



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**✓ EFECTOS DE ENFERMEDADES FOLIARES
FUNGOSAS EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
DE TEMPORAL**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

ANA MARÍA BLANCO

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
EN PROTECCIÓN VEGETAL**

CHAPINGO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO 1998.



Bib. 06822

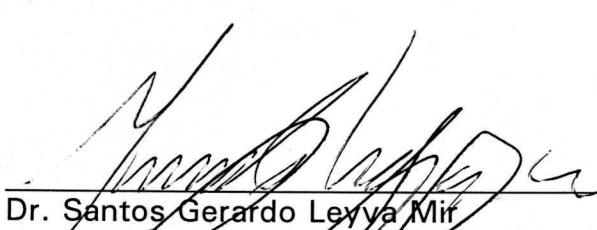
EFFECTOS DE ENFERMEDADES FOLIARES FUNGOSAS EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE TEMPORAL

Esta tesis fue realizada por **Ana María Blanco** bajo la dirección de los Drs. Héctor Eduardo Villaseñor Mir y Santos Gerardo Leyva Mir y asesorada por el Dr. Sebastián Romero Cova, revisada por el jurado examinador que se indica y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

COMITE ASESOR

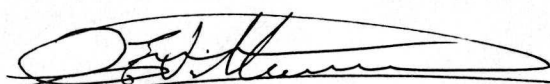
PRESIDENTE:


Dr. Santos Gerardo Leyva Mir

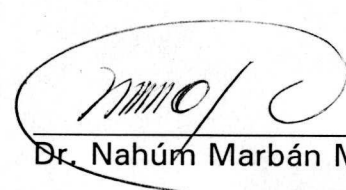
ASESOR:


Dr. Sebastián Romero Cova

ASESOR:


Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir

ASESOR:


Dr. Nahúm Marbán Mendoza

CHAPINGO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO, AGOSTO, 1998

32893

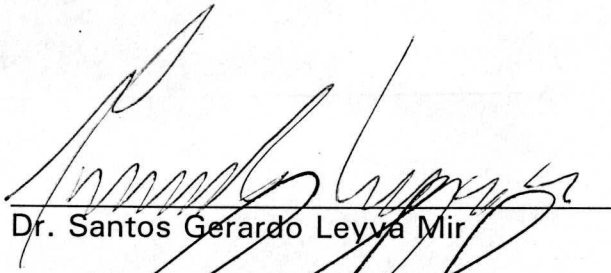
EFFECTOS DE ENFERMEDADES FOLIARES FRUNGOSAS EN TRIGO
(*Triticum aestivum* L.) DE TEMPORAL

Tesis realizada por **Ana María Blanco** bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

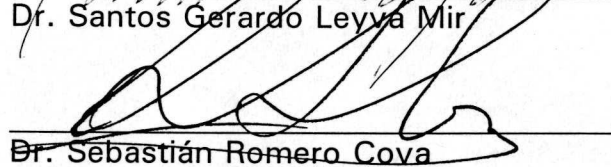
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

CONSEJO PARTICULAR

PRESIDENTE:


Dr. Santos Gerardo Leyva Mir

ASESOR:


Dr. Sebastián Romero Cova

ASESOR:


Dr. Nahúm Marbán Mendoza

CHAPINGO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO, AGOSTO, 1998

DEDICATORIA

*Con un intenso amor, admiración y respeto a mi Madre Rosibel, por su
lucha en apoyarme en todos los momentos, por su cariño y sabios consejos.*

*Con un inmenso amor incomparable, a mis hijos Noél y
Jessenia Rebeca que han sido el motivo de mi superación.*

*A mi esposo Noél, por su confianza, cariño y gracias
a su apoyo he podido lograr mis objetivos.*

A mis Maestros y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería Programa de Fortalecimiento de los Servicios del MAG, por haberme otorgado la beca con la cual fue posible realizar mis estudios de Maestría en Protección Vegetal.

Al M.C. Jorge Luis Góngora González, por sus acertados consejos y por haberme propuesto como candidata para optar la beca con la cual obtuve mis estudios de Maestría.

Al Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir investigador del INIFAP. Por sus orientaciones, consejos, enseñanzas, por la dirección y amplia disposición en el desarrollo de las diferentes etapas del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Gerardo Leyva Mir por sus orientaciones y sugerencias en la mejora de la presente investigación.

Al Dr. Sebastián Romero Cova por sus valiosas y acertadas sugerencias para mejorar el escrito, por el cariño, amistad y por todo el apoyo que me ha brindado durante mis estudios.

Al Dr. Nahúm Marbán Mendoza por formar parte de mi Consejo Particular, por sus atinadas sugerencias para mejorar el escrito del presente trabajo y por todo el apoyo que me ha brindado durante mis estudios.

A mis compañeros y en especial aquellos que con su apoyo y amistad me fue posible culminar mis estudios.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	xii
RESUMEN.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2. 1. Distribución del trigo en México.....	4
2.1. 2. Algunos patógenos fungosos que atacan al trigo.....	4
2.1.3. Importancia de las enfermedades.....	4
2.2 <i>Puccinia recondita</i> Rob. ex Desm. (Roya de la hoja).....	5
2.2.1. Importancia.....	6
2.2.2. Morfología.....	6
2.2.3. Daños.....	7
2.2.4. Pérdidas.....	7
2.2.5. Sintomatología.....	7
2.2.6. Biología y Epidemiología.....	8
2.2.7. Control.....	9
2.3. <i>Puccinia striiformis</i> West. (Roya lineal, roya amarilla, roya estriada, roya de la gluma).....	10
2.3.1. Importancia.....	10
2.3.2. Morfología.....	10
2.3.3. Daños.....	11
2.3.4. Pérdidas.....	11
2.3.5. Sintomatología.....	12
2.3.6. Biología y Epidemiología.....	12
2.3.7. Control.....	13

2.4. <i>Helminthosporium sativum</i> Pammel, King y Bakke (= <i>Cochliobolus sativus</i>) (Tizón foliar).	14
2.4.1. Importancia.	14
2.4.2. Morfología.	14
2.4.3. Daños.	15
2.4.4. Pérdidas.	15
2.4.5. Sintomatología.	16
2.4.6. Biología y Epidemiología.	16
2.4.7. Control.	17
2.5. <i>Helminthosporium tritici-repentis</i> (= <i>Pyrenophora trichostoma</i>). (Mancha amarilla de la hoja. Mancha ocular)	17
2.5.1. Importancia.	17
2.5.2. Morfología.	18
2.5.3. Daños.	18
2.5.4. Pérdidas	19
2.5.5. Sintomatología.	19
2.5.6. Biología y Epidemiología.	20
2.5.7. Control.	21
2.6. <i>Fusarium nivale</i> (Fr.) Snyder y Hansen. (Tizón de la espiga del trigo).	22
2.6.1. Importancia.	22
2.6.2. Morfología.	23
2.6.3. Daños.	23
2.6.4. Pérdidas	24
2.6.5. Sintomatología.	24
2.6.6. Biología y Epidemiología.	25
2.6.7. Control.	26
2.7. <i>Fusarium graminearum</i> Schw. (Roña y pudrición de la corona del trigo).	27
2.7.1. Importancia.	27
2.7.2. Morfología.	27
2.7.3. Daños.	28

2.7.4. Pérdidas	29
2.7.5. Sintomatología.	29
2.7.6. Biología y Epidemiología.	29
2.7.7. Control.	30
2.8. <i>Septoria tritici</i> Rob. ex Desm. (Tizón foliar).	31
2.8.1. Importancia.	31
2.8.2. Morfología.	31
2.8.3. Daños.	32
2.8.4. Pérdidas	33
2.8.5. Sintomatología.	34
2.8.6. Biología y Epidemiología.	34
2.8.7. Control.	35
2.9. <i>Septoria nodorum</i> (Berk.) Berk. (Tizón de la gluma).	36
2.9.1. Importancia.	36
2.9.2. Morfología.	36
2.9.3. Daños.	36
2.9.4. Pérdidas	37
2.9.5. Sintomatología.	37
2.9.6. Biología y Epidemiología.	38
2.9.7. Control.	39
2.10. Muestreo	39
2.11. Fungicidas.	40
2.12. Importancia del vigor de la semilla.	41
2.13. Crecimiento y desarrollo del trigo.	42
2.14. Calidad de la semilla.	42
2.15. Pruebas de vigor.	44
2.16. Pruebas de crecimiento de plántulas.	45
2.17. Germinación.	45
2.18. Pruebas de velocidad de germinación.	45
2.19. Efecto de la profundidad de siembra.	46
2.20. Tamaño de la semilla.	46

III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1.	Evaluación de campo.....	47
3.1.1.	Materiales.....	47
3.1.1.1.	Sitios de pruebas.....	47
3.1.1.2.	Material genético.....	47
3.1.1.3.	Tratamientos.....	47
3.1.2.	Métodos.....	48
3.1.2.1.	Manejo agronómico de los experimentos.....	48
3.1.2.2.	Diseño y parcela experimental.....	48
3.1.2.3.	Cuantificación de la incidencia y severidad de las enfermedades.....	49
3.1.2.4.	Variables en estudio.....	49
3.1.2.4.1.	Variables directas.....	49
3.1.2.4.2.	Variables indirectas.....	50
3.1.2.5.	Análisis de la información.....	51
3.1.2.6.	Identificación de enfermedades en campo.....	51
3.2.	Identificación de patógenos en las semillas.....	52
3.2.1.	Medios de cultivos.....	52
3.2.1.1.	Papa Dextrosa Agar (PDA).....	52
3.2.1.2.	Jugo de Tomate Agar.....	53
3.2.1.3.	Jugo V8-Agar.....	54
3.2.2.	Siembra de semillas en medios de cultivos.....	54
3.3.	Pruebas de calidad fisiológica de las semillas.....	55
3.3.1.	Materiales.....	55
3.3.1.1.	Material genético.....	55
3.3.1.2.	Sitio de evaluación (CAVAMEX).....	55
3.3.1.3.	Camas de siembra.....	56
3.3.1.4.	Tratamientos.....	56
3.3.2.	Métodos.....	56
3.3.2.1.	Conducción de la evaluación.....	56
3.3.2.2.	Diseño y parcela experimentales.....	57
3.3.2.3.	Variables en estudios.....	57

3.3.2.4. Análisis de la información.	58
IV. RESULTADOS.	59
4.1. Evaluación de campo.	69
4.1.1. Incidencia de enfermedades.	59
4.1.2. Análisis por localidad.	61
4.1.3. Análisis conjunto.	73
4.1.4. Análisis de correlación.	83
4.2. Patógenos identificados en las semillas.	85
4.3. Pruebas de calidad fisiológica de la semilla.	86
V. DISCUSIÓN.	89
VI. CONCLUSIONES.	93
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.	95
VIII APÉNDICE.	111

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Los estados de desarrollo del trigo según Zadoks <i>et al.</i> (1974) son los siguientes.	43
Cuadro 2. Cuadrado medio del análisis de varianza de las 13 variables en la evaluación de las seis variedades de trigo harinero. Coatepec, Méx. P-V/1997.....	64
Cuadro 3. Cuadrado medio del análisis de varianza de las 13 variables en la evaluación de las seis variedades de trigo harinero, Calpulalpan, Tlax. P-V/1997.....	65
Cuadro 4. Cuadrado medio del análisis de varianza de las 13 variables en la evaluación de las seis variedades de trigo harinero en Juchitepec, Méx. P-V/1997.....	66
Cuadro 5. Comparación de medias por daño máximo de las enfermedades foliares de las seis variedades en las tres localidades. P-V/1997. .	67
Cuadro 6. Análisis de varianza conjunto de las tres localidades y las seis variedades de trigo para evaluar las variables relacionadas con el rendimiento y resistencia a patógenos. P-V/1997.	76
Cuadro 7. Comparación de medias de las variables en estudio Prueba de Tukey” de las tres localidades en el tratamiento con fungicida. P-V/1997.....	77
Cuadro 8. Comparación de medias del tratamiento sin fungicida entre las localidades, “Prueba de Tukey” en las variables en estudio. P-V/1997.....	78

Cuadro 9. Comparación de medias de los tratamientos “Prueba de Tukey” en el análisis conjunto para las diferentes variables en estudio. P-V/1997.	81
Cuadro 10. Comparación de medias “Prueba de Tukey” de todas las variables en estudio, de las variedades de las tres localidades. P-V/1997. .	82
Cuadro 11. Porcentaje de pérdidas en Kg/ha por variedad en las tres localidades y el Combinado. P-V/1997	83
Cuadro 12. Análisis de correlación de varianza en promedio de las variables en estudio de las tres localidades y las seis variedades. P-V/1997. . .	84
Cuadro 13. Porcentaje de pérdidas en Kg/ha por tratamiento en las tres localidades y el Combinado. P-V/1997.....	85
Cuadro 14. Análisis de varianza de la prueba de la calidad fisiológica de la semilla de la seis variedades de trigo harinero.	87
Cuadro 15. Comparación de medias “Prueba de Tukey” con una significancia de 5% de la calidad fisiológica de las variables en investigación, de las semillas de trigo cosechado en las tres localidades experimentales.	87
Cuadro 16. Comparación de medias “Prueba de Tukey” entre variedades de la prueba fisiológica de la semilla trigo.	88
Cuadro 17. Comparación de medias “Prueba de Tukey” entre tratamientos de las variedades de semilla trigo.	88

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Porcentaje de daño foliar promedio de seis variedades de trigo causado por enfermedades fungosas en los tratamientos con y sin fungicida en tres sitios y en promedio. P-V/1997.. 68
- Figura 2. Porcentaje de pérdidas en el rendimiento promedio de seis variedades de trigo causado por enfermedades fungosas en los tratamientos con y sin fungicida en tres sitios y en promedio. P-V/1997. 68
- Figura 3. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdida de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida en Coatepec, Méx. P-V/1997. 70
- Figura 4. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdidas de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida en Calpulalpan, Tlax. P-V/1997. 70
- Figura 5. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdidas de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida en Juchitepec, Méx. P-V/1997..... 72
- Figura 6. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdidas de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida promedio de tres sitios. P-V/1997... 72
- Figura 7. Pérdidas de área foliar y de rendimiento de grano debido a enfermedades fungosas, promedio de tres sitios en seis variedades de trigo de temporal durante el ciclo. P-V/1997. 74

Figura 8. Producción de biomasa total de seis variedades de trigo en tratamientos con y sin fungicida promedio de tres sitios y porcentaje de pérdidas debido a las enfermedades fungosas. P-V/1997.	74
Figura 9. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Coatepec, Méx. P-V/1997.	75
Figura 10. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Calpulalpan, Tlax. P-V/1997. ...	75
Figura 11. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Juchitepec, Méx. P-V/1997.	80
Figura 12. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas, promedio de los tres sitios. P-V/1997.	80
Figura 13. Síntomas característicos de <i>P. recondita</i> en trigo harinero temporalero.	60
Figura 14. Síntomas característicos de <i>P. striiformis</i> en trigo harinero temporalero.	60
Figura 15. Síntomas característicos de <i>H. Sativum</i> en trigo harinero temporalero.	62
Figura 16. Síntomas característicos de <i>H. Sativum</i> en trigo harinero temporalero.	62
Figura 17. Síntomas característicos de <i>S. tritici</i> en trigo harinero temporalero.	63
Figura 18. Síntomas característicos de <i>F. graminearum</i> en trigo harinero temporalero.	63

CUADROS DEL APENDICE

Cuadro 1A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con 5% de probabilidad de los tratamientos de la localidad Coatepec. P-V/1997.	111
Cuadro 2A. Comparación de medias entre variedades de la localidad de Coatepec, P-V/ 1997.	112
Cuadro 3A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con 5% de probabilidad de los tratamientos de la localidad Calpulalpan, Tlax. P-V/1997. .	113
Cuadro 4A. Comparación de medias de las variedades de la localidad de Calpulalpan, Tlax. P-V-1997.	114
Cuadro 5A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con 5% de probabilidad de los tratamientos de la localidad Juchitepec, Méx. P-V/1997..	115
Cuadro 6A. Comparación de medias de las variedades "Prueba de Tukey" de la localidad de Juchitepec, Méx. P-V-1997.	116
Cuadro 7A. Comparación de medias de las variables en estudio "Prueba de tukey" de las tres localidades con el tratamiento sin fungicida. P-V/1997.	117
Cuadro 8A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" de las seis variedades en el tratamiento con fungicida de las tres localidades (Coatepec, Juchitepec y Calpulalpan). P-V/1997.	118

Cuadro 9A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" de las seis variedades en el tratamiento sin fungicida de las tres localidades (Coatepec, Juchitepec y Calpulalpan). P.V/1997.	119
Cuadro 10A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Coatepec en el tratamiento con fungicida. P-V/1997.	120
Cuadro 11A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Coatepec en el tratamiento sin fungicida. P-V/1997.	121
Cuadro 12 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Calpulalpan en el tratamiento con fungicida. P-V/97	122
Cuadro 13 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Calpulalpan en el tratamiento sin fungicida. P-V/97	123
Cuadro 14 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Juchitepec en el tratamiento con fungicida. P-v/97.	124
Cuadro 15 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Juchitepec en el tratamiento sin fungicida. P.V/1997.	125

RESUMEN.

El presente trabajo se realizó con los objetivos de identificar las principales enfermedades que afectan el rendimiento de trigo, así como los hongos patógenos que se transmiten por semilla, y el efecto que tienen sobre la calidad física y fisiológica de la misma. Durante el ciclo P-V/1997. Se evaluaron las variedades de trigo Siete Cerros T66, Cleopatra VS74, Zacatecas VT74, Mixteco S82, Temporalera M87 y Romoga F96, en Juchitepec y Coatepec, Méx., y en Calpulalpan, Tlax., bajo condiciones de campo con y sin protección de fungicidas. A la cosecha se comparó su rendimiento. Se utilizó un diseño experimental de Bloques completamente al azar con cuatro repeticiones en un arreglo de tratamientos de parcela divididas, en donde los tratamientos de control se ubicaron en las parcelas grandes y las variedades en las parcelas chicas.

Las enfermedades identificadas, de mayor importancia fueron: roya de la hoja (*Puccinia recondita*), roya amarilla (*P. striiformis*), mancha foliar (*Helminthosporium sativum*), mancha amarilla (*H. tritici-repentis*), tizón de las glumas (*Septoria nodorum*), tizón foliar (*S. tritici*), y moho de la nieve (*Fusarium nivale*), que llegaron a causar daños promedio en el área foliar de 42 a 98% y pérdidas en el rendimiento de 12 a 48%, figurando Romoga F96 como la variedad más tolerante y Siete Cerros T66 como la más susceptible. Los hongos aislados de la semilla fueron: *Fusarium graminearum*, y *H. sativum*, mismos que en conjunto con los que incidieron en el follaje, afectaron la calidad de la semilla.

Palabras Claves: Trigo de verano, hongos patógenos, semilla, rendimiento.

SUMMARY

The present work was undertaken to identify the main diseases that affect yield of summer wheat in Juchitepec and Coatepec, mex. And Calpulalpan, Tlax., as well as to evaluate the effect of seedborne fungi on seed quality. During the S-f/1997 cycle the cultivars Siete Cerros T66, Cleopatra VS74, Zacatecas VT74, Mixteco M82, Temporalera M87 and Romoga F96 were grown under field conditions, with and without fungicide protection, and at harvest their yield was compared. A completely randomized blocks desing was utilized in an arrangement of split-plot, where the control treatments corresponded to the large plots and the varieties to the small ones. The most important diseases identified were: leaf rust (*Puccinia recondita*), yellow rust (*Puccinia striiformis*), Spot blotch (*Helminthosporium sativum*), yellow leaf blotch (*H. tritici-repentis*), glume blotch (*Septoria nodorum*), leaf spot (*Septoria tritici*) and snow mold (*Fusarium nivale*), which caused damage on leaves ranging from 42 to 98% and yield losses from 12 to 48%, the cultivar Romoga F96 showing up as the most resistant and Siete cerros T66 as the most susceptible. The fungi isolated from seed were *Fusarium graminearum* and *H. sativum*; obviously, these fungi along with the foliar ones imparied seed quality.

Key words: Summer wheat, pathogenic fungi, seed, yield.

I. INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el alimento básico más importante del mundo y se consume en muchas formas; su uso más importante es en la fabricación de harina, base de todos los panes, galletas y pasteles; pero además se emplea para hacer cereales para el desayuno. El trigo es también una fuente comercial de almidón y se usa en una gran variedad de industrias (Stubbs *et al.*, 1986). Proporciona cerca del 20% de los requerimientos calóricos alimentarios y constituye el producto principal para casi el 40 % de la población mundial (Wiesse, 1986). El trigo, es una gramínea anual, de crecimiento invierno-primavera que debido a su gran diversidad genética está capacitada para crecer y producir en ambientes diferentes entre sí que puede ir desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 3,000 metros, adaptándose en suelos bien drenados y arcillosos, en ambientes templados, áridos y semiáridos (Wiesse, 1986), razón principal de su amplia difusión que tiene a nivel mundial (Anónimo, 1981).

Los principales tipos de trigo comercial son el trigo harinero y el trigo duro. El trigo harinero se cultiva en cerca del 90% del área triguera mundial y contribuye con alrededor de 94% de la producción. El trigo duro tiene una distribución menos extensa y se siembra principalmente en África del Norte, el Cercano y Medio Oriente, India, Italia, Francia, el norte de Estados Unidos y algunas regiones de Canadá (Stubbs *et al.*, 1986). La mayor cantidad de trigo producido en el mundo es el hexaploide (*Triticum. aestivum* ó trigo harinero).

El trigo es un componente esencial en la dieta alimenticia de la población Mexicana y un producto básico en el desarrollo de la economía del país, motivo por el cual se siembra trigo en casi todos los estados de la República Mexicana, ya que se adapta bien tanto a suelos pobres como fértiles, a zonas húmedas, semi húmedas y secas (Robles, 1986). En 1990, México, aportó el 0.66% de la producción mundial. Los estados productores más importantes fueron Sonora,

Sinaloa, Guanajuato, Baja California Norte y Chihuahua, los cuales aportaron el 77% de la producción total nacional. A nivel nacional, la superficie destinada a este cultivo es de 964,572 hectáreas obteniendo una producción de 4,150,922 toneladas (INEGI, 1995), producción que es destinada principalmente a la obtención de harina. La zona de los Valles Altos de México comprende a los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y México. El problema principal del cultivo de trigo en estas zonas es que se siembra en condiciones de temporal y altitud de más de 2000 msnm (Ayon, 1989), en donde existe gran variación en las condiciones ambientales que propician el desarrollo de agentes abióticos y bióticos que merman la producción.

El éxito de la producción de semillas depende fundamentalmente del nivel de calidad que se obtenga a través del proceso de cultivo, desde la selección de la semilla hasta su distribución. En México la industria semillera muestra niveles bajos de desarrollo en comparación con otros países que cuentan con una tecnología definida desde la producción hasta la conservación y por supuesto bajo un estricto control de calidad (Villaseñor, 1984).

Las enfermedades fungosas son una de las causas más importantes que disminuyen el rendimiento de los cereales (Stubbs *et al.*, 1986). En los Valles Altos de México, existe la presencia de enfermedades durante todo el ciclo agrícola, muchas de éstas se desconocen en su etiología e importancia, por lo que se deben desarrollar algunas estrategias de control para evitar diseminación e incidencia de estas enfermedades.

Por lo anteriormente expuesto, los objetivos de esta investigación fueron:

1. Evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades fungosas foliares en trigo de temporal y cuantificar su efecto sobre el rendimiento en variedades con diferente nivel de tolerancia.

2. Determinar el nivel de transmisión de hongos patógenos a través de la semilla, tanto en su frecuencia como en su tipo.
3. Cuantificar el efecto de las enfermedades fungosas sobre la calidad física y fisiológica de la semilla.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1.1. Distribución del trigo en México.

Existen en México seis zonas importantes de producción de trigo: la Noroeste, que abarca los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California (norte y sur); la del Bajío, que comprende Querétaro, Guanajuato, Jalisco y Michoacán; la de la Laguna, que incluye parte de Durango y Coahuila; la Norte que agrupa Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; la zona centro, que abarca Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes; y los Valles Altos de la altiplanicie Mexicana que incluye los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala (Robles, 1986).

2. 1.2. Algunos patógenos fungosos que atacan al trigo.

El trigo es atacado por enfermedades que causan de 10 a 100% de pérdidas económicas. Las enfermedades de mayor importancia actual que afectan al trigo son: roya de la hoja (*Puccinia recondita*), roya negra del tallo (*P. graminis*), roya lineal o roya amarilla (*P. striiformis*); carbones apestosos (*Tilletia caries*, *T. foetida* y *T. controversa*), carbón parcial (*Tilletia indica*), carbón volador (*Ustilago tritici*), tizón foliar (*Septoria tritici*) y tizón de las glumas (*S. nodorum*), mancha amarilla (*Helminthosporium tritici-repentis*), mancha foliar (*Alternaria triticina* y *Fusarium nivale*), pudrición de la raíz (*Ophiobolus graminis*), mal del pié, (enfermedad de la raíz en cereales y pasto causada por *Gaeumannomyces graminis*), pudrición de la raíz (*Rhizoctonia solani*) y Pudrición del pié y de la corona (*Fusarium* spp. y *Pythium* spp), entre otras (Zillinsky, 1984; Prescott *et al.*, 1986).

2.1.3. Importancia de las enfermedades.

La importancia de las enfermedades radica en los daños que ocasionan en las plantas, a la que generalmente causa disminución en el área foliar y por lo tanto, disminución de la fotosíntesis, extracción de nutrientes de las hojas por el hongo, retraso en el crecimiento, cuyo grado dependerá de la intensidad del daño y la susceptibilidad del hospedante (Anónimo, 1992). Las royas en algunas áreas han ocasionado epidemias severas las que han reducido la producción de las variedades enanas de trigo hasta en un 55% (Agrios, 1978). Se presentan en casi todas las áreas del mundo en donde se cultivan cereales. Cualquier parte de la planta que se encuentre sobre la superficie del suelo, desde la etapa de plántula hasta la de madurez puede ser infectada (Anónimo, 1992).

En un estudio sobre las enfermedades foliares relacionadas con el trigo en la región de Juchitepec, Ayon (1989), señala que las principales enfermedades foliares que causan problemas son: *Septoria tritici* Rob. ex. Desm., *Fusarium nivale*, *Helminthosporium tritici-repentis* y *Fusarium graminearum*, presentándose con una incidencia de 85, 70, 55 y 30%, respectivamente, ocasionando mala calidad del grano. De estas enfermedades, *Fusarium graminearum* es la principal ya que causa daño a la espiga y ocasiona pérdidas de 16 y 17% en el rendimiento con una severidad de 60 y 70%, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales que se presenten en la zona (Ireta, 1986).

Para que las royas o "chahuixtles" se presenten es necesaria la concurrencia simultánea de tres factores determinantes: un patógeno virulento, una variedad susceptible y condiciones ambientales favorables para el desarrollo del patógeno; la ausencia de cualquiera de ellos impedirá que la enfermedad prospere (Moreno y Alvarez, 1984).

2.2. *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. (roya de la hoja).

2.2.1. Importancia.

Aunque esta enfermedad rara vez causa el 100% de pérdidas; los ataques severos en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, pueden ocasionar reducciones hasta del 70% del rendimiento del grano; mientras que niveles similares de infección cuando el grano se encuentra en el estado de masa, reducen el rendimiento alrededor del 10%. El arrugamiento del grano es notable cuando además de una fuerte infección existe escasez de agua en el suelo, debido a que la planta enferma tiene mayores requerimientos de este líquido. Ataques severos de *P. recondita* también disminuyen la altura de la planta y la cantidad de raíces. La roya de la hoja es una enfermedad muy seria que ataca trigo, centeno y triticale y a diversos pastos. Las mermas en rendimiento son mayores conforme la planta es atacada en etapas más tempranas en su desarrollo, produciendo hasta la muerte de la planta si la infección aparece durante el estado de amacollamiento. (Anónimo, 1992).

La roya de la hoja *P. recondita* se caracteriza por atacar al trigo, triticale, centeno a diversos pastos y es un parásito moderado de la cebada. *Thalictrum thumbergii*, es su principal hospedante alterno el cual juega un papel importante en la producción de razas fisiológicas (Yamada *et al.*, 1973)

2.2.2. Morfología.

P. recondita produce uredosporas ovales a redondas, equinuladas, teliosporas oblongas a cuneiformes, lisas, con una pequeña constricción al nivel de septa redondeadas en su célula apical y con poco engrosamiento de la pared en el ápice, color castaño (Mendoza, 1993).

Uredosporas subglobosas, de 15 a 30 μm de diámetro, café rojizas y con tres a ocho poros espaciados en sus paredes equinuladas gruesas. Los soros teliales se desarrollan subepidérmicamente y, por lo general, en las vainas y envés de

las hojas; su tamaño es similar al de las uredias, su color es negro y no son errumpentes. Las teliosporas bicelulares, cuneiformes tienen el ápice redondeado o aplanado, engrosado (Romero, 1988).

2.2.3. Daños.

Sobre trigo y centeno las pústulas uredinales aparecen dispersas, redondas u oblongas y hasta de 2 mm de longitud; con la edad se hace más oscura la coloración pardo anaranjada; las pústulas aparecen principalmente en las láminas foliares, en las vainas, en torno a los puntos primarios de infección aparecen anillos de uredias, y telias negras también pueden distribuirse de esta forma; las telias se desarrollan normalmente en filas sobre las vainas foliares, en forma de soros negros pequeños que permanecen cubiertos largo tiempo por la epidermis. Con la aparición de las uredias y telias, las hojas se van secando y las plantas llegan a morir. El daño depende de la susceptibilidad de la variedad, época de infección y condiciones climáticas, como sucedió con la roya de la hoja en el noroeste de México en el ciclo 1976-77 (Ramos, 1978),

2.2.4. Pérdidas.

Las plantas severamente atacadas disminuyen su rendimiento en más del 50% y el grano que llega a formarse es arrugado, de poco peso y bajo contenido de proteínas (Romero, 1988). Agrios en 1978 menciona que las royas en algunas áreas han ocasionado epidemias severas las que han reducido la producción de las variedades enanas de trigo hasta en un 55%. En 1977, la epidemia de roya de la hoja, que atacó el trigo variedad Jupateco 73 en el estado de Sonora, ocasionó pérdidas en la producción del grano en un 40%, excediendo este porcentaje de pérdidas en campos sin tratamiento de fungicidas (Dubin y Torrez, 1981).

