho y 28 cm de largo, la cual se afiló en su punta para hacer los cortes en forma más adecuada. La pala se introdujo totalmente en el suelo aproximadamente a 2 cm del tallo de cada planta.

Para hacer el 25 % de daño a la raíz se llevó a cabo un corte lateral; el 50 % de daño, se realizó mediante 2

cortes laterales paralelos; el 75 % de daño se efectuó haciendo 3 cortes laterales (cada uno en diferente sitio de la raiz); el 100 % de daño se hizo con 4 cortes laterales, sin repetirlos en los mismos sitios, y el 0 % de daño fue el testigo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento de grano por ha

El CUADRO 1A del APENDICE, muestra el analisis de . varianza del rendimiento de grano en kg/ha. y los coeficientes de variación (CV), obtenidos en el experimento de daño simulado a la raiz del maíz.

En dicho cuadro se observa que entre tratamientos del Factor A (Edad de la planta en que se efectuó el daño) se detectaron diferencias significativas. y entre tratamientos del Factor B (Grados de daño a la raiz del maíz) diferencias altamente significativas. En la interacción no se encontró significancia. indicando que no existió asociación alguna entre un grado de daño y una etapa de desarrollo del cultivo que tuviera un efecto en el rendimiento.

Los coeficientes de variación obtenidos. de 16% para el Factor A y de 13% para el Factor B. fueron bajos y esto denota que los resultados para rendimiento son confiables.

El CUADRO 2. muestra el efecto del Factor A y del Factor B sobre el rendimiento de grano en kg/ha. y su comparación estadística mediante la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia en el maíz de humedad residual.

CUADRO 2. EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DADO SIMULADO)
 Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRAND EN KG/HA.
 Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA
 EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISMAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

Factor A (Edad planta)	Factor B (Grados de daño)					Factor A		Tukey 0.05
	0%	25%	50%	75%	100%	Total	Prom.	
115 días	8567	7681	6620	5437	4769	33074	6615	A
56 días	7677	6235	6566	6150	4910	31538	6308	A
56+115 días	7718	6335	4970	4110	3634	26767	5353	B
Factor B	Total	23962	20251	18156	15697	13313		
	Prom.	7987	6750	6052	5232	4438		
Tukey 0.05		A	B	B	C	C	D	D

Para el Factor A se formaron 2 grupos estadísticamente diferentes: el primer grupo, y con los más altos rendimientos, comprendió a los daños hechos a la raíz de plantas de maíz en forma única a los 115 y 56 días de edad; el segundo grupo, el cual presentó el rendimiento más bajo, resultó del daño acumulado que se realizó a los 56+115 días del desarrollo de las plantas.

En este mismo cuadro, se observa que para el Factor B se constituyeron 4 grupos; el primer grupo correspondió al testigo absoluto, con un rendimiento de 7.988 kg/ha, el cual fué el más alto y difirió estadísticamente de los demás tratamientos; y el cuarto y último grupo, que presentó los valores más bajos, se formó con los daños de 75 y 100 %, con rendimientos de 5232 y 4438 kg/ha, respectivamente.

La información anterior se presenta en la FIGURA 1, que muestra el comportamiento del rendimiento de grano del maíz: en general, se observa que el rendimiento del cultivo decreció a medida que se incrementó el grado de daño a la raíz.

Este comportamiento se explica más ampliamente en la FIGURA 2, la cual presenta la regresión lineal simple y los coeficientes de correlación y determinación, así como la significancia de la pendiente de la recta, entre los

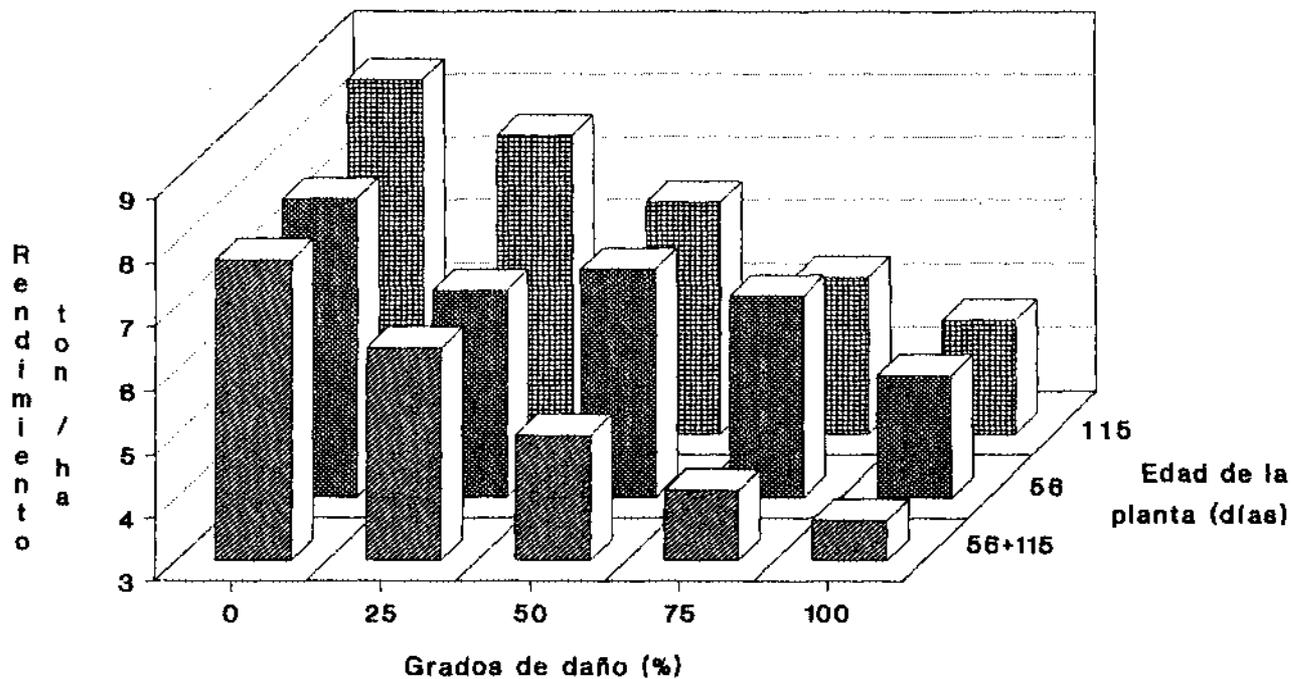


FIGURA 1. COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN TON/HA, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN , ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

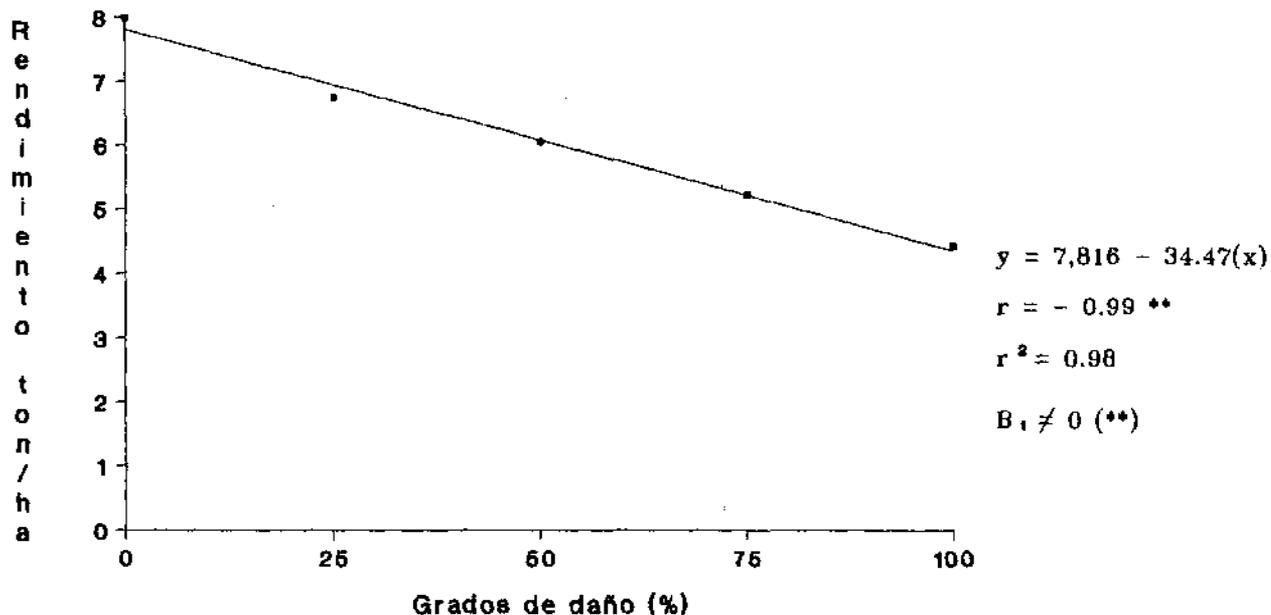


FIGURA 2. REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL RENDIMIENTO DE GRANO EN TON/HA (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.

grados de daño (x) y el rendimiento de grano en ton/ha (y), del maíz de humedad residual.

