

---

---

# Universidad de Guadalajara

---

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

MÉTODOS DE INOCULACIÓN DE 2 ENFERMEDADES  
FUNGOSAS EN MAÍZ, PARA LA REGIÓN DE  
ZAPOCAN, JALISCO.

---

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
ORIENTACION FITOTECNIA  
P R E S E N T A  
PEDRO GUTIERREZ GOMEZ  
GUADALAJARA, JALISCO JUNIO DE 1988

---

---



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Febrero 23 de 1968

C. PROFESORES:

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA, DIRECTOR

ING. HUBERTO RUELAS MURGUÍA, ASESOR

ING. JOSÉ MA. AYALA RAMÍREZ, ASESOR

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

"MÉTODOS DE INOCULACIÓN DE 2 ENFERMEDADES FUNGOSAS EN MAÍZ, PARA LA REGIÓN DE ZAPOPÁN, JALISCO".

presentado por el (los) PASANTE (ES) PEDRO GUTIERREZ GOMEZ

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  
"ARO ENRIQUE GÍJAZ DE LEÓN"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....  
Número .....

Febrero 23 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
PEDRO GUTIERREZ GOMEZ

titulada:

" METODOS DE INOCULACION DE 2 ENFERMEDADES FUNGOSAS EN MAIZ, PARA  
LA REGION DE ZAPOPAN, JALISCO "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

ASESOR

ASESOR

ING. HUMBERTO RUELAS MURGUIA

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

srd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

METODOS DE INOCULACION DE 2 ENFERMEDADES  
FUNGOSAS EN MAIZ, PARA LA REGION DE  
ZAPOPAN, JALISCO.



LA AGRICULTURA  
ES LA PROFESION  
PROPIA DEL SABIO  
LA MAS ADECUADA  
AL SENCILLO Y  
LA OCUPACION MAS  
DIGNA PARA TODO  
HOMBRE LIBRE.

Cicerón.

## DEDICATORIAS

A quien fuera mi amiga, compañera y novia durante el período de estudios en la facultad: María Cristina Hernández Gómez, con sincero cariño, respeto y amor por su comprensión, amabilidad y cariño.

A LA MEMORIA DE:

    Mi padre José Gutiérrez Ornelas por sus consejos y el recuerdo de su noble bondad.

A MI MADRE:

    Guadalupe Gómez vda, de Gutiérrez con afecto por su ejemplar esfuerzo para verme formado.

A MIS HERMANOS:

    Josefina, Rosario, Juan, Francisco, Alicia, María Jesús, Guadalupe, Carmen, Martha, Ricardo, Antonio, Ignacio, Felicitas y Octavio. A todos por su apoyo y comprensión.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A Dios que me ha permitido vivir luchando en busca de mi integridad personal y humana.

A la Universidad de Guadalajara con enorme gratitud; ya que es a ella a quien debo mi formación profesional.

A mi director de tesis Ing. Agr. Salvador Mena Munguía por su ayuda en la elaboración del presente trabajo.

A mis asesores: Ing. Agr. Humberto Ruelas Murguía e Ing. Agr. José María Ayala Ramírez, por su valiosa cooperación y apoyo decidido.

A todos mis profesores por los conocimientos que de ellos obtuve para mi preparación profesional.

A todos mis compañeros por su amistad y comprensión.

Al Ing. Agr. Horacio Sánchez Anguiano, por su accesibilidad, ayuda y recomendaciones para la realización del presente trabajo.

Al INIFAP, por las facilidades prestadas para el desarrollo del presente trabajo de investigación, y a todo el personal del CIFAP-JAL.

TQL. María Gómez Romo encargada del Laboratorio de Fitopatología del CEFAP-Altos de Jalisco por su ayuda en la realización de los cultivos de Fusarium.

A la Sra. Rosy Enciso R. por su excelente trabajo mecanográfico.

A todas aquellas persona que han contribuido de una u otra manera en la realización de mi formación profesional.

## CONTENIDO

	pág.
INDICE DE CUADROS . . . . .	i
INDICE DE FIGURAS . . . . .	ii
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE . . . . .	iii
INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE . . . . .	iv
RESUMEN . . . . .	v
1 INTRODUCCION . . . . .	1
2 REVISION DE LITERATURA . . . . .	6
2.1. Importancia del Carbón de la espiga . . . . .	6
2.2. Importancia de las pudriciones de raíz y tallo . . . . .	7
2.3. Importancia de la inoculación artificial de patóge- nos. . . . .	8
2.4. Técnicas de inoculación artificial . . . . .	9
2.5. El maíz y las técnicas de inoculación artificial de patógenos . . . . .	10
2.6. Técnicas de inoculación en tallos . . . . .	14
2.7. Técnicas de inoculación para Carbón de la espiga . . . . .	16
3 MATERIALES Y METODOS . . . . .	18
3.1. Ubicación del experimento . . . . .	18
3.1.1. Localización . . . . .	18
3.1.2. Clima . . . . .	18
3.1.3. Suelo . . . . .	18
3.2. Material genético . . . . .	19
3.3. Preparación del terreno . . . . .	19
3.4. Diseño experimental y tratamientos . . . . .	21
3.5. Preparación del inóculo. . . . .	21
3.6. Métodos de inoculación . . . . .	27
3.6.1. Carbón de la espiga . . . . .	27
3.6.2. <i>Fusarium spp.</i> . . . . .	28

	pág.
3.7 Siembra e inoculación . . . . .	29
3.8 Condición Agronómica . . . . .	30
3.9 Análisis de datos . . . . .	31
4 RESULTADOS . . . . .	32
4.1 Procedencia y obtención del inóculo . . . . .	32
4.2 Aislamiento de <i>Sphaelotheca reiliana</i> . . . . .	32
4.3 Aislamiento de <i>Fusarium</i> spp. . . . .	32
4.4 Resultados de las técnicas de inoculación de carbón de la espiga del maíz . . . . .	32
4.5 Resultados de las técnicas de inoculación en tallos.	34
5 DISCUSION . . . . .	41
5.1 Carbón de la espiga . . . . .	41
5.2 Pudriciones de raíz y tallo . . . . .	42
6 CONCLUSIONES . . . . .	44
7 BIBLIOGRAFIA . . . . .	46
8 APENDICE . . . . .	51

INDICE DE CUADROS

pág.

1.	RESUMEN DE ALGUNAS TECNICAS DE INOCULACION PARA LAS ENFERMEDADES DEL MAIZ. . . . .	11
2.	CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO DE LA LOCALIDAD DE NUEVO MEXICO, PROFUNDIDAD, DE 20 CMS. 1987. . . . .	20
3.	METODOS DE INOCULACION UTILIZADOS PARA CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ ( <i>Sphacelotheca reiliana</i> ). . . . .	22
4.	METODOS DE INOCULACION UTILIZADOS PARA PUDRICIONES DE TALLO ( <i>Fusarium spp.</i> ) . . . . .	25
5.	ESCALA DE CALIFICACIONES PARA INFECCIONES EN TALLO . . . . .	24
6.	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE <i>S.reiliana</i> EN EL MAIZ. HV-313 CON METODOS DE INOCULACION EN SEMILLA SIN FUNGICIDA. Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	33
7.	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <i>S. reiliana</i> EN EL MAIZ HV-313 CON METODOS DE INOCULACION EN SEMILLA CON FUNGICIDA, Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	33
8.	PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ. <i>S. reiliana</i> HV-313. Nuevo México, Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	35
9.	PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ <i>S.reiliana</i> HV-313. CONVERTIDOS A GRADOS Y PRUEBA EN DUNCAN. Nuevo México. Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	36
10.	PORCENTAJES DE CALIFICACIONES PARA DAÑOS PROVOCADOS POR LA INOCULACION ARTIFICIAL EN TALLOS DE MAIZ. -- H-314. Nuevo México, Zapopan, Jal. PV-1987 . . . . .	39

INDICE DE FIGURAS

1.	PROMEDIO DE CALIFICACIONES PARA TECNICAS DE INOCULACION EN TALLOS DE MAIZ. Nuevo México, Zapopán, Jal. PV-1987. . . . .	40
----	---	----

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

pág.

11.	CANTIDAD DE PLANTAS CON CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ HV-313, Nuevo México. Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	52
12.	PLANTAS TOTALES POR UNIDAD EXPERIMENTAL; PARA INOCULACION CON CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ. HV-313. - - Nuevo México. Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	53
13.	CANTIDAD DE PLANTAS POR GRADO DE CALIFICACION Y SU PROMEDIO PARA METODOS DE INOCULACION DE TALLOS DE MAIZ. H-314, CON <i>Fusarium</i> spp. Nuevo México. Zapopan, Jal. PV-1987. . . . .	54

INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

pág.

1. MUNICIPIOS QUE ABARCA EL VALLE DE ZAPOPAN. . . . .	55
2. UBICACION DEL EXPERIMENTO . . . . .	56

## RESUMEN.

La considerable baja en la producción de alimentos, en todo el mundo; provocada por las enfermedades de las plantas, ha ocasionado una intensa búsqueda de métodos que las controlen. En México las enfermedades contra las que se ha luchado son: el "Carbón de la espiga" (*Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clint.) del maíz, que se presenta en siembras de riego y humedad residual, afectando a la planta en la producción de mazorcas, reduciendo a cero la producción de cada planta infectada. Otra enfermedad es *Fusarium* spp., que es un hongo ubicuo; éste ataca a la planta en cuanto encuentra un ambiente adecuado, provocando pudrición de tallo y raíces, dando como resultado acame de plantas, dificultando de tal manera la cosecha. En el Valle de Zapopan, en el estado de Jalisco, ambas enfermedades han adquirido suma importancia en los últimos años.

Una de las formas de control de las enfermedades es por medio de híbridos resistentes; para evaluar dicha resistencia se requiere de una metodología de inoculación adecuada; por esta causa se realizó un experimento en el ciclo primavera-verano 1987, con la evaluación de 3 técnicas de inoculación para el "carbón de la espiga" y 10 técnicas de inoculación en tallo. Utilizándose un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones, donde la parcela experimental constó de 4 surcos de 6 metros de largo y una separación de 0.8 metros. Y para *Fusarium* spp. se utilizaron 50 plantas por técnica usando la Patometría para evaluar el grado de infección. Se utilizó el híbrido HV-313 para inocular "Carbón de la espiga" y el H-314 para inocular "*Fusarium*" ambos híbridos de PRONASE.

Los resultados del presente trabajo nos permitieron con-



**ESCUELA DE AGRICULTURA**  
**BIBLIOTECA**

cluir que para la inoculación artificial del " Carbón de la espi  
ga" la mejor técnica es en la que se utiliza al momento de la - -  
siembra 1 gr/m lineal de inóculo

Para la inoculación en tallos se llegó a la conclusión que  
el cultivo del hongo en forma transferida es igualmente virulen-  
to a su cultivo en forma directa.