2.2.5. Sintomatología.

Puccinia recondita desarrolla uredias y telias en el haz de las hojas, aunque también pueden llegar a observarse en la vaina de la hoja. Las pústulas son más o menos redondeadas, en verano tienen coloraciones naranja o café naranja (uredias) y en el invierno adquieren una coloración negra (telias). La presencia de un gran número de pústulas en la superficie foliar ocasiona el secamiento de la hoja (Mendoza, 1993).

Las plantas de *Thalictrum* sp. y *Achusa* sp. albergan las formas sexuales de las royas y son fuentes de nuevas formas virulentas y del inóculo temprano de primavera (eciosporas). A veces, se forman nuevas razas de royas independientemente de los hospedantes alternos, por medio de mutaciones y de mecanismos parasexuales en el estado uredial. Con infecciones mezcladas, núcleos o caracteres genéticos pueden intercambiarse entre razas por fusión de hifas (Anónimo, 1992).

2.2.6. Biología y Epidemiología

En México se ha definido la existencia de 3 zonas epidemiológicas de la roya de la hoja, una localizada al norte de México, hacia el oriente de la Sierra Madre Oriental, incluyendo desde el estado de Tamaulipas hasta el estado de Coahuila, la segunda en la parte central de México altiplanicie entre las Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental y la última en la región del Pacífico que incluye los estados de Sonora y Sinaloa (Rajaram y Singh, 1985).

Las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de las royas son temperaturas de 15 a 25 °C, cuando se combina con una alta humedad relativa, la infección se completa en 6 a 8 horas, y las uredosporas secundarias se producen en un período de 7 a 10 días (Wiesse, 1977). El patógeno sobrevive de un ciclo a otro en forma de micelio o de uredosporas en cereales de invierno y pastos en las zonas templadas. En los trópicos logra pasar el verano en las áreas más altas y frías. La dispersión de las esporas se favorece en días secos

con vientos y las noches frescas con rocío favorecen la germinación de las esporas y la penetración del hongo (Smith *et al.*, 1992)

En general, las royas prosperan cuando hay más del 70 % de humedad relativa en el ambiente, pero cada una de ellas tiene requerimientos específicos en lo que se refiere a la temperatura; si predominan las temperaturas bajas, alrededor de 12°C, la roya de la gluma va a prosperar; sin embargo, con temperaturas del orden de 20°C, la roya del tallo estará en condiciones óptimas para desarrollarse en todo su esplendor. En lo que corresponde a la roya de la hoja ésta necesita de temperaturas más altas y tolera fluctuaciones más amplias; por esto se desarrolla activamente entre los 15 a 22 °C, y no es raro observar infecciones de importancia, aún a temperaturas de alrededor de 30 °C. Cuando por alguna anomalía del clima en las regiones trigueras llega a haber lluvias abundantes y días nublados en un año determinado, pueden desarrollarse epifitias de alguna de las royas (Moreno y Alvarez, 1984; Romero, 1988).

2.2.7. Control.

El control más efectivo de las royas se logra mediante el uso de variedades resistentes, las cuales son continuamente desarrolladas debido a la formación constante de nuevas razas del patógeno (Jiménez, 1978; Roelfs *et al.*, 1987; Zillinsky, 1984; Smith *et al.*, 1992). En caso de que lleguen a presentarse brotes de roya de la hoja, puede hacerse uso del control químico, empleando fungicidas como Bayleton (0.5 kg/ha), Butrizol (0.4 l/ha) y el Indar, a intervalos de 23 días (Romero, 1988). El control se realiza principalmente utilizando cultivares con resistencia genética, existiendo una larga historia en América del Norte, Europa y Australia de mejora para la resistencia a este patógeno. Las prácticas culturales que llevan a una nutrición equilibrada del trigo pueden ser beneficiosas (Smith *et al.*, 1992).

2.3. *Puccinia striiformis* Westend. (roya lineal, amarilla, estriada, roya de la gluma).

2.3.1. Importancia.

P. striiformis ha causado daños severos en cultivos de trigo en el norte y oeste de Francia (Rouzet, 1995). La roya amarilla ocasiona la reducción general del vigor de la planta, y en consecuencia causa disminución del número de espigas y de granos por espiga. Los granos pueden resultar seriamente arrugados y de bajo peso. Los ataques severos de esta roya pueden tener efectos devastadores en los cultivos, y causar pérdidas de hasta el 100%. La roya amarilla es una enfermedad que ataca seriamente trigo y cebada y es moderadamente patógena para triticale, centeno y algunos pastos. Aparentemente, la avena es inmune. La cebada en México fue severamente atacada en 1988 por una nueva raza de la roya lineal en los estados de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala, causando pérdidas hasta de un 50% (Anónimo, 1992). La infección temprana a plantas jóvenes debilita el sistema radical y el cultivo será susceptible a sequía en estadios posteriores; reduce también el vigor, el ahijamiento y las infecciones posteriores destruyen el follaje (Smith *et al.*, 1992).

2.3.2. Morfología.

Las uredias se presentan en líneas amarillas, angostas y conspicuas sobre las hojas y vainas. Las uredosporas son amarillas, más o menos esféricas y grandes, con un diámetro de 28-34 μm . Con frecuencia, las glumas se infectan. Durante el desarrollo telial se forman estrías negras y angostas en las hojas (Zillinsky, 1984).

Las uredosporas son de color amarillo anaranjado, más o menos esféricas, equinuladas y con un diámetro de 20-30 μm . Las teliosporas son de color café

oscuro a negro, y tienen dos células con paredes gruesas. Son similares en tamaño y forma a las de *P. recondita*, salvo que el ápice es aplanado y no redondeado (Anónimo, 1992; Romero, 1988).

2.3.3. Daños.

El daño ocasionado al trigo por esta roya depende del estado de crecimiento del cultivo y del desarrollo de la enfermedad. Las epifitias que ocurren antes o durante la floración son más dañinas. Las infecciones en la inflorescencia tienen mayor efecto negativo en el rendimiento que la infección en cualquier otra parte de la planta (Wiesse, 1977). La roya lineal del trigo, causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, puede ser tan destructora como la roya del tallo. Para su desarrollo requiere una temperatura óptima más baja y esto limita su propagación como enfermedad importante en muchas zonas del mundo. La roya lineal es una enfermedad grave del trigo sobre todo durante el invierno o comienzo de la primavera, o en sitios de gran altitud (Roelfs *et al.*, 1992). El ataque al grano por (*Puccinia striiformis*) se caracteriza porque la espiga atacada en su parte externa denota cierta tonalidad amarillenta, si se abren las glumas, se encuentran en el interior las uredosporas o teliosporas del hongo (Mendoza, 1993).

2.3.4. Pérdidas.

Las pérdidas en trigo y cebada pueden llegar a ser, cuando sólo se infectan las hojas, de hasta el 40%; cuando infectan a pedúnculos y/o glumas de forma grave las pérdidas pueden ser totales; incluso las infecciones leves pero regulares pueden afectar a la calidad harinera y panadera del trigo o a la calidad de malteado de la cebada, con grandes pérdidas económicas. En las áreas ecológicamente favorables para la roya amarilla las pérdidas medias en trigo en períodos largos pueden superar el 5% como en partes del Reino Unido

y en Holanda; en muchas áreas menos favorables las estimaciones de pérdidas varían del 2 al 6% (Smit *et al.*, 1992).

2.3.5. Sintomatología.

Los síntomas consisten en pústulas pequeñas, redondas u ovoides, de color naranja rojizo, las cuales generalmente permanecen separadas entre sí; aparecen en el haz de las hojas y en las vainas foliares y se propagan rápidamente si las condiciones ambientales son favorables, hasta dejar la hoja amarilla y seca. Las pústulas (uredias) rompen la epidermis, pero no muestran tejido epidérmico suelto en los márgenes, como es característico en las uredias de la roya negra del tallo (Moreno y Alvarez, 1984).

Las pústulas de *P. striiformis* son de color amarillo o amarillo anaranjado y arregladas en línea a lo largo de los haces vasculares de las hojas. Por otra parte, es la única roya que ataca a las glumas y granos e impide su desarrollo normal (Romero, 1988).

Las telias de *Puccinia striiformis* se desarrollan en las hojas y vainas foliares como bandas café oscuro a negro y permanecen cubiertas por la epidermis. Aparentemente, las teliosporas no tienen función alguna. Estas son de color café oscuro, bicelulares y similares en tamaño y forma a las de *P. recondita* (Anónimo, 1992). *Puccinia striiformis* puede desarrollarse sobre las hojas, tallos, aristas y glumas del trigo. En las hojas, las pústulas polvosas son muy pequeñas y se agrupan en el envés en línea o estrías, las pústulas tienen en el verano un color amarillo canario (uredias), cambiando a un color negro (telias) en el invierno (Mendoza, 1993).

2.3.6. Biología y Epidemiología.

Esta roya se encuentra en México en lugares altos, puesto que la temperatura óptima para su desarrollo fluctúa de 10 a 15 °C; temperaturas mayores de 24 °C retardan o inhiben el crecimiento y fructificación del hongo. Para la rápida expansión del ataque, es indispensable una elevada humedad ambiental, ya sea en forma de lluvia intermitente o en forma de rocío. El hongo ataca el cultivo en cualquier etapa fenológica (Anónimo, 1992). La presencia y rapidez con que se desarrolla este hongo se ven favorecidas por humedad en forma de rocío y temperaturas de 20 a 22 °C (Moreno y Alvarez, 1984).

De los tres patógenos de las royas del trigo, *Puccinia striiformis* es el que necesita temperaturas más bajas para desarrollarse. Las temperaturas mínima, óptima y máxima para la infección con este patógeno son 0, 11 y 23 °C, respectivamente (Hogg *et al.*, 1969); en las áreas de alto riesgo es la primera en aparecer. Aunque las teliosporas, pueden germinar y formar basidiosporas, el ciclo sexual y el hospedante alterno nunca se han encontrado. En la fase latente puede soportar fríos invernales severos con tal de que sobreviva la hoja del hospedante pero las lesiones esporulentas no sobreviven a heladas moderadas; y también sobrevive bien en el hospedante bajo cubierta de nieve. Es capaz de germinar e infectar a temperaturas vecinas a 0 °C y puede reproducirse durante inviernos suaves, los períodos de latencia pueden ser largos, de hasta tres meses (Smith *et al.*, 1992).

2.3.7. Control.

Variedades resistentes son la forma más efectiva y económica de controlar esta enfermedad (Romero, 1988; Anónimo, 1992). En cebada y bajo condiciones extraordinarias se recomienda el control químico principalmente con Folicur (Mendoza, 1993). Se realiza un control cultural evitando el solape entre cultivos aún no cosechados y nuevos cultivos ya sembrados, como era costumbre en algunas áreas alpinas del Norte de Europa; el evitar las siembras tempranas, la selección de cultivares de maduración precoz y barbechos profundos también

favorecen el control cultural. La mejora para resistencia es muy eficaz aunque muchos cultivares inicialmente resistentes se han hecho susceptibles a razas nuevas (Smith *et al.*, 1992).

2.4. *Helminthosporium sativum* (= *Cochliobolus sativus*). Tizón foliar

2.4.1. Importancia.

Este patógeno ataca trigo, triticale, cebada y muchos pastos; causa mancha foliares, pudriciones de la raíz y corona, destrucción de los nudos (nudo negro), tizón de la espiga y caída de las plántulas. El centeno es algo más tolerante y la avena rara vez es atacada. Este hongo tiene también la capacidad de sobrevivir como saprófito en tejido vegetal muerto (Anónimo, 1992; Zillinsky, 1984).

En Irlanda *H. sativum* es un patógeno importante en la semilla de cebada, causando casi un 50% de infección y afectando severamente la germinación de la semilla (Mangan, 1979).

2.4.2. Morfología.

Los conidios de *H. sativum*, se observan negros y brillantes bajo aumentos pequeños, pero con aumentos mayores se ven de color café olivo oscuro; tienen paredes gruesas y típicamente de cinco a nueve septas, son elípticos pero pueden ser rectos o ligeramente curvos y miden de 60 -120 µm x 12-20 µm. (Zillinsky, 1984).

El estado sexual de *H. sativum* es *Cochliobolus sativus* que según Dickson (1956) produce pseudotecios de color negro a café globoso con pico ostiolar de 340 x 470 µm de largo y 370 x 530 µm de ancho, ascas claviformes bitunicadas que miden 160 a 360 µm de largo por 31 - 40 µm de anchura y usualmente ocho ascosporas por asca.

Fase conidial. Los conidióforos salen por los estomas o se deslizan entre las paredes de las células epidérmica, individualmente o en grupos de dos a tres raras veces más; la célula basal se presenta hinchada, la pared gruesa, de color olivo oscuro y las cicatrices conidiales conspicuas. Los conidios son ligeros o marcadamente encorvados, de paredes gruesas, y de color rojizo a café oliváceo oscuro. La forma, tamaño y color varía de acuerdo al medio. La germinación de los conidios es bipolar (Drechsler, 1923).

Fase ascal. Los pseudotecios son cafés a oscuros, pseudoparenquimatosos, con forma de botella, pico ostiolar y miden de 340 a 470 x 370 a 530 μm . Las ascas son numerosas, claviformes a cilíndricas, con pedicelo corto y ápice redondeado; ascosporas hialinas o ligeramente oliváceas, enrolladas en el asca, de 160 a 360 x 6 a 9 μm . Drechsler (1923) transfirió el grupo de especies con ascosporas espiraladas y germinación bipolar de los conidios al nuevo género *Cochliobolus* (Romero, 1988).

2.4.3. Daños.

Este patógeno (*H. sativum*), fue descrito por primera vez por Saccardo en (1981) como *H. sorokinianum* nombre que fue cambiado por *H. sativum*. Dosdall (1923) menciona que Stakman en 1920 describe una enfermedad en trigo, arroz y cebada que ocasiona pudrición de plántulas, o manchas en hojas, glumas y semillas, habiendo identificado a *Helminthosporium sativum* como el organismo causal. En Minnesota aseguran que este hongo es un serio problema en trigo. *H. sativum* junto con *Fusarium* spp son los principales patógenos de semillas de trigo y cebada, siendo *H. sativum* el patógeno más prevalente en la semilla y una fuente importante como inóculo primario (Christensen y Stakman, 1935).

2.4.4. Pérdidas.

Al evaluar pérdidas causadas por un complejo de enfermedades, éstas fueron de 22 a 59% y las debidas a daño foliar fluctuaron entre 7 y 36% (Kohli, 1985). Las pérdidas ocasionadas por *H. sativum* en Zambia, fluctúan entre 45 a 85% en trigo (Raemaerker, 1985). También se registran pérdidas del 40 al 80% y en algunos casos del 100% en Brasil (Mehta, 1993).

2.4.5. Sintomatología.

La infección causada por *H. sativum*, puede presentarse en cualquier etapa de desarrollo de la planta, pero los síntomas son más pronunciados después de espigar. En las raíces, coronas y vainas de las hojas inferiores de las plantas infectadas se presentan lesiones necróticas café oscuro. Las lesiones de las vainas foliares se pueden extender a la lámina. Las infecciones que se presentan en las raíces y coronas antes de o durante la floración usualmente matan la planta antes de la formación del grano (Zillinsky, 1984). El desarrollo de esta enfermedad es mucho más rápida a temperaturas sobre 20 °C. Las estructuras de fructificación se desarrollan rápidamente sobre el tejido vegetal infectado húmedo y es la característica más digna de confianza para el diagnóstico de este patógeno (Anónimo, 1992).

Los granos atacados por *H. sativum* presentan la punta negra muy similar a la causada por varias especies de *Alternaria*. La punta negra es difícil de identificar en el campo pero es fácilmente visible en el grano cosechado. Inicia como una mancha oscura cerca del embrión de la semilla. La siembra de semilla infectada por *H. sativum* puede resultar en pudriciones de raíz, tizón de plántulas y puntos en las hojas (Wiesse, 1986).

2.4.6. Biología y Epidemiología.

Los factores que favorecen la incidencia de *Helminthosporium sativum* cuando es transmitida por semilla, son principalmente las temperaturas abajo de 5 °C,

pues a estas temperaturas el hongo se desarrolla bien en el embrión. La presencia de agua en el suelo no es tan necesaria para que la infección ocurra como las bajas temperaturas del suelo (Hall, 1977). *H. sativum*, causa una infección severa en el rango de 12 a 34 °C de temperatura, con un óptimo de menos de 30 °C (Dosdall, 1923).

El hongo se desarrolla bien a temperaturas de 6 a 22 °C y en condiciones de humedad de 64 - 84% de la capacidad de campo la enfermedad se incrementa más. (Prasad y Leonard, 1976). El micelio de *Helminthosporium sativum* en medio de cultivo artificial se desarrolla mejor a temperaturas cercanas a 25 °C, con un máximo de 32 °C y un mínimo de 4 °C (Shands, 1934).

2.4.7. Control.

El tratamiento de la semilla con productos mercuriales, o substitutos como el Arasán puede ser benéfico en áreas en donde el tizón de la espiga logra infectarla. El mejoramiento para resistencia es un proceso lento y difícil de lograr, pero parece tener las mejores probabilidades de éxito en el combate contra este patógeno (Zillinsky, 1984; Anónimo, 1992). El control de la enfermedad puede realizarse por medio de limpieza y desinfección química de la semilla (Wiesse, 1986; Agrios, 1985; Romero, 1988).

2.5. *Helminthosporium tritici-repentis* (= *Pyrenophora trichostoma*).

Mancha amarilla de la hoja. Mancha bronceada.

2.5.1. Importancia.

En México *H. tritici-repentis* es reportado por Gilchrist (1982) y Hosford (1972 y 1974), encontrándose en el municipio de Ario de Rosales, Michoacán en el ciclo agrícola 1980-1981 atacando a campos comerciales de trigo con lo que se manifestó un fuerte ataque del tizón de la hoja. Arce (1989), indica que *H. tritici-*

repentis se presentó en Juchitepec, México en 1988 con una severidad del 40 al 50%. En 1902 Diedicke reconoció a *Helminthosporium tritici repentis* como una forma de *H. graminearum* y más tarde como una especie independiente diferente a *H. teres*, de *Helminthosporium bromi*, de *H. graminearum* y de *H. avenae* (Drechsler, 1923).

2.5.2. Morfología.

Helminthosporium tritici repentis es el estado imperfecto de *Pyrenophora trichostoma* (Fr.) Fckl. (sin. *P. tritici repentis* (Died.) Drechs). Causa manchas amarillas en hojas. Este hongo produce conidióforos simples, erectos, de color café olivo, miden de 7-8 x 100 – 300 µm y tienen la base hinchada. Los conidios son subhialinos, cilíndricos, 4 - 7 septas y miden 12–21 x 45-200 µm. La célula basal es de forma cónica, semejando la cabeza de una víbora. Las ascas, claviformes producen ascosporas ovales a globosas, 18 - 28 x 45- 70 µm y con tres septas transversales y una o dos longitudinales. Los pseudotecios se forman en los tallos de trigo o rastrojo de pastos, son negros, miden 200 x 350 µm de diámetro y están cubiertos por setas (Wiese, 1977).

2.5.3. Daños.

La mancha amarilla de la hoja es una enfermedad foliar que ataca principalmente al trigo, triticale y algunos pastos. El centeno y la cebada se infectan con menor frecuencia y la avena parece ser inmune (Anónimo, 1992). En 1970 en Alberta Canadá *H. tritici-repentis* junto con *Septoria* spp. y *Erysiphe graminis*, ocasionaron serios daños en el cultivo del trigo prevaleciendo principalmente en el follaje, por lo que las pérdidas en producción fueron de consideración. En todo el Oeste de Canadá *H. tritici-repentis* se ha venido presentando desde años atrás atacando principalmente cuando se encuentra el cultivo en la etapa de floración y en el estado lechoso del grano y no se observó en las primeras hojas de la planta, habiendo una mayor incidencia en el mes de

agosto, presumiblemente porque las condiciones de humedad y temperatura favorecían su desarrollo (Tekauz, 1976).

2.5.4. Pérdidas.

La mancha bronceada ocasionada por *H. tritici-repentis* fue encontrada por primera vez en Alemania en 1902 y posteriormente ha sido reportada en 20 países más (Hosford, 1982). Sin embargo, el primer reporte que indica pérdidas graves corresponde a la epifitía que afectó la producción triguera de Kenia, en 1954 (Durff, 1954) de acuerdo a estimaciones llevadas a cabo las pérdidas se elevaron hasta un 75%.

Rees y Platz (1979), mencionan que se ha encontrado a *H. tritici-repentis*, en algunas áreas del Norte y Sur del país de Gales ocasionando graves problemas en estas regiones, como retardo en la floración y maduración del grano, además de ocasionar pérdidas del 48%; cuando *H. tritici-repentis* llegó a presentarse en la semilla las pérdidas fueron menores al 13%. La producción de grano de la variedad Banks se redujo a 13%, por enfermedades tempranas, 35% por enfermedades tardías y 48% por enfermedades en toda la temporada del cultivo. La mayor parte de las pérdidas fue por reducción del tamaño de grano (Rees y Platz, 1982).

En Montana en 1974, se determinó que el peso de 1000 granos de trigo fue reducido, bajo condiciones de campo, en un 19.7% en una evaluación de 30 trigos de primavera (Sharp *et al.*, 1976), de acuerdo con la severidad con que se presentó el ataque de este hongo. Se han estimado pérdidas del orden del 49% en cultivares susceptibles cuando no se llevan a cabo las prácticas agrícolas adecuadas, como eliminación del rastrojo, y cuando se incrementa la concentración de nitrógeno y fósforo (Rees y Platz, 1982).

2.5.5. Sintomatología.

Por sintomatología, la enfermedad causada por *H. tritici-repentis* se le conoce como mancha amarilla de la hoja, atizonamiento de la hoja, y mancha ocular o mancha de ojo (Hosford, 1972). Los síntomas encontrados fueron manchas necróticas rodeadas de un halo clorótico cuyo tamaño varía de acuerdo a la susceptibilidad del hospedante y a las condiciones ambientales; estas manchas pueden coalescer y secar de manera uniforme toda la hoja del ápice hacia la base (Gilchrist, 1982). Por lo general las manchas aparecen primero en las hojas inferiores, avanzando a las superiores cuando hay períodos prolongados de rocío o lluvias (Prescott *et al.*, 1986; Wiese, 1977).

2.5.6. Biología y Epidemiología.

La epidemiología de esta enfermedad ha sido estudiada en Dakota del Norte. Los pseudotecios se forman en el rastrojo de la cosecha, los cuales al madurar, durante el otoño e invierno, liberan ascosporas durante períodos húmedos, principalmente durante la floración. Las ascosporas van a ser el inóculo primario y son seguidas por los conidios, producidos en el rastrojo (Raymond *et al.*, 1985).

En Estados Unidos, el inóculo primario de *H. tritici-repentis* se ha encontrado principalmente en el rastrojo. En Canadá, se ha encontrado que un número bajo de conidios ha llegado a afectar a las plantas de trigo, lo cual significa que no es necesario que haya mucho inóculo en el suelo para que se pueda presentar la enfermedad (Rees y Platz, 1980). En Australia se ha encontrado a *H. tritici-repentis* atacando a varios pastos, por lo que posiblemente de estos pastos se pase al cultivo de trigo. Se ha visto que los conidios se producen en mayor cantidad cuando hay poca luz o está oscuro y después de que han sido humedecidos los tejidos de la planta (Rees y Platz, 1980).

El porcentaje de germinación y número de tubos germinativos por conidio esta directamente relacionado con la resistencia del hospedante; en general las

lesiones empiezan a formarse 9 días después de la penetración del patógeno (Larez *et al.*, 1986). La germinación de conidios, formación de apresorios, penetración de la epidermis, formación de vesículas intracelulares y crecimiento de hifas en las células epidermales se lleva a cabo después de 12 horas, de haberse producido la inoculación. Las hifas se van a producir entre las células del mesófilo después de 12 horas. La formación de papilas en el apresorio se lleva a cabo después de 24 horas de la inoculación, después de 2 días de la inoculación las hifas intracelulares emergen de los sitios de infección del mesófilo; esto ocurre en variedades susceptibles, en cambio en variedades tolerantes la emergencia de las hifas ocurre 3.5 días después de la inoculación y las lesiones se manifiestan a los 5 días en variedades susceptibles y a los 10 días en variedades tolerantes (Loughman y Deverall, 1986).

Los requerimientos de temperatura para que se pueda desarrollar *H. tritici-repentis* es de 10 - 25 °C con un óptimo de 21 °C (Khan *et al.*, 1971). La humedad suministrada antes de la inoculación no actúa como agente predisposicional a la enfermedad, ya que no se incrementa significativamente la intensidad y severidad de la infección, con respecto a tratamientos que no la recibieron; sin embargo, la humedad aplicada después de la inoculación fue esencial para producir síntomas de tizón de la hoja (Gilchrist *et al.*, 1984). Para llevarse a cabo una abundante esporulación de *H. tritici-repentis*, se requiere que, en el ambiente, la humedad relativa sea de 83 - 85% durante el día; al anochecer ya se podrá llevar a cabo la liberación de conidios (Platz y Morrall, 1980).

2.5.7. Control.

Sembrar variedades resistentes o tolerantes para minimizar las pérdidas y mantener los cultivos limpios y asperjar fungicidas (Anónimo, 1992). Gilchrist (1982) indica que se ha encontrado tolerancia a *H. tritici-repentis* en las variedades Cajeme 71, Klein, Sendero, Besostaia 2, Lebellula entre otras. En

las prácticas culturales se recomienda la rotación de cultivo que no sean cereales por 2 - 3 años, realizar la incorporación de rastrojo al suelo o quemarlo para disminuir la fuente de inóculo (Rees y Plantz, 1980).

2.6. *Fusarium nivale* (Fr.) Snyder y Hansen. (Tizón de la espiga).

2.6.1. Importancia.

Fusarium nivale es considerado como un patógeno muy importante en las zonas templadas y frías de todo el mundo donde causa el síntoma también llamado moho niveo de los cereales de invierno. Produce infecciones en las plantas y pudriciones en las raíces cuando existen temperaturas frías (Zillinsky, 1984; Prescott *et al.*, 1986)

El estado perfecto de *Fusarium nivale* es *Monographella nivalis*, tiene como sinónimo a *Calonectria nivalis*, Schafin, *Micronectriella nivalis* y *Gerlachia nivalis* (Dahal, 1934; Bruehl, 1982). Se reconoce por su color rosa-salmón. Es menos dependiente de las temperaturas frías que otros hongos que provocan mohos niveos y al igual que otros. *Fusarium*, pueden atacar todas las partes de la planta durante los períodos húmedos y fríos o en el otoño y primavera (Wiesse, 1986). *Fusarium nivale*, está presente en muchas áreas del mundo como el Norte de Inglaterra, Valle de Toluca, México. La Rivera del Yangtze en la República de China, Estados Unidos, Alemania, Dinamarca, Rusia entre otros países (Inglis y Cook, 1981; Dahal, 1934).

En Toluca la acción de *F. nivale* se ve restringida cuando se tienen temperaturas muy frías pero se agranda el período de incubación, es por ello que permanece más tiempo en el suelo (Bruehl, 1982). Esta especie es particularmente frecuente en trigos de invierno y lugares de clima lluvioso y fresco, como el valle de Toluca, México (Romero, 1988).

2.6.2. Morfología.

En los esporodoquios se producen numerosos conidios hialinos en forma de hoz. Los conidios maduros son de tamaño uniforme miden de 20 a 28 μm x 2.5 μm con tres septas (Zillinsky, 1984). Macroconidios gruesos, no puntiagudos, pared gruesa, anchura máxima 4.5–5.5 μm . Las ascosporas son hialinas con 1–3 septas. Los macroconidios en general son 1-3 septados. No hay clamidosporas. Las colonias producidas *in vitro* tienen un micelio blanco a rosado o melocotón (Smith *et al.*, 1992).

A *F. nivale* se le conoce por los síntomas que ocasiona como moho blanco o mancha foliar. Por su fase asexual y sexual se ubica en las clases Deuteromycetes y Ascomycetes, respectivamente, es decir la fase asexual es *F. nivale* y la fase sexual *Calonectria nivalis* (Wiesse, 1977). Se ha encontrado que en las lesiones viejas el tejido foliar se hace quebradizo y tiende a agrietarse. Conforme las lesiones envejecen los esporodoquios se vuelven amarillentos (Zillinsky, 1984).

2.6.3. Daños.

F. nivale, ataca la parte superior de la planta principalmente en floración. Inicia cuando se dejan residuos de cosecha en el suelo con el micelio del hongo, o puede ser por semillas de trigo infestada. Es muy común que *F. nivale* se encuentre asociado a hongos como *Gibberella zeae* (Schw.) Petch (= *F. graminearum*), *Gibberella avenaceae* (= *F. avenacearum*) y *F. culmorum*. Este patógeno puede atacar seriamente al raquis, gluma, arista, cuando se encuentra en esporodoquio y como peritecio puede atacar a las espiguillas y cuando el grano esta ya maduro a la espiga ocasionando que éstos se tornen estériles, en este caso las espigas adquieren un color rosado. En las hojas basales de la planta van a permanecer en forma de peritecio (Inglis y Cook, 1981).

Bechtel *et al.* (1985) señalan, que gran parte de los daños causados a los granos de trigo son hasta la segunda o tercera semana después de antesis, y que el tamaño y forma normal de un grano, se alcanza en la segunda semana y no permite el desarrollo del patógeno; además señala que aunque la formación del germen es rápida, no se puede asegurar que esté libre de patógenos. *F. nivale*, es particularmente más dañino en trigo de invierno y centeno cuando las temperaturas del suelo no son muy elevadas (Jones y Clifford, 1983).

2.6.4. Pérdida.

Fusarium nivale ha reducido la producción hasta en un 30% y cuando se llega a presentar junto con el hongo *Typhula* ocasiona aún más daños. Este hongo ha sido encontrado en el Norte de Japón, Asia, Siberia, Norte de Escandinavia atacando el cultivo de trigo y ocasionando pérdidas (Jamalainen, 1974). Las pérdidas en el invierno de 1955-1956 fueron de 68,394 ha. De trigo de invierno en Douglas, Washington por *F. nivale* que equivale a 670 kg/ha (Sprague, 1950). Cuando *F. nivale* sobrevive en la semilla va a ocasionar una pudrición de la raíz y aparte de ello una decoloración de las hojas en la parte basal de la planta, reduciendo la producción hasta en un 30% según ensayos llevados a cabo en campos de cultivo por muchos años en Finlandia (Jamalainen, 1974; Jones y Clifford, 1983). El hongo ataca a muchas gramíneas, entre ellas cereales como trigo, cebada, centeno y avena, pero no a maíz; aparentemente no hay especialización de hospedante. Las pérdidas tienen lugar durante la emergencia de las plántulas, y las plantas que sobreviven tienen lesiones pardas en los coleóptilos. Los ataques graves pueden llegar a una pérdida del 10 hasta el 20% del peso de 1000 granos, aunque no del número de granos por espiga (Smith *et al.*, 1992).

