

## Estudio preliminar de las enfermedades fungosas y bacterianas del maíz en el estado de Aguascalientes

M. en C. Onésimo Moreno Rico

### INTRODUCCION

El maíz es el tercer cereal más importante en el mundo después del trigo y del arroz. En México y otros países el maíz junto con el frijol son los principales productos de consumo básico para la población. Datos de 1986 indican que en el estado de Aguascalientes el maíz, con 99,759 hectáreas es el más cultivado tanto en el riego como en temporal con un rendimiento de 4,140 kg/ha (7).

Los rendimientos pueden ser mermados por factores abióticos y bióticos. Dentro de los últimos están las enfermedades que pueden ser causadas por diferentes microorganismos (1-2, 5-6). En México y en otros países, se han estudiado los efectos de diferentes enfermedades en el cultivo del maíz. Por ejemplo, Cabrales y Fucikovsky (5) detectaron en dos híbridos de maíz cultivados en el valle de Toluca, México, una enfermedad bacteriana que destruyó un 40% y afectó un 89% de las plantas en algunas áreas de cultivo. La bacteria fue identificada como *Erwinia stewartii*. Castro y Ledezma (6) señalan que en los últimos años se ha presentado un ataque severo del carbón de la espiga, *Sphacelotheca reiliana*, del maíz causando hasta un 30% de pérdidas. Páez y López (12) encontraron que el efecto de la "roya", el "carbón" común y la bacteriosis del maíz sobre la altura de las plantas y mazorcas fue altamente significativo al igual que el virus del rayado fino. Por otra parte Núñez (11) menciona que en el centro de Chiapas los hongos más importantes que afectan al maíz son: *Fusarium*, spp., *Helminthosporium maydis*, *H. turcicum*, *Diplodia* spp., *Physopella zea* y *Puccinia* spp. Agrios (2) menciona que el "huilacoche" o carbón común de maíz reduce la producción formando agallas en cualquier parte vegetativa de la planta. Kwon y Brewbaker (10) en Hawaii observaron que *Puccinia sorghi* reducía en el maíz el 25% del grano, 27% del peso fresco de la planta y el 11% de la longitud de la mazorca pudiendo causar daños serios en cultivos desprotegidos contra la enfermedad. King y Scott (9) reportaron que la severidad de la roya *Puccinia polysora* en las hojas inferiores del

maíz no varió significativamente con la madurez de la planta. La severidad se retrasó algo en las hojas superiores debido posiblemente a los factores ambientales.

En el estado de Aguascalientes se han realizado pocos estudios sobre enfermedades en los cultivos, los cuales han sido enfocados a los frutales (20-21). Considerando la importancia que representa para la agricultura regional la solución de los problemas causados por diferentes microorganismos fitopatógenos en el cultivo del maíz y a la ausencia de estudios al respecto en el estado de Aguascalientes, se propuso este proyecto con los objetivos siguientes:

- 1) Identificación de los microorganismos causantes de enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo del maíz.
- 2) Determinar la distribución, importancia y grado de incidencia de las enfermedades para posteriormente estudiar la más importante.
- 3) Proponer las medidas de control más adecuadas para evitar con ello la supervivencia, multiplicación y propagación de los microorganismos ya mencionados.

### MATERIALES Y METODOS

#### Diagnóstico de las enfermedades:

El diagnóstico se realizó en base a los síntomas que causan las enfermedades y en la identificación de los microorganismos patógenos. La identificación se realizó mediante el aislamiento de los patógenos y la observación de cortes histológicos realizados a los tejidos enfermos, los cuales se montaron entre porta y cubreobjetos con lactofenol, para observar la esporulación característica de éstos. Se observaron las características morfológicas celulares y de cultivo de los patógenos, así como las características bioquímicas de las bacterias (en caso de encontrarse enfermedades causadas por éstas). El aislamiento se realizó tomando secciones de tejido, del límite del avance de las lesiones, de 5 X 5 mm. Estas fueron desinfectadas en hipoclorito de sodio

al 1% durante 1 min., enjuagadas en agua destilada estéril, secadas en gasa estéril y sembradas en el medio de cultivo papa-dextrosa-agar (1-2, 3, 4, 8).