Y la mejor técnica para buscar resistencia a pudrición de -  
tallo y raíces es la de perforar el tallo con taladro e incertan  
do un palillo con el patógeno.

## INTRODUCCION

En México el cultivo del maíz ( *Zea mays* L. ) es sin duda el más importante, pues ocupa la mitad del área bajo cultivo siendo además el alimento básico de la población.

La gran expansión de este cultivo se debe a que es una especie vegetal con una gran área de adaptación pero a nivel nacional su rendimiento por hectárea es bajo, esto obedece a 2 factores principales; uno de ellos es que la mayor parte del área que se siembra de maíz, es bajo condiciones de temporal y el otro factor se refiere a la tecnificación de las prácticas de cultivo poco uso de fertilizantes y falta de híbridos resistentes a enfermedades, seguía, etc.

Siendo las enfermedades, una de las causas más importantes en la baja producción de maíz en México, en los últimos años se le ha dado gran importancia a su control.

En el estado de Jalisco se ha determinado actualmente que el "carbón de la espiga" *Sphaerellotheca reiliana* (Kuhn) Clint y las pudriciones de raíz y tallo son las enfermedades que están mermando en forma considerable la producción, el "carbón de la es-

piga" además se ha detectado provocando considerables pérdidas económicas, en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Durango y estado de México.

Es común encontrar el " carbón de la espiga" en regiones con siembras de humedad residual y de riego, una de estas regiones es el Valle de Zapopan, en esta zona desde 1977 que apareció la enfermedad, se han observado híbridos comerciales hasta con un 40% de infección, un gran número de estos han salido del mercado (B-555, B-666, B-670, B-680 y H-309 ), debido a su susceptibilidad.

El Valle de Zapopan lo integran los municipios de Zapopan, Ixtlahuacán del Río, Cuquío, Tlajomulco, Guadalajara, Tonalá, y Tlaquepaque, en el cual se siembran 122,567 hectáreas de temporal y 48,380 hectáreas de maíz de humedad residual, sumando un total de 120,947 hectáreas; por lo que es una de las principales zonas maiceras del país, dados sus rendimientos por hectárea.

En 1982 la SARH, representación Jalisco, estableció medidas fitosanitarias para reducir el inóculo del " carbón de la espiga" los cuales son: a) Eliminación del mercado de variedades susceptibles, b) Quema y destrucción de mazorcas y espigas infectadas antes de la cosecha. Este problema ha ocasionado que en algunas localidades del Valle de Zapopan se este sustituyendo al cultivo

del maíz por otros más rentables, como la caña de azúcar ( *Saccharum officinarum* ) y el sorgo ( *Sorghum bicolor* ),

Otra enfermedad importante y de amplia distribución en el estado es la pudrición de raíz y tallo en maíz, ocasionado por *Fusarium* spp y otros patógenos, es una enfermedad que en los últimos años ha causado bajas en el rendimiento en los estados -- productores más importantes del país, dichos estados son: Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Tamaulipas y Jalisco.

En el Valle de Zapopan se han detectado parcelas con un 80% de hécame provocado principalmente por pudriciones de tallo y raíces y favorecidos por otros factores como son: la preparación del terreno, fuertes vientos, variedades de porte alto, daños en la escarda entre otros.

Los daños severos a la raíz y tallo, ocasionan el doblamiento o caída por completo de la planta, lo que se refleja en una producción pobre y semilla anormal cuando el ataque es temprano o bien las mazorcas caídas por organismos del suelo.

Dada la importancia de las enfermedades mencionadas el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias ( INIFAP ) en el Valle de Zapopan, ha enfocado sus investigacion

nes de control a los siguientes aspectos: 1) La resistencia Genética ( desarrollo y formación de variedades de polinización libre y de híbridos resistentes a las enfermedades mencionadas). 2) Control cultural ( fechas de siembra con relación a la incidencia y el efecto de fertilización en el " carbón de la espiga") 3) control Químico, mediante tratamiento a la semilla, aplicaciones foliares y tratamiento químico al suelo con fungicidas sistémicos para controlar al " carbón de la espiga ".

Con el propósito de lograr variedades de maíz resistentes a "carbón de la espiga" y a pudriciones de tallo y raíces se afronta el problema de no tener una técnica de inoculación comprobada como la más apropiada para efectuar selecciones de genotipos resistentes, así como la elección de tratamientos efectivos de fungicidas y sus métodos de uso.

Ante tal necesidad, se inicio el presente trabajo de investigación con la finalidad de encontrar la técnica de inoculación para cada una de las enfermedades mencionadas, que sea la más conveniente por su facilidad, su economía y sobre todo por su eficiencia.

Dentro del presente trabajo se han planteado los siguientes objetivos: a) Encontrar las técnicas más efectivas, prácticas y

económicas en la inoculación artificial de los hongos que provocan pudriciones de tallo y raíces, y del hongo causante del "cárbón de la espiga", b) Determinar la patogenicidad del hongo causante de pudrición del tallo y raíces; cuando se cultiva en forma directa e indirecta en el laboratorio.

La hipótesis a comprobar es la siguiente: Dentro de los métodos probados existe alguno con mayor factibilidad económica, - - práctica y técnica que las demás.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del " Carbón de la espiga "

Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo, en las zonas maiceras más importantes. Desde 1875 en que la enfermedad fué colectada y descrita por Kuhn en Egipto, se ha encontrado por los 4 continentes, parasitando cultivos de maíz y sorgo. En Sudafrica, Mundy (25) y Evans (11) la observaron en 1910 y 1911. En Europa; Passerini (27) la identifica en Italia, en 1896 y en Alemania la observó Busse (3) en 1904. En Australia McAlpine (24) menciona al carbón en 1910. En el Continente Asiático específicamente en China Halisky y Smeltzer (17) en 1961, la describen con una incidencia de hasta 90% y en América es descrita por Mankin (23) en 1890 infectando el cultivo del sorgo en Manhattan Kansas, creyendo que fué introducido por medio de semilla contaminada de Africa y Europa, Northon (26) la señala en maíz en 1895. En Brasil la identifica Viegas (32) en 1944.

En México López *et al* (21) en 1958, encontró que el " carbón de la espiga" atacó con incidencia de hasta 30% en cultivos de maíz en el Bajío. En 1962 Fuentes (13) menciona que se encuentra en varios estados de la república.

En Jalisco en la zona del Valle de Zapopan, según reportes de Sanidad Vegetal de la SARH (1) Señalan que el " carbón de la espiga. apareció en 1977 en siembras de humedad residual y ya en 1980. Ledezma (20) encontró incidencias de hasta 36%. Sánchez A. (28) en 1986, señala al " carbón de la espiga " como el principal enfermedad que ha ocasionado pérdidas económicas en los últimos años aunque su distribución se restringe al sistema de cultivo de

humedad residual (ya que en temporal el cultivo escapa a la infección del patógeno ); de 91 lotes muestrados en dicha región el 78% tuvo presencia de la enfermedad con un promedio de incidencia de 4.9% dentro de un rango de 1 a 32.3 %

## 2.2 Importancia de las pudriciones de raíz y tallo por *Fusarium* spp.

Malcolm (22) menciona que las podredumbres del tallo y raíces son universalmente importantes y se encuentran entre las más destructivas del maíz en todo el mundo. En la mayoría de los casos, las podredumbres se deben a un complejo de diversas especies de hongos, siendo *Fusarium* spp. el más importante.

Las pérdidas varían de época a época y de región a región. Las pérdidas de cosecha de un 10 hasta un 20% son comunes en E. U.A. mientras que las pérdidas de un 25 a un 33 % se dan en otros países donde existen diferentes climas y patógenos.

En México Escobedo *et al* (10) menciona que las regiones productoras más importantes se han visto afectados por pudriciones de tallos y raíces, causada por el hongo *Fusarium moniliforme*. Durante los últimos años esta enfermedad se ha intensificado en dichas regiones alcanzando altos porcentajes de infección en áreas donde antes apenas manifestara su presencia.

En Jalisco Sánchez A. (28) encontró que las pudriciones de raíz y tallo están ampliamente distribuidas en las regiones de: el Valle de Zapopan, Ameca y Sur del estado. Según información que recabó sobre los problemas fitopatológicos sobresalientes en el Valle de Zapopan en maíz de humedad, las pudriciones de tallo y raíces por *Fusarium* spp. ocupan el segundo lugar de importancia económica después del "carbón de la espiga" y en --

maíz y sorgo de temporal ocupa el primer sitio,

### 2.3 Importancia de la inoculación artificial de patógenos.

La principal arma con que cuenta el fitomejorador para producir híbridos resistentes a las enfermedades, es la inoculación artificial.

De Bauer (6) menciona que el método para seleccionar plantas resistentes a enfermedades, es el de someter una población al ataque del patógeno particular en condiciones naturales óptimas para el desarrollo de la enfermedad y conservar solo las sobrevivientes.

La posibilidad de encontrar zonas infectadas con cierto patógeno, en forma natural, como para evitar el realizar inoculación artificial, son mínimas; además se corre el riesgo de que ciertas plantas que se seleccionaron como resistentes en dichas condiciones no lo sean, debido a que pudieron escapar a la infección.

Jugenheimer (19) menciona que el mejoramiento para resistencia a enfermedades es una parte importante de un programa de mejoramiento en el cultivo del maíz. Sin embargo la selección por resistencia a enfermedades resulta obstaculizada o deficiente debido a que en muchos casos no se asegura que ocurra infección. Bajo tales circunstancias, es difícil determinar si una planta es resistente o ha escapado a la enfermedad. La inoculación artificial es una ayuda eficiente en el mejoramiento para resistencia a enfermedades.

El avance logrado en el mejoramiento genético, no hubiese sido posible, en la mayoría de los casos, sin el uso de la inoculación artificial. La complejidad de las técnicas de inoculación

ha ido en aumento de acuerdo a las necesidades del fitomejorador a tal grado que existen técnicas casi específicas para cada enfermedad y para cada cultivo. Así mismo la evaluación de la efectividad de los métodos de control de enfermedades a sido posible gracias a la inoculación artificial.