El modelo de regresión lineal propuesto $y = 7,816 - 34,47(x)$, tuvo un buen ajuste a los datos observados ($r^2 = 0.98$); además, el coeficiente de correlación ($r = -0.99$ **) indicó una relación negativa altamente significativa y un valor cercano a la unidad, reafirmando la estrecha relación negativa existente entre el rendimiento y el grado de daño: del tal manera que a medida que se incrementó el daño a la raíz decreció el rendimiento del maíz. El coeficiente de regresión de la recta fue diferente a cero ($t = 16.93$ **).

De los resultados para el Factor A se desprende que los daños individuales tanto a los 56 como a los 115 días, identificados como infestaciones fuertes de larvas de diabrótica y gallina ciega, respectivamente, ejercen estadísticamente el mismo efecto en el rendimiento; pero difirieron del daño acumulado practicado a los 56+115 días, el cual representó una infestación combinada de las plagas mencionadas y presentó el menor rendimiento.

Se observó que los grados de daño más críticos fueron el 75 y 100% .

4.2 Peso de raíz en gr

Para el peso de raíz en gr, no hubo diferencias estadísticas en el Factor A ni en la interacción (CUADRO 2A del APENDICE): en el Factor B se detectaron diferencias altamente significativas: los coeficientes de variación de 44% para el Factor A y de 19% para el Factor B, se consideran relativamente altos, esto posiblemente se debió en gran medida al manejo propio del lavado de las raíces con agua a presión que pudo haber ocasionado el desprendimiento de raíces secundarias y pelos absorbentes.

En el CUADRO 3, se observa que los tratamientos del Factor A respondieron de forma estadística similar; pero los del Factor B de manera diferente, ya que para éste se constituyeron 2 grupos de significancia; los daños del 0, 25, 50 y 75% con pesos de raíz de 128, 122, 116 y 108, gr respectivamente, conformaron el primer grupo; y los daños del 75 y 100% con pesos de raíz de 108 y 85 gr respectivamente, constituyeron el segundo grupo.

En la FIGURA 3, se presenta el comportamiento del peso de raíz en gr, observándose que este disminuyó conforme se incrementó el grado de daño a la raíz.

Esta tendencia se explica más adecuadamente en la FIGURA 4, y en donde el modelo de regresión lineal $y = 131.8 - 0.4(x)$ mostró un buen ajuste a los datos

CUADRO 3. EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL PESO DE RAIZ EN GR. Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESTISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

Factor A (Edad planta)	Factor B (Grados de daño)					Factor A		Tukey 0.05
	0%	25%	50%	75%	100%	Total	Proa.	
56 días	122	134	132	126	112	626	125	A
115 días	129	120	103	105	76	533	107	A
56+115 días	133	113	113	92	68	519	104	A
Factor B	Total	384	367	348	323	256		
	Proa.	128	122	116	108	85		
Tukey 0.05		A	A	A	A			
					B	B		

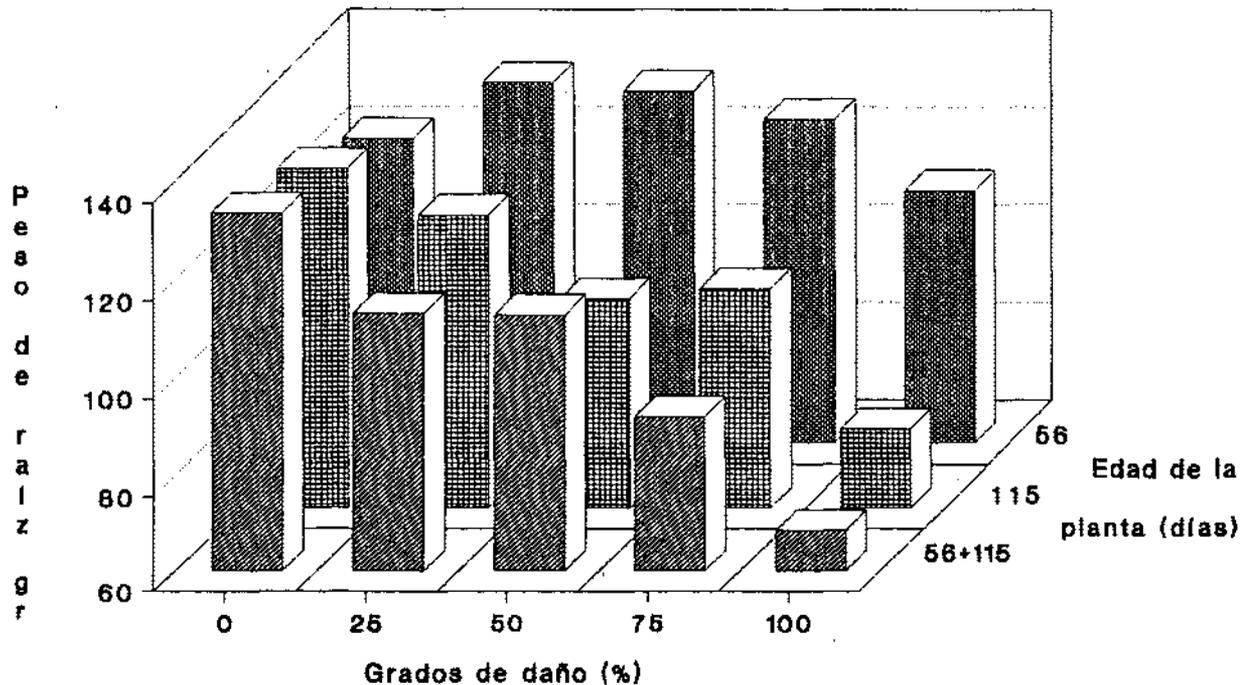


FIGURA 3. COMPORTAMIENTO DEL PESO DE RAIZ EN GR, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

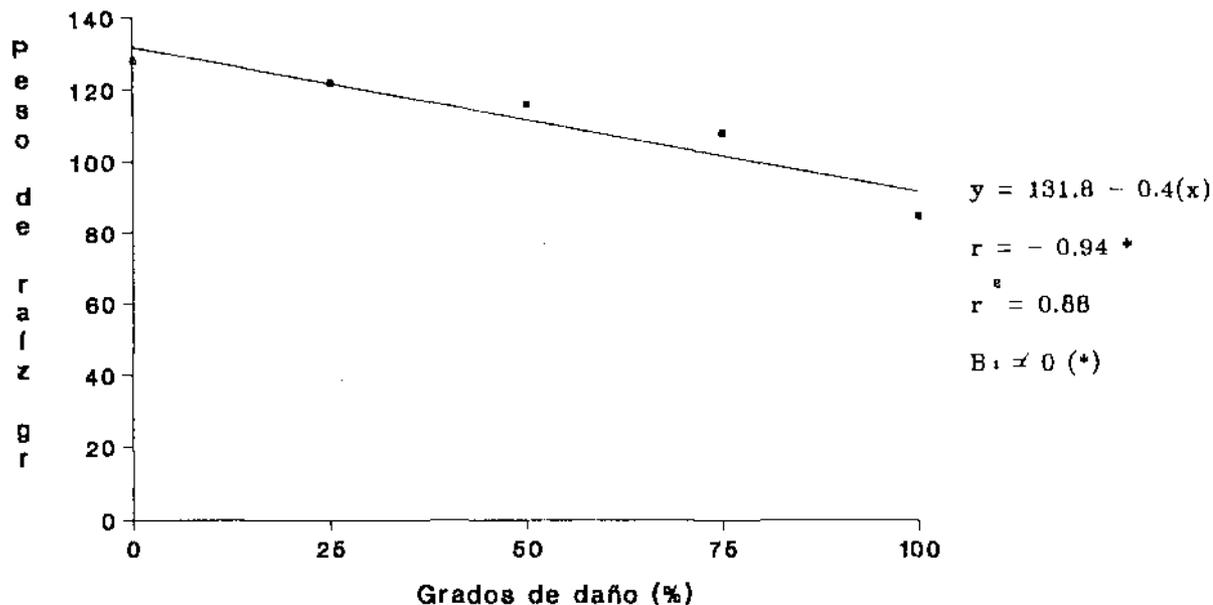


FIGURA 4. REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL PESO DE RAIZ EN GR (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.

observados ($r^2 = 0.88$): además, el coeficiente de correlación ($r = -0.94^*$) indicó una relación negativa significativa y un valor cercano a la unidad, determinando la estrecha asociación existente entre el peso de raíz y los grados de daño: remarcando que a medida que se incrementó el daño a la raíz disminuyó el peso de la misma. También, el coeficiente de regresión de la recta fue diferente a cero ($t = 5.06^*$).