#### Sitios de muestreo. Distribución y grado de incidencia de las enfermedades en el maíz

Se tomaron las siguientes localidades como sitios de muestreo: 1) Jesús María, 2) Valladolid, 3) Maravillas, 4) y 5) kilómetros 20 y 30 carretera Aguascalientes-Villa Juárez respectivamente, 6) km 10 carretera al aeropuerto, 7) Calvillo, 8) San Tadeo, Calvillo, 9) La Labor, Calvillo, 10) Los Arquitos, Jesús María, 11) y 12) Kms. 17 y 19 carretera Aguascalientes S.L.P. respectivamente, 13) San Antonio de los Orcones, Jesús María, Ags.

En cada una de las localidades visitadas se utilizó el muestreo dirigido que consiste en tomar muestras a intervalos igualmente espaciados de la población en estudio para lo cual se requiere el establecimiento, por elección al azar, de un punto de partida. En cada localidad se muestrearon y/o revisaron 100 a 1000 plantas por parcela, siendo el primer caso para *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium turcicum* ya que con ese número de plantas fue suficiente para conocer su incidencia. El segundo caso se utilizó para *Ustilago maydis* y *Sphacelotheca reiliana* debido a que tenían tan baja incidencia que no se les podía detectar revisando 100 plantas.

#### Porcentaje del área foliar dañada por *P. sorghi*

Este estudio se realizó en 1987 en maíz de temporal con la finalidad de conocer el porcentaje de área foliar dañada (expresado en grados de severidad) por la roya del maíz, *Puccinia sorghi*, en el estado de Aguascalientes. Para ello se realizó un muestreo dirigido igual que en la primera etapa, sólo que en este caso se tomó el grado de severidad de la roya usando escalas diagramáticas (13). Se revisaron las hojas de 40 plantas por parcela en las localidades siguientes: 1) Posta Zootécnica de la U.A.A., 2) Valladolid, 3) San Francisco, 4) San Antonio de los Orcones, 5) Pabellón de

Arteaga, 6) Villa Juárez, 7) Jaltomate, 8) San Antonio, Tepezalá, 9) Rincón de Romos, 10) km 7 carretera Calvillo-La Labor, 11) Calvillo, 12) La Labor, 13) Km 10 carretera al aeropuerto y 14) km 20 carretera Aguascalientes-S.L.P. En los cuadros 1 y 2 se presentan las fechas de visita a las diferentes localidades.

Para cumplir el tercer objetivo se recurrió a la bibliografía específica de cada una de las enfermedades diagnosticadas en este estudio para consultar las medidas de prevención y control (1 2 14).

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Enfermedades fungosas

Se diagnosticaron cuatro enfermedades fungosas en el estado de Aguascalientes.

- I) Una de las enfermedades se encontró causando agallas globosas blanquecinas al inicio, posteriormente se rompen dejando expuesta una masa de esporas de color café-oscuro a negro, sin presencia de hilos, haces vasculares (fig. 1 A y B). Las esporas que este patógeno forma son de color oscuro, esféricas a elipsoidales, equinuladas y de 7 a 10 micras de diámetro (fig. 1C). Todo lo anterior indicado concuerda con la enfermedad conocida como "carbón" común o "huitlacoche" del maíz por *Ustilago maydis* (DC.) Cda. (1 2).
- II) Otra de las enfermedades se encontró causando agallas parecidas a las que forma el anterior patógeno, pero en este caso generalmente son formadas en las inflorescencias masculinas (espigas) de las plantas (fig. 2). En el interior de estas agallas se encontraron hilos (haces vasculares). Las esporas que forman el patógeno son de color obscu-

ro, globosas equinuladas y que miden de 9 a 12 micras de diámetro.