#### 2.4 Técnicas de inoculación artificial.

Las técnicas de inoculación artificial se clasifican según el área donde se deposita el inóculo y estas son:

a) Foliar. Las técnicas cuyo objeto es depositar al patógeno causante de determinada enfermedad sobre el follaje de las plantas, como son las royas en las gramíneas, se utiliza la aspersión con diluciones de conidios, micelios o esporas dependiendo del tipo de patógeno, otra técnica es la atomización o la simple dispersión del patógeno, sobre plantas sanas, en forma manual sacudiendo plantas infectadas, o con dispersión del patógeno incrementado en laboratorio. Además existe otra técnica específica para virus la cual consiste en tallar el área foliar con un algodón que contiene al patógeno.

b) Tallos. Las técnicas para inoculación de tallos varía desde la inyección con jeringa hipodérmica, la introducción del patógeno al tallo por medio de heridas (que se realiza de diversas maneras) en las cuales se introduce un portador del patógeno como el palillo hasta la simple herida del tallo en zonas donde el patógeno está presente y solamente se espera a que éste penetre e infecte por si solo, como es el caso de *Fusarium spp.*

c) Raíces. El inocular raíces, se utiliza regularmente en plántu

las para evaluar la resistencia de los cultivos en forma rápida. La inoculación consiste en introducir las raíces de las plantas en diluciones que contienen al patógeno. Otra técnica de inoculación de raíces es utilizar una dilución que contiene al patógeno, para regar el suelo donde se encuentra la planta. Y por último tenemos la técnica en la que se inocula el suelo para que al desarrollarse en él, las raíces éstas se infecten, tal es el caso del " carbón de la espiga ".

d) Frutos. Para inocular frutos como es el caso de las mazorcas de maíz, se utiliza la aspersión de diluciones que contienen al patógeno, sobre las mazorcas.

#### 2.5 El maíz y las técnicas de inoculación artificial de patógenos.

El maíz debido a su importancia es uno de los cultivos más estudiados, en el se han investigado técnicas de inoculación artificial para raíz, tallo, área foliar y frutos, de la gran cantidad de enfermedades que la atacan; las técnicas de inoculación en tallos y raíces, son el objeto del presente trabajo y serán tratados cada uno por separado.

#### Técnicas de inoculación al follaje

Jugenheimer (19) menciona que el maíz es atacado por muchas enfermedades foliares. Algunas de las técnicas existentes las describe en el Cuadro No. 1; dicho cuadro fué propuesto por Andrew en 1954 en la séptima reunión de la FAO sobre maíz híbrido efectuada en Belgrado.

Hongo	Epoca de inoculación	Procedimiento	Frecuencia de inoculación	Aparición de síntomas
<i>Ustilago maydis</i>	15-20 días antes del espigamiento	Con aguja en el verticilio superior	Una vez	En la época de floración
<i>Helminthosporium turcicum</i>	Cuando las plantas tienen de 12-18 plg. de altura	Con un aspersor de aire comprimido en el verticilo superior	2 veces por semana durante 3 semanas	Después de 14-17 días
<i>Helminthosporium maydis</i>	Cuando las plantas tienen de 12-18 plg. de altura	Con un aspersor de aire comprimido en el verticilio superior	2 veces por semana durante 3 semanas	Después de 6-8 días
<i>Helminthosporium carbonum</i>	Cuando las plantas tienen de 12-18 plg. de altura	Con un aspersor de aire comprimido en el verticilio superior	1-2 veces	Después de 6-8 días
<i>Puccinia sorghi</i>	Plántulas de invernadero en la etapa de 2-4 hojas	Sacudiendo esporas secas sobre las plántulas	Una vez	Después de 10-14 días
<i>Bacterium stewartii</i>	Plántulas de in-	Con aguja en el tallo y vainas que están de 8-12 plg sobre el terreno	Una vez	Después de 2 semanas
<i>Diplodia zeae</i> (pudrición de tallo )	5-10 días después de la floración femenina	Con aguja en el tallo en el primer entrenudo	Una vez	Después de 1 mes
<i>Giberella zeae</i> (pudrición de la mazorca )	5-10 días después de la floración femenina	Con granos de cebada infectados bajo la espata	Una vez	Después de 1 mes
<i>Gibberella fujikuroi</i> ( pudrición de la mazorca )	En la floración femenina	Esparciendo una suspensión de agua con esporas sobre estigmas	Una vez	Después de 1 mes

Gregory *et al* (15) estudiaron los efectos de *Helminthosporium maydis* raza T del maíz en Texas. Para realizar las inoculaciones reprodujeron el patógeno, cultivándolo en papa-dextrosa-agar (PDA), realizaron la siembra, de 7 a 10 días antes de inocular en campo. El inóculo se preparó en una mezcla de 1 ml. de tween-20 como base, utilizando un atomizador, aplicaron tres diferentes concentraciones;  $28 \times 10^6$ ,  $16 \times 10^6$  y  $8 \times 10^6$  conidias por subparcela. Encontraron las diferentes concentraciones de inoculación afectaron igual al rendimiento.

Gregory *et al* (16) evaluaron dos variedades de maíz en diferentes localidades, al efecto de *Helminthosporium maydis* raza T en la inoculación utilizaron 2 concentraciones de conidias las cuales son:  $20 \times 10^6$  y  $0,68 \times 10^6$  aplicadas en cada subparcela; encontrando diferencias de comportamiento de cada variedad en las diferentes localidades al ataque del patógeno.

Delgadillo (8) realizó inoculaciones con virus motendo clorótico (VMCN), virus mosaico enanismo variante B y la interacción de ambos que actúan en forma sinérgica provocando la necrosis letal (NLM), su trabajo consistió en determinar el efecto que tienen dichos virus, al ser inoculados en diferentes etapas de crecimiento de la planta. Los aislamientos fueron mantenidos en invernadero sobre plantas de maíz para utilizarlos como inóculo. En los resultados encontró que en la producción de maíz NLM es la más severa. Así mismo a medida que la infección de los virus se presenta en una etapa de crecimiento de la planta más temprana, la reducción del rendimiento es mayor.

#### Técnicas de inoculación en mazorcas

Ullstrup (31) en 1949 describió y utilizó un método para inocular mazorcas de maíz con una suspensión de esporas de *Diplodia zae* cultivada en avena entera esterilizada.

Kochler citado por Jugenheimer (19) en 1950 mostró que la prevalencia de las pudriciones de la mazorca era modificada por la protección de las espatas, la inclinación de las hojas y la resistencia fisiológica dentro de las mazorcas. De tal manera -- logró incrementar las pudriciones de las mazorcas para fines de selección mediante: a) Apertura manual de las espatas aproximadamente 20 días después de la polinización. b) La inoculación de -- las mazorcas con un inoculador a presión o cuenta gotas medicinal. Kochler pudo incrementar las pudriciones de las mazorcas -- hasta proporciones epidémicas con *Diplodia maydis*, *Gibberella* -- *zeae* y *Fusarium moniliforme* por uno u otro de los métodos anteriores.

Coutiño (5) en 1973 evaluó tres técnicas de inoculación en mazorcas bajo condiciones del trópico húmedo, utilizando una suspensión con esporas de *Diplodia maydis*, *Diplodia macrospora*, *Fusarium moniliforme*, dichas técnicas son: a) Inyección con jeringa hipodérmica con la cual depositaba un centímetro cúbico de la suspensión del inóculo, en la punta de la mazorca cuando habían aparecido todos los estigmas. b) Aspersión con pistola sobre los estigmas. c) Aspersión 1: 10 con aspersora de mochila sobre los estigmas. Encontró que la técnica de inyección, es muy severa, -- por lo que para fines de selección es mejor la técnica de la aspersión diluida 1:10.

Zenteno y Muñoz (34) en 1968, realizaron pruebas de inoculación de mazorcas con 2 cepas de hongos probados en 1965, los cuales se conservaron por resiembras en papa dextrosa agar (PDA) estas provenían; una de Chapingo México y la otra del Mexco Hidalgo. La técnica usada fué por suspensión de esporas en 2 concentraciones; una agregando en cada tubo donde se sembró el hongo, 20 ml. de agua destilada y la otra agregando 10 ml. Los resultados indican que no es necesario inocular las mazorcas, ya que el inóculo del ambiente es capaz de dar diferentes respuestas de -- los maíces sometidos a pruebas.

## Técnicas de inoculación en plántulas

Como ya se mencionó, cuando se trabaja con inoculación en plántulas se busca la rapidez en obtener resultados, algunos trabajos son:

Zenteno (33) en 1963 realizó pruebas de inoculación en plántulas de maíz con *Gibberella fujikuroi* (Saw) sobre todo en su estado conidial *Fusarium moniliforme* Sheld. Dichas pruebas las efectuó usando vasos de papel parafinado, con tres cuartas partes de arena esterilizada en el autoclave, enseguida colocó una capa de inóculo de 0.5 cm. de espesor cubriéndolo con otra de arena más o menos de 1 cm. de espesor. Enseguida se pusieron los granos de maíz, previamente desinfectados y la semilla se cubrió con una capa de arena de 2 cm. de espesor, encontrando que los testigos (sin inocular) tuvieron una germinación bastante alta y completa ausencia de daño con lo cual concluye que dicha técnica fué efectiva.

Escobedo y Olivares (10) desarrollaron una metodología para evaluar *in vitro*, genotipo de maíz en base a su resistencia a *Fusarium moniliforme*, dicha técnica la compararon con la técnica del palillo en campo, encontrando que los resultados fueron muy parecidos; lo que nos indica que el método de cultivo *in vitro*, es efectivo en la evaluación de resistencia a dicho patógeno. La innovación de esta técnica radica en que; en el medio de cultivo donde se siembra el embrión de la semilla; se encuentra solamente como inoculante la toxina del hongo.

### 2.6 Técnicas de inoculación en tallos

Head, Wilcox y Pool (18) en 1909 fueron los primeros en --

reportar inoculaciones en los tallos de maíz, el hongo que utilizaron fué *Diplodia Zeae*, su técnica consistió en realizar pinchazos en el tallo introduciendo así el hongo a su interior. -- Dicho experimento lo realizaron tratando de determinar la capacidad patogénica del hongo.

Smith y Holbert (30) en 1931, realizaron la inoculación artificial en entrenudos de tallos de maíz con suspensión de esporas de *Diplodia Zeae*, está técnica la desarrollaron buscando determinar la reacción de diferentes líneas autofecundadas e híbridos a la pudrición causada por *Diplodia*.

Jugenheimer en 1940 y citando a Smith, Hoppe y Hobert en 1938, compararon la incidencia de la pudrición del tallo por *Diplodia maydis* bajo condiciones de infección artificial, a la que Jugenheimer concluyó que la inoculación artificial fué bastante superior, pero son necesarias ciertas precauciones al usarla. Frecuentemente las variedades de maíz no pueden compararse directamente si difieren considerablemente en madurez, si crecen con diferentes niveles de fertilidad del suelo, o sufren daño diferencial por sequía, chinches pequeñas, saltamontes, etc.

Coutiño (5) cita a Young como el creador de la técnica del palillo portador del inóculo en 1943. La cual consiste en realizar una perforación conspicua cerca de la base del tallo e introducir en ella un palillo con el patógeno.

Calvert y Zuber (4) en 1966, fueron los primeros en usar taladro eléctrico portátil para no rasgar la corteza del tallo en la técnica de inoculación por palillo.

Koehler citado por Jugenheimer (19) en 1950 comparó la eficiencia de la inoculación artificial por la técnica de la jeringa hipodérmica, la técnica del palillo y la técnica en la cual

se usan limpiadores de tallo o tubo de pipas cortadas en partes de una pulgada de longitud, los cuales se hierven en agua, se drenan y secan. Se remojan con una solución de esporas justo antes de introducirlos a las perforaciones realizadas en los tallos los resultados de las tres técnicas fueron similares.