No obstante no haberse detectado significancia en el peso de raíz entre las diferentes etapas de desarrollo del cultivo en que se realizó el daño, se observó una mayor recuperación del peso aún en los grados de daño altos cuando el corte se efectuó en forma única en plantas de 56 días de edad; esto coincide con lo encontrado por Mullins y Edwards (1988), quienes indicaron que las plantas jóvenes de maíz regeneran rápidamente las raíces que les son removidas.

Lo contrario ocurrió en plantas de 115 días dañadas en forma única o, bien, en forma acumulada (a los 56+115 días), en donde la raíz no alcanzó a recuperarse satisfactoriamente del daño inflingido, debido a que las plantas estaban en plena madurez fisiológica cuando se hizo el corte.

Estos resultados ponen de manifiesto que las plantas jóvenes de maíz presentan alta potencialidad para desarrollar raíces nuevas, debido a que se encuentran en etapa de crecimiento, lo cual no ocurre en plantas adultas que pasaron la fase vegetativa de su desarrollo.

También para el peso de raíz, los daños del 75 y 100% fueron los más críticos.

4.3 Altura de planta en cm

En esta variable, se obtuvieron diferencias altamente significativas tanto para el Factor A como para el Factor B (CUADRO 3A del APENDICE): sus coeficientes de variación del 4 y 6%, respectivamente, fueron valores bajos y aceptables. En la interacción no se encontró significancia estadística.

En el CUADRO 4, se observa que para el Factor A se conformaron dos grupos de significancia: el primero de ellos, y que presentó las plantas con mayor altura, quedó establecido cuando el daño se efectuó a los 115 días del desarrollo del cultivo; y el segundo grupo, que mostró los valores más bajos, quedó formado al realizar los daños en plantas de 56 y 56+115 días de edad de las plantas.

CUADRO 4. EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE LA ALTURA DE PLANTA EN CM, Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA; EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESTISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

Factor A (Edad planta)	Factor B (Grados de daño)					Factor A		Tukey 0.05
	0%	25%	50%	75%	100%	Total	Proa.	
115 días	277	268	270	261	272	1348	270	A
56 días	271	262	256	246	233	1268	254	B
56+115 días	260	260	252	234	232	1238	248	B
Factor : Total	808	790	778	741	737			
B								
: Proa.	269	263	259	247	246			
Tukey	A	A	A					
0.05		B	B	B				
			C	C	C			

En el mismo cuadro, se determinó que para el Factor B se constituyeron 3 grupos de significancia: el primer grupo, el cual incluyó a las plantas con mayor altura, se formó con los daños del 0, 25 y 50% presentando plantas con alturas de 269, 263 y 259 cm, respectivamente; y el tercer y último grupo, comprendió a las plantas de menor altura, con valores de 259, 247 y 246 cm para los grados de daño del 50, 75 y 100%, respectivamente.

Al presentar gráficamente esta información en la FIGURA 5, se observa que la altura de planta tendió a disminuir a medida que se incrementó el grado de daño a la raíz. Únicamente cuando el daño se hizo en plantas jóvenes (56 y 56+115 días de edad). Cuando las plantas estaban en madurez fisiológica (115 días de edad) la altura no se afectó.

Este comportamiento se explica más adecuadamente en la FIGURA 6, en donde el modelo de regresión lineal simple $y = 270.4 - 0.26(x)$ mostró un buen ajuste a los datos observados ($r^2 = 0.94$); además el coeficiente de correlación ($r = -0.97^{**}$) indicó una relación negativa altamente significativa y un valor cercano a la unidad, indicando la alta asociación negativa existente entre la altura de planta y el grado de daño a la raíz; de tal manera que al incrementar el daño disminuye la altura. El coeficiente de regresión de la recta fue diferente a cero ($t = 7.18^{**}$).

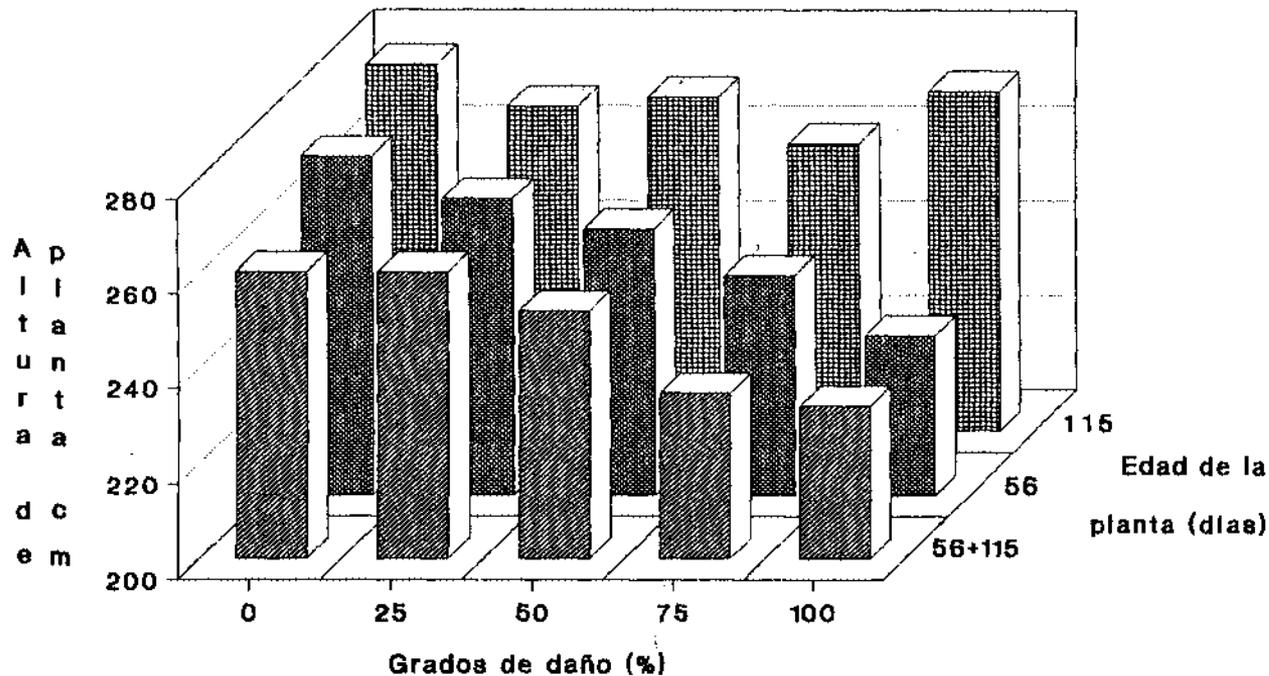


FIGURA 5. COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE PLANTA EN CM, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