Se diagnosticó que esta enfermedad es causada por el "carbón" de la espiga del maíz por *Sphacelotheca reiliana* (kuhn Clint. (1 2 6)

- III) Otra enfermedad se encontró causando la formación de pústulas (fase uredial) circulares a elongadas, café canela (por las esporas que forma), rodeadas por un halo clorótico, midiendo, según las plantas de maíz criollo de 0.5 mm de diámetro a 2 X 5 mm (fig. 3A). Cuando la planta madura, se encontraron pústulas con dimensiones parecidas a las anteriormente descritas pero de color negro (fase telial) debido a las esporas que forma el hongo (fig. 3B). Las uredosporas son de color café canela, esféricas a elipsoidales y que miden 22 a 29 X 24 a 32 micras. La pared de la espora es de 1.5 a 2 micras de grosor, equinuladas y con 3 a 4 poros ecuatoriales. Las eliosporas son bicelulares, negras, unidas a pedicelos y que miden 16 a 23 X 25 a 50 micras.

Los síntomas y medidas de las esporas del hongo coinciden con la enfermedad llamada "roya" o "chahuixtle" del maíz por *Puccinia sorghi* Schw. (1 9 10).

- IV) Finalmente se diagnosticó una enfermedad que ocasiona manchas foliares fusiformes, verde-grisáceo y que miden 2.5 a 15 cm de longitud (fig. 4A). Los conidióforos que forma el patógeno son verde-oscuros, de 2 a 4 células que miden 7 a 9 X 150 a 250 micras (fig. 4B). Las esporas son de color semejante a los conidióforos, en forma de huso, ligeramente curvas, que poseen 3 a 8 septos y que miden 20 X 150 micras (fig. 4C). Según lo anterior, la enfermedad es causada por el "tizón" foliar

del maíz por *Helminthosporium turcicum* Pass (1 2 3).

### Enfermedades bacterianas

No se registró ni diagnosticaron enfermedades bacterianas durante los muestreos realizados.

## INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES

En el cuadro No. 1 se presentan los porcentajes de incidencia de las 4 enfermedades, así como las fechas en que se realizaron los muestreos. Este cuadro muestra que la enfermedad que tuvo más incidencia en el maíz fue la roya que se presentó con un 21% en la localidad 1 y con un 100% en la 10 y 13. La media total de las localidades fue de 81%. Esta enfermedad es una de las más frecuentes encontradas en casi cualquier lugar de México donde se cultiva el maíz (11).

El tizón por *H. turcicum* sigue en orden de incidencia con un total de 8.4% teniendo a la localidad 13 con el máximo de incidencia. Esta enfermedad no se presentó durante los meses de junio, julio y agosto, lo cual posiblemente se debió a las condiciones del medio ambiente que no fueron favorables al hongo, mientras que sí lo fueron los meses siguientes. El carbón de la espiga y el huitlacoche fueron las enfermedades que menos incidieron en el cultivo con un 0.23% y 0.078% de media total respectivamente. Se conoce que el huitlacoche se presenta con no más del 10% de incidencia, pero el maíz dulce puede causar graves pérdidas (2). En cuanto al carbón de la espiga, se tienen referencias de que ha ocasionado epifitias en el estado de Jalisco por lo cual se está buscando resistencia genética en las plantas (6).