Contiño (5) en 1973, evaluó 4 técnicas de inoculación en tallo bajo condiciones del trópico húmedo, usando como patógeno una combinación de *Fusarium moniliforme* y *Macrophomina phaseoli*. Dichas técnicas son: a) Taladro e inyección con jeringa de uso veterinario, con perforación en el primer entrenudo. b) Taladro y palillo portador del inóculo con perforación en el primer entrenudo. c) Punzón y palillo portador del inóculo con perforación en el primer entrenudo. d) Taladro y palillo en 6 entrenudos de la base del tallo. Llegando a la conclusión de que la técnica que más daño causó fué la de punzón y palillo y en la última técnica encontró que el quinto y sexto entrenudos fueron los más severamente dañados.

## 2.7 Técnicas de inoculación para " Carbón de la espiga"

Bagget y Koepsell (2) en 1983, realizaron la evaluación de cuatro técnicas de inoculación artificial en maíz dulce para resistencia al " carbón de la espiga", dichos métodos son: a) cubrir la semilla con una mezcla de una parte y dos de una solución del 5 % de metil-celulosa; b) una taza (240 c.c.) de Teliosporas mezcladas en un galón de Vermiculita ligeramente húmeda y aplicada con la semilla cubierta por teliosporas con un sembrador tipo V-Belt, usando alrededor de 470 c.c. de la mezcla Teliospora-Vermiculita en 7.6 metros de surco, c) alrededor de 17 c.c. de teliosporas suspendidas en un litro y 120 c.c. de

la suspensión vertidos sobre cada plántula en la emergencia del coleoptilo, d) siembra a mano depositando la semilla con alrededor de 100 c.c. de la mezcla teliosporas-Vermiculita cubierta con una capa de 2 a 3 centímetros de suelo. Encontraron que la técnica en la que se aplican teliosporas con Vermiculita usando la sembradora V-Belt, fué el mejor método probado, presentandose una incidencia del 95% de la enfermedad. En la técnica de siembra a mano se obtuvieron mejores resultados de incidencia, pero se necesitó mucho más trabajo e inóculo.

Foster y Frederiksen (12) en 1977 observaron ciertos síntomas cloróticos en las plántulas susceptibles de maíz dulce infectadas con " Carbón de la espiga" y para asegurar, que dichos síntomas eran causados por el hongo ' *Sphacelotheca zeicola* " continuaron observando las plantas hasta su madurez, encontrando que dichos síntomas si eran causados por el hongo para su investigación utilizaron tres técnicas de inculación muy sofisticadas -- pero efectivas, las cuales a continuación se describen: a) En el suelo infestado se mezclaron teliosporas con suelo estéril en una porción de 1 a 100 partes de suelo. b) Inoculación con jeringa hipodérmica utilizaron una solución que contenía teliosporas germinadas en laboratorio; esto con el fin de que la solución no estuviera contaminada con otro patógeno. c) Inoculación al vacío esta técnica consistió en germinar semillas, a las cuales se les corto el extremo del coleoptilo para facilitar la penetración -- del hongo, dichas plántulas se colocan en una suspensión de teliosporas y se someten a vacío parcial, después las plántulas -- fueron sembradas sobre suelo.

SECRETARIA DE AGRICULTURA  
DICIEMBRE 1977

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento.

##### 3.1.1 Localización

El experimento se llevó a cabo en el ejido Nuevo México, municipio de Zapopan, Jalisco; que se encuentra en el paralelo 20° 43' de latitud norte y en el Meridiano 103° 23' de longitud Oeste con una altura promedio de 1590 MSHNM.

##### 3.1.2 Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación de Koppen modificado por García E. (14) el clima del Valle de Zapopan pertenece al Grupo Ao(W)(e) g, que es un clima cálido, con una temperatura media anual entre 22 y 26°C, y una temperatura media del mes más frío mayor de 18°C, es el más seco de los climas cálidos subhúmedos, con lluvias en Verano y menos de 5% de lluvia invernal, el mes más caliente ( mayo) ocurre antes del Solsticio de Verano. La precipitación anual promedio es de 885.6 mm.

##### 3.1.3 Suelo

De acuerdo a la carta DETENAL el suelo predominante en el Valle de Zapopan es regosol eútrico asociado con Ferozem háplico como suelo secundario. Un regosol se caracteriza por no presentar capas distintas, en general son claros y muy parecidos a la roca que la subyace. Frecuentemente son suelos someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está prácticamente condicionado a su profundidad y el hecho de que no presentan pedregosidad. Son de susceptibilidad variable a la erosión. Con la finali

dad de contar con un mayor conocimiento del suelo se efectuó un análisis de sus propiedades Físicas y Químicas, así como de fertilidad. De acuerdo a este tenemos, que es un suelo con textura franco-arenosa, un PH ácido, con fertilidad media para el elemento Nitrógeno, muy bajo para el Fósforo y muy rico en Potasio ( Cuadro No. 2 ),

### 3.2 Material Genético

En el trabajo de inoculación de " Carbón de la espiga" se utilizó el híbrido HV-313, el cual proviene de una cruce inter-varietal de ciclo intermedio, su ciclo vegetativo es de 135 - días, las plantas son de porte bajo de 2.10 m. de altura, con hojas verdes obscuro, grano semicristalino dentado de color blanco, el totomoxtle tiene una cubierta regular, es recomendado para zonas templadas entre 1000 y 1700 MSNM. Este híbrido fué seleccionado por su susceptibilidad al " Carbón de la espiga" del maíz.

Para inoculaciones on *Fusarium* spp. se utilizó el híbrido H-314, que proviene de una cruce simple, su ciclo es tardío de 160 a 170 días, las plantas son de porte medio de 2.75 m. de altura, con hojas anchas color verde obscuro, grano cristalino de color blanco, es recomendado para zonas templadas de 1200 a 1600 MSNM. Este híbrido fué seleccionado por ser susceptible a *Fusarium* spp.

### 3.3 Preparación del Terreno

La preparación del terreno fué llevada a cabo en la forma tradicional de la región y consiste en que después de la cosecha que se realiza en Noviembre, se efectuó un paso de rastra incorporando los residuos de está, posteriormente se continua la misma labor por lo general cuando aparecen algunas malezas o --

CUADRO No. 2 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS  
DEL SUELO DE LA LOCALIDAD DE NVO.  
MEXICO, PROFUNDIDAD DE 20 CM. - -  
CICLO PV-1937.

	<u>DETERMINACION</u>	<u>NVO. MEXICO</u>
	Materia orgánica (%)	1.4
	PH ( 1 ; 2 )	4.6
TEXTURA	Arena ( % )	57.7
	Arcilla ( % )	17.5
	Limo ( % )	25.0
	CLASIFICACION TEXTURAL	Fa
	CIC ( me/100 g. )	17.26
Cationes Intercam- biables	Calcio ( me/100 g.)	5.0
	Magnesio ( me/100 g. )	4.4
	Sodio ( me/100 g. )	0.8931
	Potasio ( me/100 g. )	0.598
	Calcio ( ppm )	Muy Bajo
	Potasio ( ppm )	Ex - Rico
	Magnesio ( ppm )	Bajo
NUTRIENTES	Manganeso (ppm)	Med. - Alto
	Fósforo ( ppm )	Bajo
	Nitrógeno Nítrico ( ppm )	Medio
	Nitrógeno Amoniacal (ppm )	Medio
	SALINIDAD Y SODICIDAD	NORMAL

Análisis practicado al establecimiento del experimento, reali-  
zado por el Laboratorio de Agrología de la SARH.

después de alguna lluvia, con lo que se rompe la capilaridad del suelo para evitar la evaporación del agua y al mismo tiempo "arrropar" el suelo, así se asegura buena humedad para la siembra del siguiente ciclo agrícola que por la fecha que se efectúa la siembra se ubica entre el 15 de abril y 15 de mayo,

### 3.4 Diseño experimental y tratamientos

En la inoculación del "carbón de la espiga" del maíz. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. La parcela experimental consistió en 4 surcos de 6 metros por 0.80 metros de separación, se utilizó una densidad de población de 50.000 plantas/ha. Los tratamientos (técnicas) fueron 4 ( 3 métodos de inoculación más 1 testigo ; con semilla tratada usando Vitavax 200 en dosis de 6.5 ml./kg.) y otros 4 en semilla sin tratar dando un total de 32 unidades experimentales. ( Cuadro No. 3 ).

En la inoculación de *Fusarium spp.* se utilizaron 10 métodos (Cuadro No. 4 ), en cada método se inocularon 50 plantas, utilizándose el método de calificaciones o patometría para evaluar el grado de infestación, señalado en el ( Cuadro No. 5 ).

### 3.5 Preparación del inóculo

La preparación de cada uno de los patógenos se describe a continuación:

#### Carbón de la espiga

El inóculo se recolectó de plantas infectadas del predio " El Carmen" Municipio de Zapopan, en el año de 1986. Las mazorcas infectadas recolectadas, se encostalaron y se dejaron al --

CUADRO No. 3                    METODOS DE INOCULACION UTILIZADOS  
 PARA EL CARBON DE LA ESPIGA DEL -  
 MAIZ ( *Sphacelotheca reiliana* ).

No.	M E T O D O	ABREVIATURA
1	Semilla Inoculada en suelo sin inocular	SemI+SuSI
2	Semilla Sin inocular en suelo inoculado	SemSI+SuI
3	Semilla Sin inocular en suelo sin inocular	SemSI+SuSI
4	Semilla inoculada en suelo inoculado	SemI+SuI
5	Semilla Tratada e inoculada en suelo sin inocular	SemTI+SUSI
6	Semilla Tratada sin inocular en suelo inoculado	SemTISI+SuI
7	Semilla Tratada sin inocular en suelo sin inocular	SemTISI+SuSI
8	Semilla Tratada e inoculada en suelo inoculado	SemTI+SuI



---

CUADRO No. 5            ESCALA DE CALIFICACIONES PARA INFECCIONES  
                                 EN TALLOS.

---

- Grado 1 . . . Sin infección.
- Grado 3 . . . Casi no existe desarrollo alrededor del punto de inoculación.
- Grado 5 . . . Existe un 50% de invasión del entrenudo
- Grado 7 . . . Cuando el daño ha cubierto 75% del entrenudo
- Grado 9 . . . Cuando hay total invasión del entrenudo inoculado o este invade los entrenudos aledaños al inoculado.
-

sol hasta asegurar un secado total, después se les quitó el to-moxtle y se rasparon en un tamiz con tela de "mosquitero", -- así se obtuvo un polvo de teliosporas de fácil manejo para las inoculaciones.