2.6.5. Sintomatología

Fusarium nivale, produce pigmentos de color amarillo, rojo, carmín y naranja intenso. La coloración roja o naranja intenso sirve mucho para el diagnóstico de la enfermedad en el campo aunque también presenta tonalidades blanquecinas de aspecto seco en las hojas. Si en la etapa de emergencia del cultivo el hongo ha estado sobre la semilla la infección es muy baja y en este caso la manifestación de la enfermedad es en la base del coleóptilo (Jamalainen, 1974; Jones y Clifford, 1983).

En las regiones muy frías cuando la nieve empieza a derretirse durante la primavera *F. nivale* se ve muy visible sobre las hojas y los tejidos de las plantas atacadas, observándose un micelio superficial de color blanco el cual es muy abundante en condiciones de alta humedad. La penetración de *F. nivale* y muerte de las hojas y yemas va a producir un blanqueamiento y secado de esas partes de la planta. A menudo se observan plantas muertas con pequeños manchones rodeados de plantas sanas (Dickson, 1963). Los síntomas producidos por *F. nivale* son muy similares a los causados por *F. culmorum* que en algunas ocasiones produce una coloración blanquecina en las glumas. La infección es favorecida cuando se encuentra el suelo seco y puede ser dispersado por el agua de riego, o por viento principalmente durante el verano (Jones y Clifford, 1983).

Korneev *et al.* 1987, en Leningrado, Rusia en el período de 1982-1983 encontraron que en 129 trigos harineros y 125 triticales de invierno que fueron inoculados artificialmente en laboratorio por *F. nivale* cuando el cultivo sólo tenía sus dos primeras hojas, observaron que los síntomas empezaron a manifestarse de los 40 a 60 días después de la inoculación. Algunos cultivares manifestaron síntomas rápidamente en cambio otros tardaron más como Podmoskovnova y Pohiola que resultaron resistentes y 28 resultaron medianamente resistentes.

2.6.6. Biología y epidemiología.

El hongo, *Fusarium nivale*, se desarrolla bien a temperaturas de 0 °C a 30 °C con un óptimo de 22 °C y un pH. del suelo de 2.5 a 13 y con un pH óptimo de 6.5 a 6.9 y es favorecido cuando existe un alto contenido de nitrógeno y fósforo en el suelo, además de alta humedad ambiental. La influencia de las condiciones ambientales para que se presente esta enfermedad es importante tomarla en cuenta ya que se puede predecir en cierta manera la presencia o no de este hongo (Dahal, 1934). La infección causada por *F. nivale* es favorecida cuando se encuentra el suelo seco y puede ser dispersado por el agua de riego y vientos principalmente durante el verano (Jones y Clifford, 1983).

Las manchas foliares se presentan muy frecuentemente en la Meseta Central de México, en los Valles Altos de África Oriental y en la región Andina de América del Sur. Bajo infecciones severas pueden presentarse defoliaciones completas, pero las pérdidas mayores ocurren debido al pobre desarrollo del grano. Al parecer la cebada y la avena son inmunes a *F. nivale* (Zillinsky, 1984). Las esporas se producen en restos de cultivos sobre la superficie del suelo o cerca de él y son transportadas a las hojas por el viento o las salpicaduras de lluvia. El tiempo fresco y húmedo favorece el desarrollo de *F. nivale*, por lo que su incidencia es mayor en trigos de invierno (Prescott *et al.*, 1986).

2.6.7. Control.

Se ha encontrado que el procloraz y el clorotalonil inhiben la germinación de conidios (Mounier *et al.*, 1984). Las semillas deben estar libres del patógeno dentro de lo que sea posible y esto debe comprobarse en ensayos de semilla en laboratorio o por observaciones cuidadosas en campos de producción de semilla. El control químico debe dirigirse a evitar en primer lugar la marchitez nival. Los tratamientos a semillas protegen principalmente durante el estado de plántulas y la protección es menor en el estadio subsiguiente, cuando las pérdidas son máximas en condiciones de alto potencial de inóculo en suelo y de

condiciones climáticas invernales peligrosas, por tanto, en ciertas áreas deben sustituirse los cultivos de invierno por siembra de primavera. El tratamiento a espiga con producto tipo carbendazim aumenta la presión selectiva hacia el establecimiento de cepas y poblaciones resistentes a la semilla. Hay una necesidad urgente de hacer más trabajo de mejoramiento para la resistencia (Smith *et al.*, 1992).

2.7. *Fusarium graminearum* Schw. (Roña y pudrición de la corona del trigo).

2.7.1. Importancia.

Fusarium graminearum Schw. y otras especies afines, ha venido escalando posiciones de importancia dentro de las enfermedades del cultivo de trigo en América y otras regiones trigueras, (Kohli, 1987). La fusariosis o roña del trigo causada por *Fusarium graminearum*, estadio asexual de *Gibberella zeae* (Schw.) Petch, está muy difundida en el Cono Sur (Kohli, 1987).

Los hospedantes de mayor importancia económica de *F. graminearum* en Brasil son el trigo, el triticale, la cebada, el maíz y el sorgo (Reis, 1987). Durante mucho tiempo se ha observado la enfermedad en varias regiones del mundo, debiendo su importancia reciente a la extensa difusión del trigo en zonas no tradicionales (Bekele, 1987). La forma de infección de *F. graminearum* no es bien conocida, aunque el periodo de floración se sospecha como importante (Sutton, 1982). Ésta es una enfermedad seria en los cultivos de trigo en China, sur de Brasil, Argentina y Europa Occidental (Zillinsky, 1984).

2.7.2. Morfología.

La identificación de las especies que integran este género es bastante difícil debido a su gran número; el sistema de clasificación que se sigue actualmente

es la versión simplificada de Snyder y Hansen, que divide el género en nueve especies y 34 formas (Romero, 1988). El micelio de *F. graminearum* es hialino, septado; conidios hialinos de dos tipos, macroconidios ovoides pequeños unidos o bicelulares y macroconidios curvos de 3 ó más septas agrupados formando esporodoquios (Mendoza, 1993). No forma microconidios pero sí clamidosporas. Los macroconidios se encuentran con frecuencia en la naturaleza; los peritecios también son frecuentes y representan una parte importante en el ciclo del hongo (Smith *et al.*, 1992). Los macroconidios son producidos en masas de color naranja a amarillo durazno en la base de las espiguillas o en las orillas de las glumas y lemas. Son hialinos, rectos o ligeramente curvos y con frecuencia tienen una célula apical alargada que se curva más abruptamente cerca de la punta. Típicamente miden 25-50 x 2.5 – 5 µm, aunque algunos exceden estas medidas. No producen microconidios (Wiesse, 1977). La fusariosis de la espiga del trigo causada por *F. graminearum* Shwabe fue descrita por primera vez en los Estados Unidos por Arthur, (1891), siendo la especie que predomina en Argentina (Galich, 1987). La roña, tizón de la espiga o fusariosis es causada por la fase asexual del hongo denominado *Fusarium graminearum*, y cuya forma teleomórfica corresponde a *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

2.7.3. Daños.

Los granos de las espigas enfermas con frecuencia son arrugados. El grano cosechado que tenga más del 5% de granos infectados puede tener toxinas suficientes para ser nocivo al hombre y los animales (Prescott *et al.*, 1986; Wiesse, 1977). Ataca principalmente al maíz y al trigo: en el maíz ataca al pié al nivel del mesocótilo (entre la raíz primaria y las adventicias) extendiéndose la infección por el tallo hacia arriba causando un empardecimiento de los nudos inferiores. En trigo causa mal del pié y añublo blanco en la espiga, igual que *F. culmorum*.

2.7.4. Pérdidas.

Las pérdidas ocasionadas por *F. graminearum* son variables, pueden ser de 10 al 100%, dependiendo de las prácticas culturales y condiciones ambientales (Kohli, 1987). Las pérdidas en calidad son también considerables y están altamente correlacionadas con la severidad de la enfermedad y estado de desarrollo de la planta (Wiese, 1977).

La roña de la espiga del trigo causó pérdidas en la variedad Salamanca S-75, de 17% en rendimiento, con una severidad de 70% y una tasa de crecimiento de 0.50 espiguillas por día; en la variedad Mexicali C-75 se perdió 16.4% con una severidad de 60% y una tasa de crecimiento de 0.50 espiguillas enfermas por día (Ireta, 1986).

2.7.5. Síntomatología.

Sobre las glumas de la pared basal de la espiga atacada se observa el desarrollo de un moho de color rosa-salmón, rojizo o blanco. Si el ataque es temprano los granos son destruidos; en ataques tardíos se presenta la deshidratación de los granos (Smith *et al.*, 1992). La roña se reconoce fácilmente por la aparición de una o más espiguillas infectadas con tizón después de la floración, las espiguillas afectadas presentan color paja pálido, en contraste con el verde normal de las sanas. A medida que madura el cultivo, se acumulan masas de conidios de color rosado pálido a naranja en la base de las espiguillas a lo largo de las glumas. El número de espiguillas atacadas varía desde una hasta casi la totalidad de las espiguillas (Zillinsky, 1984).

2.7.6. Biología y Epidemiología.

En México, el tizón de la espiga generalmente se ha restringido, hasta el momento, a las áreas donde se cultiva el trigo bajo condiciones de temporal en

los estados de Jalisco, Michoacán, México, Tlaxcala e Hidalgo, superficie que cubre una extensión aproximada de 170,000 hectárea (Ireta. 1986). Puede ser transmitido por semilla, especialmente en trigo, en que es típica la infección de la espiga a través de los estambres. El hongo es especialmente importante en cultivos para producción de semilla, en general, sobre todo, sobrevive principalmente en resto de la cosecha en forma de peritecios. Los peritecios se forman en la base del tallo y en las espigas y las ascosporas pueden representar un papel importante en la dispersión secundaria además de la infección primaria. Las temperaturas superiores a 12°C favorece la infección (Smith *et al.*, 1992).

La formación de peritecios en campo se observa de cuatro a cinco semanas después de las primeras infecciones, siempre y cuando las condiciones ambientales se mantengan favorables. Se ha observado que las ascosporas se pueden producir con temperaturas de 13 a 33 °C, con un óptimo de 25-28 °C. La luz ultravioleta juega un papel importante en la producción de peritecios y ascosporas, ya que se necesitan longitudes de onda de alrededor de 390 nm (Reis, 1989).

El hongo *F. graminearum* es de las pocas especies que producen peritecios bajo condiciones de campo. Los peritecios representan la fase sexual del hongo (*Giberella zeae*), y se les observa sobre las glumas del trigo, emergiendo del tejido de éste. Dichos peritecios juegan un papel importante en la supervivencia del patógeno de un año a otro, ya que, junto con el micelio que permanece en residuos del cultivo anterior, representa la fuente de inóculo inicial de la fusariosis (Khongsa y Sutton, 1988).

2.7.7. Control.

Puede controlarse en un grado significativo enterrando los restos. Los tratamientos a semilla contra hongos causante de muerte de plántulas son

eficaces contra este patógeno en el estado de plántula. De hecho los híbridos modernos son en general más resistentes a los males de pie que los cultivares europeos antiguos (Smith *et al.*, 1992).

Para el combate de *Fusarium graminearum* cualquier acción que se efectúe para disminuir el daño es buena y puede realizarse las siguientes actividades: destruir los residuos de la cosecha que alberguen al patógeno, rotación de cultivos, uso de semillas o material propagativo libre del patógeno y uso de variedades resistentes. (Zillinsky, 1984).

2.8. *Septoria tritici* Rob. ex Desm. (Tizón foliar).

2.8.1. Importancia.

Septoria tritici es un hongo muy destructivo en muchas parte del mundo. En la actualidad la mancha café de la hoja del trigo presenta una mayor significancia especialmente con la introducción de trigos semi-enanos altamente rendidores procedentes de México en países alrededor del mediterráneo como Turquía, Israel, Marruecos, Argelia y Túnez (Eyal y Oded, 1974). El estado perfecto de *Septoria tritici*, es *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter, el cual es reconocido en Nueva Zelanda y ha sido encontrado posteriormente en Inglaterra, Australia y Estados Unidos (Sanderson, 1972).

Existen dos enfermedades importantes causadas por *Septoria* que ocasionan problemas en el trigo en muchas partes del mundo: el tizón foliar causado por *S. tritici* (Septoriosis de la hoja) (= *Mycosphaerella graminicola*) y el tizón de la gluma causada por *S. nodorum* (= *Leptosphaeria nodorum*) (Eyal *et al.*, 1987).

2.8.2. Morfología.

Septoria tritici se caracteriza por; conidios hialinos, filiformes, con 2 a 3 septas transversales, típicamente curvados y miden de 43 a 70 por 1.4 a 2 μm o de 43 a 79 por 1.5 a 2 μm con la base obtusa y generalmente disminuyendo su diámetro hacia el ápice; se desarrollan sobre células conidiógenas hialinas, raramente septadas, las cuales miden de 10 a 20 por 4 a 5 μm (Sanderson, 1976). Los pseudotecios de *M. graminicola* sólo se han encontrado en material vegetal muerto, son globosos, de color castaño oscuro y miden de 68 a 114 μm de diámetro. Las ascosporas son bicelulares, elípticas, hialinas, de 9-16 x 2.5 – 4 μm (Sanderson, 1976).

Weber (1922) señala que los conidios varían de tamaño según la época del año; los formados en invierno son considerablemente mayores que los presentes en verano. Los picnidios de *S. tritici* se desarrollan por lo general en la cavidad estomática, son subepidérmicos, lisos, subglobosos y de color pardo oscuro. Los conidios son filiformes, hialinos y tienen de 3 a 7 septas; los picnidios están incrustados en el tejido epidérmico y del mesófilo en ambos lados de la hoja con una abertura (ostiole) en la parte superior (Eyal *et al.*, 1987) y miden de 60 a 200 μm de diámetro, pero más frecuentemente 100 a 150 μm u 80 a 150 μm . (Sprague, 1950; Sanderson, 1976).

2.8.3. Daños.

Septoria tritici infecta las hojas principalmente y *Septoria nodorum* las glumas y los tallos, pero ambas pueden invadir cualquier parte aérea de la planta. Es difícil distinguir una de otra en condiciones de campo. Al principio, los dos patógenos causan lesiones de ovales a irregulares y alargadas; en el centro de las lesiones de color pajizo pálidos se forman numerosos picnidios negros que contienen abundantes esporas (particularmente *Septoria tritici*). Si durante el otoño prevalece un ambiente frío y húmedo, *Septoria*, infecta y destruye la mayoría de las hojas tiernas y primeros macollos de las plantas jóvenes de trigo de invierno. Un ataque ligero produce lesiones aisladas, pero una invasión

fuerte destruye parcial o totalmente el follaje. Dependiendo de la época en que la infección se torna severa, el rendimiento se reducirá sólo en forma ligera o bien de manera drástica. (Anónimo, 1992).

2.8.4. Pérdidas.

Los primeros reportes que se tienen de pérdidas causadas por *S. tritici* proceden de Italia en la década de 1890 (Cavara, 1895) y este hongo ha sido identificado en más de 50 países. De acuerdo con Coke y Jones (1971) *Septoria tritici* ha causado reducción en peso de grano, de 16.20% y 18.62% en 1000 granos pesados para este fin en las variedades Flameks y Licktill, respectivamente.

Eyal y Oded (1974) señalan que en los cultivares de invierno Leonardo y Leone en 1000 granos colectados de cada una de estas variedades las pérdidas en peso fueron de 23.7% y 24.45% respectivamente. Shaner *et al.* (1975) reportan que en estudios realizados en Estados Unidos *S. tritici* causó serios problemas en trigo ya que se tuvieron pérdidas de 30-50% por lo que este patógeno ha incrementado su importancia principalmente en Indiana y Mississippi.

Septoria tritici causante del tizón de la hoja en trigo es una de las enfermedades más importante en zonas con condiciones de temporal altamente lluvioso, como son: Toluca, Juchitepec en el Edo. de Méx. y Páztcuaro, Mich. las pérdidas en rendimiento van de 30 a 60% en zonas de Toluca, México y Páztcuaro, Michoacán (Leyva *et al.*, 1997; Leyva, 1998).

En estudios realizados en Estados Unidos *S. tritici* causó serios problemas en trigo ya que se tuvieron pérdidas de 30-50% por lo que este patógeno ha incrementado su importancia principalmente en Indiana y Mississippi (Shaner *et al.*, 1975). En 1979 en la zona sur de Chile se reportó que *S. tritici* se presentó causando pérdidas hasta de un 30% en producción en variedades susceptibles

alcanzando la máxima infección en 10.54 de la escala de Freekes (Herrera, 1981). El tizón de la hoja causado por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. es una enfermedad foliar del trigo en casi todas las zonas de crecimiento del trigo en el mundo. En Uruguay se han reportado pérdidas en rendimiento arriba de 60% causadas por *Septoria tritici* (Díaz *et al.*, 1993).

2.8.5. Sintomatología.

La enfermedad de la hoja aparece primero como manchas de color verde claro a verde amarillento entre las nervaduras de las hojas. Las lesiones se extienden rápidamente formando manchones irregulares de color castaño claro con una apariencia punteada a medida que se desarrollan los picnidios. Los pequeños picnidios son de color castaños embebidos en las manchas el cual es el síntoma final de diagnóstico de esta enfermedad (Dickson, 1963).

Los primeros síntomas normalmente aparecen en plántulas en el estado de 4–5 hojas; al principio las lesiones son áreas hidrópicas de color verde pálido a amarillo, en la hoja inferior o primera hoja verdadera; luego se extienden con rapidez formando manchas pardo claro, lineales a irregulares, que aparecen punteadas al desarrollarse los picnidios: durante la estación vegetativa la mayoría de las lesiones aparecen sobre la hoja verde más baja. En asociación con las lesiones foliares aparecen áreas extensas de amarilleo y quemado de ápices que pueden confundirse con facilidad con síntomas de senescencia. Los picnidios de las lesiones exudan al madurar masas de esporas (cirros) blancas o pardo claras (Smith *et al.*, 1992).

2.8.6. Biología y Epidemiología.

Bajo condiciones naturales se puede producir una defoliación e invasión de los tejidos del cuello, que provoca la muerte o la debilitación de las plantas. Las lesiones en los tallos, brácteas foliares y pericarpios de los granos son menos

visibles y mucho más pequeñas con escaso desarrollo de picnidios (Dickson, 1963). Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de *S. tritici* es importante tomarla en cuenta ya que se ha encontrado que los picnidios pueden permanecer 100% viables por 15 días en atmósferas de 35-85% de H. R. Después de 15 a 20 días y si se tiene 65% de H. R. va a tener una viabilidad del 2%. Cuando se tienen un 35% de H. R. y 25 °C puede permanecer viable un 100% después de 132 días (Shaner y Finney, 1976).

La infección de trigo en primavera se propaga a partir de las esporas de *S. tritici* conservadas dentro de los picnidios formados en la estación anterior, de las esporas producidas durante la primavera sobre residuos de trigos muertos o por plántulas infectadas (Dickson, 1963). Las esporas de *S. tritici* que se encontraban en la superficie del suelo en el rastrojo permanecían viables como mínimo 55 días, mientras que las esporas que se encontraban en el rastrojo mezclado con el suelo, perdían la patogenecidad después de 50 días, por lo que, tanto los conidios como los picnidios invernan en el rastrojo que se encuentra sobre el suelo (Brokenshire, 1975).

(Fellows, 1962) indica que la formación de picnidios es favorecida por períodos largos de humedad. Bajo condiciones de campo, la infección puede atrasarse cuando se tienen temperaturas inferiores a 7 °C durante 2 noches consecutivas (Bahat *et al.*, 1980; Shaner y Finney, 1976).

2.8.7. Control.

Se dispone de niveles eficaces de resistencia en cultivares comerciales (Smith *et al.*, 1992). El proceso de obtención de variedades resistentes a *Septoria tritici* se está llevando a cabo en México, Brasil, EUA, Africa Oriental y del Norte, en algunos países del Medio Oriente y en la región del Mediterráneo de Europa (Zillinsky, 1984). El uso de fungicidas es efectivo pero de dudosa retribución

económica. Se han detectado cultivares tolerantes a diferentes especies de *Septoria* (Wiesse, 1977).

2.9. *Septoria nodorum* (Berk.) Castell. (Tizón de la gluma).

2.9.1. Importancia.

La enfermedad suele predominar al final de la estación, por tanto el efecto sobre la cosecha se debe principalmente al efecto sobre el peso de los granos, aunque una infección grave durante la floración puede también reducir el número de grano por espiga (Smith *et al.*, 1992). No sólo en las glumas, sino que también ocurre con la misma frecuencia en las hojas, las vainas foliares y los nudos (Zillinsky, 1984). *Septoria nodorum* se desarrolla sobre el coleóptilo, produciendo en las primeras semanas picnidios y conidios que infectan hojas de la parte inferior de la planta.

2.9.2. Morfología.

Fase sexual. Pseudotecios globosos a subglobosos, picnidios subepidérmicos de forma irregular, café a negros; conidios oblongos a cilíndricos, extremos redondeados, hialinos, generalmente 3-septados, de 26 x 3 µm tamaño promedio (Romero, 1988).

Fase asexual. Picnidios café-claros o gris oscuro (menos conspicuos que los de *S. tritici*) que liberan masas de esporas blanco-rosado. Los conidios son hialinos, rectos o ligeramente curvados, con 1-3 septas (frecuentemente 3 septas); en general son más cortos, gruesos, rectos y miden de 15 – 24 x 2.5 – 4.0 µm (Mendoza, 1993).

2.9.3. Daños.

El tizón de la gluma puede ser una enfermedad seria en trigo, triticale, centeno y cebada. Las manchas causadas por *Septoria nodorum* no se presentan sólo en las glumas, sino que también ocurren con la misma frecuencia en las hojas, las vainas foliares y los nudos (Zillinsky, 1984).

2.9.4. Pérdidas.

En 1982, se reportó en Inglaterra a *S. tritici* y *S. nodorum* con una incidencia de 31 y 53%, respectivamente. Ambas enfermedades causaron pérdidas por 9 millones de toneladas, que representan, en valor, un millón de dólares (Eyal *et al.*, 1987). En un trabajo realizado en el Norte y Oeste de Gran Bretaña se encontró que *Septoria tritici* y *S. nodorum* son los factores que limitan la producción de trigo (Jenkin y Morgan, 1969).

En el Reino Unido se han señalado pérdidas en la producción de hasta el 50% y en Suiza de hasta el 65 %. Ataca trigo, triticale, centeno y cebada y se ha señalado también en diversas gramíneas silvestres (Smith *et al.*, 1992). En Florida en 1971-1975, la reducción fue de 200–1000 kg/ha, de la cual gran parte fue causada por *S. nodorum*. En otros países hay poca información sobre pérdidas anuales, pero se estima que fluctúa entre el 1 y 7%. En ataques de epifitias graves, los granos se arrugan como consecuencia de la infección de las hojas de la parte alta del cultivo, debido a que éstas son responsables del llenado del grano. Una de las consecuencias del ataque de enfermedades es la disminución del rendimiento del producto final. En cereales, se ha informado que las pérdidas del rendimiento atribuidos a epidemias por el tizón foliar causado por *S. tritici* y del tizón de la gluma provocado por *S. nodorum* ascienden a 54% (Eyal, 1981).

2.9.5. Sintomatología.

Este patógeno requiere temperaturas más elevada para su desarrollo, ataca a las hojas, produciendo las mismas manchas que la *S. tritici* pero en ellas no se aprecian los puntos negros. Afecta también a los nudos, apareciendo en ellos unos estrangulamientos que adquieren un color marrón más oscuro. Afecta igualmente a las vainas provocando manchas alargadas de color rojizo, las cuales no llegan a afectar al tallo. Afecta a las espigas, apareciendo en este caso las manchas rojizas en el ápice de las glumas. Los daños que ocasionan los ataques de *Septoria* dependen, lógicamente, de su intensidad y de los órganos afectados. El ataque en las hojas puede llegar a producir pérdida de las mismas, aumentando su gravedad si llegan a verse afectadas las hojas superiores. Los ataques en los nudos pueden originar la desecación de la planta, aunque normalmente no llegan a tales extremos (Anónimo, 1978).

Los síntomas por *Septoria nodorum* aparecen primero en plántulas como áreas verde oscuro, que se extienden rápidamente haciéndose amarillentas a pardo claro con un borde ligeramente más oscuro y a menudo con un centro oscuro; las lesiones no quedan tan limitadas por las venas foliares como las debidas a la seca por *S. tritici* (*Mycosphaerella graminicola*) y se hacen ovaladas o lenticulares; al progresar la enfermedad las lesiones se extienden y coalescen produciendo áreas necróticas gris claro a pardo claro en las que se forman picnidios pardo claro y normalmente menos evidentes que los de *M. graminicola* necesitándose una lupa para verlos (Smith *et al.*, 1992).

2.9.6. Biología y Epidemiología.

El clima fresco de 10 a 15 °C y días nublados y húmedos favorecen el desarrollo de la enfermedad (Prescott *et al.*, 1986). En cultivo de trigo de primer año, sin la presencia de rastrojos o restos vegetales, el inóculo primario se debe a acosporas dispersas por el viento que pueden viajar a largas distancias en condiciones climatológicas ideales; en USA *L. nodorum* produce ascosporas en intervalos de condiciones climáticas y durante tiempos superiores a los de *M.*

graminicola, por lo que pueden iniciarse las infecciones tanto en cultivo de siembra primaveral como en los de siembra otoñal. En las parcelas con una historia previa de trigo y en presencia de rastrojos o restos de cosecha, el inóculo primario puede deberse tanto a acosporas como a conidios. Una vez que la infección se establece en el cultivo la extensión de planta a planta se debe a conidios dispersados por las lluvias y la extensión progresa con la estación; la infección de las espigas puede causar la de las semillas pero la infección debida a transmisión por semilla no se considera de gran importancia práctica, excepto como un factor en la dispersión a larga distancia del patógeno o en caso de que no se disponga de otra fuente de inóculo (Smith *et al.*, 1992)

2.9.7. Control.

Se dispone de cultivares comerciales con niveles moderados de resistencia; también se pueden utilizar, en cultivares susceptibles, fungicidas o mezclas de ellos, que deben aplicarse para evitar el establecimiento de la enfermedad en la hoja bandera; puede esperarse que el tratamiento fungicida sea económico si la enfermedad está bien establecida en las hojas inmediatamente inferiores a la bandera y si ha habido períodos frecuentes de humedad debidos a lluvias, nieblas o rocíos justo antes de la emergencia de ésta (Smith *et al.*, 1992).

Las principales medidas de control de las enfermedades causadas por *Septoria* son el control químico, prácticas agronómicas y resistencia genética. La resistencia genética es la más económica, pero el germoplasma resistente no es abundante. La respuesta de resistencia de las variedades es muy variable. Se han reportado variedades de trigo que son resistentes en algunos países pero cuando se someten a poblaciones de patógenos y condiciones ambientales de otros países pierden su resistencia (Eyal, 1981).

2.10. Muestreo.

El objetivo del muestreo se puede considerar como el de caracterizar las poblaciones en estudio, mediante la estimación de algunas de sus características, por lo cual es importante obtener una muestra representativa. De manera general se señala que el muestreo es la operación por la cual se extrae y observa una muestra de una colectividad que se pretende estudiar. En el muestreo es bueno considerar la precisión confiabilidad y costos, para determinar la calidad de la información que se desea obtener (Anónimo, 1978).

El muestreo constituye una de las actividades más importantes en la investigación de las epifitias, ya que generalmente, no se puede realizar un censo completo del cultivo (cuando la población es demasiado grande para medirse totalmente) o el muestreo involucra destrucción de la población. Un factor esencial en el desarrollo de cualquier plan de muestreo es tener bien claros los parámetros o puntos de interés que se han establecido en los objetivos del estudio. La semilla es uno de los principales medios para la diseminación y transmisión de enfermedades de una región a otra, de un país a otro y de un continente a otro continente (Vargas, 1965).

2.11. FUNGICIDAS.

Propiconazol (Tilt 250 EC) inhibe el desarrollo y necrosis intra y extracelular del mycelium de *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. (Brzezicka et al., 1995). El tratamiento con prochloraz (=Sportak) incrementa significativamente el peso de 1000 granos y disminuye el progreso de la enfermedad causado por *Fusarium culmorum* que es una enfermedad del trigo. (Doohan et al., 1996).

Eyal et al., (1987) recomiendan los fungicidas sistémicos, Benomyl, Prochloraz, Tridimefon y Propiconazol para el control de *Septoria nodorum* y *Septoria tritici*. El efecto del tratamiento de la semilla con propiconazol y otros fungicidas en cultivares de trigo de invierno refleja rendimiento significativos en algunas variedades probadas en Yugoslavia (Jevtic et al., 1996).

Leyva y Villaseñor (1992), mencionan que el Prochloraz y Propiconazol controlan las enfermedades del complejo foliar incrementando el rendimiento en 2.1% para el Prochloraz y 0.7% para el Propiconazol. Rodríguez (1991), señala que el Propiconazol y el Prochloraz disminuyen la incidencia de patógenos transmitidos por semilla de trigo.

Se sabe que el propiconazol (Tilt), el pencozeb (ditiocarbamato de manganeso) y el oxycarboxin controlan satisfactoriamente la roya de la hoja de trigo, causada por *Puccinia recondita*, en Bangladesh (Ahmed *et al.*, 1994).

Investigaciones en Alemania de 1987 a 1995 mostraron que la incidencia de *Fusarium* spp. causa epidemiología por la complejidad del patógeno y puede causar pérdida cuantitativas y cualitativas en trigo. Pero aplicando productos como tebuconazol reduce la enfermedad y las pérdidas son menores. (Suty *et al.*, 1996).