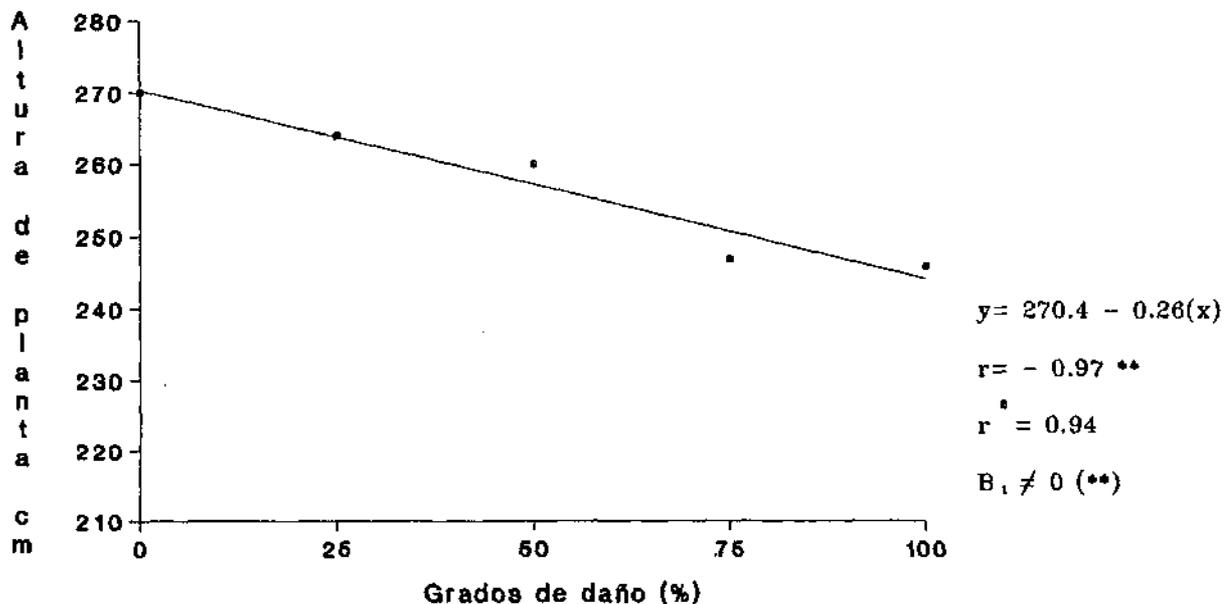


FIGURA 6. REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y LA ALTURA DE PLANTA EN CM (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.

Se observó que las plantas con mayor altura correspondieron a aquellas cuando el daño se hizo a los 115 días de edad y su desarrollo vegetativo había terminado, encontrándose en el proceso de madurez del fruto, por lo cual fueron menos afectadas en su desarrollo.

A diferencia de esto, las plantas con menor altura ocurrieron al dañar plantas jóvenes tanto en forma única a los 56 días como aquellas con daño acumulado (a los 56+115 días); esto debido a que el daño se efectuó en la etapa de crecimiento del cultivo, lo cual impidió que las plantas alcanzaran su altura potencial; estos resultados coinciden con lo señalado por SARH (1980) quién menciona que las larvas de diabrotica provocan una disminución en el crecimiento de la planta.

Para esta variable, los niveles más críticos de daño fueron los del 50, 75 y 100% .

4.4 Plantas acamadas por P. útil

El análisis de varianza del número de plantas acamadas por parcela útil (CUADRO 4A del APENDICE), muestra diferencias altamente significativas tanto en el Factor A como en el Factor B; los coeficientes de variación presentaron valores 34 y 40 %, respectivamente, considerándose altos. La interacción mostró alta significancia.

En el CUADRO 5 se determinó para el Factor A, 3 grupos de significancia; el menor número de plantas acamadas se presentó cuando el daño a la raíz se hizo en plantas de 56 días de desarrollo, formando este tratamiento el primer grupo de significancia; cuando el daño se efectuó en plantas de más edad, tanto en forma única como acumulada (115 y 56+115 días) se conformaron el segundo y tercer grupo de significancia, respectivamente, mostrando un mayor número de plantas acamadas.

Para el Factor B, se constituyeron 3 grupos estadísticamente diferentes entre sí; el primero de ellos, y con el menor número de plantas acamadas, correspondió a los daños a la raíz del 0 y 25%, con 6 y 14 plantas acamadas, respectivamente; y el último grupo de significancia, y que mostró el mayor número de plantas acamadas (22, 19 y 23), quedó constituido por los daños del 50, 75 y 100 %, respectivamente. Estos datos son presentados en la FIGURA 7.

El número de plantas acamadas mostró una tendencia a incrementarse al aumentar el daño a la raíz (FIGURA 8): el modelo de regresión lineal simple $y = 9.0 + 0.156(x)$ presentó un ajuste razonable a los datos observados ($r^2 = 0.77$); también, el coeficiente de correlación ($r = 0.88^*$) indicó una relación positiva significativa además de un valor alto, determinando la estrecha

CUADRO 5. EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL No. DE PLANTAS (P. UTIL), Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL, TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.

Factor A (Edad planta)	Factor B (Grados de daño)					Factor A		Tukey 0.05
	0%	25%	50%	75%	100%	Total	Prom.	
56 días	6.00	1.50	2.00	0.00	0.25	9.75	2	A
56+115 días	4.50	13.50	24.00	17.75	20.50	80.25	16	B
115 días	8.50	26.50	41.25	38.75	47.50	162.50	33	C
Factor B	Total	19.00	41.50	67.25	56.50	68.25		
	Prom.	6	14	22	19	23		
Tukey 0.05		A	A					
			B		B			
				C	C	C		

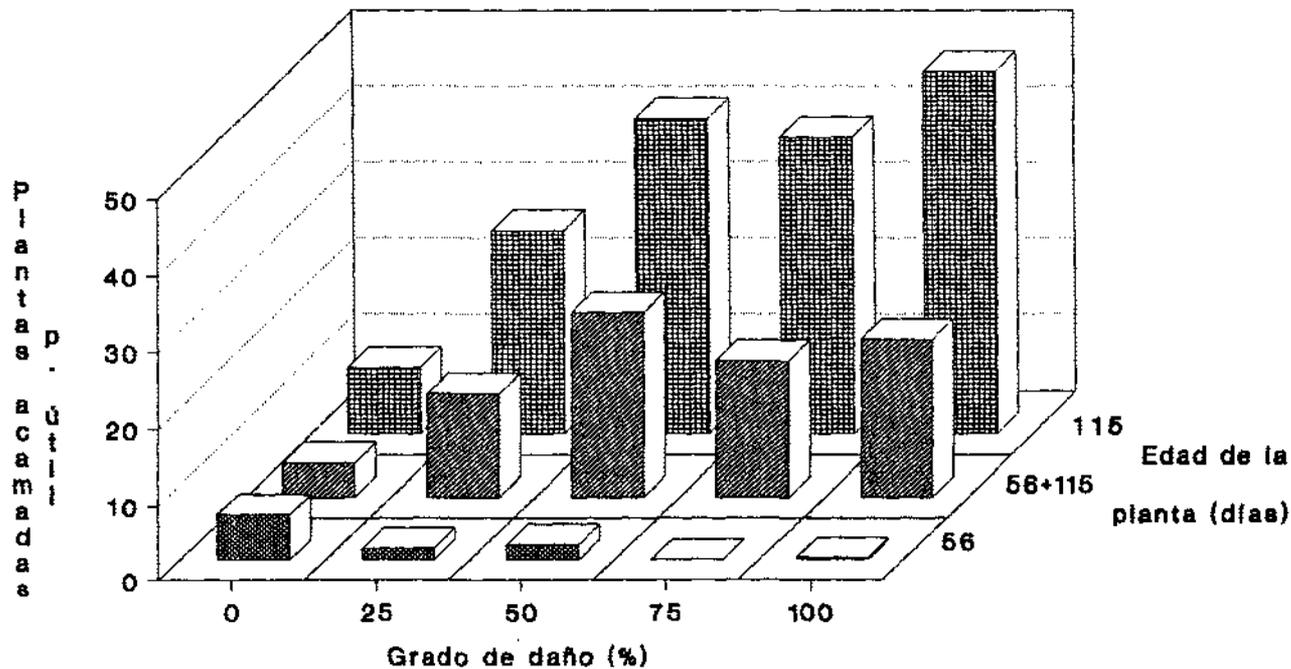


FIGURA 7. COMPORTAMIENTO DEL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS (P. UTIL), POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL, TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