Cuadro No. 1

### INCIDENCIA DE 4 ENFERMEDADES DEL MAÍZ EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES (EN %)

FECHA	L	P <sub>a</sub>	H <sub>a</sub>	U <sub>b</sub>	S <sub>b</sub>
26/06/85	1	87	0.	0.	0.005
01/07/85	2	21	0.	1.0	3.0
05/08/85	3	96	0.	0.012	0.021
13/08/85	4	83	0.	0.	0.009
13/08/85	5	52	0.	0.002	0.
20/08/85	6	94	5.	0.001	0.
10/09/85	7	93	0.	0.001	0.002
10/09/85	8	65	5.	0.	0.001
10/09/85	9	83	4.	0.001	0.001
10/09/85	10	100	40.	0.005	0.001
30/09/85	11	90	6.	0.	0.
30/09/85	12	89	4.	0.	0.
22/10/85	13	100	46.	0.001	0.004
MEDIA TOTAL	---	81	8.4	0.078	0.23

L = localidad,

P = *P. sorghi*

H = *H. turcicum*

U = *U. maydis*

S = *S. reiliana*

a = Se revisaron 100 plantas por localidad

b = Se revisaron 1000 plantas por localidad.

En razón a que la roya *Puccinia sorghi*, fue la enfermedad que más incidió y más distribuida estuvo en el maíz en Aguascalientes, se realizó un estudio sobre el porcentaje de área foliar dañado por este patógeno.

#### PORCENTAJE DE AREA FOLIAR DAÑADO POR *P. sorghi*

En el cuadro No. 2 se observan los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de área foliar dañada (expresado en grados de severidad) por la roya o chahuixtle, *P. sorghi* en el maíz. También se muestran datos del grado de severidad en las hojas inferiores, medias y superiores de las plantas así como la suma total de las medias en cada localidad.

indicados. Lo cual es comprobado por la prueba de Scheffe que se presenta en el mismo cuadro 2.

En el cuadro 2 también se puede apreciar que las hojas inferiores son más dañadas que las medias y superiores y que entre estas dos últimas no hay una diferencia significativa. Lo anterior se confirma con la prueba de Scheffe.

Lo antes descrito concuerda con los resultados obtenidos por King y Scott (9). Con los resultados anteriormente expuestos podemos indicar que los cultivos de maíz criollo en el estado de Aguascalientes son genéticamente resistentes a las enfermedades encontradas y/o que las condiciones medio ambientales que favorecen a los hongos

4.- En parcelas pequeñas y aisladas, eliminar y quemar las agallas. Esto es impráctico en extensiones de cultivo grandes.

Para el carbón de la espiga por *S. reiliania* se recomienda:

- 1.- Uso de variedades resistentes.
- 2.- Saneación y rotación con otros cultivos no susceptibles como: leguminosas, hortalizas y otras gramíneas diferentes al maíz y sorgo.
- 3.- Eliminar al patógeno de la semilla mezclándola con un fungicida como la carboxina (Vitavax) o captan (Metacaptan, Othocide 50, Intercaptan 50) a razón de 125 gr. de fungicida para 100 kg de semilla. Triadimenol (Baytan 150 FS) en dosis de 0.5 lt/ 100 kg de semilla.

Para el control de la roya por *P. sorghi* se recomienda:

- 1.- Uso de variedades resistentes.
- 2.- Cuando está causando mucho daño se realizan aplicaciones de zineb (Parzate, Dithane Z-78, Zineb 80%) en dosis de 2.3 kg diluidos en 100 a 150 litros de agua por hectárea. Las aplicaciones se inician cuando aparezcan los primeros síntomas y se repiten las aplicaciones cada 7 o más días según las condiciones de humedad y temperatura.

Para el control del tizón foliar por *H. Turcicum* se recomienda:

- 1.- Uso de variedades resistentes.
- 2.- Aplicaciones de clorotalonil (Bravo 500, Daconil 2787) en dosis de 2.5 a 3.25 lt/ha iniciando las aplicaciones cuando aparezcan las lesiones y se repiten cada 4 a 7 días. No aplicar 40 días antes de la cosecha. También se puede aplicar Maneb + Zn (Manex ZN, Manzate 200) en dosis de 1.5 kg/ha con las mismas indicaciones que el fungicida anterior.