El fungicida usado para controlar *S. tritici* en Pátzcuaro-Pontzumarán, estado de Michoacán, fue el tebuconazol (Folicur) 0.5 l/ha en 200 l de agua, aplicado con bomba de espalda y en diferentes etapas fenológicas del cultivo de trigo de la variedad Temporalera, Pavón, Tuc/Mon y Car 853/Coc/Vee. Se determinó que sólo es necesaria una aplicación del fungicida hacia final del embuche, para proteger todo el ciclo del cultivo; en este caso los rendimientos se incrementaron un 98% en Temporalera y un 108% en Attila. Por otra parte, las aplicaciones realizadas después de este período fenológico fueron estadísticamente iguales al testigo sin protección (Castrejón *et al.*, 1994)

2.12. Importancia del vigor de la semilla.

Perry (1981a) considera que el valor principal del concepto de vigor de semilla consiste en su aplicación sobre semillas sembradas en el campo donde puede ser usado para describir variaciones observadas en rendimiento entre los lotes.

Por su parte Copeland (1976) considera que el vigor de la semilla se observa más fácilmente durante la emergencia, siendo posible en esta etapa de desarrollo, encontrar mayor diferencia entre genotipos con diferente vigor e incluso entre lotes de un mismo genotipo, lográndose así seleccionar aquellos lotes que aseguren mayor emergencia, establecimiento del cultivo y capacidad competitiva bajo diversas condiciones de siembra (Delouche y Cadwell, 1962).

2.13. Crecimiento y desarrollo del trigo.

Se considera desde la emergencia de la plántula en la superficie del suelo hasta la producción de semillas maduras; el crecimiento de la planta de trigo se puede dividir en varias etapas según la escala de Zadoks *et al.*, (1974) tales como: germinación, crecimiento de la plántula, macollamiento, alargamiento del tallo, embuchamiento, emisión de la espiga, floración, estado lechoso, estado masoso y madurez. Modificación de Tottman y Makepeace (1979). Ver Cuadro 1.

2.14. Calidad de la semilla.

Para lograr avances en la agricultura, se debe contar con insumos que contribuyan a este propósito, siendo uno de los de mayor importancia la semilla de alta calidad, la cual, para su obtención, es necesaria una intensa supervisión en las diferentes etapas de la producción. La semilla de buena calidad está determinada principalmente por la pureza y la germinación (MCDonald, 1980). Diversos autores (Abdul-Baki, 1980; Ching, 1973; MCDonald, 1980; Moreno, 1984; Woodstock, 1973) han descrito al vigor como un atributo de la calidad de gran importancia, ya que proporciona mayor información sobre la capacidad para el establecimiento y permanencia de las plantas en el campo.

Perry (1981a), considera que la diferencia de vigor de la semilla durante la emergencia, cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas,

Cuadro 1. Descripción de los estadios principales y secundarios de crecimiento del trigo en la escala de Zadoks, de acuerdo con la modificación de Tottman y Makepeace (1979).

Codifi- Cación	Estadio	Codifi- cación	Estadio
0	Germinación	4	Embuchamiento
00	Semillas secas	41	La vaina de la hoja bandera se extiende
01	Empieza la imbibición	43	Embuchamiento apenas visible
03	Imbibición completa	45	Embuchamiento hinchado
05	La radícula emerge de la semilla	47	La vaina de la hoja bandera se abre
07	El colioptilo emerge de la semilla	49	Las primeras barbas visibles
09	Hojas justo en la punta del coleoptilo		
1	Crecimiento de la plántula	5	Emisión de la espiga
10	Primera hoja emerge del coleoptilo	51	La primera espiguilla de la espiga apenas visible
11	Primera hoja desplegada	53	Emerge una cuarta parte de la espiga
12	Dos hojas desplegadas	55	Emerge la mitad de la espiga
13	Tres hojas desplegadas	57	Emergen tres cuartos de la espiga
14	Cuatro hojas desplegadas	59	Emisión de la espiga completa
15	Cinco hojas desplegadas		
16	Seis hojas desplegadas	6	Floración
17	Siete hojas desplegadas	61	Comienzo de la floración
18	Ocho hojas desplegadas	65	Mitad de la floración completa
19	Nueve o más hojas desplegadas	69	Floración completa
2	Macollamiento	7	Estado lechoso
20	Sólo el brote principal	71	Madurez acuosa
21	Brote principal y un macollo	73	Estado lechoso temprano
22	Brote principal y dos macollo	75	Estado lechoso medio
23	Brote principal y tres macollo	77	Estado lechoso tardío
24	Brote principal y cuatro macollo		
25	Brote principal y cinco macollo	8	Estado masoso
26	Brote principal y seis macollo	83	Comienzo del estado lechoso
27	Brote principal y siete macollo	85	Madurez masosa suave (la impresión de la uña no permanece)
28	Brote principal y ocho macollo	87	Madurez masosa dura (la impresión de la uña se mantiene; la testa pierde clorofila)
29	Brote principal y nueve o más macollo		
3	Alargamiento del tallo	9	Madurez
30	Seudotallo erecto (sólo cereales de invierno)	91	Grano duro (difícil de dividir con la uña)
31	Se detecta el primer nudo	92	Grano duro (no se puede marcar con la uña)
32	Se detecta el segundo nudo	93	Grano suelto durante el día
33	Se detecta el tercer nudo	94	Sobre madurez; paja muerta.
34	Se detecta el cuarto nudo	95	Dormancia de la semilla
35	Se detecta el quinto nudo	96	Semilla viable germina un 50%
36	Se detecta el Sexto nudo	97	Semilla sin dormancia
37	Hoja bandera apenas visible	98	Dormancia secundaria inducida
39	Lígula de la hoja bandera apenas visible	99	Dormancia secundaria perdida

Fuente Stubbs *et al.*, 1986.

pueden traducirse posteriormente en baja capacidad de ahijamiento, menor crecimiento, alteraciones en el ciclo de cultivo y diferencia en rendimiento entre lotes; cuando las condiciones para emerger son adecuadas, las diferencias entre lotes se reduce, pero se ha observado que lotes vigorosos presentan germinación más uniforme, mayor capacidad competitiva y posiblemente algún incremento en el rendimiento.

2.15. Pruebas de vigor.

Las pruebas de vigor han sido la técnica para medir la habilidad de la semilla para germinar y producir plántulas útiles bajo un rango de condiciones de campo que pueden ser razonablemente esperada en función de la localización geográfica y la especie cultivada (Woostock, 1973).

Isely (1957) clasificó las pruebas de vigor de la semilla en: 1) Pruebas directas, las cuales simulan condiciones favorables o desfavorables de campo y 2) pruebas indirectas, las cuales miden ciertos atributos fisiológicos de la semilla. El mismo autor señala que ambos tipos de pruebas presentan ventajas y desventajas.

Copeland (1976) menciona 7 aspectos para evaluar el vigor:

1. Velocidad de germinación
2. Uniformidad de germinación y desarrollo de la plántula bajo condiciones ambientales no uniformes.
3. Habilidad para emerger a través de una costra de suelo.
4. Germinación y emergencia de la plántula en suelo frío, inundado e infestado de patógenos.
5. Desarrollo morfológico normal de la plántula.
6. Rendimiento.
7. Almacenamiento bajo condiciones adversas.

2.16. Pruebas de crecimiento de plántulas.

Esta prueba consiste en poner a germinar la semilla en condiciones óptimas de humedad, temperatura y sustrato, se fija un intervalo de tiempo y se realizan las mediciones de las plántulas. Aquellas que presenten mayor longitud serán consideradas como más vigorosas. Esta prueba puede realizarse en laboratorio, invernadero o campo (Perry, 1981; Copeland, 1976; Hunter, 1971).

2.17. Germinación.

En el proceso de la germinación, el embrión, en estado de latencia dentro de la semilla seca, inicia su crecimiento al encontrarse en condiciones ambientales favorables. El embrión se dilata y rompe el pericarpio; a partir de esta rotura se desarrollan la radícula (raíz) y la plúmula (brote) (Stubbs *et al.*, 1986). Las condiciones óptimas para la germinación del trigo son: temperatura de 20 °C y contenido mínimo de humedad de 35-45%. Normalmente, el porcentaje de germinación es mayor a medida que el contenido de humedad se incrementa.

2.18. Pruebas de velocidad de germinación.

El método consiste en poner a germinar la semilla y en cuanto empiece la germinación se hacen conteos diariamente del número de semillas germinadas; la prueba termina una vez que se considere que se ha logrado el máximo de germinación de las semillas sembradas (Hunter, 1971).

Los datos obtenidos sufren una transformación para determinar la velocidad de germinación (V.G.), para lo cual se han sugerido varias expresiones matemáticas (Copeland, 1976), pero lo que se ha usado más frecuentemente es la siguiente (Villaseñor, 1984).

$$V. G. = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1} + X_n}{N}$$

donde X_i = Número de plántulas emergidas por día

n = Número de días después de la siembra.

$i = 1, 2, 3, \dots, n-1, n.$

La parcela de semilla que obtenga el valor mayor en velocidad de emergencia (V.E.) será considerada como la más vigorosa (Villaseñor, 1984).

2.19. Efecto de la profundidad de siembra.

La profundidad de siembra se ha considerado como un factor adicional que interviene en las pruebas de vigor. El principio fisiológico se basa en que a mayor profundidad de siembra la semilla tiene que gastar mayor cantidad de sustancias de reserva para alcanzar mayor elongación de las plántulas y poder emerger (Cooper y MacDonal 1970).

2.20. Tamaño de la semilla.

La condición nutricional de la planta madre, densidad de población y etapa de maduración en la semilla son características que están directamente relacionadas con el vigor, y se ve reflejado en el tamaño de la semilla (Copeland, 1976).

El tamaño pequeño de las semillas, dentro de una variedad, indica las condiciones ambientales adversas presentes durante la maduración, y muchas veces estos factores llegan a confundirse con la divergencia genética en los experimentos cuando las variedades no se desarrollan en las mismas condiciones (Harris y Parker, 1968).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Evaluación de campo.

3.1.1. Materiales.

3.1.1.1. Sitios de pruebas.

El presente trabajo se llevó a cabo en tres diferentes sitios; dos ubicados en el Estado de México que fueron Coatepec y Juchitepec, y uno en el estado de Tlaxcala que fue Calpulalpan, los cuales son de importancia por la problemática fitopatológica que incide en el cultivo de trigo, de acuerdo con la estrategia del programa de mejoramiento genético de trigo de temporal del CEVAMEX-INIFAP.

3.1.1.2. Material genético.

Las variedades seleccionadas en la investigación fueron seis, que de acuerdo con sus características agronómicas y fitopatológicas, son de interés para los trabajos que realiza el programa de trigo del CEVAMEX-INIFAP.

Las variedades son las siguientes:

Siete Cerros T66.

Cleopatra VS74.

Zacatecas VT 74.

Mixteco S82.

Temporalera M87.

Romoga F96.

3.1.1.3. Tratamientos.

Se manejaron dos tratamientos, con incidencia y sin incidencia de enfermedades. Con incidencia de enfermedades fungosas no se aplicó ningún producto químico para controlar las enfermedades, tratando de evaluar el efecto de éstas sobre las variedades de acuerdo con la incidencia natural que ocurrió en cada sitio. Sin incidencia de enfermedades, se procuró tener a las diferentes variedades libres de patógenos para cuantificar su potencial genético. El control de las enfermedades se realizó con dos aplicaciones en cada sitio del producto químico Folicur a dosis de 0.75 lt/ha. La primera aplicación se realizó alrededor de la antesis (de acuerdo con la incidencia de patógenos) y la otra aproximadamente 20 días después.

3.1.2 Métodos.

3.1.2.1. Manejo agronómico de los experimentos.

Los experimentos fueron conducidos durante el ciclo primavera-verano de 1997, bajo condiciones de temporal, estableciéndose en cada sitio en las siguientes fechas de siembra: en Calpulalpan el 3 de junio; en Coatepec el 5 de junio; y en Juchitepec el 12 de junio. El manejo agronómico de los mismos fue tratando de brindarle al cultivo las mejores condiciones para su buen desarrollo; para lo cual se dio seguimiento al paquete tecnológico recomendado por INIFAP para cada uno de los sitios.

3.1.2.2. Diseño y parcela experimental.

En el presente estudio se utilizó el diseño experimental “bloques completamente al azar” con cuatro repeticiones en arreglo de tratamientos en parcelas divididas, ubicándose en las parcelas grandes los tratamientos con y sin control de patógenos, mientras que en las parcelas chicas se ubicaron las variedades. En todos los sitios la parcela experimental fue de cuatro surcos de

tres metro de largo y espaciado a 30 cm; la parcela útil fueron los dos surcos centrales.

3.1.2.3. Cuantificación de la incidencia y severidad de las enfermedades.

Existen diferentes escalas para cuantificar la incidencia y severidad de las diferentes enfermedades en trigo. Para roya está la escala modificada de Cobbs y para tizones y manchas foliares está la propuesta por Saari y Prescott (1975).

En el presente estudio no se emplearon esas escalas por los inconvenientes que representan en la transformación de los datos, y sobre todo porque en los tres sitios se presentaron, en mayor o menor incidencia, tanto royas como tizones y manchas foliares, situación que implicaría evaluar bajo las dos escalas. Por otra parte, como el interés fue mantener limpio el cultivo y dejar que las enfermedades se manifestaran en forma natural para cuantificar su daño, se optó por registrar el porcentaje de daño desde la aparición de los síntomas (alrededor de floración) hasta poco antes de la madurez fisiológica (daño máximo de las enfermedades).

3.1.2.4. Variables en estudio.

Se registraron dos tipo de variables. Las variables directas, que fueron tomadas directamente de las parcelas experimentales y las variables indirectas, que fueron producto del muestreo que se realizó en las parcelas.

3.1.2.4.1. Variables directas.

1. Días a la floración (DF). Días transcurridos de la siembra al momento en que el 50% de las anteras estaban expuestas.

2. Días a la madurez (DM). Días transcurridos de la siembra al momento en que el pedúnculo de la espiga cambió a un color amarillo.
3. Altura de planta (AP). Altura en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la espiguilla terminal de la espiga principal o superior.
4. Rendimiento de grano (RG). Peso de grano producido por todas las espigas de cada parcela, registrado en gramos por metro cuadrado.
5. Daño máximo de las enfermedades (DME). Se registró en porcentaje el total de área foliar afectada por las enfermedades antes de la madurez fisiológica.

3.1. 2. 4.2. Variables indirectas.

Estas variables se generaron a partir del muestreo de 25 tallos que se realizó en cada parcela, para lo cual se cortaron a nivel del suelo de la parcela útil. Se cuantificó en los mismos el número de espiguilla por espiga y posteriormente se introdujeron en una bolsa de papel y se llevaron a peso seco. Se cuantificó el peso de los mismos y se trillaron para obtener el rendimiento de grano de la muestra y el peso de 400 granos. Con esos datos y el rendimiento de grano de la parcela experimental se generaron las siguientes variables (Villaseñor, 1996):

6. Biomasa total en gramos por m² (Biomasa)

$$\text{Biomasa} = [(\text{RGP} + \text{RE25T})/\text{PU}/\text{IC}]$$

7. Índice de cosecha (IC)

$$\text{IC} = \text{RE25T}/\text{RB25T}$$

8. Espigas por metro cuadrado (EPMC)

$$\text{EPMC} = \text{Biomasa}/(\text{RB25T}/25).$$

9. Peso de 1000 granos (PMG).

$$\text{PMG} = \text{Peso de 400 granos} \times 2.5$$

10. Granos por metro cuadrado (GPMC).

$$\text{GPMC} = \text{RG}/(\text{Peso de 1000 granos} / 1000).$$

11. Espiguillas por espiga (EE). Número total de espiguillas formadas en la espiga principal o superior.

12. Granos por espiga (GPE).

$$GPE = GPMC/EPMC.$$

13. Granos por espiguilla por espiga (GPÉE).

$$GPÉE = GPE/NEE.$$

Donde:

RB25T = Rendimiento biológico de 25 tallos en gramos.

RE25T = Rendimiento económico de 25 tallos en gramos.

RGP = Rendimiento de grano de la parcela en gramos.

PU = Parcela útil.

NEE = Número de espiguillas por espiga.

3.1.2.5. Análisis de la información.

Con la información recopilada se realizó el análisis de varianza por localidad y el análisis de varianza conjunto con el objeto de identificar los diferentes factores de estudios donde existió diferencia estadística. Posteriormente con esos factores en estudio se realizó la comparación de medias, empleando la "Prueba de Tukey" al 5% por localidad y en forma conjunta para determinar las diferencias en los diferentes niveles. También se realizó un análisis de correlación con los datos de los tres sitios para ver que variables están más vinculadas con el rendimiento de grano.

3.1.2.6. Identificación de enfermedades en campo.

La identificación en campo se hizo basándose en las lesiones que provocan cada uno de los patógenos en el follaje de trigo, debido a que cada una de las enfermedades presentaron sintomatologías distintas entre sí. De cierta forma se logró la identificación en el campo de los patógenos que se encontraron

causando daños a las variedades de trigo, ya que se relacionaron los síntomas con los descritos en la literatura.

Las muestras que se colectaron con síntomas dudosos fueron traídas en bolsas de polietileno al laboratorio de hongos del Departamento de Fitopatología de la Universidad Autónoma de Chapingo, donde se procedió a preparar cámaras húmedas para inducir la esporulación del hongo. La cámara húmeda consiste en colocar un papel filtro en cada una de las cajas de Petri y se le agrega agua destilada estéril hasta que quede bien húmeda y luego se coloca el material vegetal enfermo. Previamente se cortaron las hojas en trocitos pequeños que presentaban síntomas y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% por 2 a 3 minutos; posteriormente se enjuagaron con agua destilada estéril y se dejaron por 24 a 72 horas, es decir, hasta que se observó la esporulación; posteriormente, con una aguja de disección previamente flameada se tomó una porción del crecimiento fungoso, se colocó en un portaobjetos con una gota de lactofenol y se colocó el cubreobjetos. Enseguida se flameó el portaobjetos hasta eliminar las burbujas de aire para poder ver bien las estructuras al microscopio compuesto y con apoyo de la literatura se identificaron los patógenos.

3.2. Identificación de patógenos en las semillas.

3. 2. 1. Medios de cultivo.

Para identificar los patógenos que se transmiten por semilla, se preparó en el laboratorio de hongos fitopatógenos del departamento de Parasitología Agrícola, U.A.Ch. los siguientes medios de cultivo.

3.2.1.1. Papa-Dextrosa-Agar (PDA)

Ingredientes:

Trozos de papa pelada-----	250 g
Dextrosa-----	15 g
Agar-----	15 g
Agua destilada-----	1 l.

Preparación:

Las papas se pelaron y pesaron, después de lavarlas se cocieron en 500 ml de agua destilada durante 15 min a 15 lb de presión, luego se dejó enfriar un poco y posteriormente, se filtró el jugo de papa a través de manta quesera y se aforó a 500 ml con agua destilada. Por separado se disolvieron 15 g de agar en 500 ml de agua destilada y después se mezcló con el jugo de papa, agregando además los 15 g de dextrosa. Homogenizada la mezcla, se esterilizó a 15 lb de presión por 15 minutos.

3.2.1.2 Jugo de Tomate-Agar.

Ingredientes:

Jugo de tomate-----	75 ml.
CaCO ₃ -----	0.75 g
Agar-----	15 g
Agua destilada-----	1 l.

Preparación:

Se mezcló el jugo de tomate con el CaCO₃, se dejó reposar la mezcla durante 2 minutos y luego se centrifugó a 300 rpm durante 3 minutos. Del sobrenadante se tomaron 50 ml., se añadió el agar y se aforó a 1 l con agua destilada. Posteriormente se esterilizó a 15 lb durante 15 minutos.

3.2.1.3. Jugo V8-Agar.

Ingredientes:

Jugo V8-----	100 ml
CaCo ₃ -----	3 g
Agar-----	15 g
Agua destilada-----	1 g

Preparación:

Se mezcló el jugo V8 con el CaCo₃ y después de dejar reposar la mezcla durante 3 minutos se centrifugó a 300 rpm durante 3 minutos. Del sobrenadante se tomaron 80 ml, se añadió el agar y se aforó a 1 l con agua destilada. Finalmente se esterilizó a 15 lb de presión durante 15 minutos. Una vez preparados los medios de cultivo, se vaciaron en cajas de Petri.

3.2..2. Siembra de semillas en medios de cultivo.

De las seis variedades antes señaladas de las tres localidades (Calpulalpan, Coatepec y Juchitepec) se contaron 100 semillas de cada una y se procedió a desinfectar con hipoclorito de sodio al 3% por 3 minutos; luego se enjuagaron tres veces con agua estéril y utilizando una pinza previamente esterilizada se sembraron 10 semillas de cada variedad por localidad en cada tipo de medio de cultivo (por caja de Petri).

Las cajas permanecieron en el laboratorio a temperatura ambiente con luz del día y oscuridad de noche hasta observar el crecimiento y esporulación de los patógenos, la cual ocurrió entre las 36 y 48 horas. Posteriormente con una aguja previamente flameada se tomó una pequeña porción del crecimiento micelial y se colocó en un portaobjetos con lactofenol pasándola varias veces

por la flama para eliminar las burbujas de aire y así observar las estructuras con mayor claridad al microscopio compuesto y poder realizar la identificación de los hongos transmitidos por semillas.

3.3. Prueba de calidad fisiológica de la semilla.

3.3.1. Materiales.

Para realizar la prueba de calidad fisiológica de la semilla se utilizaron los siguientes materiales:

Tabicones

Pala de pico

Regaderas

Cinta métrica

Libretas

Lápiz mecánico.

Reglas de 150 cm de largo, (= tablas marcadas cada tres centímetros para obtener la exactitud de los hoyos para sembrar las semillas).

3.3.1.1. Material genético.

Las variedades seleccionadas en la investigación fueron seis (las mismas que se utilizaron en el campo), que de acuerdo con sus características agronómicas y fitopatológicas, son de interés para los trabajos que realiza el programa de trigo del CEVAMEX-INIFAP.

3.3.1.2. Sitio de evaluación (CEVAMEX).

Esta tercera etapa del experimento se llevó a cabo en terrenos del CEVAMEX-INIFAP, ubicado en Chapingo, México.

3.3.1.3. Camas de siembra.

Se prepararon tres camas (tipo almácigo) hechas con tabicones. Cada cama medía 12 metros de longitud por 1.5 de ancho. La preparación de las camas de siembra consistió en aflojar la tierra, eliminar piedras y terrones y levantar el terreno aproximadamente 12 cm sobre la superficie del suelo.

3.3.1.4. Tratamientos.

Se manejaron dos tratamientos, con incidencia y sin incidencia de enfermedades. A la semilla cosechada de las variedades con incidencia de enfermedades fungosas no se aplicó ningún producto químico para controlar las enfermedades, tratando de evaluar el efecto de éstas sobre las variedades de acuerdo con la incidencia natural que ocurrió en cada sitio. Las semillas cosechadas de los cultivares sin incidencia de enfermedades, tampoco se aplicó producto alguno posterior a la cosecha.

3.3.2. Métodos.

3.3.2.1. Conducción de la evaluación.

Se sembró a una distancia de tres centímetros entre semillas y a ocho entre surco o parcela. Previamente las camas fueron humedecidas con un riego pesado dos días antes de la siembra. Se colocaron las semillas en hileras con la distancia correspondiente y posteriormente se agregó la tierra calculando los 6 cm de profundidad.

El día 15 de diciembre de 1997 se realizó la siembra a 6 cm de profundidad de las 50 semillas por repetición de cada variedad de trigo, previamente seleccionadas, contadas, pesadas y colocadas en un sobre con el nombre de la variedad correspondiente. A partir de la siembra se regaron diariamente las

parcelas experimentales y se observó que el día 24 de diciembre del mismo año se inicio la germinación por lo que se anotó en una libreta de campo, diariamente, el número de plántulas que emergían. El día 31 del mismo mes fue la última fecha de emergencia y se dejó crecer las plántulas 12 días más para evaluar el vigor (producción de materia seca) de cada una de las variedades.

3.3.2.2. Diseño y parcela experimentales.

En la presente evaluación se empleó el diseño experimental "bloques al azar" en un arreglo de tratamientos de parcelas subdivididas, en donde la parcela grande estuvo conformada por las tres localidades, parcelas medianas por tratamientos de fungicidas y parcelas chicas fueron las variedades. La parcela experimental fue de 50 semillas y la parcela útil fue la misma cantidad de semilla.

3.3.2.3. Variables en estudio.

1. Peso inicial de la semilla (PIS); es el peso inicial de 50 semillas en gramos.
2. Porcentaje de germinación (PG); consistió en dividir el número total de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas y se multiplicó por 100.
3. Velocidad de germinación (VG); se calculó mediante la siguiente expresión empleada para calcular la velocidad de germinación descrita por Hunter (1971).

$$V. E. = \sum_{i=1}^n X_i = \frac{X_1}{N-1} + \frac{X_2}{N-2} + \dots + \frac{X_{N-1}}{1} + \frac{X_N}{N}$$

donde X_i = Número de plántulas emergidas por día

n = Número de días después de la siembra.

$i = 1, 2, 3, \dots, n-1, n$

4. Peso seco producido de la parte aérea (PSP); es el peso de la cantidad de plántulas en gramos (germinadas de las 50 semillas) que fueron cortadas arras del suelo y secadas antes de pesar.

3.3.2.4. Análisis de la información.

Con la información recopilada se realizó el análisis de varianza con el objeto de identificar los diferentes factores de estudio donde existió diferencia estadística. Posteriormente con esos factores en estudio se realizó la comparación de medias, empleando la prueba de Tukey al 5% para determinar las diferencias en los diferentes niveles para ver qué variables están más vinculadas con el porcentaje de germinación y vigor de las semillas.

IV. RESULTADOS.

4.1. Evaluación de campo.

Las condiciones que prevalecieron durante el desarrollo de los experimentos fueron muy variadas, por lo que muchas veces fue difícil diferenciar los síntomas causados por los diferentes patógenos. A lo largo de los muestreos efectuados durante todo el desarrollo fenológico del cultivo de trigo en las zonas en estudio se identificaron varias enfermedades. Se presentaron frecuentemente los síntomas provocados por uno o más patógenos en una sola hoja por lo que la separación de éstas en el campo y en el laboratorio fue laboriosa; no obstante, los patógenos se pudieron identificar.

4.1.1. Incidencia de enfermedades.

De manera general la incidencia de patógenos en los diferentes sitios fue como a continuación se indica:

En Calpulalpan, Tlax., se presentó incidencia severa de *Puccinia striiformis* alrededor de la antesis y durante la formación de grano; posteriormente, durante el llenado de grano las condiciones ambientales fueron apropiadas para el desarrollo de *P. recondita*. Estos patógenos alcanzaron niveles de severidad de 100% en las variedades susceptibles (Cuadro 5).

En Coatepec, estado de Méx., la enfermedad que se manifestó en mayor intensidad de la floración a la madurez fisiológica fue, la roya de la hoja (*Puccinia recondita*) (Figura 13); otras enfermedades que se presentaron aunque en baja severidad, fueron la roya lineal o roya amarilla (*P. striiformis*) (Figura 14) y el tizón foliar (*Helminthosporium sativum*) (Figura 15). Estas tres enfermedades también alcanzaron niveles de severidad de 100% en los genotipos susceptibles (Cuadro 5).



Figura 13. Síntomas característicos de *P. recondita* en trigo harinero temporalero.



Figura 14. Síntomas característicos de *P. striiformis* en trigo harinero temporalero.

En Juchitepec, estado de Méx., la incidencia de enfermedades se inició un poco antes de la floración; la mayor severidad fue causada por *Septoria nodorum* (tizón de la gluma), en segundo término *Helminthosporium sativum* (tizón foliar), *Septoria tritici* (tizón foliar) (Figura 17), y en bajo porcentaje *H. tritici-repentis* (mancha ocular) (Figura 16), *Fusarium nivale* (tizón de la espiga), *Puccinia recondita* (roya de la hoja) y *Fusarium graminearum* (roña o pudrición de la corona) (Figura 18). Estos patógenos en su conjunto causaron daños en el área foliar de hasta un 95% (Cuadro 5).

4.1.2. Análisis por localidad

En la localidad de Coatepec estado de México (Cuadro 2), se encontró que entre tratamientos hubo diferencia altamente significativa en las variables DM, IC, Biomasa, RG, EPMC, PMG, GPMC y DME; mientras que no se detectó diferencia en DF, AP, GPE, GPEE y EE. Entre variedades se encontró diferencia altamente significativa en todas las variables en estudio; mientras que en la interacción tratamiento por variedad solamente se encontró diferencia altamente significativa en RG y en DME.

En la localidad de Calpulalpan, Tlaxcala (Cuadro 3), se encontró que entre tratamientos hubo diferencia altamente significativa en las siguientes variables: DF, DM, IC, Biomasa, RG, EPMC, PMG, GPMC, GPE y DME; mientras que en las siguientes variables no hubo diferencia significativa: DF y DM, AP, GPEE y EE. Entre variedades hubo diferencia significativa en todas las variables en estudio. En la interacción tratamiento por variedad se encontró diferencia en la variables DM, IC, Biomasa, RG, EPMC, PMG, GPMC, GPEE y DME, mientras que en el resto de las variables no se encontró diferencia significativa.

En la localidad de Juchitepec, estado de México (Cuadro 4), se encontró que entre tratamientos hubo diferencia altamente significativa en las siguientes variables: DM, IC, Biomasa, RG, EPMC, GPMC, GPEE, PMG y DME; mientras



Figura 15. Síntomas característicos de *H. sativum* en trigo harinero temporalero.



Figura 16. Síntomas característicos de *H. tritici repentis* en trigo harinero temporalero.