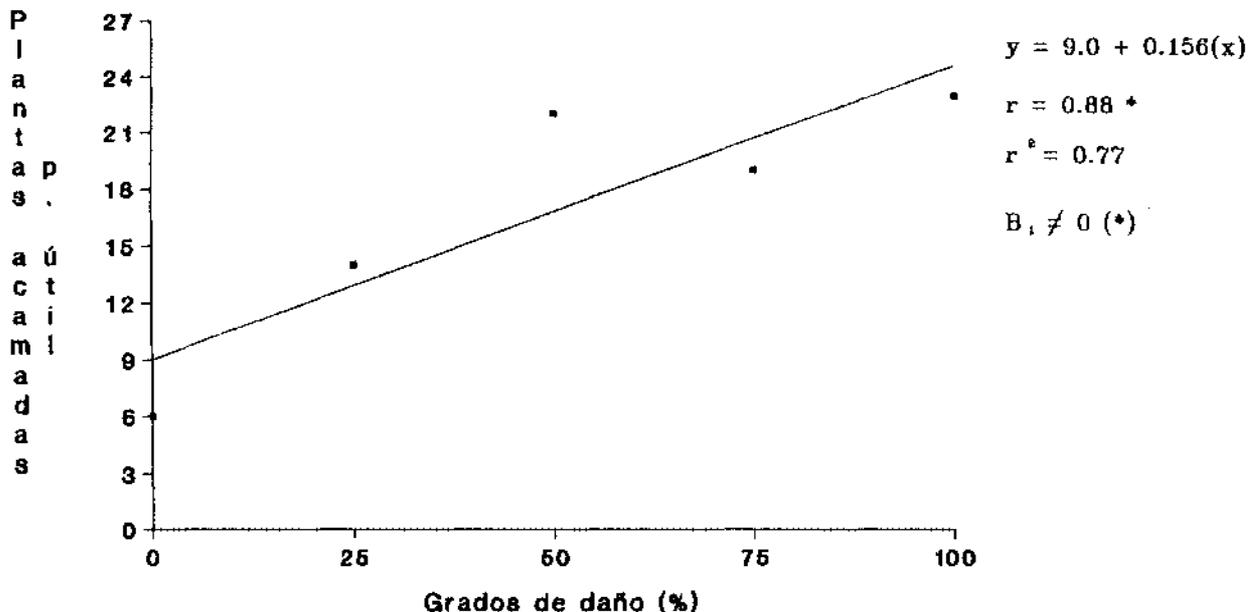


FIGURA 8. REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS POR PARCELA UTIL (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.

asociación existente entre el número de plantas acamadas y el grado de daño a la raíz, indicando que a medida que se incrementó el daño aumentó el número de plantas acamadas.

El coeficiente de regresión de la recta fue diferente a cero ($t= 3.27^*$).

El menor número de plantas acamadas al efectuar el daño en plantas jóvenes (56 días de desarrollo) se debe a que emitieron raíces nuevas después del daño infligido; en contraposición, cuando el daño ocurrió en plantas viejas (115 días de desarrollo) se presentó un mayor número de plantas acamadas debido a su incapacidad para recuperarse del daño a la raíz, teniendo como consecuencia un sistema radical inadecuado para sostener la parte aérea de la estructura de la planta; estos resultados coinciden con lo encontrado por González (1983), quien indicó que si el ataque por plagas rizófagas es tardío en el desarrollo de las plantas, estas pueden ser acamadas por el viento debido a que su sistema radical ha sido fuertemente afectado por la plaga.

Para plantas acamadas, los grados de daño a la raíz más críticos fueron del 50, 75 y 100%.

El comportamiento de esta variable refuerza lo obtenido con el peso de raíz.

4.5 Plantas por hectárea

El número de plantas por hectárea, presentó diferencias altamente significativas para el Factor A y sólo diferencias significativas en el Factor B (CUADRO 5A del APENDICE); en la interacción no hubo significancia. Los coeficientes de variación que fueron de 13 y 14% para el Factor A y el Factor B, respectivamente, se consideran bajos.

En el CUADRO 6, se observa que para el Factor A se formaron 2 grupos estadísticamente diferentes; el primero, y con el mayor número de plantas por ha, se presentó cuando el daño se realizó en forma única en plantas de 115 días de desarrollo; y el segundo, el cual presentó los valores más bajos de plantas/ha, se constituyó por el daño hecho en plantas más jóvenes tanto en forma única (56 días) como acumulada (56+115 días).

Para el Factor B, se obtuvieron 2 grupos de significancia; los daños del 0, 25 y 50% conformaron el primer grupo con 55729, 48049 y 49033 plantas/ha, respectivamente; y el último grupo, y con los más bajos valores, abarcó los daños del 25 al 100% con un rango de plantas/ha de 48049 a 46875. El comportamiento de esta variable se muestra en la FIGURA 9.

CUADRO 6. EFECTO DEL FACTOR A (EDAD DE LA PLANTA EN QUE SE REALIZO EL DAÑO SIMULADO) Y DEL FACTOR B (GRADOS DE DAÑO A LA RAIZ) SOBRE EL No. DE PLANTAS POR HA., Y SU COMPARACION ESTADISTICA MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN EL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL, TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.

Factor A (Edad planta)	Factor B (Grados de daño)					Factor A Total	Tukey 0.05
	0%	25%	50%	75%	100%		
115 días	57813	56424	54688	50893	55580	275398	A
56 días	55134	41741	50223	46429	41964	235491	B
56+115 días	54241	45982	42188	42857	43080	228348	B
Factor B	Total: 167188	144147	147099	140179	140624		
	Prom.: 55729	48049	49033	46726	46875		
Tukey 0.05	A	A	A				
		B	B	B	B		

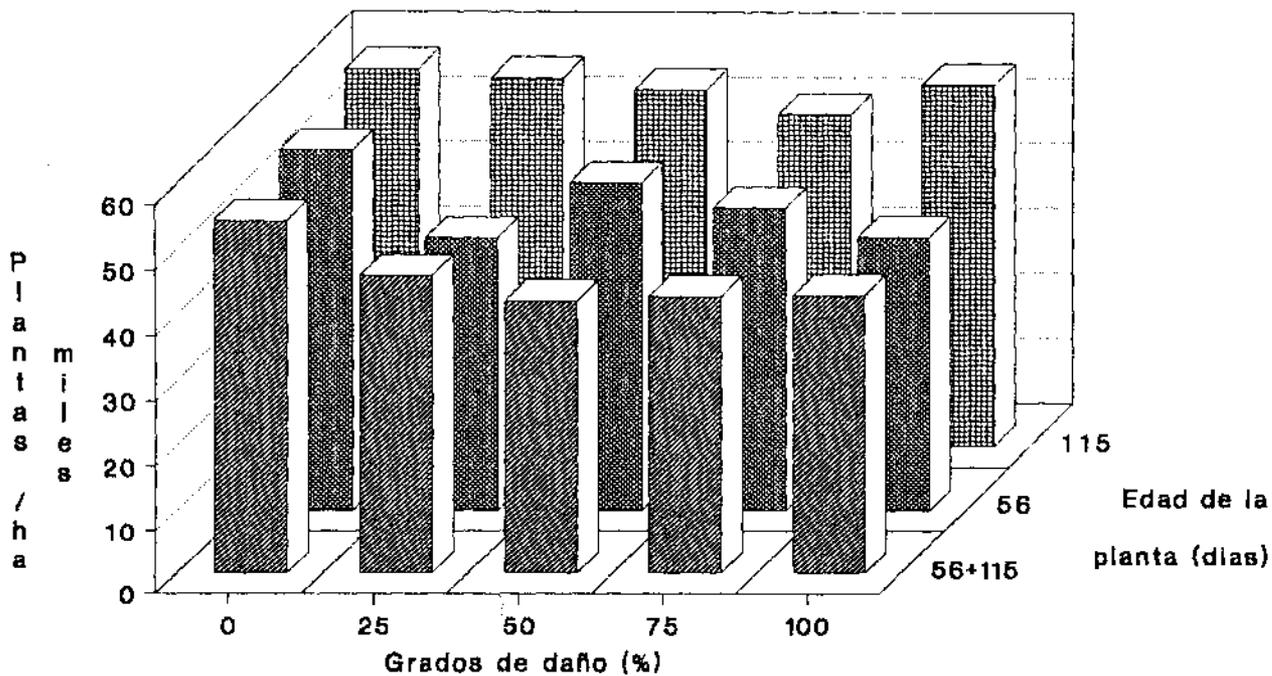


FIGURA 9. COMPORTAMIENTO DEL NUMERO DE PLANTAS POR HA, POR EFECTO DEL DAÑO SIMULADO PRACTICADO A LA RAIZ EN VARIOS GRADOS Y ETAPAS DE CRECIMIENTO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

El número de plantas/ha mostró la tendencia a disminuir al incrementarse el daño a la raíz (FIGURA 10). y el modelo de regresión lineal simple $y = 53,089 - 76.12(x)$ presentó un ajuste bajo a los datos observados ($r^2 = 0.64$): el coeficiente de correlación ($r = -0.80$ N.S.) aunque mostró un valor alto no resultó significativo, indicando que la relación negativa existente entre el número de plantas /ha y el grado de daño a la raíz pudiera ser descrito más adecuadamente por otra función estadística (cuadrática, logarítmica, exponencial, etc..). Corroborando lo anterior, el coeficiente de regresión de la recta fue igual a cero ($t = 2.38$ N.S.).