Cuadro No. 2

#### GRADO DE SEVERIDAD DE LA ROYA EN LAS HOJAS DEL MAIZ EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

FECHA	L.	HOJAS			SUMA TTL.	MEDIA TOTAL
		INF.	MED.	SUP.		
12 08 87	1	2.62	1.09	0.36	4.07	1.35a
17 07 87	2	0.61	0.40	0.29	1.30	0.43a
17 08 87	3	0.17	0.23	0.18	0.58	0.19b
17 08 87	4	0.65	0.62	0.48	1.65	0.58a
31 08 87	5	1.98	1.24	0.72	3.94	1.31a
07 09 87	6	3.50	0.56	0.35	4.41	1.47a
07 09 87	7	1.72	0.63	0.28	2.63	0.87a
21 09 87	8	1.69	0.81	0.20	2.70	0.90a
21 09 87	9	2.00	0.98	0.26	3.24	1.08a
28 09 87	10	0.85	0.51	0.33	1.79	0.59a
28 09 87	11	0.92	1.17	1.56	2.65	0.88a
28 09 87	12	1.21	0.85	0.37	2.43	0.81a
05 10 87	13	3.23	2.98	1.50	7.71	2.57c
12 10 87	14	1.28	1.44	0.61	3.33	1.11a
SUMA		22.43	13.61	6.49	42.53	14.14
MEDIA TOTAL		1.60a	0.97b	0.46b	3.03	1.01

Escala 1-4: 1=0.37%, 2=0.74%, 3=1.11% y 4=1.48% de área foliar dañado por la roya. l=localidad

El porcentaje promedio con la misma letra no muestra diferencias significativas al 0.10% de probabilidad según prueba de Scheffe.

En el cuadro anterior se aprecia que la severidad varió desde 0.19 de media total para la localidad 3 hasta 2.57 para la localidad 13. Este último fue el mayor posiblemente a la presencia de mucha humedad en el suelo que se observó cuando se tomaron los datos. Aquí hay que aclarar que aunque el estudio se realizó en maíz de temporal, todas las parcelas analizadas recibieron riegos de auxilio ya que de lo contrario hubieran sido destruidos por la sequía que se presentó durante el periodo de estudio. La severidad promedio de todas las localidades fue de 1.01 lo cual indica que el porcentaje de área foliar dañada por la roya apenas rebasó un 0.37%.

En general no hay diferencias significativas en la severidad de las diversas localidades excepto en los dos extremos ya

diagnosticados no se presentaron en el periodo de estudio.

#### C) Medidas de Control

A continuación se indican las medidas de control que se recomiendan en la bibliografía consultada para las enfermedades aquí encontradas.

Para el control de *U. maydis* se recomienda:

- 1.- No plantar variedades susceptibles.
- 2.- No causar daños mecánicos a las plantas durante su cultivo.
- 3.- Mantener al cultivo con una fertilización balanceada.