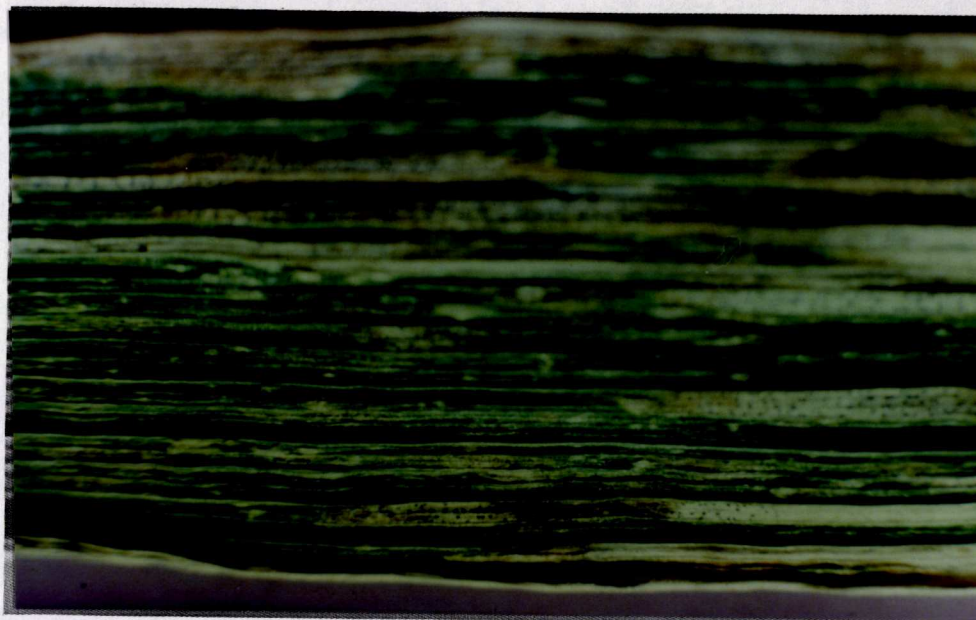


Figura 17. Síntomas característicos de *Septoria tritici* en trigo harinero temporalero.

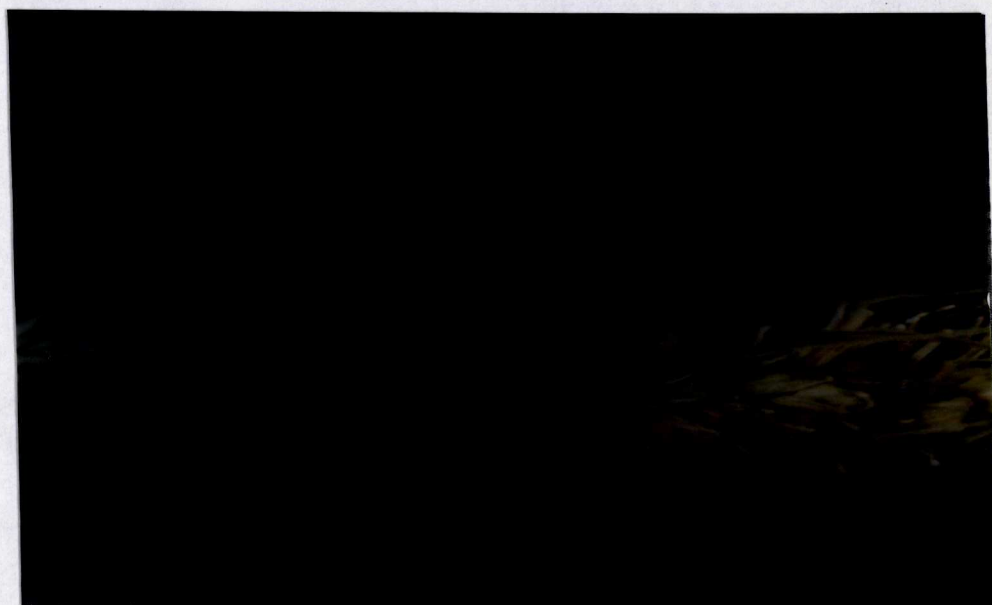


Figura 18. Síntomas característicos de *Fusarium graminearum* en trigo harinero temporalero.

Cuadro 2 Cuadrado medio del análisis de varianza de las 13 variables en la evaluación de las seis variedades de trigo harinero. Coatepec, México, P-V/1997.

FV	GL	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
REP	3	2.74	4.02	44.38	0.00008	3170.87	574.75
TRAT	1	1.68 NS	31.68 **	6.75 NS	0.00915**	149063.03**	70005.03**
TRAT*REP	3	1.29	2.85	35.92	0.00072	3862.03	971.11
VAR	5	111.68**	114.88**	233.25 **	0.00347**	93393.28**	27173.28**
TRAT *VAR	5	0.48NS	5.18NS	52.50NS	0.00202NS	19443.08NS	5945.16**
ERROR	30	1.28	2.44	26.65	0.00096	9219.69	1390.47
TOTAL	47	119.15	161.05	399.45	0.01641	273151.98	106059.80
CV		2.07	1.39	6.57	6.33	10.51	8.31
MEDIA		54.81	111.56	78.50	0.49	913.69	448.48

Continuación del cuadro 2.

FV	GL	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
REP	3	480.89	10.49	921894	0.59	0.0145	1.70	90.79
TRAT	1	13469.35**	132.5**	11202165**	1.44NS	0.0127NS	0.27NS	42900.52**
TRAT*REP	3	1630.07	10.46	221597	19.80	0.0076	4.08	71.35
VAR	5	12543.51**	82.06**	19852289**	42.35**	0.2120 **	6.58 **	1210.52 **
TRAT *VAR	5	2498.6NS	10.1NS	2365513NS	14.9NS	0.0719NS	0.27NS	1245.52 **
ERROR	30	1419.30	10.82	1189984	16.50	0.5225	1.08	21.07
TOTAL	47	19921.79	256.44	35753402	273.82	0.8412	13.98	45539.77
CV		12.16	7.71	10.32	11.82	11.26	6.14	9.64
MEDIA		309.74	42.68	10562.10	34.37	2.03	16.95	47.60

NS: No significativo; *:Significativo al 5%; **: Significativo al 1%; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño maximo por enfermedades (%).

Cuadro 3. Cuadrado medio del análisis de varianza de las 13 variables en la evaluación de las seis variedades de trigo harinero, Calpulalpan, Tlax., P-V/1997.

FV	GL	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
REP	3	1.14	16.72	30.63	0.0007	39271.8	5211.4
TRAT	1	1.33*	114.08**	2.52 NS	0.1099**	956421.7**	425547.4**
TRAT*REP	3	0.16	1.47	11.40	0.0008	6382.6	916.1
VAR	5	181.93**	122.65**	205.73**	0.0130**	255422.4**	56834.3**
TRAT *VAR	5	1.08 NS	12.83 **	20.05 NS	0.0072**	92695.4**	23446.6 **
ERROR	30	2.58	3.53	20.78	0.0006	19102.4	2934.0
TOTAL	47	188.22	271.28	290.84	0.1322	1369296.3	514889.8
CV		2.51	1.47	4.82	6.49	14.9	14.29
MEDIA		64.04	127.50	94.56	0.3994	921.9	378.9

Continuación del cuadro 3.

FV	GL	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
REP	3	646.0	8.56	2827205.2	15.1	0.06	4.19	32.46
TRAT	1	69979.3**	1653.8 **	61806929.**	3.8 NS	0.05**	0.30NS	37688.02**
TRAT*REP	3	344.5	3.15	495357	4.6	0.01	1.15	17.18
VAR	5	22228.1**	185.9 **	36178642 **	62.3 **	0.41 **	4.85 **	2009.68**
TRAT*VAR	5	6038.2*	124.8 **	8489165.9**	20.2NS	0.14 **	1.30NS	223.02**
ERROR	30	2355.1	5.36	1700674.8	9.5	0.04	1.19	17.74
TOTAL	47	101591.2	1981.5	111497873	115.5	0.71	12.98	39988.01
CV		15.9	6.36	12.8	9.2	9.7	7.31	7.53
MEDIA		303.3	36.40	10125.3	33.5	2.25	14.93	55.94

NS: No significativo; *:Significativo al 5%; **: Significativo al 1%; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 4. Cuadrado medio del análisis de varianza de las 13 variables en la evaluación de las seis variedades de trigo harinero en Juchitepe, Méx., P-V/1997.

FV	GL	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
REP	3	26.52	1.46	132.74	0.0012	2394.59	1952.76
TRAT	1	2.08 NS	88.02**	17.52 NS	0.0266**	792627.56**	254218.12 **
TRAT*REP	3	4.75	0.57	28.24	0.0023	8877.21	856.36
VAR	5	89.28**	78.68**	401.67**	0.0082**	174006.40**	56667.26**
TRAT *VAR	5	3.28 NS	4.12 *	7.07 NS	0.0007NS	8128.19 NS	2017.54 NS
ERROR	30	2.17	1.30	43.06	0.0009	8147.3	1421.84
TOTAL	47	128.08	174.15	630.30	0.128	994181.25	317133.88
CV		2.22	0.96	8.25	7.0365	12.13729	11.17
MEDIA		66.29	119.18	79.52	0.4459	743.67	337.40

Continuación del cuadro 4.

FV	GL	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
REP	3	2711.21	11.48	187216.1	0.042	0.0002	1.79	13.02
TRAT	1	33987.23**	1157.0**	31824909.9**	0.03NS	0.0085**	0.09NS	39963.0**
TRAT*REP	3	2784.48	40.43	3216185.1	0.051	0.0002	6.03	35.24
VAR	5	10923.03**	286.30**	27095228.9**	1.108**	0.0035**	6.33**	1238.4**
TRAT *VAR	5	800.87 NS	7.92 NS	2256125.1NS	0.02NS	0.0004NS	0.87NS	716.7**
ERROR	30	1179.61	11.15	1346744	0.04	0.0002	1.29	22.05
TOTAL	47	52386.43	1514.3	659226405.1	1.29	0.013	16.40	41988.5
CV		13.10	9.63	12.032	8.44	17.29	7.09	9.82
MEDIA		262.12	34.68	9645.27	2.30	0.08	16.22	47.81

NS: No significativo; *:Significativo al 5%; **: Significativo al 1%; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

que en las variables DF, AP, GPE y EE, no se encontró diferencia significativa. Entre variedades hubo diferencia significativa en todas las variables. En la interacción tratamiento por variedad solamente se encontró diferencia altamente significativa en DME y diferencia significativa en DM.

En general, el porcentaje de daño foliar más alto se presentó en los tratamientos sin fungicida (Figura 1). En el Cuadro 5, se presenta la comparación de medias por daño máximo de las enfermedades foliares de las seis variedades de las tres localidades con y sin fungicida, notándose que en Coatepec los daños con protección oscilaron de 15 a 21%, mientras que sin protección variaron de 37% hasta 100%, figurando Romoga F96 como moderadamente resistente, Zacatecas VT74 como tolerante y las otras variedades como susceptibles, lo cual se puede confirmar con el progreso de las enfermedades en los cinco muestreos (Figura 9). A pesar de la incidencia severa de los patógenos en las variables susceptibles en esta localidad las mermas en el rendimiento fueron severas, ya que el daño máximo en éste fue de 32%, variedad Cleopatra VS74 (Figura 3).

Cuadro 5. Comparación de medias por daño máximo de las enfermedades foliares de las seis variedades en las tres localidades. P-V/1997.

VARIEDADES	COATEPEC		CALPULALPAN		JUCHITIPEC	
	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F
7 CERROS	20.00	100.00	43.75	100.00	20.00	95.00
CLEOPATRA	20.00	90.00	33.75	100.00	21.25	95.00
ZACATECAS	21.25	60.00	18.75	75.00	21.25	67.50
MIXTECO	20.00	80.00	33.75	100.00	22.50	97.50
TEMPORALERA	10.00	97.50	26.25	80.00	12.50	55.00
ROMOGA	15.00	37.50	11.25	48.75	16.50	50.00

C/F = Con fungicida; S/F = Sin fungicida

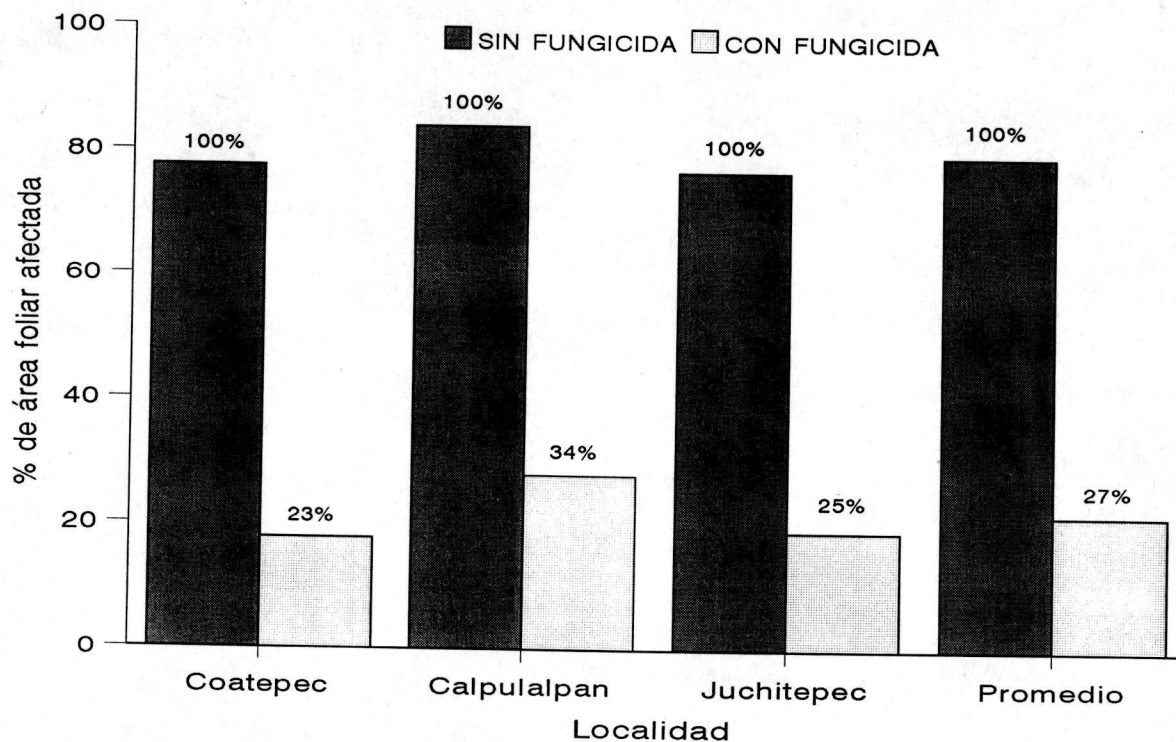


Figura 1. Porcentaje de daño foliar promedio de seis variedades de trigo causado por enfermedades fungosas en los tratamientos con y sin fungicida en tres sitios y en promedio. P-V/1997.

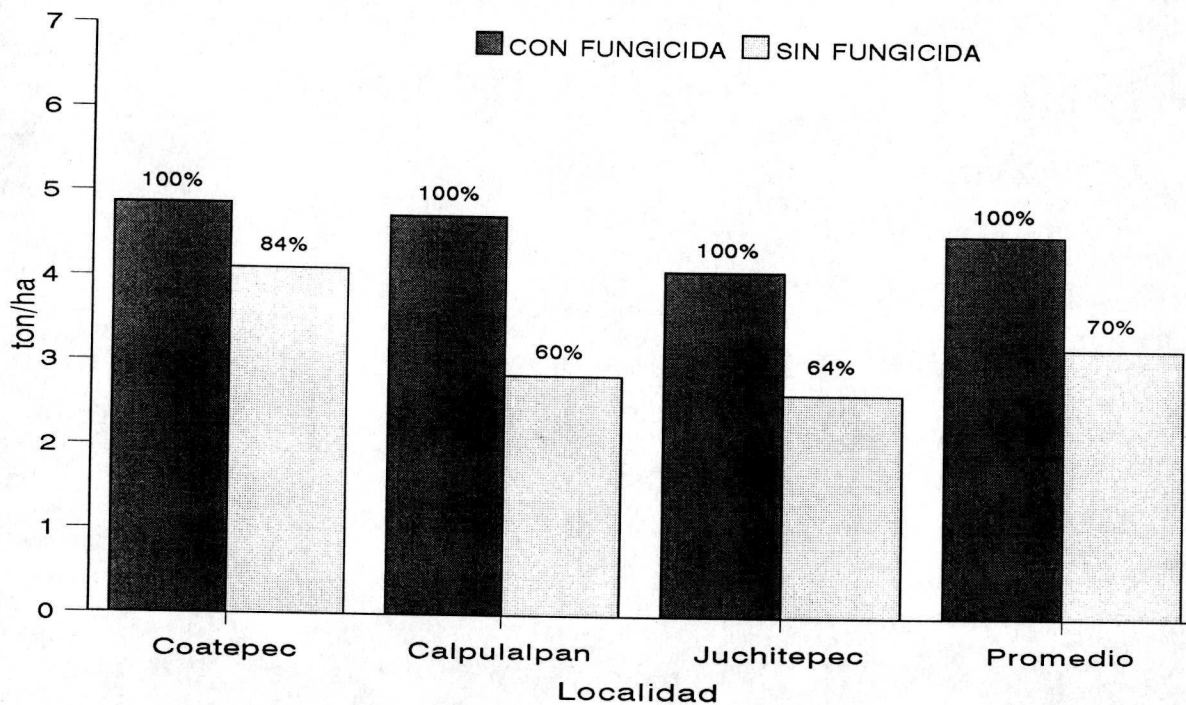


Figura 2. Porcentaje de pérdidas en el rendimiento promedio de seis variedades de trigo causado por enfermedades fungosas en los tratamientos con y sin fungicida en tres sitios y en promedio. P-V/1997.

En Calpulalpan (Cuadro 5), los daños con protección oscilaron de 11 a 43%, mientras que en el testigo sin control las lecturas fueron de 48 a 100%, en las diferentes variedades, figurando Romoga F96 como tolerante y el resto de las variedades como susceptibles, pero observándose variaciones entre éstas, ya que mientras las pérdidas en el rendimiento de Siete Cerros T66, y en Mixteco S82 fueron del orden de 70 y 66%, respectivamente, en Zacatecas VT74, tan sólo fue del 21% (Figura 4), lo cual se debió al progreso de la enfermedad a través de los diferentes muestreos (Figura 10). En Romoga F96, el efecto sobre el rendimiento fue de un 4%, por lo que puede clasificarse como un genotipo resistente.

En Juchitepec (Cuadro 5), las lecturas con protección variaron de 12 a 20% y sin protección de 50 a 95%, figurando Romoga F96, Temporalera VT74, y Zacatecas VT74, como tolerantes y las otras tres variedades como susceptibles. Las pérdidas en el rendimiento fueron en más del 50% en las variedades clasificadas como susceptibles (Figura 3), mientras que en las tolerantes varió del 32 % (Romoga F96 y Zacatecas VT74) a 18%, en Temporalera M87, clasificándose esta variedad como la más tolerante y de mayor productividad ya que incluso en el tratamiento sin protección esta variedad produjo más que Zacatecas VT74 con protección.

En las variedades de trigo de la localidad Coatepec el promedio de daño a enfermedades foliares fungosas fue del 77% en los tratamientos sin y con fungicida; mientras que en las variedades de trigo sembradas en Calpulalpan el promedio de daños foliares fue del 66% y en las variedades cultivadas en Juchitepec el promedio de daño foliar alcanzó hasta un 75% (Figura 1), y el promedio de daño foliar de las tres localidades fue del 73%.

En general, las pérdidas más altas en rendimiento se presentaron en los cultivos sembrados en Calpulalpan con un 40% de pérdidas en el rendimiento, mientras que en las variedades cultivadas en Juchitepec las

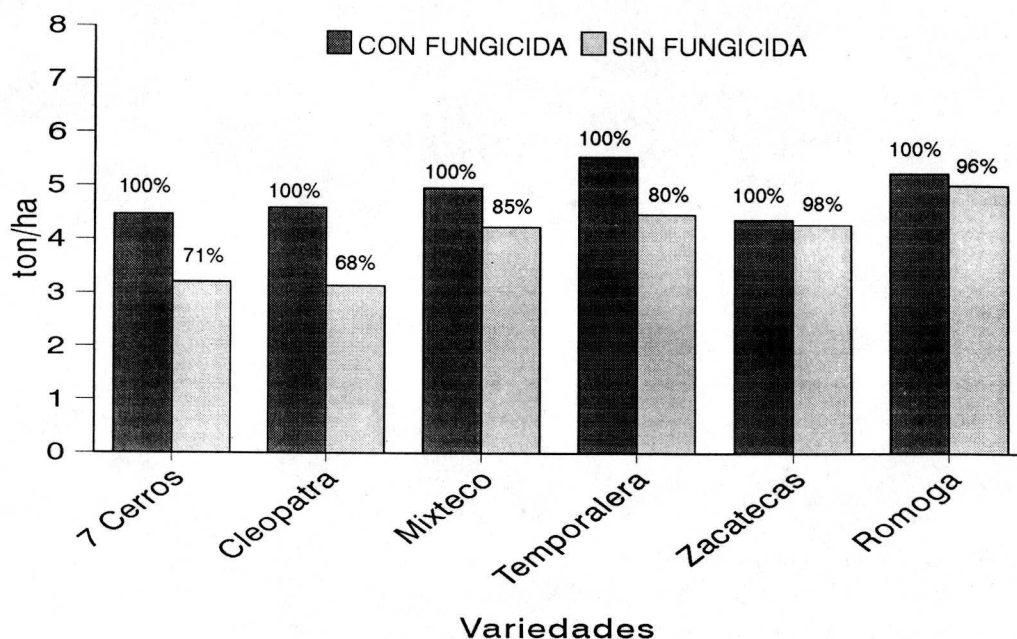


Figura 3. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdida de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida en Coatepec, Méx. P-V/1997.

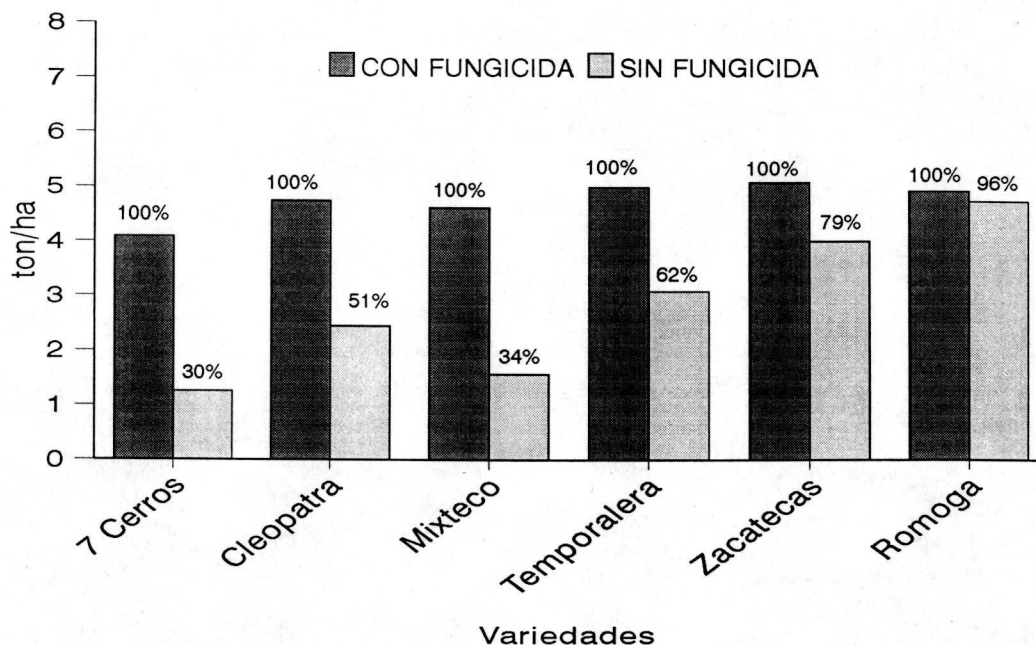


Figura 4. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdida de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida en Calpulalpan, Tlax. P-V/1997.

pérdidas en promedio fueron del 34% y en Coatepec las pérdidas en promedio fueron del 16% (Figura 2).

Al comparar el rendimiento de grano entre las variedades, en la localidad Coatepec, Méx., se observó que la variedad Zacatecas VT74, tuvo la menor pérdida en rendimiento que fue sólo de un 2%, siguiendo Romoga F96, con un 4% de pérdidas, en contraste con la variedad Cleopatra que fue la menos productiva, ya que sus pérdidas en rendimiento fueron de 32% (Figura 3).

En Calpulalpan, Tlax., las pérdidas en el rendimiento de grano entre las variedades fue muy variable (Figura 4), observándose un 4% en la variedad Romoga F96, siguiéndole Zacatecas VT74, con un 21% de pérdidas en el rendimiento de grano, en contraste con la variedad Siete Cerros T66, que fue la más afectada en cuanto al rendimiento ya que tuvo un 70% de pérdidas.

En cuanto a las pérdidas de rendimiento de grano entre las variedades sembradas en Juchitepec, Méx. La variedad Temporalera M87 resultó tener 18% de pérdidas, mientras que Romoga F96 y Zacatecas VT74 tuvieron un 32% de pérdidas en el rendimiento de grano, siguiéndole la variedad Mixteco S82 con un 44%, Siete Cerros T66 y Cleopatra VS74 que sufrieron una pérdida del 48% (Figura 5)

En la Figura 9 se presenta durante los cinco muestreos la diferencia del porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Coatepec, Méx., P-V/1997 de una variedad susceptible, una semiresistente y una resistente, notándose que la variedad Siete Cerros T66, inició con un 20% de daño foliar, mientras que en el último muestreo el daño fue de 100%. La variedad Zacatecas VT74, se comportó como semitolerante y tuvo un 60% de daño foliar máximo y la variedad Romoga F96, fue la más resistente a las enfermedades foliares y tuvo un 37.50% de daño máximo foliar.

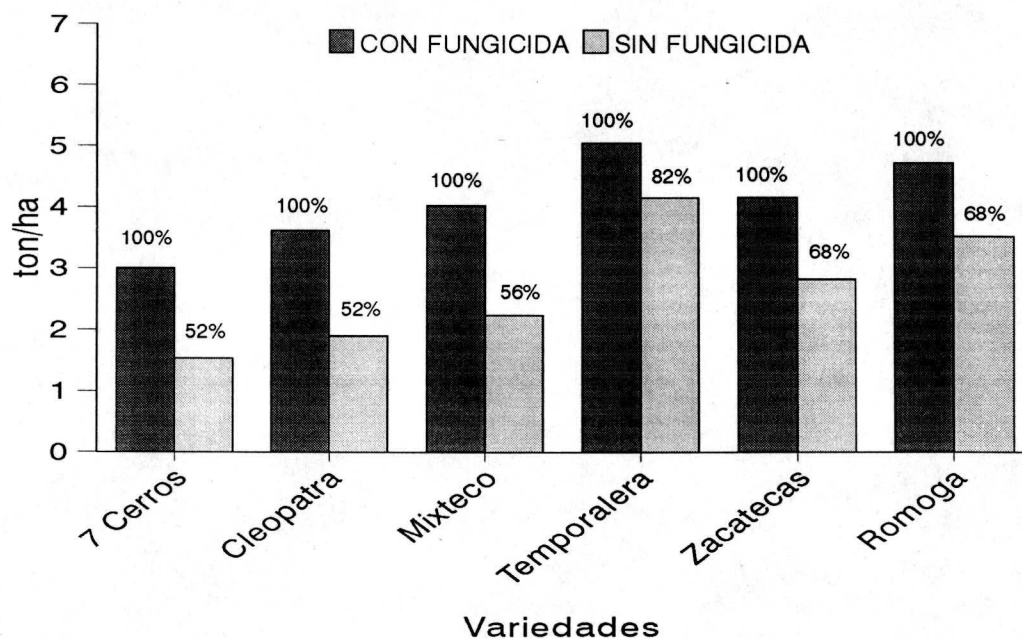


Figura 5. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdida de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida en Juchitepec, Méx. P-V/1997.

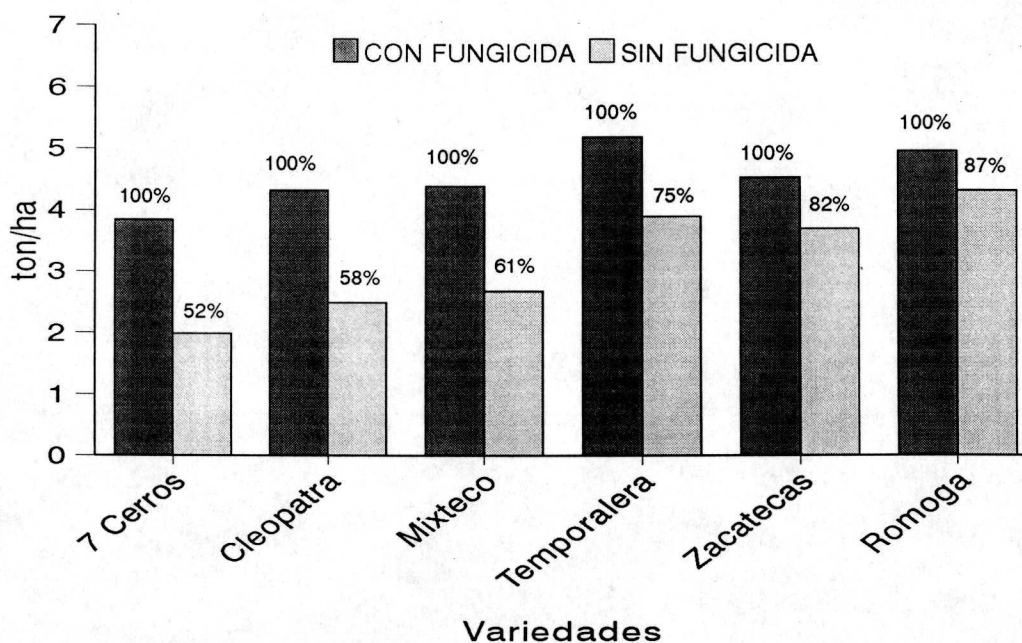


Figura 6. Rendimiento de grano y porcentaje de pérdida de seis variedades de trigo evaluadas en tratamientos con y sin fungicida promedio de tres sitios. P-V/1997.

En la Figura 10 se presenta la diferencia del porcentaje de daño foliar causadas por enfermedades fungosas en Calpulalpan, observándose que las variedades tuvieron un comportamiento similar al observado en Coatepec. La variedad Zacatecas VT74 tuvo un 75% de daño máximo foliar y Romoga F96 tuvo un 48.75%, mientras que la variedad Siete Cerros T66 alcanzó un 100% de daño máximo foliar, es decir, en esta zona las variedades fueron más afectadas que en Coatepec.

En la Figura 11 se presenta el progreso de las enfermedades a través de los muestreos en Juchitepec, de una variedad susceptible y dos tolerantes, notándose que la variedad Siete Cerros T66, en el primer muestreo, tuvo sólo un 15.57% de daño foliar, mientras que, en el último, el daño fue de 95%. La variedad Zacatecas VT74 tuvo un 67.5% de daño máximo foliar y la variedad Romoga F96 un 50%.