Se observó que dañando en forma única a plantas con un estado de desarrollo avanzado (a los 115 días de edad), se obtuvo un mayor número de plantas por/ha que dañando plantas en estado de crecimiento, tanto en forma única como acumulada (56 y 56+115 días); además, lo anterior concuerda con lo citado por González (1983) y por De la Paz (1992), los cuales afirmaron que las infestaciones tempranas de plagas rizófagas disminuyen el número de plantas/ha.

Para esta variable, los niveles de daño a la raíz más críticos fueron del orden del 25, 50, 75 y 100% .

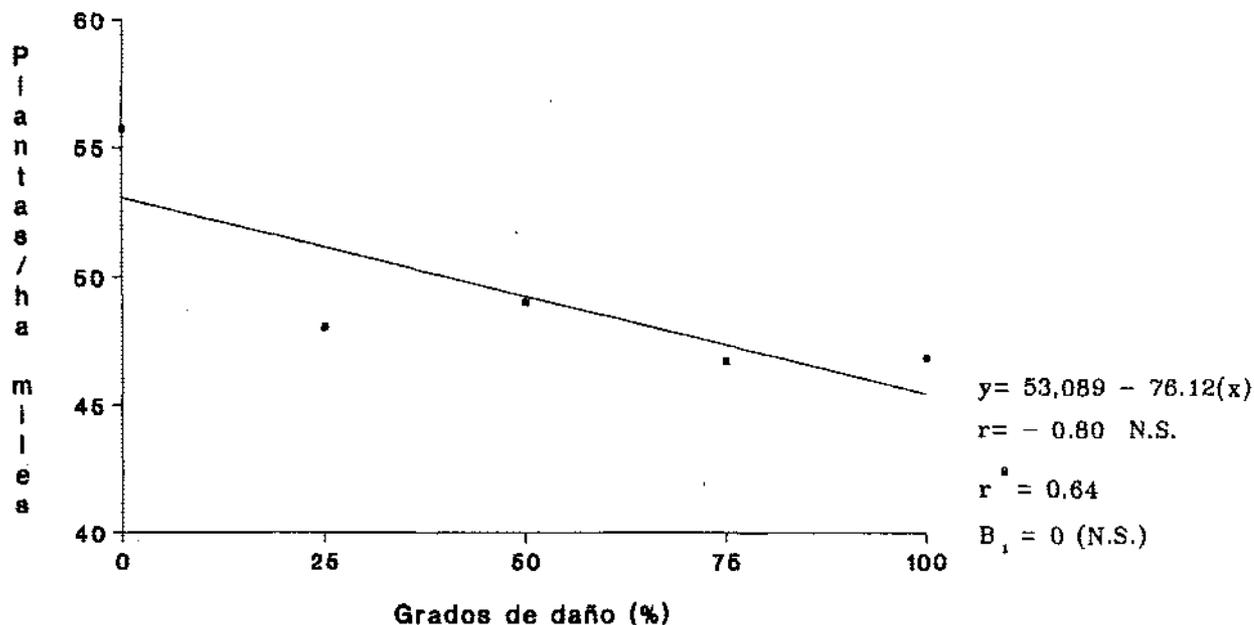


FIGURA 10. REGRESION LINEAL SIMPLE Y LOS COEFICIENTES DE CORRELACION Y DETERMINACION, ASI COMO LA SIGNIFICANCIA DE LA PENDIENTE DE LA RECTA, ENTRE LOS GRADOS DE DAÑO (x) Y EL NUMERO DE PLANTAS POR HA (y), DEL MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. TESISTAN, ZAPOPAN, JAL. CICLO P-V 1991.

En forma general, al efectuar los daños a la raíz del maíz, los tratamientos únicos (realizados a los 56 y 115 días de edad) ejercieron un efecto similar en el cultivo en las variables de rendimiento en kg/ha y peso de raíz en gr; pero diferente en altura de planta en cm, número de plantas acamadas por parcela útil y número de plantas/ha. El tratamiento realizado en forma acumulada (a los 56+115 días) fue más severo sobre todas las variables analizadas que los tratamientos hechos en una sola ocasión.

Entre los daños no acumulados, el practicado a plantas de 115 días de edad afectó en menor intensidad el rendimiento de grano en kg/ha, el cultivo mostró plantas con mayor altura y un mayor número de plantas por hectárea, pero presentó el mayor número de plantas con acame debido a que la planta no pudo recuperar su anclaje al suelo, debido a su incapacidad de sustituir la raíz dañada, además del alto peso de la parte aérea de la planta.

De lo anterior, se desprende que una posible etapa crítica del cultivo del maíz con respecto al daño a la raíz se encuentre en la fase inicial del desarrollo de las plantas.

El daño acumulado (practicado a los 56+115 días del desarrollo del cultivo), afectó más drásticamente el rendimiento, presentando además plantas de menor altura y

un menor número de plantas por ha. así como un mayor número de plantas acamadas.

En cuanto a los grados de daño practicados a la raíz de plantas de maíz; se observó que, en todas las variables agronómicas estudiadas, los daños del 75 y 100% fueron los más críticos; sin embargo, el daño del 50% aunque no mostró la misma intensidad de respuesta presentó valores altos en las variables medidas. Esto indica que la planta del maíz posiblemente no pueda soportar daños en su raíz superiores al 50% de su volumen.

De los coeficientes de variación obtenidos en este estudio para el Factor A; se observó que, a excepción del peso de raíz en gr y del número de plantas acamadas por parcela útil que presentaron valores de 44 y 34 % , respectivamente, rangos considerados altos al tratarse de variables agronómicas, las demás variables presentaron niveles adecuados (entre un 4 y 16%).

En el Factor B, únicamente el número de plantas acamadas presentó un coeficiente de variación del 40%, valor considerado alto; las demás variables presentaron valores confiables (de un 6 a un 19%).

El rendimiento de grano en kg/ha, el peso de raíz en gr y el altura de planta en cm. mostraron tendencias a disminuir a medida que se incrementó el grado de daño a la raíz; y las relaciones existentes entre estas variables y los grados de daño fueron descritas adecuadamente mediante modelos de regresión lineal simple. Esto coincide con lo mencionado por Rodríguez (1986), quien señaló que los daños simulados disminuyen entre otras variables, el rendimiento y la altura de la planta, en función del número de cortes realizado.

El número de plantas acamadas por parcela útil y los grados de daño, presentaron un comportamiento diferente a las variables anteriores, pues el número de plantas acamadas aumentó al incrementarse el nivel de daño a la raíz, teniendo el modelo de regresión lineal propuesto un buen ajuste a los datos observados. El número de plantas por ha y los grados de daño no mostraron una buena relación lineal, siendo probable que un modelo de regresión de otro tipo (cuadrático, logarítmico, exponencial, etc.) dé un mejor ajuste a los datos observados.

El comportamiento de las variables agronómicas observadas en este estudio, se debe en gran medida a que el tratamiento de fertilización fue alto (200-80-00 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente); permitiendo, estos niveles de fertilización, una rápida y

alta recuperación de la raíz de la planta al daño, sobre todo cuando éste fue realizado en plantas pequeñas que tienen más capacidad para generar raíces.

En el CUADRO 6A del APENDICE, se presenta la correlación existente entre las 5 variables agronómicas estudiadas, observándose que entre rendimiento y peso de raíz existe una relación positiva alta y significativa, indicando que a medida que aumentó el peso de raíz se incrementó el rendimiento; el rendimiento y la altura de planta presentaron una alta asociación positiva y altamente significativa, mostrando que las plantas con mayor altura presentan un rendimiento más alto.