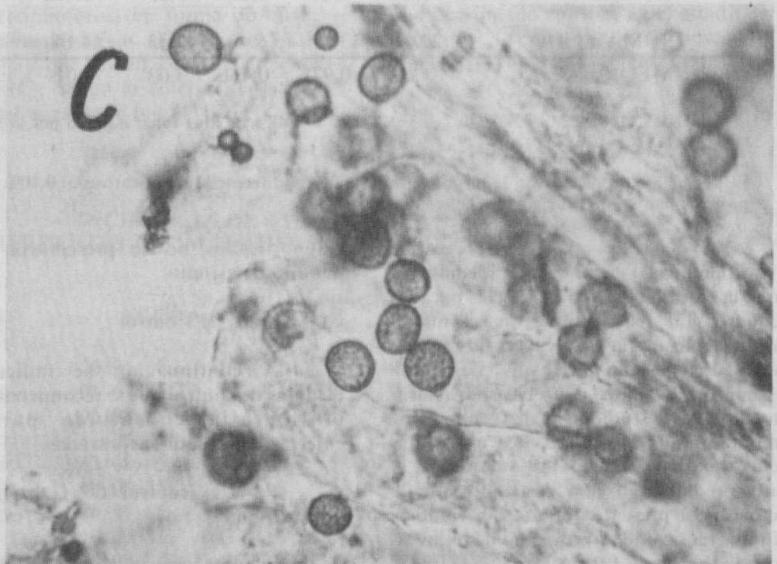


Figura 1. Carbón común o "huitlacoche" del maíz. A) Agallas en mazorca y B) en tallo del maíz. C) Tetrahymenasporas (400 aumentos).

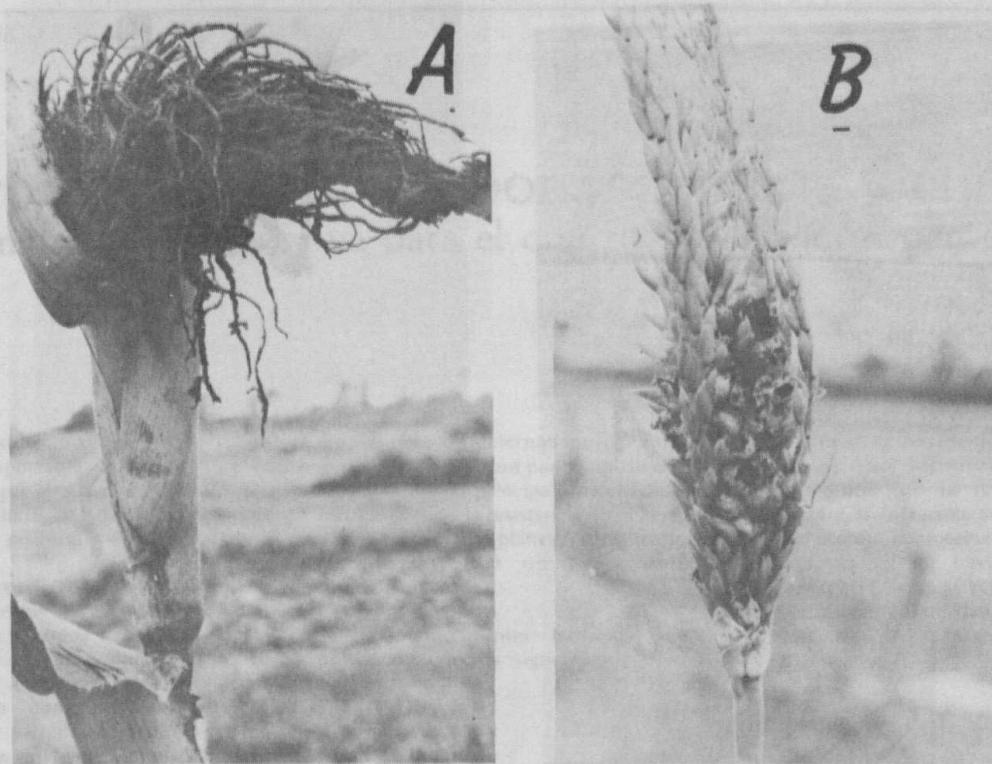


Figura 2. Carbón de la espiga causado por *Sphacelotheca reiliana*. A) Lesión en el tallo. B) Lesiones en la espiga.