4.1.3. Análisis conjunto.

En el análisis de varianza conjunto se encontró (Cuadro 6) diferencia altamente significativa entre localidades en todas las variables en estudio, lo que indica que los tres sitios de prueba fueron contrastados entre sí. Para tratamientos se detectó diferencia altamente significativa solamente en: DM, IC, Biomasa, RG, EPMC, PMG, GPMG y DME, variables que en su mayoría fueron definidas posterior a la floración, reflejando que si hubo efecto sobre el control de los patógenos.

En la comparación entre variedades (Cuadro 6) se encontró diferencia altamente significativa en todas las variables en estudio y reflejó lo contrastado de los genotipos. Dentro de las variables importantes para analizar las diferentes interacciones destacamos RG y DME, en las mismas que a excepción de la interacción Loc * Trat para DME, fueron altamente significativas

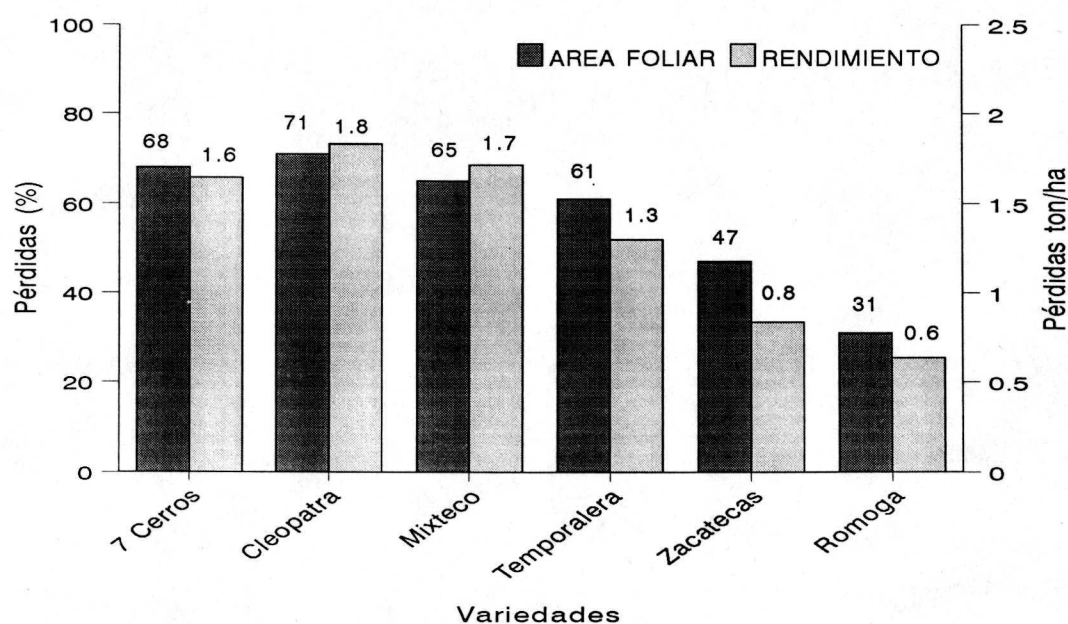


Figura 7. Pérdida de área foliar y de rendimiento de grano debido a enfermedades fungosas promedio de tres sitios en seis variedades de trigo de temporal durante el ciclo P-V/1997.

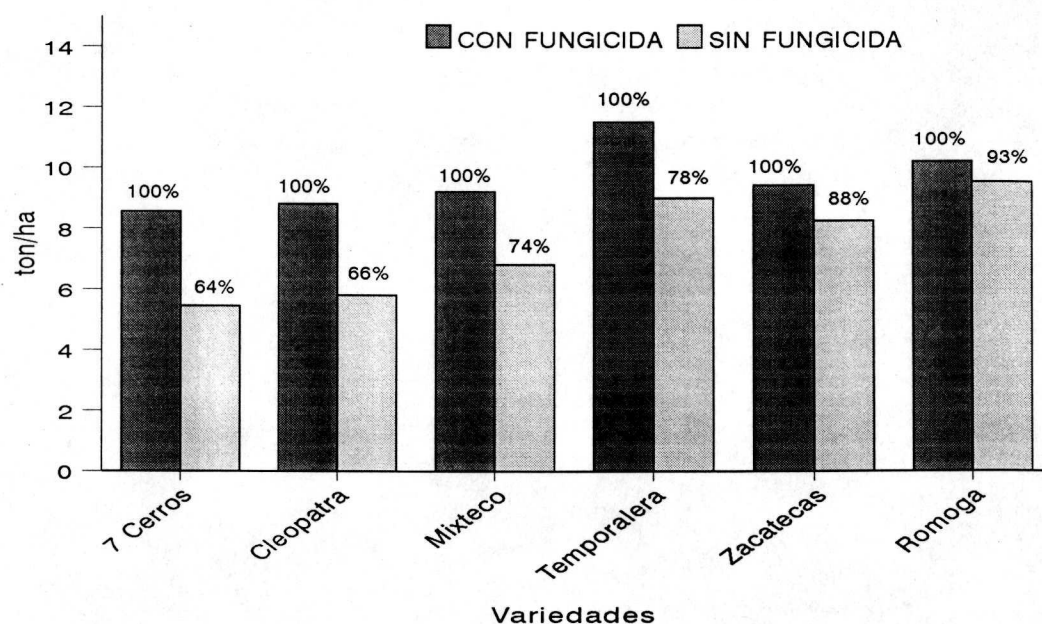


Figura 8. Producción de biomasa total de seis variedades de trigo con tratamientos con y sin fungicida promedio de tres sitios y porcentaje de pérdidas debido a las enfermedades fungosas. P-V/1997.

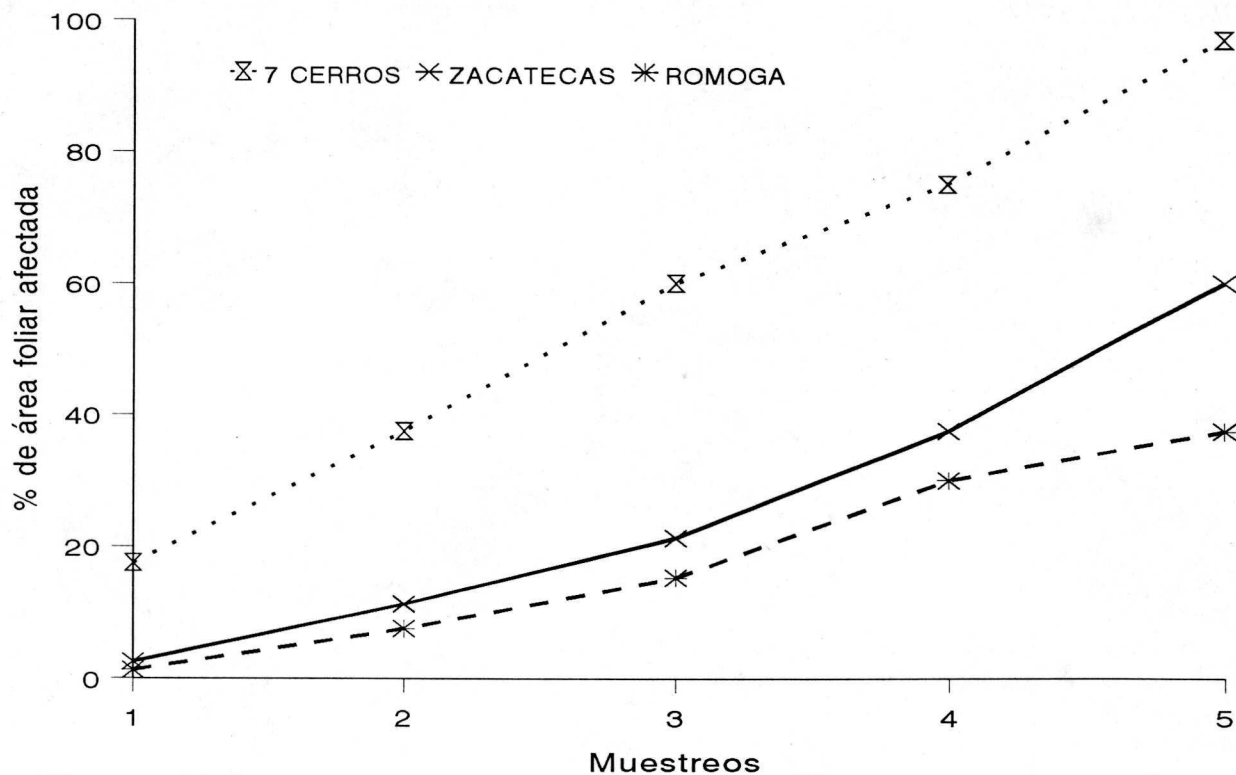


Figura 9. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Coatepec, Méx. P-V/1997.

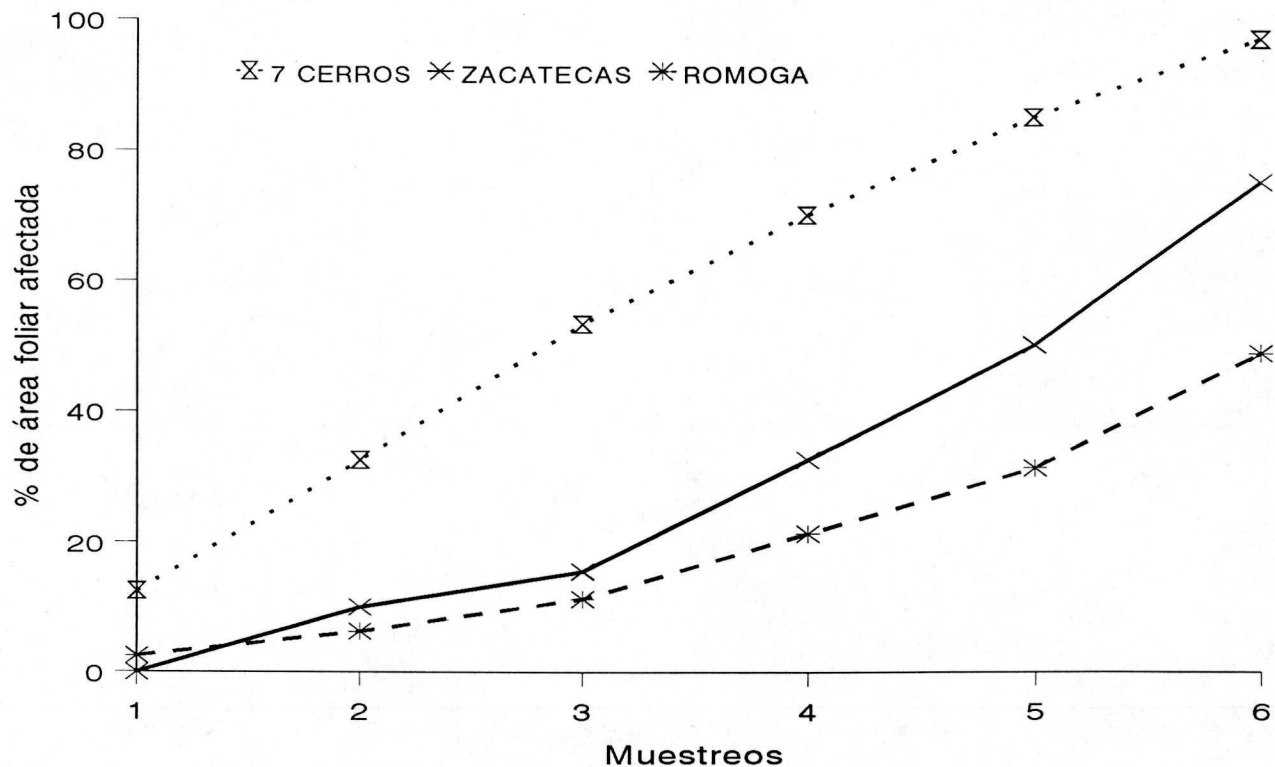


Figura 10. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Calpulalpan, Tlax. P-V/1997.

Cuadro 6. Anlisis de varianza conjunto de las tres localidades y las seis variedades de trigo para evaluar las variables relacionadas con el rendimiento y resistencia a patógenos. P-V/1997.

FV	GL	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Loc	2	1776.09**	3049.94**	3882.34**	0.1008**	474076.5**	144587.4**
REP (Loc)	9	10.13	4.02	44.38	0.0006	14128.2	2422.81
Trat	1	5.06 NS	220.03**	9.00 NS	0.1165**	1743606.6**	688478.7**
Loc*Trat	2	0.02 NS	6.88 NS	9.88 NS	0.0147**	90432.3**	35017.7**
Rep*trat (Loc)	9	2.07	1.63	25.07	0.0012	5568.6	839.39
Var	5	337.79**	295.30**	746.66**	0.0172**	422518.6**	111283.1**
Loc*Var	10	22.56**	10.46**	45.96 NS	0.0037**	43842.3**	11346.7**
Trat*Var	5	1.45 NS	10.79**	37.09 NS	0.0058**	62672.4**	17875.3**
Loc*Trat*Var	10	1.70 NS	5.67 NS	21.27 NS	0.0021 NS	30623.5 NS	6930.1**
Error	90	2.02	2.42	30.16	0.0008	12263.4	1913.3
Total	143	2158.89	3697.14	4851.81	0.2634	2903442.4	1020694.5
CV		2.30	1.30	6.52	6.62	12.90	11.3
Media		61.7	119.42	84.19	0.44	858.19	387.5

continuación del cuadro 6.

FV	GL	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Loc	2	30807.6.**	852.41**	9097915.2**	178.57**	0.992**	50.22**	1084.03**
Rep(Loc)	3	1321.4	10.19	1307942.4	16.12	0.04	2.56	45.42
Trat	1	10303.2.**	2477.57**	98388887.**	16.13 NS	0.091 NS	0.19NS	120466.**
Loc*Trat	2	4814.4 NS	233.31**	4382816.NS	1.82 NS	0.003NS	0.23NS	42.36 NS
REP*TRAT(Loc)	9	1403.2	17.94	1375522.6	9.45	0.022	3.75	41.26
Var	5	30282.5**	476.60**	67365080.**	66.48**	0.893**	14.74**	3868.51**
Loc*Var	10	7323.9**	38.34**	7489808.3**	140.29**	0.419**	1.51NS	295.07**
Trat*Var	5	5295.2 NS	66.28**	7351696.1**	29.75 NS	0.130 NS	0.55NS	1471.01**
Loc*Trat*Var	10	2199.5 NS	38.57**	2779119.NS	5.92 NS	0.052 NS	0.95NS	357.15**
Error	90	1670.2	9.11	147709.4	13.02	0.046	1.19	20.28
Total	143	95421.1	4220.32	199686496	477.55	2.688	75.89	127691.89
CV		14.03	7.95	12.3	10.29	9.77	6.81	8.93
Media		291.2	37.92	10094.9	35.02	2.19	16.04	50.45

NS: No significativo; *:Significativo al 5%; **: Significativo al 1%; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

en todas las interacciones, indicando la respuesta diferencial de tratamiento, variedad y su combinación a través de las diferentes localidades.

En la comparación de medias del tratamiento con fungicida entre las localidades (Cuadro 7) se encontró el mayor ciclo a floración en Juchitepec y el segundo en Calpulalpan y por último en Coatepec; mientras que, en madurez, en Calpulalpan se registró el mayor ciclo así como en Coatepec en menor valor. En Calpulalpan se registró la máxima AP, que fue estadísticamente diferente y seguramente se relacionó con la mayor producción de biomasa, en donde junto con Coatepec se detectó diferencia sobre Juchitepec.

Cuadro 7. Comparación de medias de las variables en estudio "Pruebas de Tukey" de las tres localidades en el tratamiento con fungicida. P-V/1997.

LOCALIDAD	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
COATEPEC	54.625 C	112.37 C	78.125 B	0.5048 A	969.43 B	486.67 A
CALPULALPAN	63.875 B	129.04 A	94.792 A	0.4473 C	1046.71 A	466.18 A
JUCHITEPEC	66.083 A	120.54 B	78.917 B	0.4695 B	872.18 C	410.18 B
DMS	1.3721	1.2225	4.0514	0.0169	65.302	34.698

Continuación del cuadro 7.

LOCALIDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
COATEPEC	326.50 A	44.346 A	11045.2 A	34.200 BA	2.0176 B	17.029 A	17.708 B
CALPULALPAN	336.73 A	42.261 B	11110.7 A	33.225 B	2.2240 A	15.03 B	27.917 A
JUCHITEPEC	288.73 B	39.600 C	10459.5 A	36.643 A	2.2763 A	16.175 BA	18.958 B
DMS	30.942	1.6692	846.83	3.0066	0.0837	1.4309	4.5387

DMS = Diferencia minima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño maximo por enfermedades (%).

En la comparación promedio de tres sitios (Figura 6), en cuanto a las pérdidas de rendimiento de grano entre las variedades sembradas, la variedad Zacatecas VT74 resultó tener 11% de pérdidas, mientras que Romoga F96, tuvo 13.3% de pérdidas y Siete Cerros T66, sufrió una pérdida del 50% del rendimiento de grano.

En la comparación de medias del tratamiento sin fungicida entre las localidades (Cuadro 8) se encontró el mayor ciclo a floración en Juchitepec y el segundo en Calpulalpan y por último en Coatepec; mientras que, en madurez, en Calpulalpan se registró el mayor ciclo así como en Coatepec en menor valor. En Calpulalpan se registró la máxima AP, que fue estadísticamente diferente y seguramente se relacionó con la mayor producción de biomasa, en donde junto con Coatepec se detectó diferencia sobre Juchitepec.

Cuadro 8. Comparación de medias del tratamiento sin fungicida entre las localidades, "Prueba de Tukey" en las variables en estudio, P-V-1997.

Localidad	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Coatepec	54.813 C	111.563 C	78.500 B	0.49103 A	913.70 A	448.48 A
Calpulalpan	64.042 B	127.500 A	94.521 A	0.39936 C	913.74 A	375.49 B
Juchitepec	66.292 A	119.188 B	79.521 B	0.44579 B	743.86 B	337.40 C
DMS.	1.8145	1.5506	4.7204	0.0147	74.042	30.943

continuación del cuadro 8.

Localidad	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Coatepec	309.75 A	42.685 A	10562 A	34.373 B	2.0339 B	16.954 A	47.604 B
Calpulalpan	300.93 A	36.397 B	10051 B A	33.505 A	2.2569 A	14.933 B	55.938 A
Juchitepec	262.18 B	34.681 B	9647 B	37.194 A	2.3027 A	16.219 A	47.813 B
DMS	20.394	1.8198	686.7	2.2883	0.116	0.913	3.8412

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

En la Figura 12, se refleja el promedio de tres sitios del porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Coatepec, Calpulalpan y Juchitepec manifestando que la variedad Siete Cerros T66 se comportó susceptible en las tres localidades, con un promedio de 98% de daño máximo foliar en los tratamientos sin aplicaciones de fungicidas, la variedad Zacatecas VT74, tuvo un promedio de 67.5 de daño máximo foliar y Romoga F96 tuvo un promedio de 45.42% de daño foliar.

El mayor rendimiento de grano (4.48 ton/ha), se obtuvo en Coatepec (Cuadro 8), siendo estadísticamente diferente a Calpulalpan y este sitio a su vez sobre Juchitepec; asimismo, en Coatepec también se detectó esa diferencia, en IC, solamente que el valor registrado en Juchitepec fue estadísticamente superior al de Calpulalpan

También se detectó variación entre localidades (Prueba de Tukey al 5%), en los diferentes componentes de rendimiento. Los mayores valores se registraron para EPM y GPMC en Coatepec y Calpulalpan, para PMG, en Coatepec, para GPE y GPEE en Calpulalpan y Juchitepec y para EE, en Coatepec y Juchitepec.

El daño máximo de la enfermedad fue una variable importante en la presente investigación en donde se observó (Cuadro 8), que en promedio de los tratamientos y variedades se registró la mayor incidencia en Calpulalpan (55%) y en menor proporción y estadísticamente semejante en Coatepec y Juchitepec.

En la comparación de medias entre tratamientos (Cuadro 9) no se detectó diferencia significativa para DF, AP, GPE, GPEE, y EE, mientras que estadísticamente la aplicación del fungicida propició alargamiento del ciclo a madurez, mayores valores en biomasa, IC, EPMC, PMG y GPMC, que consecuentemente se tradujeron en mayor rendimiento de grano. Se detectó diferencia significativa en: DME, registrándose en un 79% de incidencia cuando

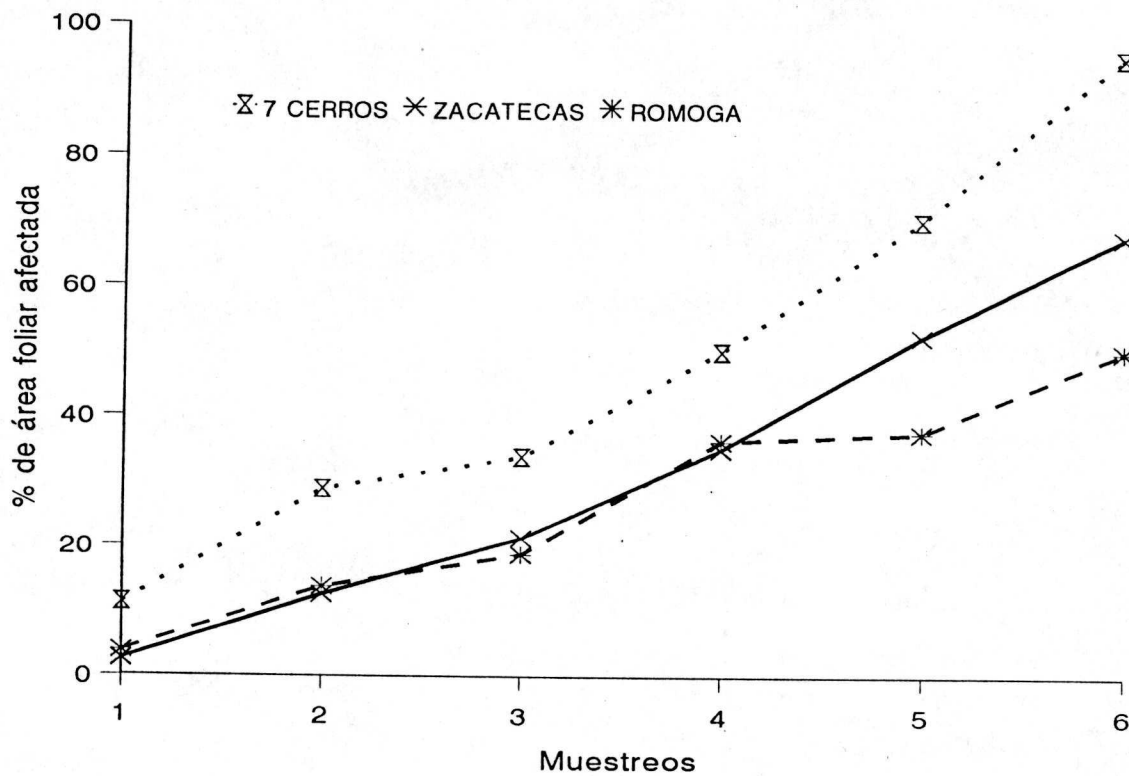


Figura 11. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas en Juchitepec, Méx. P-V/1997.

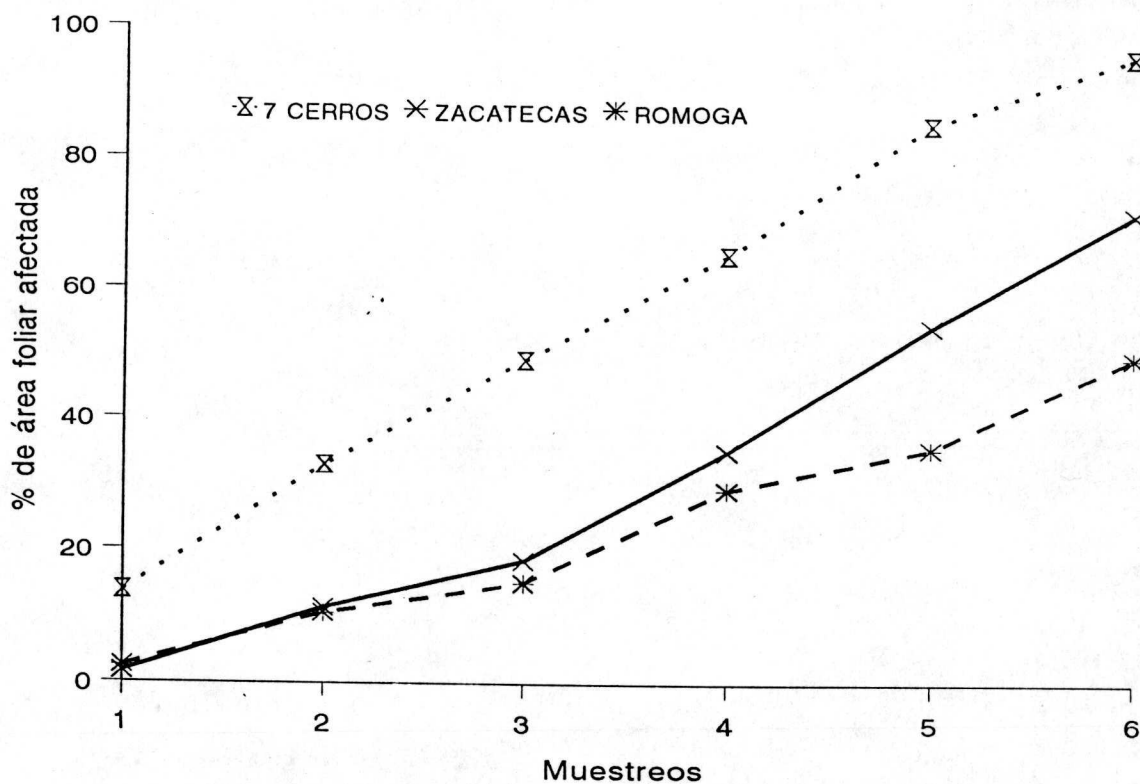


Figura 12. Porcentaje de daño foliar causado por enfermedades fungosas promedio de tres sitios, P-V/1997.

no se aplicó fungicida y tan sólo un 21% cuando el cultivo fue protegido, diferencia que se reflejó en un porcentaje de pérdidas del área foliar de 73% (Figura 1) y que se manifestó en una reducción de 30% en rendimiento de grano (Figura 2).

Cuadro 9. Comparación de medias de los tratamientos "Prueba de tukey" en el análisis conjunto para las diferentes variables en estudio. P-V/1977.

Tratamiento	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Con Fungicida	61.528 A	120.653 A	83.944 A	0.47384 A	962.77 A	454.344 A
Sin Fungicida	61.903 A	118.181 B	84.417 A	0.41694 B	751.42 B	319.908 B
DMS	0.5427	0.482	1.8882	0.0135	30.302	13.966

Continuación 9.

Tratamiento	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Con Fungicida	317.327A	42.069A	10871.8 A	34.689 A	2.1726 A	16.072 A	21.528 B
Sin Fungicida	264.587B	33.773B	9301.8 B	35.359 A	2.2231 A	15.999 A	79.375 A
DMS	14.716	1.5971	448.03	1.1597	0.0565	0.7308	2.4219

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

En el Cuadro 10 se presenta la comparación de medias entre variedades observándose que en todas las variables se detectó diferencia significativa. Temporalera M87 y Siete Cerros T66 fueron los genotipos más tardíos a DF y DM; Temporalera M87 fue la de mayor AP y junto con Romoga F96, tuvo la mayor biomasa y RG, Romoga F96 se destacó también por sus valores altos y estadísticamente diferentes en EPMC, GPMC, GPE y GPEE, siendo similar a Siete Cerros T66, en estas dos últimas. En el daño máximo de enfermedades (DME) el mayor efecto se registró en las variedades Siete Cerros T66,

Cleopatra VS74 y Mixteco S82, y en menor significancia, Temporalera M87 y Zacatecas VT74 y estadísticamente diferente Romoga F96. Ese daño máximo de enfermedades se reflejó, al comparar las variedades en tratamientos con y sin fungicida, en pérdidas del área foliar de hasta 71% y de tan sólo 31% y de 1.8 y 0.6 ton/ha, en las variedades Cleopatra VS74 y Romoga F96, respectivamente (Figura 7).

Cuadro 10. Comparación de medias "Prueba de Tukey" de todas las variables en estudio, de las variedades de las tres localidades. P-V/1997.

Variedades	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Romoga	61.66 B	121.29 B	82.25 B	0.4725 A	987.08 A	464.73 A
Temporalera	66.08 A	123.04 A	93.70 A	0.4415 B C	1036.30 A	459.75 A
Zacatecas	61.00 B	117.25 C	85.12 B	0.4677 A	884.59 B	412.02 B
Mixteco	59.12 C	117.62 C	85.45 B	0.4294 C	802.30 C B	353.54 C
Cleopatra	56.54 D	114.41 D	77.00 C	0.4592 B A	731.73 C D	340.77 C
Siete cerros	65.87 A	98.657	40.061	0.4019 D	700.59 D	291.95 D
DMS	1.1934	1.3088	4.600	0.0248		

continuación del cuadro 10.

Variedades	EPMC	P1000G	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Romoga	349.71 A	35.33 C	13120.2 A	37.99 A	2.506 A	15.175 C	29.792 D
Temporalera	309.91 B	43.30 A	10618.6 B	34.84 B	2.034 B	17.104 A	46.875 C
Zacatecas	298.11CB	40.12 B	10283.6 B	34.64 B	2.156 B	16.283 BA	43.958 C
Mixteco	272.66CD	38.61 B	8904.8 C	32.97 B	1.999 B	16.537 BA	58.958 B
Cleopatra	248.85 D	39.65 B	8444.9 C	34.29 B	2.149 B	16.012 BC	60.000 BA
Siete cerros	266.47CD	30.48 D	9148.5 C	35.38 BA	2.340 A	15.100 C	63.125 A
DMS	36.318	2.5362	1060.6	3.0303	0.1805	0.9173	3.7865

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

En el Cuadro 11 se presenta el rendimiento de grano de las seis variedades, con y sin aplicación de fungicida, de cada localidad, en donde se observa que en Coatepec, las variedades: Temporalera M87 y Romoga F96 fueron las más productivas; en Calpulalpan fueron estas dos junto con Zacatecas VT74 y en Juchitepec, destacó Temporalera M87 y en segundo término Romoga F96. Esta comparación es importante ya que con el control de las enfermedades se puede conocer el potencial genético de las variedades. De esta manera y en forma conjunta (tres sitios), se observa en el Cuadro 11 que el potencial genético para rendimiento de grano es mayor en la variedad Temporalera M87, le sigue la variedad Romoga F96, la Zacatecas VT74, la Mixteco M82, la Cleopatra VS74 y por último la Siete Cerros T66.