Entre el rendimiento y el número de plantas acamadas la correlación fue negativa alta y significativa, indicando que a medida que aumentó el acame disminuyó el rendimiento. El peso de raíz y la altura de planta, presentó una relación positiva alta y significativa, indicando que al incrementarse el peso de la raíz, las plantas desarrollan un mayor porte o altura. Entre las demás variables, no se presentó correlación alguna.

Estos resultados indican que las plantas de maíz con mayor rendimiento de grano son aquellas que presentan raíces bien desarrolladas, buen porte de planta y no están acamadas.

V. CONCLUSIONES

5.1) Al practicar el daño simulado a la raíz del maíz de humedad residual en una sola ocasión (a los 56 y 115 días de edad de las plantas), el cultivo respondió a ambos tratamientos en forma más satisfactoria y muy similar en las variables agronómicas evaluadas, que cuando el daño se realizó de manera acumulada (a los 56+115 días).

5.2) El daño único realizado en plantas de maíz que estaban en plena madurez fisiológica (115 días de edad) tuvo un efecto menos severo en el rendimiento de grano en kg/ha, altura de planta en cm y plantas/ha, que el daño efectuado en plantas que estaban en etapa de crecimiento (56 días); sin embargo, el alto número de plantas acamadas obtenido en los daños tardíos representa un fuerte inconveniente para las labores de cosecha, lo cual ubica a éste estado de desarrollo del cultivo como una posible etapa crítica del cultivo del maíz de humedad residual.

Considerando que el mayor acame ocurrió en los daños tardíos (atribuido a las larvas de *Macrodactylus virens* Bates), se deduce que las plantas acamadas, en el cultivo del maíz de humedad residual, se deben principalmente al ataque de gallina ciega.

5.3) El daño acumulado (practicado a los 56+115 días) afectó más severamente el rendimiento de grano en kg/ha, la altura de las plantas, el número de plantas acamadas y el número de plantas por hectárea.

5.4) Habiéndose determinado que los niveles de daño a la raíz del maíz más drásticos fueron el 75 y 100%, y que el daño del 50% mostró la tendencia a ser crítico en algunas variables, se infiere que el cultivo del maíz posiblemente no puede soportar daños superiores al 50% en su raíz.

5.5) El rendimiento de grano en kg/ha, el peso de raíz en gr y el altura de planta en cm, tendieron a disminuir a medida que se incrementó el grado de daño a la raíz. Las relaciones existentes entre estas variables y los grados de daño, fueron descritas adecuadamente por los siguientes modelos de regresión lineal simple: $y = 7.816 - 34.47(x)$, $y = 131.9 - 0.4(x)$ y, $y = 270.4 - 0.26(x)$, para las variables mencionadas anteriormente, respectivamente.

5.6) El número de plantas acamadas por parcela útil aumentó al incrementarse el daño a la raíz, teniendo el modelo $y = 7.0 + 0.156(x)$ un buen ajuste a los datos observados.

5.7) La relación entre el número de plantas por hectárea y los grados de daño no fue descrita satisfactoriamente por el modelo de regresión lineal propuesto.

5.8) Además, se observó que las plantas de maíz con mayor rendimiento de grano fueron aquellas que presentaron raíces bien desarrolladas, buen porte de planta y no estaban acamadas.

5.9) Partiendo de los resultados obtenidos en este y en otros estudios, se concluye que las técnicas de daño simulado a la raíz del maíz, pueden ser útiles en los programas de control integrado de plagas ya que permiten tener un mejor conocimiento del comportamiento del cultivo en diferentes etapas de su desarrollo y su relación existente con la especie o especies insectiles que se deben controlar.

5.10) Conociendo la eficiencia de las técnicas de daño simulado a la raíz del maíz, se podría implementar esta útil herramienta en otro tipo de estudios como la determinación de genotipos con tolerancia al ataque de larvas rizófagas, con resultados más rápidos e igualmente eficaces que cuando se trabaja con poblaciones naturales de insectos.

VI. LITERATURA CITADA

- 1- Alavez R., J.F. 1978. Aplicación de insecticidas al suelo contra Colaspis sp., en maíz en la Costa de Jalisco. Memoria. Mesa Redonda de Plagas del Suelo. Guadalajara, Jal., México. p. 9.
- 2- Amparán S., R.T., F. Villalpando I., S. De la Paz. 1986. Informe anual de investigación del proyecto: Control de plagas que afectan al sistema radicular del maíz en Jalisco. SARH. INIFAP. CIAB. CAEAJAL. p. 49.
- 3- SARH. 1980. Principales plagas del maíz. Dirección General de Sanidad Vegetal. pp. 27-31.
- 4- SPP. 1980. Carta de Climas. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.
- 5- SPP. 1981. Síntesis Geográfica de Jalisco. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. p. 23.
- 6- SPP. 1982. Carta Edafológica. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.

- 7- INEGI. 1988. Abasto y Comercialización de Productos Básicos. Maíz. SECOFI, PRONAL, CONASUPO, SISVAN. Aguascalientes. Aqs. pp. 3-4.
- 8- SGGEJ. 1988. Los Municipios de Jalisco. Colección. Enciclopedia de los Municipios de México. Primera Edición. pp. 809 y 810.
- 9- INEGI. 1991. El Sector Alimentario en México. CONAL. pp. 33-311.
- 10- Avila J., R. 1990. Aportación bibliográfica al conocimiento del complejo rizófago que ataca al cultivo del maíz y evaluación de insecticidas para su control. Tesis profesional. Ing. Agr. Guadalajara. Jalisco, México. Facultad de Agronomía. U. de G. pp. 20 y 27.
- 11- Ayala O., J.L. 1983. Las diabroticas como plagas del suelo. II Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, México. pp. 84 y 88.
- 12- Bautista M., J. 1978. Importancia económica de las plagas del suelo en el estado de Jalisco. Mesa Redonda de Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Guadalajara, Jal. p. 53.

- 13- Branson, T.F., J. Reyes R. v H. Valdés M. 1982. Field biology of mexican corn rootworm, Diabrotica virgifera zeae (Coleoptera: Chrysomelidae) in Central México. Env. Ent. 11(5): 1078-1083.
- 14- Campos B., R. 1983. Las gallinas ciegas como plagas del suelo. II Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, México. p.C19.
- 15- De la Paz G., S. 1978. El rendimiento de la soya en función del grado de daño y la etapa de desarrollo del cultivo en el Sur de Tamaulipas. Informe del Programa de Entomología. CAEHUAS. CIAGON. INIA. SARH. pp. 62-74.
- 16- _____ 1986. Evaluación de diferentes tratamientos con insecticidas en el combate de plagas que dañan a la raíz y el follaje del maíz de humedad residual. Zapopan, Jal. Informe Anual del Programa de Entomología. CAEAJAL. CIAB. SARH. INIA.
- 17- _____ 1987. Evaluación de diferentes tratamientos con insecticidas en el combate de plagas que dañan la raíz y el follaje del maíz de humedad residual en Zapopan, Jal. Resumen

General de los Subproyectos realizados por la
Disciplina de Entomología del CEVAZ. CIAB. INIA.
SARH.

- 18- _____ 1990. Evaluación de diferentes
tratamientos de protección química y época de
aplicación de insecticidas, sobre el complejo de
larvas rizófagas y el rendimiento, en maíz de
humedad residual en Nextipac. Zapopan, Jalisco.
CEVAZ. CIAB. INIFAP. SARH.
- 19- _____ 1992. Plagas del maíz, del frijol y de
la asociación maíz-frijol en los Altos de
Jalisco. Folleto Técnico sin publicar. CEFAP -
Centro de Jalisco. CIPAC. INIFAP. SARH. pp.
16-19.
- 20- Félix F., E. 1978. El control de las principales plagas
del suelo en maíz en el estado de Jalisco. Mesa
Redonda de Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad
Mexicana de entomología. Guadalajara, Jal. pp.
45-46.
- 21- _____ y J. Reyes R. 1990. Plagas rizófagas de
cultivos básicos en Jalisco. SARH. Jefatura del
Programa de Sanidad Vegetal. Boletín Técnico.
CREDIF. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 3-11.