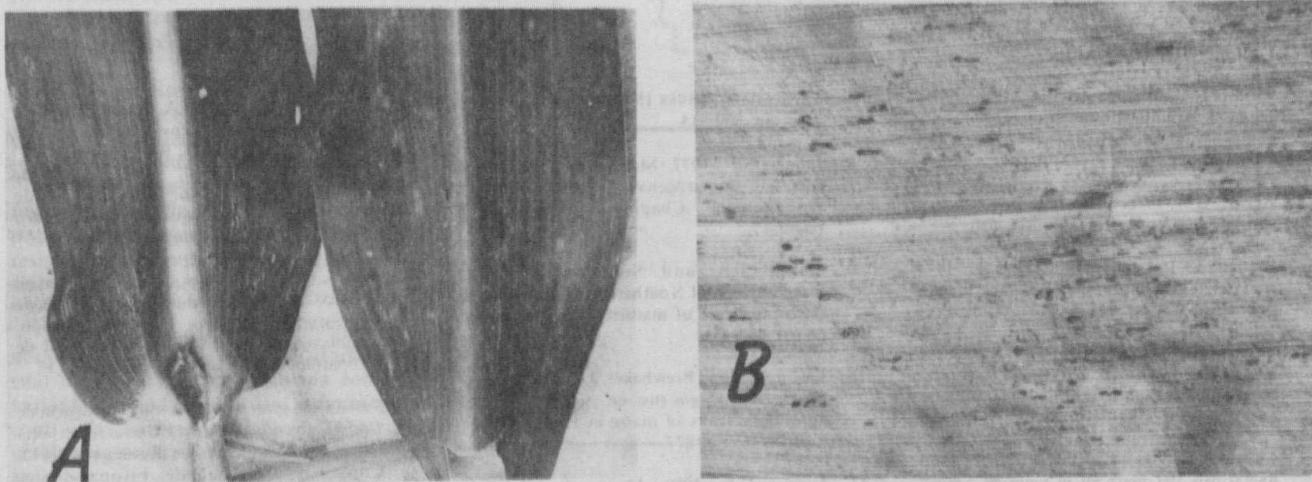


Figura 3. Síntomas de causa la "roya" (*Puccinia sorghi*) del maíz. A) Pústulas que corresponden a la fase uredial. B) Fase Telial.

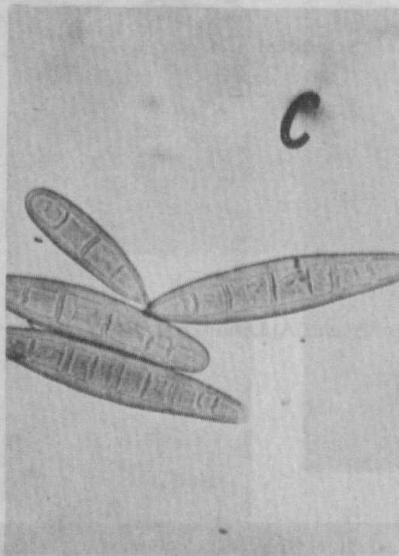
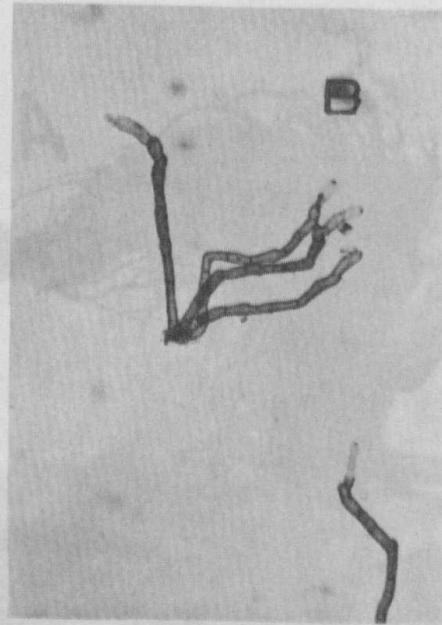
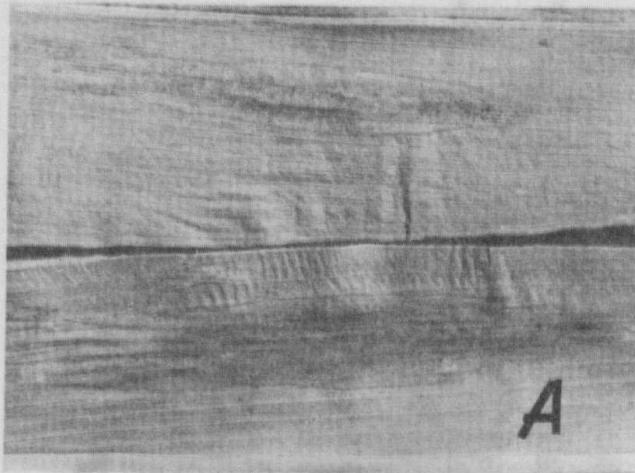