### Fusarium spp.

El inóculo de *Fusarium spp.* se obtuvo de la recolección de tallos infectados, en recorridos de inspección por la zona maicera de Zapopan. Llevandose estos al laboratorio para su identificación e incremento; preparandose el inóculo de la siguiente manera:

### Aislamiento del Patógeno

Para aislar el "*Fusarium*" se realizó un corte del tallo de la parte infectada, dicho corte se sumergió en hipoclorito de Sodio NaClO a una concentración del 1% durante 2 minutos, se escurren y se realiza la siembra en caja petrí.

El aislamiento, preparación y cultivo del inóculo se realizó en el Laboratorio de fitopatología del CEFAP-Altos de Jalisco.

### Lavado del palillo

Ya que la resina de la madera de los palillos inhibe el desarrollo del *Fusarium* debe ser retirada de los palillos; por medio de lavados, dichos lavados se realizan colocando la cantidad requerida de palillos en el autoclave; una vez depositados los palillos en el autoclave se cubren de agua purificada, un poco arriba de su límite y se dejan, a 15 lb. de presión durante 15 minutos, este lavado se repite hasta que se elimine en su totalidad la resina de los palillos.

Los palillos una vez lavados se colocan, totalmente húmedos en frascos de vidrio de 200 ml. previamente lavados (alrededor de 80 palillos por frasco), se tapan los frascos realizándose previamente una perforación a las tapaderas, de unos 5 mm. de diámetro para ser cubiertas dichas perforaciones con algodón.

#### Preparación del medio del cultivo (PDA)

Se cocen 200 grs. de papas previamente peladas y partidas en cuartos, con 700 ml. de agua. Ya cocidas se toman 500 ml. del jugo de la papa para depositar en dicho jugo 20 grs. de Dextrosa y 8 grs. de Agar-Agar. Dicha solución se lleva a 1000 ml. para someterlo al autoclave y retirarlo en cuanto la presión del autoclave llegue a 15 lb., está para que los ingredientes queden totalmente disueltos, en seguida la solución se deposita en los frascos con palillos, los cuales deben bañarse con el medio de cultivo y el nivel de este, debe llegar a la mitad del nivel del frasco, en seguida se tapan los frascos y se sellan con cinta masking tape para someterlos a la autoclave durante 20 minutos a 15 lb. de presión.

#### Incremento del patógeno (forma indirecta)

Para este paso se deben tener cajas petrí con medio de cultivo (PDA), el cual se prepara según el paso anterior solo que en lugar de 8 grs. de Agar-Agar se adicionan 15 grs. En seguida se realiza un corte a la parte interior del tallo de la planta infectada y se transfiere a la caja petrí (todo esto se debe hacer en condiciones asepticas) una vez tapada la caja petrí se deja a luz constante durante las 24 hrs. del día a temperatura ambiente hasta que halla formación de conidios, esto sucede regularmente a los 8 ó 9 días.

Ya formados los conidios se toma una muestra de estos depositandolos en un porta objetos con una gota de Lactofenol, para ser observados al microscopio y realizar de esta manera la identificación del patógeno y asegurarse de que hay desarrollo de conidios en forma totalmente pura del patógeno; una vez confirmada la pureza, se realiza la transferencia de conidios de las cajas petrí a los frascos para someter estos últimos a las mismas condiciones de las cajas petrí, los cuales tardan alrededor de 15 días en estar listos para llevarse al campo y realizar las inoculaciones.

Esta metodología de incremento del patógeno asegura que el cultivo es totalmente puro y además su identificación se facilita.

### Incremento del patógeno ( forma directa )

Esta forma de incremento tiene la ventaja de que no se pier de patogenicidad al no ser transferido el hongo, otra ventaja de está técnica es que se utiliza como alternativa, cuando se cuenta con poco tiempo para incrementar el patógeno y la fecha de inoculación en campo esta muy próxima. Se prepara colocando directamente un corte de fibras del interior del tallo de la planta infectada, en los frascos con palillos en PDA. La desventaja de este método es que se corre el riesgo de que el incremento del patógeno no sea en forma pura ya que pueden aparecer en el cultivo otros microorganismos que penetran al medio de cultivo por falta de esterilidad en el corte de la parte infectada de la planta -- que se deposita en los frascos,

## 3.6 Métodos de inoculación

### 3.6.1 Carbón de la espiga

Los métodos utilizados se describen en el Cuadro No. 2, la inoculación de semilla se realizó añadiendo a un kg. de semilla 10 ml. de teliosporas de Carbón de la espiga del maíz, realizándose de la siguiente manera: La semilla se humedeció superficialmente luego se le añadieron las teliosporas, todo en una bolsa de plástico para luego agitarlo hasta que las semillas quedaran totalmente impregnadas de carbón.

En la inoculación al suelo, el carbón se depositó a razón de 1 gr/m. lincal, junto con la semilla al momento de la siembra.

### 3.6.2 Fusarium spp.

Cada una de las técnicas se describe a continuación:

Taladro más palillo con PDA. Se realiza la perforación con el taladro al cual se puso una broca de 3/32 de pulgada, en el tercer entrenudo y en ella se introduce el palillo con el PDA.

Taladro con PDA. La broca del taladro se impregna con PDA y luego se realiza la perforación en el tercer entrenudo del tallo.

Taladro solo. Se limpia la broca y se realiza la perforación en el tercer entrenudo del tallo.

Picahielo solo. Se realiza la perforación en el tercer entrenudo introduciendo a presión el picahielo.

Taladro con suelo. Se introduce la broca al suelo, ya impregnada está de tierra se perfora en el tercer entrenudo, dejando dentro cierta cantidad de suelo.

Picahielo con suelo. Al igual que la técnica anterior se introduce el picahielo al suelo y luego este, se introduce en el tercer entrenudo del tallo.

Taladro con *Fusarium*. La broca se introduce en los frascos que contienen conidios de *Fusarium* cuidando que estas queden adheridas a la broca, para luego hacer la perforación en el tercer entrenudo del tallo.

Picahielo con *Fusarium*. Al igual que la técnica anterior se cuida que el picahielo quede impregnado de conidios para introducirlo a presión en el tercer entrenudo del tallo.

Taladro más palillo con *Fusarium* directo. En esta técnica después de hacer la perforación en el tercer entrenudo del tallo, con el taladro, se introduce un palillo impregnado de conidios, del cultivo en forma directa.

Taladro más palillo con *Fusarium* transferido. Esta técnica es igual que la anterior con la diferencia de que; el palillo contiene al hongo cultivado en forma transferida.

### 3.7 Siembra e inoculación

La siembra se efectuó en forma mecánica, con tractor al cual se le colocó en la parte trasera un implemento con 2 "chuzos" cada uno, con dos embudos, uno para depositar la semilla y el otro para depositar las teliosporas del Carbón de la espiga. La inoculación de tallos se realizó el 6 de Agosto cuando estaba el cultivo en plena floración. Realizándose las perforaciones del tallo en el tercer entrenudo.

### 3.8 Conducción Agronómica

Fecha de siembra: Se efectuó la siembra el día 29 de Abril de 1987, con semilla de las variedades ya mencionadas.

Aclareo: Se realizó el 15 de Junio en forma manual, dejando una distancia entre planta y planta de 25cm. estimando una población de 50,000 plantas/ha.

1a. Escarda: Se efectuó en forma mecánica el 25 de junio de 1987

1a. Fertilización: Se llevó a cabo el 25 de Junio de 1987, aplicando la fórmula 100-80-00 ( Urea, Superfosfato Tríplice).

2a. Escarda: Se efectuó en forma mecánica el día 10. de Julio de 1987.

2a. Fertilización: Se realizó en suelo húmedo el día 13 de Julio de 1987, aplicando la fórmula 100-00-00 (Urea)

Control de Malezas: Se llevó a cabo el día 25 de Julio, aplicando una dosis de 3 lt/ha. de Primagram + 3 lt /ha. de Gesaprim 500 FW. Esto para eliminar Zacates como: Pasto Sabana (*Brachiaria plantaginea*) Zacate Jhonson ( *Sorghum halpense* ) chayotillo ( *Cicys langinata* ).

Control de Plagas: El día 29 de Mayo se aplicó, Lorsban 480E a -

dosis de 1 lt/ha. para controlar Gusano cogollero ( *Spodoptera frugiperda* ):

### 3.9 Análisis de Datos

En los resultados de "Carbón de la espiga" se estimó el porcentaje de plantas enfermas para observar la eficacia de los métodos, dicho porcentaje fué transformado a grados por la fórmula  $\arcsen \sqrt{\text{porcentaje}}$ , utilizando las tablas de C.I. Bliss esto para disminuir el error estadístico causado por las poblaciones cuyo número de individuos no es constante. Por último se efectuó análisis de varianza y pruebas de Duncan.

Para el análisis de las técnicas sobre inoculación con *Fusarium* spp. se observó la tendencia de los porcentajes de calificaciones y además se compararon por medio de gráfica de barras, con sus promedios de calificaciones.

Cabe mencionar que la toma de datos de rendimiento, no se incluye debido a que el objetivo del trabajo, fué evaluar la efectividad de las técnicas de inoculación, reflejadas éstas en el grado de ataque a las plantas.

#### 4. RESULTADOS

El establecimiento de los experimentos en el ejido Nuevo México, fué apropiado ya que las condiciones climáticas permitieron que el hongo se manifestara favorablemente.

##### 4.1 Procedencia y obtención del inóculo.

El inóculo empleado que se colectó de mazorcas ( carbón de la espiga) y de tallos ( *Fusarium spp.* ) de maíz dañadas; permitió detectar diferencias de acuerdo al método de inoculación.

##### 4.2 Aislamiento de *Sphacelotheca reiliana*.

El procedimiento utilizado para preparar como inóculo las teliosporas de " carbón de la espiga " fué apropiado y eficiente.

##### 4.3 Aislamiento de *Fusarium spp.*

El procedimiento para aislar el hongo de " *Fusarium* " fué apropiado y eficiente, para la obtención y rápida esporulación de los hongos que posteriormente fueron inoculados.