- 22- Fitzgerald, P.J., E.E. Ortman y T.F. Branson. 1968.
Evaluathion of mechanical damage to roots of
comercial varieties. Crop. Sci. 8: 419-421.
- 23- García M., C. 1978. Identificación y clasificación de
las principales plagas del suelo en México. Mesa
Redonda de Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad
Mexicana de Entomología. Guadalajara, Jal. p.9.
- 24- Garza G., R. 1983. Los gusanos de alambre. II Mesa
Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria.
Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo,
México. p.D1.
- 25- González O., S. 1983. Importancia de la oportunidad en
los tratamientos contra plagas del suelo. II
Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria.
Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo,
México. p. C47.
- 26- Krysan, J.L., R.F. Smith, T.F. Branson y P.L. Guss.
1980. A new subspecies of Diabrotica virgifera
(Coleoptera: Chrysomelidae): Description,
distribution and sexual compatibility. Ann. Ent.
Soc. Am. 73(2): 123-130.

- 27- Le Clerg. E.L. 1971. Field Experiments for Assessment of Crop Losses. Crop Loss Assessment Methods. FAO. CAB. Great Britain. pp. 2.1/1 - 2.1/9.
- 28- Loya R., J. 1978. Principales plagas del maiz en Morelos. Circular No.99. CIAMEC. INIA. SARH. p.4.
- 29- Maxwell, G.F. y P.R. Jennings. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Primera Edición. Ed. Limusa. México, D.F. p. 400.
- 30- Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1972. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Ed. CECOSA. Cuarta impresión en Español. México. D.F. pp. 564-566 y 571-572.
- 31- Morón R., M.A. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleópteros Melolonthidae edáficos de México. II Mesa redonda sobre plagas del suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, México. 1983. p. 02.
- 32- Moya R., G., E. Santana C. y P. Plaza L. 1988. Búsqueda de resistencia en Zea Diploperenis (Gramineae) para disminuir el daño por plagas del suelo en maiz. Tercera Mesa Redonda Sobre Plagas del

Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Morelia. Michoacán. p.180.

- 33- Mullins. G.L. y J. Edwards H. 1988. Root trimming influence on elongation, development, and potassium influx of corn roots. Dep. Agron. and Soils. Auburn. Agronomy Journal. USA. 80(1): 91-94 (16 ref.).
- 34- Nájera R., M. 1988. Control de plagas que afectan al sistema radicular del maíz en Jalisco. Tercera Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Morelia, Michoacán. pp. 250, 263 y 267.
- 35- National Academy of Sciences. 1989. Manejo y control de plagas de insectos. Vol.3. Ed. Limusa. Noriega Editores. México. D.F. pp. 53, 461 y 462.
- 36- Reyes R., J. y M. G. Rodríguez. 1988. Descripción morfológica de Colaspis chapalensis Blake (Coleoptera: Chrysomelidae) en maíz temporalero del estado de Jalisco. Tercera Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Morelia, Michoacán. pp.139-143.

- 37- Rodríguez D., L.A. 1978. Clave de campo para identificación de plagas del maíz y su combate en el Norte de Tamaulipas. Circular CIAGON. INIA. SARH. pp.3-6.
- 38- _____ 1986. Daño simulado al sistema radicular del maíz: una herramienta en la búsqueda de tolerancia varietal a plagas del suelo. Agricultura Técnica en México. SARH. INIA. Vol. 12. pp.121-134.
- 39- Romero P., S. 1983. Experiencias en el manejo de insecticidas contra plagas del suelo en maíz en Jalisco. II Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, México. p.H25.
- 40- Sánchez, E., J. 1983. Control químico de las plagas subterráneas. II Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, México. p.H11.
- 41- Sifuentes A., J.A. 1985. Plagas del maíz en México. SARH. INIA. Folleto Técnico Num. 85. pp. 2-12.

- 42- Steel, D.P.G. y J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. With Special Reference to the Biological Sciences. Ed. Mc Graw Hill. U.S.A. pp. 109, 110, 245, 246, y 444.
- 43- Vázquez N., J.M.; U. Nava C. y K.F. Byerly M. 1991. Respuesta del algodónero a diferentes períodos y tazas de remoción progresiva de cuadros, simulando daño de plagas. XXVI Congreso Nacional de Entomología. Resúmenes. Sociedad Mexicana de Entomología. Veracruz, México. pp. 215 y 216.
- 44- Von, E.H. 1978. Combate de plagas del suelo y rendimientos promedio. Mesa Redonda de Plagas del Suelo. Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología, Guadalajara, Jal. México. p. 23.
- 45- Walker, P.T. 1981. Crop Loss Assessment Methods- Supplements 3. Centre for Overseas Pest Research. London, UK. pp.73-77.
- 46- _____ 1983. Crop Losses: the need to quantify the effects of pest, diseases and weeds on agriculture production. Agriculture, Ecosystems and Environment. 9: 119-158.

CUADRO 1A. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN KG/HA, Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ, TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	283720.583	94573.528			
Factor A	2	17308754.533	8654377.267	9.01 *	5.14	10.92
Error(a)	6	5761045.466	960174.244			
Factor B	4	90025806.233	22506451.558	34.29 **	2.63	3.89
Interacción	8	9450655.467	1181331.933	1.80 NS	2.21	3.04
Error(b)	36	23625410.7	656261.4			
Total	59	146455392.98				

CV(a)= 16%

CV(b)= 13%

NS = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 2A. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE RAIZ EN GR, Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ, TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	16157.716	5385.906			
Factor A	2	5319.682	2659.841	1.10 NS	5.14	10.92
Error(a)	6	14416.803	2402.8			
Factor B	4	13333.224	3333.306	7.19 **	2.63	3.89
Interacción	8	4198.868	524.858	1.13 NS	2.21	3.04
Error(b)	36	16694.008	463.722			
Total	59	70120.302				

CV(a)= 44%

CV(b)= 19%

NS = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 3A. ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA EN CM. Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ, TESTISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	16.133	5.378			
Factor A	2	5153.633	2576.817	21.93 **	5.14	10.92
Error(a)	6	704.767	117.461			
Factor B	4	5222.433	1305.608	6.47 **	2.63	3.89
Interacción	8	1815.867	226.893	1.12 NS	2.21	3.04
Error(b)	36	7268.100	201.892			
		20180.933				
Total	59	20180.933				

CV(a) = 4%

CV(b) = 6%

N.S. = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 4A. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE PLANTAS ACAMADAS (P. UTILI), Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ, TESTISTAN, ZAPOPAN, JALISCO. CICLO P-V 1991.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	322.200	107.4			
Factor A	2	9351.433	4675.717	143.50 **	5.14	10.92
Error(a)	6	195.500	32.583			
Factor B	4	2273.167	568.292	12.69 **	2.63	3.89
Interacción	8	2533.733	316.717	7.07 **	2.21	3.04
Error(b)	36	1612.300	44.786			
Total	59	16288.333				

CV(a) = 34%

CV(b) = 40%

N.S. = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 5A. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE PLANTAS POR HA (MILES) Y LOS COEFICIENTES DE VARIACION OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO DE DANO SIMULADO A LA RAZA DEL MAIZ, RESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	21115889.517	7038563.172			
Factor A	2	1028555167.167	514277583.517	12.64 **	5.14	10.92
Error(a)	6	244138067.633	40689677.933			
Factor B	4	865681932.267	166420358.067	3.38 *	2.63	3.89
Interacción	8	363728597.133	45466074.642	0.92 NS	2.21	3.04
Error(b)	36	1772374382.600				
Total	59	4095593336.183				

CV(a) = 13%

CV(b) = 14%

N.S. = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 6A. COEFICIENTES DE CORRELACION SIMPLE ENTRE LAS 5 VARIABLES AGRONOMICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE DAÑO SIMULADO A LA RAIZ DEL MAIZ, Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA. TESISTAN, ZAPOPAN, JALISCO, CICLO P-V 1991.

<i>Variable</i>	Rend. kg/ha	Peso raiz	Altura planta	Plantas acabadas	Plantas por ha
Peso raiz	0.92 *	1			
Altura planta	0.96 **	0.88 *	1		
Plantas acabadas	-0.90 *	-0.76 NS	-0.79 NS	1	
Plantas por ha	0.86 NS	0.66 NS	0.80 NS	-0.84 NS	1

N.S. = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%