Cuadro 11. Porcentaje de pérdidas en Kg/ha por variedad en las tres localidades y el Combinado. P-V/1997-.

VAR	COATEPEC			CALPULALPAN			JUCHITEPEC			COMBINADO		
	Kg/ha		%	Kg/ha		%	Kg/ha		%	Kg/ha		%
	C/F	S/F		C/F	S/F		C/F	S/F		C/F	S/F	
Rom	5241	5011	4.3	4920	4731	3.8	4721	3221	31.7	4961	4321	12.9
Tem	5541	4470	19.3	4990	3080	38.2	5051	4150	17.8	5191	3900	24.8
Zac	4370	4280	2.0	5080	4000	21.2	4160	2820	32.2	4531	3700	18.3
Mix	4951	4230	14.5	4610	1561	66.1	4021	2231	44.5	4390	2671	39.1
Cle	4591	3130	31.8	4740	2441	48.5	3621	1891	47.7	4320	2490	42.3
7Ce	4471	3200	28.4	4091	1250	69.4	3000	1531	48.9	3840	1991	48.1
DMS	91.6	78.7		89.6	151		246	81.9		57.9	57.8	

Var = variedades; Rom = Romoga; Tem = Temporalera; Zac = Zacatecas; Mix = Mixteco; Cle = Cleopatra; 7Ce = 7 Cerros; C/F = con fungicida; S/F = sin fungicida; Pérd = pérdida.

4.1.4. Análisis de correlación.

Se efectuó un análisis de correlación a partir de la información obtenida de las variables individuales, tomando en cuenta todas las variedades con los dos

Cuadro 12. Análisis de correlación de varianza en promedio de las variables en estudio de las tres localidades y las seis variedades. P-V/1997.

VARIABLES	DM	AP	EE	DME	IC	Biomasa	RG	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE
DF	0.7277 0.0001	0.3370 0.0001	-0.2992 0.0003	0.0417 0.6196	-0.4988 0.0001	-0.0988 0.2387	-0.2907 0.0004	-0.1017 0.2249	-0.4510 0.0001	-0.0356 0.6717	0.1391 0.0963	0.3178 0.0001
DM	0	0.6555 0.0001	0.4530 0.0001	-0.0970 0.2470	-0.4910 0.0001	0.2216 0.0076	-0.0315 0.7078	0.1527 0.0677	-0.2461 0.0029	0.1522 0.0686	0.0105 0.8999	0.2995 0.0003
AP		0	-0.1790 0.0318	0.0338 0.6472	-0.3656 0.0001	0.3314 0.0001	0.1045 0.2124	0.1407 0.0925	0.0554 0.5093	0.0757 0.3669	-0.1289 0.1236	-0.0023 0.9776
EE			0	-0.1088 0.1939	0.3726 0.0001	0.0410 0.6251	0.1820 0.0290	-0.1856 0.0259	0.3609 0.0001	-0.0286 0.7335	0.2607 0.0016	-0.4044 0.0001
DME				0	-0.5763 0.0001	-0.6012 0.0001	-0.7110 0.0001	-0.5261 0.0001	-0.5261 0.0001	-0.5753 0.0001	-0.0975 0.2449	-0.0288 0.7317
IC					0	0.3614 0.0001	0.6849 0.0001	0.3436 0.0001	0.7086 0.0001	0.4309 0.0001	0.1333 0.1112	-0.1112 0.1845
Biom						0	0.9198 0.0001	0.8317 0.0001	0.6159 0.0001	0.8094 0.0001	-0.0367 0.6623	-0.0451 0.5907
RG							0	0.7876 0.0001	0.7565 0.0001	0.8093 0.0001	0.0277 0.7417	-0.0784 0.3498
EPMC								0	0.3852 0.0001	0.8190 0.0001	-0.3039 0.0002	-0.1511 0.0705
PMG									0	0.2486 0.0027	-0.2211 0.0077	-0.4358 0.0001
GPMC										0	0.2766 0.0008	0.2952 0.0003
GPE											0	0.7722 0.0001
GPEE												0 0

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

tratamientos y los tres sitios, con el propósito de cuantificar el grado de asociación entre las diferentes variables (Cuadro 12). En este cuadro se puede notar que el rendimiento de grano se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con: IC y biomasa, y en forma negativa con DF y DME. En cuanto a los principales componentes de rendimientos se asociaron en forma positiva y altamente significativa EPMC, PMG y GPMC, mientras que GPE y GPEE no manifestaron efecto alguno. El daño máximo de la enfermedad (DME) afectó negativamente al IC, biomasa, EPMC, PMG y GPMC, variables asociadas por rendimiento, lo que indica que el daño de los patógenos afecta al RG a través de la expresión de sus variables.

La mayor pérdidas en rendimiento de grano (39.9 ton/ha), se obtuvo en Calpulalpan (Cuadro 13), siendo estadísticamente diferente a Juchitepec y este sitio a su vez sobre Coatepec.

Cuadro 13. Porcentaje de pérdidas en Kg/ha por tratamiento en las tres localidades y el combinado. P-V/1997.

TRAT	COATEPEC		CALPULALPAN		JUCHITEPEC		COMBINADO	
	Kg/ha	% Pérd	Kg/ha	% Pérd	Kg/ha	%Pérd	Kg/ha	%Pérd
C/F	4861	15.6	4730	39.9	4100	35.5	4540	29.7
S/F	4100		2841		2641		3191	
DMS	28.9		44.4		27.1		13.9	

Trat = tratamiento; C/F = con fungicida; S/F = sin fungicida; Pérd = pérdida.

4.2. Patógenos identificados en las semillas.

En el laboratorio se identificó en la semilla cosechada de Juchitepec, los siguientes patógenos: *Fusarium graminearum* y *Alternaria* sp. En la semilla cosechada de Coatepec se identificó *Helminthosporium sativum* en medio de cultivo y *Puccinia recondita* en cámara húmeda. En las semillas de Calpulalpan

se identificó *Helminthosporium sativum* en medio de cultivo y en cámara húmeda se identificó *Puccinia recondita*.

4.3. Prueba de calidad fisiológica de la semilla.

En la prueba de calidad fisiológica se hizo un análisis de varianza (Cuadro 14), de la germinación y vigor de las semillas de las seis variedades de trigo. Tomando en cuenta el cuadrado medio de las variables que reflejan el vigor de las semillas, se observó una alta significancia estadística en las fuentes de variación: localidad, en la variable PIS; tratamiento en la variable VG y en la fuente de variación, variedad se presentó una alta diferencia significativa en todas las variables en estudio, mientras que en la interacción localidad por variedad sólo hubo diferencia en el PSP. En la interacción localidad por tratamiento por variedad no hubo diferencia en ninguna de las variables en estudio.

El peso inicial de las semillas cosechadas en Coatepec (Cuadro 15), estadísticamente fue mayor al de las otras dos localidades, con una diferencia de 11.61%. En cuanto a Juchitepec y Calpulalpan, estadísticamente no hubo diferencia significativa en el peso inicial de las semillas cosechadas; en el porcentaje de semillas germinadas, velocidad de germinación y peso seco de la plántula, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre las semillas de las tres localidades. En cuanto a la comparación de medias entre los tratamientos, estadísticamente no hubo diferencia significativa en ninguna de las variables (peso inicial de la semilla, % de semillas germinadas, velocidad de germinación y peso seco de las plántulas); sin embargo, se detectó un ligero beneficio con la aplicación de fungicida, ya que se obtuvo semilla un poco más pesada que produjo mayor porcentaje de emergencia y en forma más rápida de plántulas con mayor producción de materia seca.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la prueba de la calidad fisiológica de la semilla de la seis variedades de trigo harinero.

FV	GL.	PIS	PSG	VG	PSP
REP	2	0.0155 NS	251.15 NS	1.3233 NS	2.3049 NS
LOC	2	1.0976 **	427.256 NS	0.3704 NS	0.1351 NS
LOC * REP	4	0.017	153.925	0.4014	0.4163
TRAT	1	0.112 NS	1213.370 NS	1.6214 **	4.5055 NS
LOC * TRAT	2	1.629 **	32.1482 NS	0.2379 NS	0.0044 NS
TRAT * REP	6	0.113	221.666	0.8158	0.8653
VAR	5	0.963 **	399.859 **	0.7856 **	2.3735 **
LOC * VAR	10	0.043 NS	183.703 NS	0.3503 NS	0.5764 *
TRAT * VAR	5	0.007 NS	78.793 NS	0.2409 NS	0.1499 NS
LOC * TRAT * VAR	10	0.031 NS	199.237 NS	0.4669 NS	0.3582 NS
ERROR	60	0.027	69.911	0.2251	0.2054
Total	107	4.056	3228.022	6.839	11.9949
CV		7.751	10.348	13.1525	15.8638
MEDIA		2.14	80.796	3.6066	2.8568

NS: No significativo; *:Significativo al 5%; **: Significativo al 1%; PIS = Peso inicial de la semilla en (gr); PSG = Porcentaje de semilla germinada en (%); VG = Velocidad de germinación; PSP = Peso seco de la plántula en gramos.

Cuadro 15. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con una significancia de 5% de la calidad fisiológica de las variables en investigación, de las semillas de trigo cosechado en las tres localidades experimentales.

Localidad	PIS		PSG		VG		PSP	
Coatepec	2.3449	A	77.389	A	3.523	A	2.920	A
Calpulalpan	2.0727	B	80.722	A	3.577	A	2.798	A
Juchitepec	2.0193	B	84.278	A	3.719	A	2.853	A
DMS	0.1119		10.422		0.5322		0.542	

DMS = Diferencia mínima significativa; PIS = Peso inicial de la semilla en (gr); PSG = Porcentaje de semilla germinada en (%); VG = Velocidad de germinación; PSP = Peso seco de la plántula en (gr).

En la comparación entre variedades, se observó (Cuadro 16) que Temporalera M87, Cleopatra VS74, Mixteco S82 presentaron mayor PIS (peso inicial de la semilla), lo cual no necesariamente se expresó en mayor PSG, VG y PSP, ya que en esas variables se destacó la variedad Zacatecas VT74 con mayores valores.

Cuadro 16. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la prueba fisiológica de la semilla trigo.

VARIETADES	PSG		VG		PIS		PSP	
ZACATECAS	87.889	A	3.950	A	2.1875	B	3.394	A
CLEOPATRA	82.778	B A	3.702	B A	2.3288	B A	3.196	B A
ROMOGA	82.000	B A C	3.611	B A	1.8581	C	2.504	C
7 CERRROS	80.111	B A C	3.574	B A	1.8571	C	2.564	C
TEMPORALERA	78.111	B C	3.455	B	2.3697	A	2.644	C
MIXTECO	73.889	C	3.348	B	2.2727	B A	2.840	B C
DMS	8.2042		0.4655		0.1632		0.4447	

DMS = Diferencia mínima significativa; PIS = Peso inicial de la semilla; PSG = Porcentaje de semilla germinada; VG = Velocidad de germinación; PSP = Peso seco de la Plántula.

En la comparación de media entre tratamientos (Cuadro 17) de las variedades de semilla de trigo no hubo estadísticamente diferencia significativa entre los tratamientos pero numéricamente, sí hubo efecto.

Cuadro 17. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre tratamientos de las variedades de semilla trigo.

Tratamientos	PIS		PSG		VG		PSP	
Con fungicida	2.1777	A	84.148	A.	3.7291	A	3.0611	A
Sin fungicida	2.1135	A	77.444	A	3.4841	A	2.6526	A
DMS	0.1571		7.011		0.4254		0.4627	
CV	7.75		10.34		13.15		15.86	

DMS = Diferencia mínima significativa; CV = Coeficiente de variación; PIS = Peso inicial de la semilla; PSG = Porcentaje de semilla germinada; VG = Velocidad de germinación; PSP = Peso seco de la Plántula.

V. DISCUSION.

Los hongos patógenos que se presentaron durante el ciclo agrícola en las áreas de Juchitepec y Coatepec, Edo. de México fueron: *Helminthosporium tritici-repentis*, *Septoria tritici* y *Fusarium nivale*, los cuales también fueron identificados en las investigaciones realizadas por Ayón *et al.*, 1989. Igualmente, los síntomas de las enfermedades causadas por estos hongos, y que en este trabajo se describen, concuerdan con los síntomas descritos por Wiese (1977) y Zillinsky (1984) para *Helminthosporium sativum*, *H. tritici-repentis*, *Septoria nodorum*, que forman un complejo causante de enfermedades foliares para el caso de trigo que se cultiva en condiciones de temporal (Leyva, 1998).

De las seis variedades estudiadas, las cuatro que resultaron susceptibles ya habían sido reportadas previamente por Leyva *et al.*, 1997, y las tolerantes al complejo de enfermedades por Villaseñor, 1992.

El tipo de enfermedades, por lugares, se presentó de manera variable; por ejemplo, en Calpulalpan, Tlax., se detectó la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), la roya de la hoja (*P. recondita*) y el tizón foliar causado por *Helminthosporium sativum*; en Coatepec, Méx., la roya de la hoja (*P. recondita*), el tizón foliar por *H. Sativum* y la mancha ocular por *H. tritici-repentis*, mientras que en Juchitepec, Méx., se identificaron síntomas de tizón por *H. sativum*, mancha de las glumas por *Septoria nodorum*, tizón y mancha foliar por *S. tritici* y en menor incidencia la roña por *Fusarium graminearum*, la roya lineal (*P. striiformis*) y la roya de la hoja (*P. recondita*), notándose diferencia en la incidencia sobre las diferentes variedades, lo cual concuerda con lo mencionado por Zillinsky (1984), Wiese (1977) y Leyva *et al.*, (1997) quienes indican que la presencia de enfermedades varían según el lugar, influyendo drásticamente las condiciones ambientales de cada región o de cada país.

La incidencia de estas enfermedades varían considerablemente de una región a otra, tal como lo reportan que esto ocurre, inclusive en los cultivares de una misma localidad Ayon (1989), Zillinsky (1984) y Leyva (1998).

Estos resultados sugieren diferencias en el rendimiento por la presencia de diferentes patógenos en los diferentes cultivares y regiones estudiadas, lo cual concuerda con lo mencionado por (Goulart, 1994), que menciona pérdidas por *Helminthosporium sativum*, *H. tritici-repentis* y *Fusarium graminearum*, hasta de un 98% en Brasil. Para el caso de México, Ayón (1989) menciona que al complejo de enfermedades foliares sembrado en condiciones de temporal afecta hasta en un 70 % el rendimiento en variedades susceptibles.

El daño foliar en los mismos cultivares empleando folicur (Tebuconazol) se redujo en las variedades susceptibles hasta en un 70 % y en las resistentes hasta en un 30%, lo cual concuerda con lo mencionado por Goulart (1994), García (1993), Ireta (1986).

Los resultados de la presente investigación mostraron que las variedades Zacatecas VT74, Temporalera M87 y Romoga F96 presentaron mayor rendimiento en grano, mientras que las más susceptibles incrementaron su rendimiento cuando se trataron con fungicida en las tres zonas muestreadas, por lo que se ratifica que el uso de fungicida en la etapa fenológica de floración incrementa el rendimiento de los cultivares de trigo empleado en este trabajo en concordancia por lo mencionado por García (1993) y Rodríguez (1991).

En concordancia con Villaseñor (1996) la producción de biomasa está estrechamente correlacionada de forma positiva con la productividad de los cultivares de trigo de temporal y las enfermedades fungosas foliares merman la productividad y la calidad fisiológica de la semilla.

De acuerdo a las evaluaciones sobre parámetros fisiológicos de las plantas en relación con la incidencia de las enfermedades se observaron diferencias significativas entre localidades, para los días a la madurez, días a la floración e índice de cosecha, porque están correlacionadas estas características con la incidencia del complejo de enfermedades foliares y diferentes variedades, esto concuerda con Zillinsky (1984) quien señala que las enfermedades foliares afectan las características fisiológicas de las diferentes variedades de trigo. Además, los resultados de esta investigación confirman que existe una correlación positiva y significativa en relación al peso de 1000 granos, rendimiento y número de granos por espiga con la presencia de enfermedades, tal como lo mencionan Leyva (1998), Zillinsky (1984) y Wiese (1977).

Los patógenos aislados de la semilla en esta investigación son los mismos mencionados por Hernández (1993), quien identificó a *Fusarium graminearum*, *Helminthosporium sativum*, como los principales patógenos que atacan semillas. Estos hongos afectan principalmente el tamaño de la semilla, produciéndose semillas más pequeñas en los tratamientos sin fungicida, lo cual concuerda con lo mencionado por Leyva (1998), Rodríguez (1991) e Ireta (1986).

Los hongos patógenos identificados en las semillas confirman además lo que indica, Zillinsky (1984), Anónimo (1992), Moreno y Alvarez (1984), al referirse a que a través de las semillas se diseminan las enfermedades fungosas de un país a otro o de una región a otra.

Al investigar el efecto del tamaño de la semilla sobre su germinación se observó que, las semillas de menor tamaño tuvieron menor velocidad de germinación y menor peso seco de plántulas al compararse con semillas normales, por lo que se presentó diferencia significativa entre semillas dañadas y semillas no dañadas; esto indica, que la presencia de enfermedades afecta

directamente la germinación y el vigor de las plántulas, concordando estos resultados con los de Campusano (1993) y Rodríguez (1991).

La germinación es un factor muy importante considerado en la calidad fisiológica de las semillas. El porcentaje de germinación es un parámetro por el cual se estima cuál es la densidad de población que se espera al sembrar en un área determinada; por lo que si se siembra semilla con baja germinación se espera una densidad de población baja, lo que obliga a sembrar más semillas de lo necesario para obtener los mismos rendimientos que al sembrar semillas con una buena capacidad de germinación (Villaseñor, 1984).

El conocimiento de las enfermedades foliares de trigo en cada localidad de los Valle altos de México, dará base para practicar controles eficientes que eviten mermas en el rendimiento de los diferentes cultivares que se siembran en la región y, asimismo, mejorar la calidad comercial de las semillas de trigo que se emplearían en futuras siembras.

VI. CONCLUSIONES

Las enfermedades identificadas en orden de mayor importancia, en Calpulalpan, Tlax., fueron: roya amarilla o roya lineal (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia recondita*), tizón foliar (*Helminthosporium sativum*).

Las enfermedades identificadas en orden de mayor importancia en Coatepec, Méx., fueron: roya de la hoja (*Puccinia recondita*), tizón foliar (*Helminthosporium sativum*) mancha amarilla de la hoja o mancha ocular (*Helminthosporium tritici-repentis*).

Las enfermedades identificadas en orden de mayor importancia, en Juchitepec, Méx., fueron: mancha amarilla de la hoja o mancha ocular (*Helminthosporium tritici-repentis*), tizón de la gluma (*Septoria nodorum*), tizón foliar (*Septoria tritici*), moho níveo o tizón de la espiga (*Fusarium nivale*), roña o pudrición de la corona *Fusarium graminearum*, roya amarilla o roya lineal (*Puccinia striiformis*) y roya de la hoja (*Puccinia recondita*).

La variedad Romoga F96 fue la variedad más resistente al complejo de enfermedades fungosas foliares y las variedades Zacatecas VT74 y Temporalera M87 fueron semisusceptibles. En rendimiento de grano la variedad Temporalera M87 y la variedad Romoga F96 fueron las mejores y aunque Romoga F96 en peso de 1000 granos fue menor que el de otras variedades, se debió a que el tamaño de la semilla es más pequeño, pero como produce mayor número de granos por espiga alcanza igual rendimiento que Temporalera M87 y supera a las demás. La variedad Temporalera M87, en peso de 1000 granos, fue la mejor, ya que la semilla es más grande, pero tuvo menos granos por espiga que Romoga y fue menos tolerante a las enfermedades.

La aplicación de folicur, al inicio de la enfermedad, disminuyó la incidencia y severidad de la enfermedades presentes en el campo, tanto en Calpulalpan como en Juchitepec y Coatepec.

En conjunto, las enfermedades fungosas foliares del trigo tienen efecto en las pérdidas del rendimiento y merman la calidad de las semillas en todas las variedades de trigo en las tres localidades experimentales.

De las tres localidades en que se hizo la investigación, en Coatepec, las variedades fueron más productivas y menos afectadas por las enfermedades foliares fungosas.

Los patógenos: *Fusarium graminearum*, *Helminthosporium sativum* y *Puccinia recondita* fueron identificados en las semillas de trigo harinero temporalero, lo que indica que antes de trasladar las semillas de una región a otra se debe hacer análisis de laboratorio para asegurarnos que las semillas están sanas, es decir, que es recomendable sembrar semilla certificada.

Es recomendable realizar el tratamiento químico de la semilla antes de la siembra, es decir, sembrar semilla tratada, ya que más del 20% del inóculo de los patógenos se encuentra asociado externamente a la semilla.

La prueba de germinación no es suficiente para evaluar la calidad fisiológica de la semilla; sin embargo, el tamaño de la semilla influye en el vigor de la planta, pues el embrión es más grande y contiene mayor cantidad de sustancias de reserva, pero no en el porcentaje y velocidad de emergencia.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA.

- Abdu I- Baki, A. A. and Anderson, D.J. 1980. Physiological and Biochemical deterioration of seeds. *In*: Kozlowski, T.T. De. See Biology. Vol. II USA. Academic Press. P. 283 – 309.
- Agrios, N. G, 1985. Fitopatología. Editorial Limusa. 756p.
- Agrios, N. G. 1978. Plant Pathology. Academic Press Inc. London Second edition. L.T.O. 629 p.
- Ahmed - Mu; Hoque, M. M; Ahmed. A. U; Sarkar. A. K. D. 1994. Fungicidal control of leaf rust of wheat Research Centre, Regional Agricultural Research Station Jamalpur, Bangladesh. Journal - of - Scientific – and – Industria I- Research. 29: 3, 173 -176.
- Anónimo, 1978. Enfermedades del trigo. Ministerio de Agricultura. Hojas divulgativas Núm. 8 -78 HD. 15 p.
- Anónimo, 1981. El cultivo del trigo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Argentina. p. 33 - 72.
- Anónimo, 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo de trigo. (SARH) Secretaria de Agricultura y recursos Hidráulicos. p. 1 -80.
- Arce, T. L. E. 1989. Efecto fecha siembra en la incidencia de enfermedades en trigo, en el Municipio de Mariano Riva Palacio, Estado de México. Tesis de Lic. UACH. Chapingo, México. 98 p.
- Arthur, J. C. 1891. Wheat scab. Indiana Agric. Exp. St. Bull. 36: 192-232.

- Ayon, R. I. A. 1989. Identificación de enfermedades que atacan el trigo (*Triticum aestivum* L.). En Juchitepec, México y su incidencia en relación a las condiciones climáticas. Tesis de Licenciatura, UACH. Capingo, México. 83p.
- Bahat, A. I. Gelernter, M. B. Brown, and Z. Eyal, 1980. Factors affecting the vertical progression of *Septoria tritici* under controlled environmental conditions. *Physiology and Plant Pathology* 1: 55-56.
- Bechtel, D.B., Kaleikau, L. A., Gaines, R. L. and Seitz, L. M. 1985. The Effects of *Fusarium graminearum* Infection on Wheat Kernels. *Cereal Chem.* 62: 191-197.
- Bekele, 1987. Historia de la participación del CIMMYT. Taller sobre la Fusariosis de la espiga en América del Sur. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Paraguay. p 119-124.
- Brokenshire, T. 1975. Wheat debris as an inoculum source for seedling infection by *Septoria tritici*. *Plant Pathology* 24 : 202-207.
- Bruehl, G. W. 1982. Developing wheats resistant to snow mold in Washington. *Plant Disease* 66: 1090-1095.
- Brzezicka-Szymczyk K; Golinowski-W Zamorski-C 1995. Cytological changes observed in the successive phases of the wheat rust caused by *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* after the treatment with Tilt 250 EC. Botanic Department, Warsaw Agricultural University - bSGGW ul Rakowiecka 26/30, 02 - 528 Warsaw, Poland. *Acta Societatis-Botanicorum- Poloniae*. 64: 349 - 358; 20 ref.

- Caldwell, R.M., and I. Narvaez. 1960. Losses of winter wheat from infection by *Septoria tritici* Rob. ex. Desm. *Phytopathology*. 50 : 603 (Abstr).
- Campusano, D. L. F. 1993. Comportamiento de cuatro variedades de trigo (*Triticum aestivum* L. en Thell) con relación a la roya de la hoja (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* y estudio de herencia en condiciones de campo. Tesis de Maestria en Ciencias. Colegio de Postgraduado, Montecillo, México, 60 p.
- Castrejón, S. A., González, R. M. y Gilchrist, S. L. 1994. Control Químico redituable de *Septoria triticum* para el área de temporal húmedo en México. *Proceedings of the Septoria tritici Workshop*. México. 135-139p.
- Cavara, F. 1895. Ueber einige parasitische pilze auf dem Getreide Z. Pflkrankh. 3: 16-26.
- Ching, T.M. 1973. Biochemical aspects of seed vigour. *Seed Sci. And Tecchnol*. 1: 73-78.
- Christensen, J. J. Y C. Stakman. 1935. Relation of *Fusarium* and *Helminthosporium* in barley seed to seedling blight and yield. *Phytopathology*: 25: 309-327.
- Copeland, L. D. 1976. Principles of seed science and technology, Burgess Publishing Company, Minnesota, U.S.A. 369 p.
- Cooke, B. M. and D. G. Jones. 1971. The epidemiology of *Septoria tritici* and *Septoria nodorum* II. The reaction of springand winter wheat varieties to infection by *S. tritici* and *S. nodorum*. *Trans-Br. Mycol. Soc*-56: 121-135.

Cooper, C. S. and P.W. MacDonald. 1970. Energetics of early seedling growth in corn (*Zeas mays*). Crop Sci. 10 : 136-139.

Dahal, S. A. 1934. Snowmold of turf grasses as caused by *Fusarium nivale* Phytopathology. 24: 197-214.

Díaz M. de Ackermann; S. Stewart and W. Ibañez, 1993. Pathogenic Variability of *Septoria tritici* isolates from South América. Proceedings of the *Septoria tritici* Workshop. Lucy Gilchrist S., Maarten van Ginkel, Alma McNab, and Gert H.J. Kema, editors, CIMMYT, México, p. 41 - 50.

Dickson, J. J. 1963. Enfermedades de las plantas de gran cultivo. Colección Agrícola Salvat. pág. 275-277.

Dickson, J. G. 1956. Diseases of field crops. 2^a. Ed. McGraw-Hill Book Co., Nueva York. 517p.

Dolouche, J. C. and W. P. Cadwell. 1962. Seed vigour and vigour tests, Proceeding seedmens short coursed. Mississippi Seed Technology Laboratory. State College Mississippi. Seed Anal. 50: 124-129.

Doohan, F. M; Nicholson, P; Parry, D. S. 1996. Efficacy of the fungicides prochloraz and pyrimethanil against *Fusarium culmorum* ear blight of wheat. Cereal Department, Hohn innes Centre, Colney Lane, Norwich, NR\$ 7UJ, Uk. Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases. Volume 1. Prooceding of an international Conference, Brightn, UK. 409-410.

Dosdall, L. 1923. Factors influencing the pathogenicity of *Helminthosporium sativum*, Tech. Bull. 17. Univ. of Minnestoa. Agric. Exp. Sta.

- Drechsler, Ch. 1923. Some greminicolous species of *Helminthosporium*. J. Agric. Res. 24, No. 8, 641-738.
- Dubin, H. J. And Torres, E. 1981. Causes and consequences of the 1976-1977 wheat leaf rust epidemic in northwest México. Ann. Rev. Phytopathology 19 : 41-49.
- Durff, A. D. S. 1954. A new diseases in Kenya caused by species of *Pyrenophora*. East Afr. Agric. J. 19 : 225-228.
- Eyal, Z. 1981. Integrate control of *Septoria* diseases of wheat. Plant Disease 65: 763-768.
- Eyal, Z. and Ziv Oded. 1974. The relation ship between epidemics of *Septoria* leaf blotch and yield losses in spring wheat. Phytopathology 64: 1385-389.
- Eyal, Z., A. L. Sharen, J. M. Prescott y M. Van Ginkel. 1987. Enfermedades de trigo causadas por *Septoria*. Conceptos y Métodos relacionados con el manejo de estas enfermedades. México, D. F. CIMMYT. 45 p.
- Fellows, H. 1962. Effects of light, temperature and fertilizer on infection of wheat leaves by *Septoria tritici*. Plant Disease Reporter 46 : 846-848.
- Galich, M. T. 1987, Importancia y difusión de la Fusariosis del trigo en Argentina. INTA. Marco Juárez, Argentina. Taller sobre la fusariosis de la espiga en America del Sur. CYMMYT. 7 - 17 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 256 p.

- García, S. G. 1993. Efectos de fertilizantes foliares y fungicidas sobre la incidencia del complejo de enfermedades foliares en dos variedades de trigo. (*Triticum aestivum* L.) en Juchitepec, México. Tesis de Lic. UACH. Chapingo, México. 58p.
- Gaulart - ACP. 1994. Sanitary quality of wheat seed (*Triticum aestivum* L.) produced in Mato Grosso do Sul from 1987 to 1994. EMBRAPA-CPAO, Brazil, No. 11, 11p.
- Gilchrist, S. L. 1982. *Helminthosporium tritici repentis* (*Pyrenophora trichostoma*), como agente causal del tizón del trigo prevalente en el estado de Michoacán, México. Tesis de Maestria Colegio de Postgraduado. Méx. 70 p.
- Gilchrist, S. L., Fuentes, F. S. y de la I. De B.M.L. 1984. Identificación de un Tizón de la hoja y su manejo bajo condiciones de laboratorio e invernadero. Resúmenes. Sociedad Mexicana de Fitopatología.
- Hall, D.L. 1977. Factors affecting inoculum development and seed transmission of *H. gramineum*. Phytopathology 66: 295 - 301.
- Harris, H. and M. Parker. 1968. Relation ship of seed source of progeny vigour and yield of soybeans. Agron. Abstr. Crop Sci. Soc. of America. New Orleans, Lousiana. p. 54.
- Herrera, M. G. 1981. Prevalencia relativa de las principales enfermedades del trigo en la zona centro-norte de Chile. Agricultura Técnica, 41: 239-242.
- Hosford, R. M. 1972. Propagules of *Pyrenophora trichostoma*. Phytopathology 62: 627-629.