##### 4.4 Resultados de las técnicas de inoculación de " carbón de la espiga " del maíz.

El análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de " carbón de la espiga", se realizó en dos grupos; uno para los métodos que incluyen semilla tratada con fungicida sistémico ( Vitavax 200- 6.5 ml/kg) para control del "carbón de la espiga" y el otro para semilla sin tratar. Ambos arrojaron diferencias altamente significativas para los métodos probados (Cuadros No. 6 y 7 ), lo que demuestra la diferencia en la efectivi

CUADRO No. 6 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE *S. zeiliana* EN EL MAIZ, HV-313 CON METODOS DE INOCULACION EN SEMILLA SIN FUNGICIDA. - Zapopan, Jal. PV-1987.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5 %	1 %
Tratamientos	3	1047.65	349.22	17.34	3.16	6.99**
Repeticiones	3	13.33	4.40	0.22	3.86	6.99 <sup>NS</sup>
Error Exp.	9	181.24	20.14			
Total	15	1242.21				

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

$\bar{X}$  total = 16.51

CV = 27.17 %

CUADRO No. 7 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE *S. zeiliana* EN EL MAIZ HV-313 CON METODOS DE INOCULACION EN SEMILLA CON FUNGICIDA. Zapopan, Jal. PV-1987.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5 %	1 %
Tratamientos	3	433.81	144.60	39.98	3.86	6.99**
Repeticiones	3	19.09	6.36	1.72	3.86	6.99 <sup>NS</sup>
Error Exp.	9	33.38	3.71			
Total	15	486.28				

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

$\bar{X}$  total = 9.675

CV = 19.91 %



dad de estos. Los bloques (repeticiones) resultaron no significativos, lo que nos indica que las condiciones de suelo y clima -- fueron homogenas. Las pruebas de Duncan (Cuadro No. 9) nos muestran como la técnica en la que se inocula al suelo con 1 gr/m lineal en ambas alternativas fué la mejor.

Los resultados de porcentajes de incidencia de "carbón de la espiga" por unidad experimental se muestran en el Cuadro No.8 y el porcentaje de incidencia convertidos a grados por medio de las tablas de C.I. Bliss se muestran en el Cuadro No. 9.

El coeficiente de variación se considera adecuado, ya que los datos trabajados no son de rendimiento, sino de porcentajes de incidencia.

#### 4.5 Resultados de las técnicas de inoculación en tallos.

Los resultados de las técnicas empleadas en tallos en los que se inoculó con conidios de *fusarium spp.* se muestran a continuación:

##### Taladro y palillos con PDA

En está técnica se manifestó la menor incidencia de pudrición en los tallos, como puede verse en el cuadro No. 10 y Figura No. 1. el más alto porcentaje de daño correspondió al grado 3 lo cual indica su baja eficiencia. Está técnica se basa en mejorar las condiciones de desarrollo del patógeno al proveer con medio de cultivo a la perforación, dejando la infección a los patógenos del medio ambiente. La baja infección se debe a que el palillo llena el hueco de la perforación e impide la entrada de los patógenos.

CUADRO No. 8

PORCENTAJES DE INCIDENCIA DEL CARBON DE LA ESPIGA  
DEL MAIZ S. *zeiliana* HV-313, Nuevo México, Zapopan,  
Jal. PV-1987.

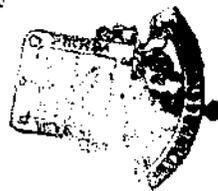
TRATAMIENTOS	I	II	REPETICIONES III	IV	Total	$\bar{X}$
SemI + SuI	8.0	23.1	18.3	16.4	65.8	16.45
SemSI + SuI	21.8	17.8	17.4	9.4	66.4	16.60
SemI + SuSI	3.6	3.6	9.6	9.9	26.7	6.68
SemSI + SuSI	0.9	0.2	0.2	0.9	2.2	0.55
SemtI + SuI	5.8	6.5	5.9	10.0	28.2	7.05
SemtSI + SuI	6.4	7.2	3.4	7.9	24.9	6.23
SemtI + SuSI	0.2	1.7	0.9	1.7	4.5	1.13
SemtSI + SuSI	0.2	0.2	0.8	0.2	1.4	0.35

CUADRO No. 9

PORCENTAJES DE INCIDENCIA DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL  
 MAIZ S. *zebrana* IV-513. CONVERTIDOS A GRADOS Y PRUB-  
 BA DE DUNCAN. Nuevo México, Zapopan, Jal. PV-1987.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				Total	DUNCAN	
	I	II	III	IV		5 %	
SemI + SuI	16.43	28.73	25.33	23.89	94.38	23.60	a
SemSI + SuI	27.83	24.95	24.65	17.85	95.28	23.82	a
SemI + SuSI	10.94	10.94	18.05	18.34	58.27	14.57	b
SemSI + SuSI	5.44	2.72	2.72	5.44	16.32	4.08	c
SemtI + SuI	13.94	14.77	14.06	18.44	61.21	15.30	a
SemtSI + SuI	14.65	15.56	10.63	16.32	57.16	14.29	a
SemtI + SuSI	2.72	7.49	5.44	7.49	23.14	5.79	b
SemtSI + SuSI	2.72	2.72	5.13	2.72	13.29	3.32	c

INSTITUTO DE AGRICULTURA  
 Y FLOTICA



### Taladro con PDA.

En esta técnica se manifestó una incidencia muy uniforme, - es decir, en los grados 3,5 y 7 los porcentajes de daño fueron - prácticamente iguales, aumentando un poco en el grado 9, como se observa en el cuadro No. 10. En esta técnica comparada con la anterior, solamente se perforó con PDA y se dejó el libre acceso a los patógenos del medio ambiente lo cual redundó en una mayor infección, aunque su promedio de calificaciones es un poco mayor a la técnica anterior.

### Taladro

En esta técnica, se recurre solo a provocar la herida en el tallo y la infección corresponde totalmente a condiciones naturales. Como se observa en el cuadro No. 10 se obtuvieron resultados muy parecidos a la técnica anterior; daños muy uniformes en los grados 3,5 y 7 aumentando en el grado 9.

### Picahielo

Al igual que la técnica anterior solo se realizó la perforación; debido al tipo de herida, la cual produce una hendidura -- aparte de la perforación, los resultados muestran que el porcentaje de daño aumento gradualmente según se observa en el cuadro No. 10. Esta técnica debido al daño que ocasiona al tallo, lo -- deja expuesto al ataque de los microorganismos del medio, los -- cuales en conjunto dañan severamente a la planta.

### Taladro con suelo

En esta técnica se recurrió a realizar la herida infectando la con suelo, ( ya que éste contiene esporas de hongos y otros - microorganismos). el daño como se observa en el cuadro 10. aumen

### Picahielo con suelo

En esta técnica al igual que la anterior, se obtuvieron resultados, en los que el daño aumenta en forma gradual, cargando se drásticamente en el grado 9, según se observa en el cuadro No. 10.

### Taladro con "Fusarium"

Los resultados obtenidos en esta técnica en la que se depositan al patógeno en el interior de la herida, indican que el daño aumenta en forma gradual cargandose en el grado 9, como se muestra en el cuadro No. 10

### Picahielo con "Fusarium"

En esta técnica el grado de daño se carga al grado 7 y en forma drástica aumenta en el grado 9, como se observa en el cuadro No. 10.

### Taladro más palillo con "Fusarium" cultivando en forma directa

En esta técnica los resultados obtenidos como se muestra en el cuadro No. 10; los más altos porcentajes de daño correspondieron en una forma casi total al grado 9, lo que nos indica su alta eficiencia.

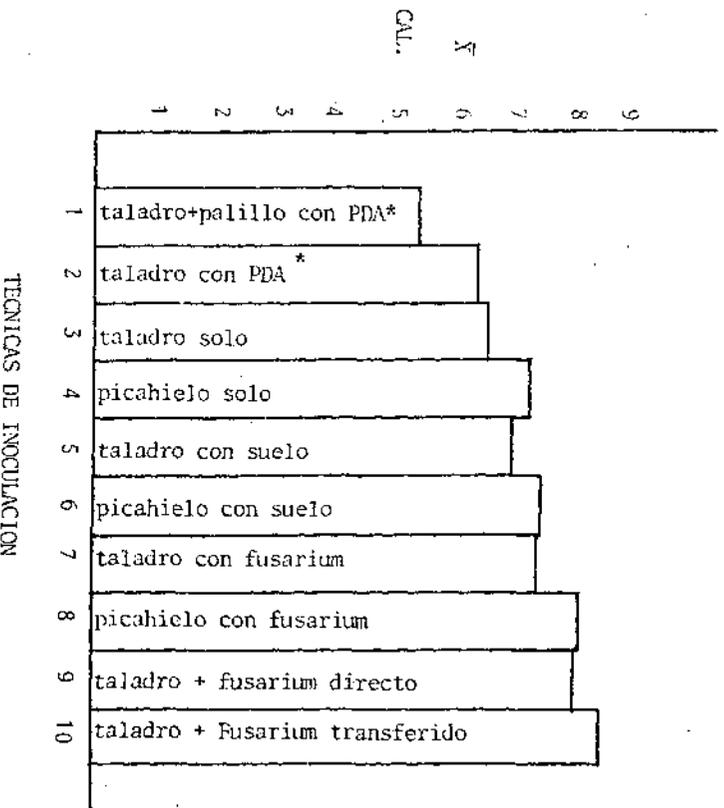
### Taladro más palillo con "Fusarium" transferido.

En esta técnica se obtuvieron los mejores resultados, como se observa en el cuadro No. 10, al igual que la técnica anterior el más alto porcentaje de daño se cargó casi en su totalidad al grado 9, mostrando su alta eficiencia. El promedio de calificaciones se muestra graficado en la figura No. 1, la cual nos indica que esta técnica es casi igual a la anterior.

CUADRO No. 10 PORCENTAJES DE CALIFICACIONES PARA DAÑOS PROVOCADOS POR LA INOCULACION ARTIFICIAL EN TALLOS DE MAIZ. H-314. Nuevo México, Zapopan, Jal. PV-1987.

METODO	% CALIFICACIONES			
	3	5	7	9
Taladro pal. PDA.	43.1	9.8	25.5	21.6
Taladro PDA	19.6	23.5	19.6	37.3
Taladro	18.0	22.0	18.0	42.0
Picahielo	9.8	11.8	25.5	52.9
Taladro suelo	14.2	14.2	20.4	51.2
Picahielo suelo	4.1	18.4	20.4	57.1
Taladro "Fus.	6.1	16.3	20.4	57.2
Picahielo "Fus.	0.0	7.8	21.6	70.6
Taladro "Fus. Dir.	6.0	8.0	8.0	78.0
Taladro "Fus. Tran.	4.0	0.0	8.2	87.8

FIGURA 1. PROMEDIO DE CALIFICACIONES PARA TECNICAS DE INOCULACION EN MAIZ. NUEVO MEXICO, ZAPOCAN, JAL. IV-1987.



## 5. DISCUSION

La importancia de las técnicas de inoculación artificial, radica en que solo eliminan la posibilidad de escape que hay a la infección en condiciones naturales. A partir de esto las técnicas de inoculación varían en efectividad según sea su aplicación ; de tal manera la buena aplicación de una técnica redundará en los resultados. Por lo cual el determinar una técnica artificial de inoculación que sea adecuada para los objetivos de un trabajo de mejoramiento depende del criterio del fitomejorador a el cual tomará en cuenta los diversos factores que afectan o influyen en la inoculación; en base a dichos factores se debe seguir una metodología que proporcione resultados satisfactorios.