Figura 4. Tizón foliar del maíz por *H. turvicum* A) Lesiones fusiformes en hojas. B) Fotomicrografía de los conidióforos (100 aumentos). C) Fotomicrografía de conidios (250 aumentos).

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- Advisory Committee to the Maize (corn) Diseases Compendium Project. 1977. A compendium of corn diseases. The A.P.S. EUA. 64 pág.
- 2.- Agrios, G.N. 1978. Plant Pathology. Second edition. Academic press. pp. 398-401.
- 3.- Barnett, J.L. and Hunter, B.B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess publishing Co. pp. 241.
- 4.- Buchanan, R.E. and Gibson, N.E. 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Eighth Edition. The Williams and Wilkins Co. Baltimores, E.U.A., 1,268 p.
- 5.- Cabrales, L. y Fucikovsky, L. 1975. Bacteriosis del maíz en el valle de Toluca, México. *Agrociencia* No. 22: 51-60.
- 6.- Castro, F.J. y Ledezma, J. 1984. Evaluación de material genético de maíz en relación a su resistencia al carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*). XI Congreso Nacional de Fitopatología, Resumen No. 21.
- 7.- Gobierno del estado de Aguascalientes. 1989. Anuario estadístico del estado de Aguascalientes 1988. INEGI. Aguascalientes, Ags., pp. 509-515.
- 8.- Jaimes, S.F. 1977. Manual de prácticas de bacterias fitopatógenas. E.N.A. Depto. de Parasitología. Chapingo, México. 119 páginas.
- 9.- King, S.B. and Scott, G.E. 1982. Development of Southern rust on maize at different stages of maturity. *Plant Diseases*. 66 (6): 447-481.
- 10.- Kwon, K.S. and Brewbaker, J.L. 1976. Effects of *Puccinia sorghi* rust on yield and several agronomic traits of maize in Hawaii. *Crop Science* 16: 874-877.
- 11.- Núñez, G.S. 1980. Marco de referencia regional de maíz, frijol y de arroz del CAECECHA. SARH-INIA-CIA-PAS. Chiapas, Méx. 89 pág.
- 12.- Páez, L.A. y López, A.G.F. 1984. Comportamiento de materiales genéticos del maíz de la mesa central al ataque de enfermedades. Resúmenes del XI Congreso Nacional de Fitopatología, celebrado en S.L.P.
- 13.- Peterson, R. et al. 1984. A diagramatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can. J. Res.* 26: 496-500.
- 14.- Rosenstein, E. 1986. Diccionario de especialidades agroquímicas. Primera edición. P.I.M. S.A. México. 501 páginas.
- 15.- Torres, C.J.M. y Ramos, L.A. 1977. Control químico de la roya del duraznero *Tranzchea pruni-spmocae* (Pers). Diet. en Pabellón. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Fitopatología, celebrado en México, D.F.
- 16.- Valle, G.P. 1980. Distribución e incidencia de *Eurypa armeniacae* Hansl y Carter, en la zona vitícola de Aguascalientes. Resúmenes del IX Congreso Nacional de Fitopatología, celebrado en Uruapan, Mich.

Este trabajo fue presentado en el XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología celebrado en el Colegio de Postgraduados (Centro de Fitopatología) en Montecillo, México, del 24 al 28 de julio de 1989.

Un resumen de este artículo se encuentra en la página 5 de las memorias de este Congreso. □