### 5.1 Carbón de la espiga.

De León (7) menciona que el " carbón de la espiga" es una enfermedad sistémica, es decir, que el hongo penetra a las plántulas y crece sistemicamente hasta mostrar sus síntomas durante la floración. Debido a esto es necesario que para la inoculación artificial se busque proveer a la plántula o al medio donde se encuentre ésta, de teliosporas del hongo, para que este penetre a la plántula. Por ello es necesaria una cantidad adecuada de teliosporas del hongo para asegurar que las raíces de la plántula estarán en contacto con las teliosporas, las cuales al germinar penetrarán a ella asegurando la infección.

Por otro lado el proporcionar a una plántula un medio infectado sólo con *S. zeicola* según se detalla en el segundo método utilizado por Bagget y Koepsell (2) se asegura con más confiabilidad la penetración del hongo a la plántula; ya que este no tiene competencia de desarrollo de los demás microorganismos del suelo se facilita la infección y se disminuye la cantidad de inocu-

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre inoculación con "carbón de la espiga", tenemos que en la comparación de métodos en los que se utiliza semilla tratada y sin tratar se encuentran diferencias de infección que señalan; aun así la efectividad de la inoculación.

Comparando las 3 técnicas de inoculación para "carbón de la espiga" con su testigo, notamos que todas son eficientes para lograr infección, pero existen diferencias muy marcadas en la cantidad de plantas infectadas en cada técnica, esto nos da la pauta para evaluar su efectividad. De tal modo tenemos que la técnica en la que se inocula a la semilla, es una técnica de baja eficiencia. La siguiente técnica, en la que se inocula el suelo, resultó ser la mejor, ya que en ella se emplea el menor trabajo posible, por lo cual es la más económica; pero lo más importante es que es la más efectiva. La siguiente técnica en la que se conjuntan las dos técnicas anteriores resultó ser igualmente efectiva a la anterior según la prueba de Duncan, pero debido a que también se inocula la semilla, se requiere más esfuerzo y más tiempo, lo cual la hace ser la técnica con más trabajo y este no es compensado con una mayor cantidad de infección.

## 5.2 Pudriciones de Raíz y Tallo.

En cuanto a las técnicas de inoculación en tallos al finalizar el presente trabajo, se encontraron diferencias entre técnicas evaluándose el daño que produjeron.

Se observó en campo que la técnica en la que se perfora con picahielo el cual contiene conidios de "*Fusarium*", fué la que alcanzó mayor grado de infección, ya que el daño físico fué muy intenso al producirse una rajadura longitudinal en el entrenudo debido a la constitución fibrosa del tejido; en el momento de in

roducir el picahielo, quedando el tallo expuesto al ataque de los microorganismos del medio ambiente además del ataque interno por el patógeno inoculado. Para evitar esta rajadura se tiene el método del taladro, que según los resultados es una técnica muy precisa y efectiva aunque un poco más complicada que la del picahielo. Es importante mencionar que en la inoculación artificial se busca evaluar la resistencia genética de la planta a los patógenos y no se trata de dañarla tan severamente como lo hace la técnica del picahielo.

En los resultados de las técnicas en las que solo se provoca la herida al tallo con picahielo o con taladro queda de manifiesto la existencia de la considerable cantidad de patógenos en el ambiente, además, de acuerdo a los resultados se observa que la magnitud de la herida producida por el picahielo siempre es más severa.

En la inoculación con suelo se observan resultados alagadores, por lo práctico y económico que resulta su uso y además evita el cultivo en laboratorio de los patógenos a inocular, aunque dicho cultivo debería hacerse después para identificar al patógeno quedando como alternativa el poder realizar estas pruebas para material genético que se esté provando en zonas específicas.

Sobre la inoculación con "*Fusarium*" cultivado en forma directa comparado con su cultivo en forma transferida, queda comprobada la poca diferencia de patogenicidad que existe entre ambos, aunque según la literatura el cultivo que más patogenicidad debe tener es el cultivo directo dada su rusticidad.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos para un ciclo de evaluación, en este trabajo se concluye lo siguiente:

1. Existen diferencias de efectividad en cada una de las técnicas empleadas en la inoculación con " carbón de la espiga".
2. La técnica más efectiva, práctica y económica para inoculaciones con " carbón de la espiga", es en la que se inocula el suelo al momento de la siembra con 1 gr/m lineal de inóculo, para ambas alternativas, de semilla tratada y sin tratar.
3. En la técnica con la que se inocula el " carbón de la espiga" al suelo y a la semilla; la inoculación a está última no compensa la mayor cantidad de trabajo y tiempo utilizados en ella.
4. La semilla contaminada con " carbón de la espiga" no es la principal fuente de inóculo, este sitio corresponde a las espigas y mazorcas infectadas que quedan en el campo.
5. Todas las técnicas de inoculación en tallos, en mayor o menor grado provocan daño a la planta.
6. La mejor técnica de inoculación en tallos es la de perforar, usando el picahielo con " *Fusarium* ", ya que es rápida y práctica pero muy severa.
7. La mejor técnica para selección a resistencia, es la técnica de perforar con taladro e introduciendo un palillo con el patógeno.

8. El cultivo de *Fusarium* spp. en forma directa no tuvo diferencias significativas de patogenicidad con respecto a su cultivo en forma transferida.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANONIMO. 1985. Antecedentes sobre la incidencia del "Carbón de la espiga" del maíz *Sphaecelotheca zeicola* en el distrito Agropecuario y Forestal No. 1 en Zapopan, Jal. Informe Inédito.
- 2.- BAGGETT. J.R. and Koepsell. P.A. 1983, Field inoculation of Sweet corn with the head smuth patoghen. Hort Science 18(1) : 67-68
- 3.- BUSSE. W. 1904. Untersuchungen uber die krankheiten der sorghum hirse. In arb. K. Gsndhtsamt. Bol. Abt. Boll. Berlin 4 pág. 319.
- 4.- CALVERT. O.H. and Zuber, M.S. 1966. improved technique for inoculating stalk rots in corn. Agron. J. 58: 456
- 5.- CAUTINO. A.A.A. 1973. Evaluación de 7 técnicas de inoculación de hongos causantes de pudriciones en tallos y mazorcas en maíz. Tesis profesional. Escuela Superior de Agricultura " Hermanos Escobar". México 71 páginas.
- 6.- DE BAUER. I.M.L. 1984. Fitopatología. Ed. Limusa colegio de postgraduados. Chapingo México, Primera Edición - Pág. 295-301.
- 7.- DE LEON C. 1984. enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Maíz y Trigo. (CIMMYT) Tercera edición. pág. - 46 - 47.

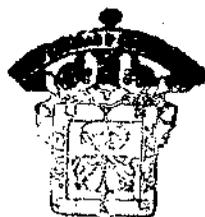
- 8.- DELGADILLO. S.F. 1987. Efecto de las enfermedades virales del " Moteado clorótico", " Mosaico enanismo" y de la " Necrosis Letal" sobre el rendimiento del maíz, inoculadas en diferentes etapas de crecimiento del cultivo. Informe Inédito - INIFAP. CIAB. CAER.SARH.
- 9.- DETENAL 1980 Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Carta Suelos.
- 10.- ESCOBEDO. B.L. y Olivares, Z.G. 1985 Determinación de la Metodología para evaluar *in vitro* genotipos de maíz en base a su resistencia de *Fusarium moniliforme*. Universidad Autónoma Agraria. " Antonio Navarro", Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. reporte. 27 pág.
- 11.- EVANS. I.B. Pole. 1911. Maize Smut or " Brand" Sporogonium reilian ( Kuhn ) Mc.Alp. Inf. Agr. Jour Unión S. Africa. Volume I No. 5 pág. 697.
- 12.- FOSTER. J.H. and Frederiksen, R.A. 1977. Symptoms of Head Smut in maize seedling evaluation of hybrids and inbreds. The Texas Agricultural Experiment Station. ( Tues ) rept. 4: 1
- 13.- PUENTES. F.S. 1962 Estudios sobre algunos métodos de prevención contra *Sphacelotheca reiliana* - - (Kuhn) Clint. del maíz en la zona del Bajío - México. ( *Ustilaginales, Ustilaginaceae* ). Tesis de Biología I.P.N. 62 pág.
- 14.- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.

- 15.- GREGORY. L.V. Ayers, J.E. and Nelson, R.R. 1978. predicting Yield Losses in Corn from Southern Corn leaf Blight. *Phytopathology*. 68: 517 - 521.
- 16.- GREGORY. L.V. Ayers, J.E. and Nelson, R. R. 1979. the influence of cultivar and location en Yield Loss in Corn due to southern Corn leaf Blight.
- 17.- HALISKY P.M. and D.G. Smeltzer. 1961. Head Smut established. in California, *Calif. Agric.* 15: 10-12
- 18.- HEALD. F.D. Wilcox, E.M. and Pool V.M. 1909. the life-history and parasitism the *Diplodia zeae* (Schw) Neb. Agr. Exp. sta. Ann rept. 43: 177 - 178.
- 19.- JUGENHEIMER R.W. 1981. Maíz, variedades mejoradas, Métodos de cultivo y producción de semillas, primera edición Ed. Limusa. México. 366-368.
- 20.- LEDEZMA. M.J. 1981. Enfermedades que afectan a los principales cultivos agrícolas en el área del campo agrícola auxiliar del " Valle de Zapopan", - Informe anual Inédito. CAEAJAL.CIAB.INIA.SARH.
- 21.- LOPEZ. F.C. Cobarruvias R. y Niederhauser, 1959. Síntomas del " Carbón de la espiga" y descripción del patógeno. OEE. SAG. Agricultura Técnica en México No. 8. Pág. 32 - 36.
- 22.- MALCOLM. C.S. 1973. Compendium of Corn Diseases. Published by American Phytopatological Society Second Edition. pag. 45.

- 23.- MANKIN. C.J. 1953. Studies in the biology of (*Sphaecelotca zeiliana*) causing head smut on Corn PH.D. - Diss. Washington, st. coll. 65. pág.
- 24.- MC ALPINE. D. 1910. The smut of maize abd. it is treated in Jour. Depart. Agr. Victoria V. 8 pp. - 290 - 298.
- 25.- MUNDY H.G. and Evans. 1910. Maize Smut ( Rhodesia ) - dept. Agr. Bull. 46 pág. 4 South Africa.
- 26.- NORTHON. H.B.S. 1985. *Ustilago zeiliana* on Corn Bot Gaz, 20: 463,
- 27.- PASSERINI G. 1986. *Ustilago zeiliana* J. Kuhn In. Rahenhorst. G.L. fungi Europaei Exsiccati Edit. Nova Italia No. 2096
- 28.- SANCHEZ A.H. 1986. Incidencia, Distribución e Importancia de las enfermedades del maíz en las regiones de Zapopan, Ameca y Sur de Jalisco ( PV- 1986 ) Informe Inédito. CAAVAZ. CIAB. INIA. - SARH.
- 29.- SANCHEZ L.R. 1984. Control del " Carbón de la espiga " - *S. zeiliana*. del maíz mediante tratamiento a la semilla con fungicidas sistémicos en el " Valle de Zapopan", Jal. Tesis Profesional Fac. de Agr. México. 45 pág.
- 30.- SMITH A.L. and Holbert. J. R. 1931. Corn Stalk rot -- and ear rot phytopathology 21: 129 ( abstrat ).
- 31.- ULLSTRUP. A.J. 1949. A method for producing artificial -- epidemics of *Diplodia* ear rot. phytopathology - 39: 93 - 101.

- 32.- VIEGAS. A.P. 1944. Alguns. fungos. do Brasil III. Ustilaginales, Bragantia, S. Paulo. Brasil 4: 739-751.
- 33.- ZENTENO. Z.M. 1963. Estudios sobre hongos parásitos de gramíneas de la Republica Mexicana. III prueba de inoculación en plántulas de maíz con *Gibberella Fujikuroi* ( saw ). Inst. Biol. UNAM. 39: 69 - 83.
- 34.- ZENTENO. Z.M. y Muñoz, O.A. 1968. Estudio sobre hongos parásitos de gramíneas de la República Mexicana Segunda prueba de inoculación en mazorcas de maíz con *Fusarium moniliforme* Ann. Inst. Biol. UNAM. México 39: 111 - 116.

8. APENDICE



OFICINA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

CUADRO No. 11 CANTIDAD DE PLANTAS CON CARBON DE LA  
 ESPIGA DEL MAIZ HV-313, NUEVO MEXICO,  
 Zapopan, Jal. PV-1987.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL
	I	II	III	IV	
SemI+SuSI	4	4	11	12	31
SemSI+SuI	24	19	23	11	77
SemSI+SuSI	1	0	0	1	2
SemI+SuI	9	27	20	22	78
SemTI+SuSI	0	2	1	2	5
SemTSI+SuI	7	9	4	9	29
SemTSI+SuSI	0	0	1	0	1
SemTI+ SuI	7	8	7	12	34



CUADRO No. 12 PLANTAS TOTALES POR UNIDAD EXPERIMENTAL,  
 PARA INOCULACION CON CARBON DE LA ESPIGA  
 DEL MAIZ HV-313, Nuevo México, Zapopan,  
 Jal. PV-1987.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
SemI+SuSI	110	110	114	121
SemSI+SuI	110	107	132	117
SemSI+SuSI	105	114	103	116
SemI+SuS	113	117	109	134
SemTI+SuSI	107	115	112	114
SemTSI+SuI	110	124	116	114
SemTSI+SuSI	103	106	118	116
SemTI+SuI	121	122	118	120

CUADRO No. 13 CANTIDAD DE PLANTAS POR GRADO DE CALIFICACION Y SU PROMEDIO PARA METODOS DE INOCULACION DE TALLOS DE MAIZ H-314, - CON *Fusarium* spp. Nuevo México, Zapopan, Jal. PV-1987.

	M E T O D O	CALIFICACIONES				TOTAL	$\bar{X}$ CAL.
		3	5	7	9		
1	Taladro + Palillo con PDA*	22	5	13	11	51	5.50
2	Taladro con PDA*	10	12	10	19	51	6.49
3	Taladro solo	9	11	9	21	50	6.68
4	Picahielo solo	5	6	13	27	51	7.43
5	Taladro con suelo	7	7	10	25	49	7.16
6	Picahielo con suelo	2	9	10	28	49	7.61
7	Taladro con <i>Fusarium</i>	3	8	10	28	49	7.57
8	Picahielo con <i>Fusarium</i>	0	4	11	36	51	8.25
9	Taladro + <i>Fusarium</i> Div.	3	4	4	39	50	8.16
10	Taladro + <i>Fusarium</i> Transf.	2	0	4	43	49	8.59

\* PDA Papa-Dextrosa-Agar.

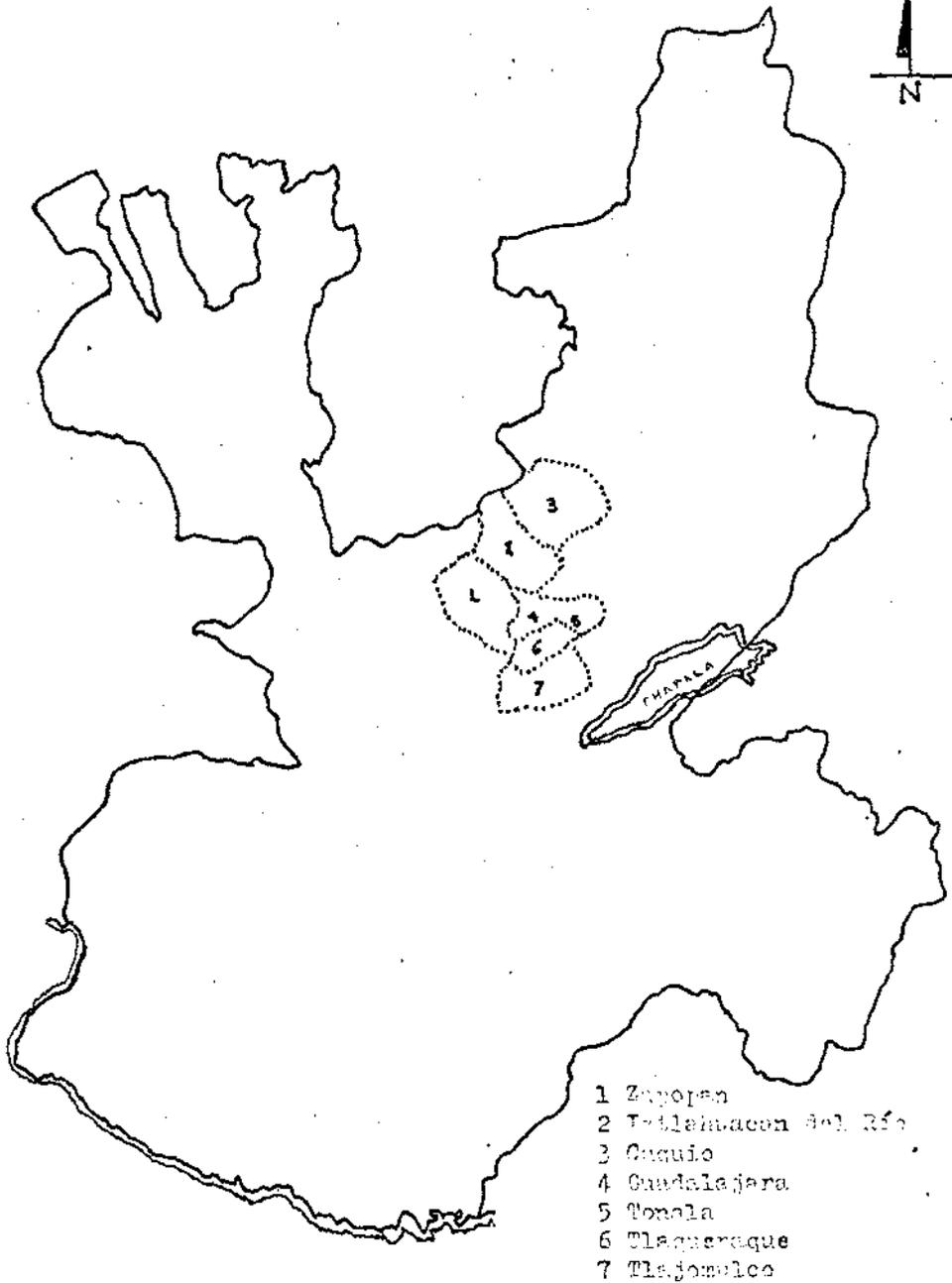


FIGURA 1. MUNICIPIOS QUE ABARCA EL VALLE DE ZAPOCAN.

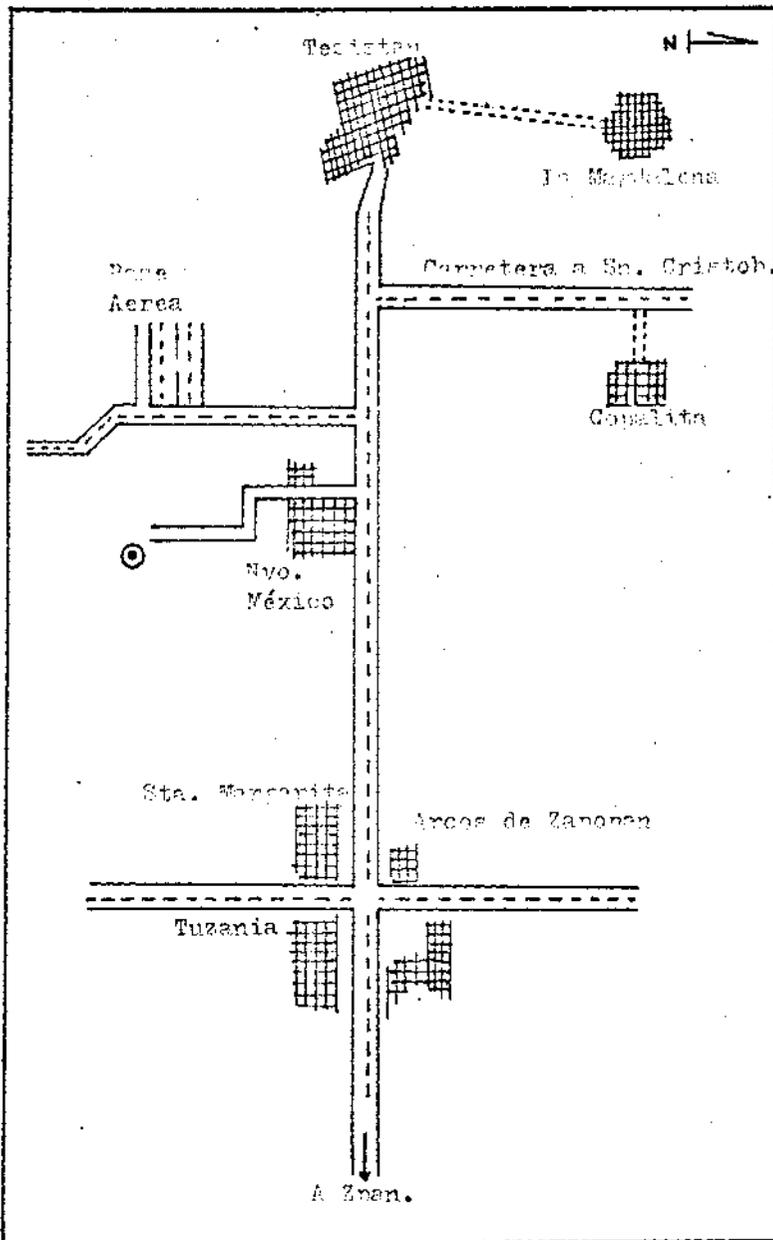


FIGURA 2.      (●) Ubicación del experimento