- Hosford, Jr. R. M. and Busch, R. H. 1974. Losses in wheat caused by *Pyrenophora trichostoma* and *Leptosphaeria avenaria* f. sp. *tritici*. *Phytopathology* 64: 184-187.
- Hosford, R. M. 1982. Tan spot of wheat and related diseases workshop North Dakota Agr. Exp. Sta. 1-24.
- Hogg, W. H., C. E. Hounam, A.K. Malik y J. C. Zadoks 1969. Meteorological factors affecting the epidemiology of wheat rusts. WMO Tech Note 99. 143p.
- Hunter, C. 1971. Seed quality and crop performance. Handbook of seed technology. Mississippi State University.
- INEGI. 1995. El sector alimentario en México. Aguascalientes, México. 316p.
- Inglis, D. A. and R. J. Cook. 1981. *Calonectria nivale* causes scab in the Pacific Northwest. *Plant Disease* 65: 932-924.
- Ireta, M. J. 1986. Estimación de pérdidas en trigo (*Triticum* sp.) causadas por *Fusarium graminearum* Schw. Tesis de Maestria Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mexico. 85 p.
- Ireta, M. J. Y L. Gilchrist S. 1994: Roña o tizón de la espiga del trigo. Informe especial de Trigo No. 20. México, D.F. CIMMYT. 25 p.
- Isely, D. 1957. Vigor test. *Proc. Assoc. off. Seed Anal.* 47: 176-182.
- Jamalainien, E. A. 1974. Resistance in winter cereals and grasses, to low temperature parasitic fungi. *Ann. Rev. of Phytopathology* 12:281-302.

- Jenkin, J. E. and E. W., Morgan. 1969. The effect of *Septoria* disease on the yield of winter wheat. *Plant Pathology*. 18: 152-156.
- Jevtic-R; Milosevic- M; Privakovic-M; Dragnic-M. 1996. The effect of fungicides used for seed treatment on disease development and yield of some wheat varieties. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Yugoslavia. *Zastita- Bilja*. 47: 1, 51- 55.
- Jiménez, D. F; Salazar, M. M; Moreno, E. M 1992. Problemas patológicos: sus implicaciones en la producción de trigo en México. Y conferencia Nacional trigo 88. SARH, INIFAP, CIFAP-SON. p. 333 - 409.
- Jiménez, G. E. 1978. Combate de roya de la hoja *Puccinia recondita* Rob ex. Desm. var. *tritici* (Eriks) Carl. con Indar y Bayleton, en trigo. Resúmenes. VIII Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. p. 56-57.
- Jones, Gareth, D. and C. Clifford Brian. 1983. Cereal diseases their pathology and control. De. John Wiley and Sons Ltd. 309 p.
- Khan, T. N. 1971. The occurrence of *Drechslera tritici repentis* on wheat in Western Australia and South Australia. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 37: 10-62.
- Khonga, E. B., y J. C. Sutton. 1988. Inoculum production and survival of *Gibberella zeae* in maize and wheat residues. *Can. J. of plant Path.* 10(3): 232-240.
- Kohli, M.M. 1987. Analisis de la Fusariosis del trigo en el Cono Sur. Taller sobre la Fusariosis de la Espiga en América del Sur. CIMMYT. 1 - 6 p.

- Kohli, M. M. 1985. Identifying wheats adapted to more tropical areas of the Southern Cone of South America. In p. 111-115. Wheats for Mor Tropical Environments, A Proceedings of the International Symposium. Mèxico, D.F.: CIMMYT.
- Korneev, V.A., Chadaeva, L. Chikida, N.N. 1987. Snow mold resitance in winter wheat and Triticale. Abstr. Rev. Of Plant Path. 66: 199.
- Larez, C. R., R.M. Hosford, and T. P. Freeman. 1986. Infection of wheat and Oats by *Pyrenophora tritici-repentis* and initial characterization of resistance. Phytopathology 76: 631-696.
- Leyva, M.G. 1998. Comportamiento de aislamientos de *Septoria tritici* solos y en mezcla, inoculados en diferentes genotipos de trigo harineros (*Triticum aestivum* L.), México, Tesis de doctorados. Colegio de Postgraduados. 86 p.
- Leyva, M.G. y E.M. Villaseñor. 1992. Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares en trigo en Juchitepec, México. Revista Mexicana de Fitopatología.
- Leyva, M. G; Zavaleta, J. E; Khairalla, M; Gilchrist S. L; Osada K. S. 1997. Comparación de genotipos de trigo harinero susceptibles y resistentes inoculados con tres aislamientos de *Septoria tritici* individuales y en mezcla. Instituto de fitosanidad avance de investigación. Colegio de Postgraduados. p 114 - 116.

- Loughman, R. And Deverall. B. J. 1986. Infection of resitant and susceptible cultivars of wheat by *Pyrenophora tritici-repentis*. Plant Pathology 35 : 443-450.
- Mangan, A. 1979. *Cochiobolus sativus* on barley in Ireland. Irish Jour. of Agric. Kes. 3: 319 - 322.
- McDonald, M. B. 1980. Assessment of seed quality. Horticulture. Science 15: 784-788.
- Mehta, Y. R. 1993. Manejo Integrado de Enfermedades del trigo. Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT). Bolivia. 314p.
- Mendoza, Z. C. 1993. Diagnóstico de enfermedades fúngicas. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. México. p.62 - 69.
- Moreno, G. R y Alvarez B. M. 1984. Las Royas del trigo en México. SARH-INIA CIAMEC. Campo Agrícola Experimental valle de México, Chapingo, México. Folleto No. 2. 17p.
- Moreno, M.E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícola. UNAM. p 222-240.
- Mounier, S.H., Maraiter and J.A. Meyer. 1984. In vitro sensitivity of *Fusarium nivale*, *Peudocercospora herpotrichoides* and *Rhizoctonia solani* to various fungicides. Abstr, wheat Barley and triticales 1:174.

- Perry, D. A. 1981a. The concept of seed vigour and its relevance to seed production techniques. *In* Hebblethwaite, P.D. Ed. Seed Production Great Britain. Butterworth. p. 585 –591.
- Platz, H. W. And Morral, R. A. 1980. Effects of wind speed and humidity on Conidium liberation of *Pyrenophora tritici-repentis*. Canadian Journal of plant pathology 2 : 58-64.
- Prasad, M. N; J. Leonard and C. Murphy. 1976. Effects of temperature and soil water potential on expression of barley stripe incited by *H. gramineum*. Phytopathology 66: 631-634.
- Prescott. J.M., Burnett, S. E., Saari. 1986. Enfermedades y plagas del trigo. Una guía para su identificación en campo. CIMMYT, México, D. F, México.
- Rajaram, S. and Singh, R. P. 1985. Suggested epidemiologic of *Puccinia Recondita tritici* in México. Resúmenes. XII Congreso Nacional/XXV Annual Meeting. Sociedad Mexicana de Fitopatología-American Phytopathological Society, Caribbean Division.
- Raemaekers, R. H. 1985. Breeding wheats with resistance to *H. sativum* in Zambia. In Wheats for Mor Tropical Environments, A Proceedings of the International Synposium. México, D.F.: CIMMYT. p. 145-148.
- Ramos, L.A. 1978. Pérdidas ocasionadas por *Puccinia recondita* Rob.ex. Desm., en Sinaloa, durante el ciclo 1976 - 1977. Resúmenes. VII Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. p. 53-54.
- Raymond, P. J., Bocks, W. W. and Norman, B. 1985. Tan spot of winter wheat. Procedures to determine host response. Phytopathology 75: 686-690.

- Rees, R. G. ; Platz, G. J.; R. J. Mayer. 1982. Yield losses in wheat from yellow spot: Comparation of estimates derived from single tillers and plots. Aust. J. Agric. Res. 33: 899-908.
- Rees, R. G. and Platz, G. J. 1979. The occurrence and control of yellow spot of wheat in ortheastern Australia. Aus.J. Exp. Agric. Anim. Husb. 9:369-372.
- Rees, R. G. and Platz, G. J. 1980. The epidemiology of yellow spot of wheat in Southern Queensland. Aust. J. Agric. Res. 31: 259-267.
- Reis, E. M. 1987. Fusariosis: Biología y Epidemiología de *Gibberella zeae* en trigo. Centro Nacional de Investigación del Trigo, EMBRAPA Passo Fundo, RS, Brasil. Taller sobre la Fusarios de la espiga en America del Sur. CIMMYT.97 – 102 p.
- Reis, E. M. 1989. *Fusariosis*: Biología y epidemiología de *Gibberella zeae* en trigo. En: Taller sobre la fusariosis de la espiga en América del Sur. M.M. Kohli (de.). México, D.F.: CIMMYT.
- Robles, S. R. 1986. Producción de granos y forrajes. Cuarta edición. Limusa. S.A. 608 p. Rodríguez, C. E. 1991. Incidencia de la roña de la espiga (*Fusarium graminearum*) en trigo (*Triticum aestivum* L.) y su combate químico en Juchitepec, México.
- Roelfs, A. P., D. H. Casper, D. L. Long, and J. J. Roberts. 1987. Races of *Puccinia graminis* in the United States and México during 1986. Plant Disease 71: 803 – 907.
- Romero C, S. 1988. Hongos fitopatógenos. UACH. Chapingo, México, 347 p.

- Roelfs, A.P., R.P. Singh y E.E. Saari. 1992. Las royas del trigo. Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. México, D.F. CIMMYT. 81 p.
- Rouzet, J. 1995. Study on PREGI, a forecasting model for yellow rust of wheat. Service Regional de la Protection des Vegetaux Languedoc-Roussillon, Zac d'Alco, BP 3056, 34034 Montpellier 01, France. 47th International symposium on crop protection, Gent, Belgium. Mededelingen – Faculteit – Landbouwkundige – Toigepaste – Biologische-Wetenschappen – Universiteit-Gent. 60: 2b, 447-451.
- Sanderson, F. R. 1972. A *Mycosphaerella* species as the ascogenous state of *Septoria tritici* Rob ex Desm. N. Z. J. of Botany, 20: 707-709.
- Sanderson, F. R. 1976. *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Sanderson Coml. nov. the ascogenous state of *Septoria tritici* Rob apud Desm. N. Z. J. of Botany 14 : 159-360.
- Shands, L. H. 1934. Temperature studies on Stripe of barley. Phytopathology. 24: 364 - 383.
- Shaner, G. y Robert E. Finney. 1976. Weather and epidemics of *Septoria* leaf blotch of wheat. Phytopathology 66: 781-785.
- Shaner, G; Robert E. Finney y L. Freed Patterson, 1975. Expression and effectiveness of resistance in wheat to *Septoria* leaf blotch. Phytopathology 65: 761-766.
- Smith, I.M. J. Du nez., D.H. Phillips, R.A. Lelliott., S.A. Archer. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Madrid, España. p. 535 - 589.

- Sharp, Sally and McNeal 1976. Effect of *Pyrenophora* wheat leaf blight on the thousand kernel weight of 30 spring wheat cultivars. Plant Dis. Rp. 60: 135-138.
- Sprague, R. 1950. Some leaf spot fungi on western gramineae, V. Mycologia 27: 758-771.
- Stubbs, R. W., J. M. Prescott. E. E. Saari y H. J. Dubin. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México. 46 p.
- Suty, A., Mauler - Machnik, A., Courbon, R. 1996. New findings on the epidemiology of *Fusarium* ear blight of wheat and its control with tebuconazole- Bayer AG, Agrochemicals Division, Research-Fungicides, 51368 Leverkusen, Germany. Brighton Crop Protection Conference: Pests & Disease. Volume 2. Proceedings of an International, 511 - 516.
- Sutton, J. C. 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. Can. J. Plant Path. 4 : 195.-209.
- Tekauz, A. 1976. Distribution, Severity, and relative importance of leaf spot diseases of wheat in western Canada in 1974. Can. Plant Dis. 56: 36-40p.
- Tottman, D. R. y R.J. Makepeace. 1979. An explanation of the decimal code for The growth stages of cereals, with illustrations. Ann. Appl. Biol. 93:221-234.
- Vargas, V.R. 1965. Presencia de hongos en semillas de arroz. Patogenicidad y aspectos fisiológico de *Helminthosporium oryzae* y *Fusarium nivale*. Chapingo, México. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduado. 86 p.

- Villaseñor, M. H. E. 1996. Selección recurrente en una población de trigo de apareamiento aleatorio mediante el uso de la androesterilidad. Tesis Doctorado en Ciencias especialidad en Genética. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mexico, 186p.
- Villaseñor, M. H. E. 1992. Mejoramiento genético de trigo para la obtención de variedades temporaleras resistente a *P. recondita* para los Valles Altos de México. Primera Conferencia Nacional de trigo. 1988. SARH-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Villaseñor, M. H. E. 1984. Factores genéticos que determinan el vigor en plantulas de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 149 p.
- Weber, G. 1922. *Septoria* diseases on wheat. *Phytopathology* 12:558-585p.
- Wiesse, M. V. 1977. Compendium of wheat diseases. St. Paul, Minnesota. The American Phytopatological Society 106 p.
- Wiesse, M. V. 1986. Compendio de Enfermedades del Trigo. The American Phytopathological Society. Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A. Uruguay. 155 p.
- Woodstock, L. W. 1973. Physiological and biochemical tests for seed vigour. *Seed. Sci. and Tecchnol.* 1: 127 - 157.
- Yamada, K. T., H. Takahashi and T. Tanaka 1973. Studies on alternate host, *Thalictrum thumbergii* DC., as an origin of physiologic races of wheat leaf rust, *Puccinia recondita* Roberge ex Desm. f. sp. *tritici* in Japan. *Rep Tottori Mycol Inst* 10: 283- 302.

Zadoks, J. C., T. T. Chang y C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.

Zillinsky, F. J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. Centro Internacional para el mejoramiento de maíz y trigo. CIMMYT. El Batán, México, 141 p.

APENDICE

Cuadro 1A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con 5% de probabilidad de los tratamientos de la localidad Coatepec. P-V/1997.

Tratamiento	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Con Fungicida	54.63 A	112.37 A	78.13 A	0.50 A	969.43 A	486.67 A
Sin Fungicida	55.00 A	110.75 B	78.87 A	0.47 B	857.97 B	410.29 B
DMS	1.05	1.56	5.56	0.03	57.71	28.9

Continuación del cuadro 1A.

Tratamiento	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Con Fungicida	326.50 A	44.35 A	11045.2A	34.20 A	2.02 A	17.03 A	17.71 B
Sin Fungicida	292.99 A	41.02 B	10079.0B	34.54 A	2.05 A	16.87 A	77.50 A
DMS	37.49	3.00	437.15	4.13	0.08	1.87	7.84

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m^2); RG = Rendimiento de grano (g/m^2); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 2A. Comparación de medias entre variedades de la localidad de Coatepec, P-V/ 1997.

VARIEDADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	55.37 C	113.75 A	75.00 BC	0.51 A	998.17 BA	513.34 A
TEMPORALERA	60.25 A	115.75 A	86.25 A	0.48 BA	1064.56 A	514.98 A
ZACATECAS	53.63 D	110.50 B	81.87 BA	0.50 A	862.53 BDC	432.63 BC
MIXTECO	51.87 E	109.13 B	78.50 BA	0.48 BA	942.02 BAC	459.35 BA
CLEOPATRA	50.13 F	105.75 C	70.63 C	0.50 A	772.25 D	386.47 C
7 CERROS	57.63 B	114.50 A	78.75 BA	0.45 B	842.66 DC	384.13 C
DMS	1.73	2.37	7.85	0.05	146.03	56.71

Continuación del cuadro 2A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	352.77 A	39.07 B	13130.1 A	37.39 A	2.35 A	15.93 B C	26.25 D
TEMPORALERA	340.24 BA	45.29 A	11534.9 BA	34.25 BA	1.93 B	17.74 A	53.75 BA
ZACATECAS	285.34 BC	44.21 A	9802.5 CD	34.44 BA	1.94 B	17.73 A	40.63 C
MIXTECO	303.91 BA	44.61 A	10309.7 BC	34.61 BA	1.98 B	17.47 B A	50.00 B
CLEOPATRA	246.32 C	44.81 A	8580.6 D	35.24 BA	2.05BA	17.15 BAC	55.00 BA
7 CERROS	329.89 BA	38.11 B	10014.7BCD	30.31 B	1.93 B	15.71 C	60.00 A
DMS	57.29	5.00	1659	6.17	0.35	1.58	6.98

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 3A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con 5% de probabilidad de los tratamientos de la localidad Calpulalpan, Tlax. P-V/1997.

Tratamiento	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Con Fungicida	64.21 A	129.04 A	94.79 A	0.45 A	1063.08 A	473.12 A
Sin Fungicida	63.87 A	125.95 B	94.33 A	0.35 B	780.76 B	284.81 B
DMS	0.37	1.13	3.09	0.03	4278.7	44.44

Continuación del cuadro 3A.

Tratamiento	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Con Fungicida	341.49 A	42.27 A	11260 A	33.21 B	2.22 A	15.01 A	27.92 B
Sin Fungicida	265.13 B	30.53 B	8990.5 B	33.78 A	2.28 A	14.85 A	83.95 A
DMS	1078.3	1.67	832.54	0.12	0.01	0.99	3.85

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m^2); RG = Rendimiento de grano (g/m^2); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 4A. Comparación de medias de las variedades de la localidad de Calpulalpan, Tlax. P-V-1997.

VARIEDADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	64.750 B	130.500 A	92.375 BC	0.4276 A	1062.64 A	483.06 A
TEMPORALERA	70.000 A	131.250 A	102.875 A	0.3717 B	1133.28 A	403.68 B A
ZACATECAS	65.500 CB	125.375 B	94.000 BC	0.4392 A	1035.55 A	454.28 A
MIXTECO	61.625 C	125.500 B	97.000 BA	0.3547 B	817.81 B	308.82 D C
CLEOPATRA	56.500 D	121.625 C	87.875 C	0.4401 A	796.10 B	359.45 B C
7 CERROS	67.875 A	130.750 A	93.000 BC	0.3629 B	686.12 B	224.50 D
DMS	2.44	2.85	6.83	0.04	4.30	96.19

Continuación del cuadro 4A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	389.14 A	35.478CB	13656.8A	35.43 BA	2.52 A	14.07 BA	30.00 C
TEMPORALERA	300.27 BC	43.083 A	9197.8 B	31.36 B	1.99 B	15.70 A	53.13 B
ZACATECAS	339.59 BA	38.423 B	11819.9A	35.03 BA	2.36 A	15.07 BA	46.87 B
MIXTECO	275.08 BC	34.032 C	8077.3 B	31.05 B	1.99 B	15.61 A	66.87 A
CLEOPATRA	246.07 C	38.521 B	9095.6 B	37.36 A	2.45 A	15.26 BA	66.87 A
7 CERROS	269.74 BC	28.881 D	8443.8 B	30.77 B	2.22BA	13.87 B	71.87 A
DMS	2393.8	3.52	2277.4	0.16	0.02	1.66	6.41

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m^2); RG = Rendimiento de grano (g/m^2); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 5A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" con 5% de probabilidad de los tratamientos de la localidad Juchitepec, Méx. P-V/1997.

Tratamiento	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
Con Fungicida	66.08 A	120.54 A	78.92 A	0.47 A	872.18 A	410.18 A
Sin Fungicida	66.50 A	117.83 B	80.13 A	0.42 B	615.018 B	264.62 B
DMS	2.02	0.71	4.94	0.04	87.49	27.16

Continuación del cuadro 5 A.

Tratamiento	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
Con Fungicida	288.73 A	39.60 A	10459.5 A	36.643 A	2.2763 A	16.175 A	18.958 B
Sin Fungicida	235.51 B	29.78 B	8831.0 A	37.745 A	2.3292 A	16.262 A	76.667 A
DMS	49.00	5.90	1665.4	1.85	0.21	2.28	5.51

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 6A. Comparación de medias de las variedades "Prueba de Tukey" de la localidad de Juchitepec, Méx. P-V-1997.

VARIEDADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	64.875 C D	119.625 B	79.375 B	0.475 A	829.79 B	397.80 B
TEMPORALERA	68.000 B	122.125 A	92.000 A	0.469 A	980.62 A	460.62 A
ZACATECAS	65.875 C B	115.875 C	79.500 B	0.462 A	755.69 C B	349.15 C B
MIXTECO	63.875 C D	118.250 B	80.875 B	0.444 A	696.19 C B D	313.29 C D
CLEOPATRA	63.000 D	115.875 C	72.500 B	0.435 B A	626.83 C D	276.38 E D
7 CERROS	72.125 A	123.375 A	72.875 B	0.388 B	572.96 D	227.20 E
DMS	2.24	1.73	9.97	0.05	137.28	57.348

Continuación del cuadro 6A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	307.21 A	31.492 C	12560.9A	41.13 BA	2.69 A	15.52 B	33.125 C
TEMPORALERA	288.84 BA	41.592 A	11109.1A	38.93 BC	2.17 B	17.87 A	33.750 C
ZACATECAS	269.38 BA	37.742BA	9228.5 B	34.47 DC	2.16 B	16.05 B	44.375 B
MIXTECO	253.30 B	37.206BA	8327.4 B	33.26 D	2.02 B	16.52 BA	60.000 A
CLEOPATRA	254.18 B	35.641BC	7658.4 B	30.28 D	1.94 B	15.62 B	58.125 A
7 CERROS	199.78 C	24.467 D	8987.3 B	45.08 A	2.57 A	15.71 B	57.500 A
DMS	52.213	5.07	1644.9	5.47	0.29	1.73	7.14

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 7A. Comparación de medias de las variables en estudio "Prueba de tukey" de las tres localidades con el tratamiento sin fungicida. P-V/1997.

LOCALIDAD	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
COATEPEC	55.000 B	110.75 C	78.875 B	0.4772 A	857.97 A	410.29 A
CALPULALPAN	64.208 A	125.96 A	94.250 A	0.3515 C	780.76 A	284.81 B
JUCHITEPEC	66.500 A	117.83 B	80.125 B	0.4221 B	615.53 B	264.62 B
DMS	2.4592	2.0918	6.6665	0.0312	104.38	40.028

Continuación del cuadro 7A.

LOCALIDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
COATEPEC	292.99 A	41.024 A	10079.0 A	34.547 B	2.0502 B	16.879 A	77.500 B
CALPULALPAN	265.13 A	30.533 B	8990.5 B	33.785 B	2.2899 A	14.854 B	83.958 A
JUCHITEPEC	235.63 B	29.762 B	8835.7 B	37.745 A	2.3292 A	16.262 BA	76.667 B
DMS	29.393	3.936	1069.2	2.7527	0.1857	1.4353	5.9759

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m^2); RG = Rendimiento de grano (g/m^2); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 8A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" de las seis variedades en el tratamiento con fungicida de las tres localidades (Coatepec, Juchitepec y Calpulalpan). P-V/1997.

VARIETADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	61.750 B	121.750 B	82.250 CB	0.4882 B A	1021.12BA	496.65 BA
TEMPORALERA	65.500 A	123.917 A	94.750 A	0.4539 B C	1152.51 A	519.98 A
ZACATECAS	60.750 CB	118.000 C	82.500 CB	0.4847 BAC	942.95 BC	453.91 BC
MIXTECO	59.000 C	119.167 C	85.583 B	0.4758 BAC	922.15 BC	439.27 BCD
CLEOPATRA	56.583 D	115.917 D	76.833 C	0.4920 A	881.83 BC	432.22 CD
7 CERROS	65.583 A	125.167 A	81.750 CB	0.4485 C	856.07 C	384.03 D
DMS	1.7552	2.009	7.6242	0.037	143.76	57.937

Continuación del cuadro 8A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	355.55 ^a	36.995C	13435.2A	38.160 ^a	2.5422 A	15.033 B	14.167 C
TEMPORALERA	346.55BA	46.313A	11237.2B	33.190BC	1.9526 B	16.983 A	16.250CB
ZACATECAS	309.98BAC	43.834B	10391.1B	33.643BC	2.0467 B	16.533 A	20.417 B
MIXTECO	305.87BAC	44.612BA	9845.4 C	32.447C	1.9672 B	16.550 A	25.417 A
CLEOPATRA	286.22C	45.110BA	9576.1 C	33.730BC	2.0999 B	16.142BA	25.000 A
7 CERROS	299.03BC	35.573C	10737.3CB	36.967BA	2.4271 A	15.192 B	27.917 A
DMS	45.565	2.459	1352.4	4.0741	0.2344	1.3229	4.4441

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 9A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" de las seis variedades en el tratamiento sin fungicida de las tres localidades (Coatepec, Juchitepec y Calpulalpan). P.V/1997.

VARIETADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	61.583 B	120.583 A	82.250 BCD	0.4570 A	953.04 A	432.81 A
TEMPORALERA	66.667 A	122.167 A	92.667 A	0.4295 A	900.46 A	390.28 B A
ZACATECAS	61.250 B	116.500 B	87.750 B	0.4508 A	826.22 A	370.12 B
MIXTECO	59.250 B	116.083 B	85.333 BC	0.3830 B	682.46 B	267.81 C
CLEOPATRA	56.500 C	112.917 C	77.167 D	0.4264 A	581.63 B	249.31 D C
7 CERROS	66.167 A	120.583 A	81.333 CD	0.3554 B	545.11 B	199.87 D
DMS	1.6938	1.7664	5.5047	0.0346	141.41	57.863

Continuación del cuadro 9A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	343.87 ^a	33.702B	12796.8A	37.827A	2.4712 ^a	15.317BC	45.41D
TEMPORALERA	267.07B	40.331A	10000.0B	36.507A	2.1166B	17.225 ^a	77.50B
ZACATECAS	286.23B	36.418BA	10176.1B	35.647A	2.2659BA	16.033BAC	67.50C
MIXTECO	239.45CB	32.622B	7964.2 C	33.507A	2.0309B	16.525BA	92.50A
CLEOPATRA	211.49C	34.203B	7313.7 C	34.857A	2.1994BA	15.883BC	95.00A
7 CERROS	212.21C	25.399C	7559.7 C	33.810A	2.2545BA	15.008 C	98.33A
DMS	52.959	4.5635	1694.3	4.6723	0.2855	1.3287	6.3363

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 10A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Coatepec en el tratamiento con fungicida. P-V/1997.

VARIETADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	55.50 CB	11.00 BC	76.25 BA	0.526 A	997.89 BA	524.98 BA
TEMPORALERA	60.00 A	116.00 A	88.75 A	0.0482 A	1148.7 A	554.72 A
ZACATECAS	53.50 CD	113.75 BA	77.50 BA	0.508 A	863.59 B	437.23 B
MIXTECO	51.75 ED	110.75 BC	78.75 BA	0.495 A	1003.2 BA	495.60 BA
CLEOPATRA	50.00 E	107.75 C	71.25 B	0.518 A	899.84 BA	459.67 B
SIETE CERROS	57.00 B	115.00 A	76.25 BA	0.498 A	903.30 BA	447.64 B
DMS	2.51	3.86	14.61	0.089	254.7	91.69

Continuación del cuadro 10A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	351.21 A	39.36 B	13329.2 A	38.10 A	2.384 A	16.025 A	15.00 BA
TEMPORALERA	365.77 A	47.52 A	11679.4 BA	32.47 A	1.792 B	18.125 A	10.00 B
ZACATECAS	278.42 A	45.93 A	9524.6 C	34.38 A	1.942 BA	17.700 A	21.25 A
MIXTECO	341.62 A	44.95 A	11044.6 BC	32.86 A	1.878 B	17.500 A	20.00 A
CLEOPATRA	275.31 A	47.82 A	9635.3 BC	35.45 A	2.055 BA	17.275 A	20.00 A
7 CERROS	346.67 A	40.50 B	11058.1 BC	31.94 A	2.054 BA	15.550 A	20.00 A
DMS	103.9	4.33	2126.5	9.23	0.49	2.86	9.04

MS = Diferencia mínima significativa; DF = Días de floración; DM = Días de madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 11A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Coatepec en el tratamiento sin fungicida. P-V/1997.

VARIETADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	55.25 B	113.75 A	73.75 BC	0.5028 A	998.46 A	501.70 A
TEMPORALERA	60.50 A	115.50 A	83.75 A	0.4846 A	923.68 BA	447.46 A
ZACATECAS	53.75 CB	110.00 B	86.25 A	0.4962 A	861.46 BA	428.03 A
MIXTECO	52.00 CD	107.50 B	78.25 BA	0.4826 A	880.84 BA	423.09 A
CLEOPATRA	50.25 D	103.75 C	70.00 C	0.4864 A	648.66 C	313.28 B
SIETE CERROS	58.25 A	114.00 A	81.25 BA	0.4106 B	782.02 BC	320.43 B
DMS	2.69	3.28	8.22	0.05	189.25	78.74

Continuación del cuadro 11 A.

VARIETADE	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	354.34 A	38.78 A	12931.1 A	36.68 A	2.32 A	15.82 B	37.50 D
TEMPORALERA	296.88 BA	43.06 A	10818.2 BA	36.04 A	2.07 A	17.35 BA	97.50 A
ZACATECAS	292.97 BA	42.49 A	10080.4 BAC	34.50 A	1.95 A	17.75 A	60.00 C
MIXTECO	266.21 BC	44.28 A	9574.8 BC	36.37 A	2.09 A	17.40 BA	80.00 B
CLEOPATRA	217.33 C	41.79 A	7526.0 C	35.02 A	2.05 A	17.02 BA	90.00 BA
7 CERROS	313.11 BA	35.72 A	8971.4 BC	28.67 A	1.81 A	15.87 B	100.00 A
DMS	69.15	9.77	3175.8	9.42	0.55	1.78	11.86

MS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m^2); RG = Rendimiento de grano (g/m^2); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 12 A Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Calpulalpan en el tratamiento con fungicida. P-V- 1997.

VARIEDADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	65.25 BC	131.50 BA	91.50 BA	0.444 BC	1108.5 BA	492.26 BA
TEMPORALERA	69.75 A	132.75 A	103.75 A	0.396 D	1258.5 BA	499.25 A
ZACATECAS	63.00 C	126.00 DC	92.50 BA	0.469 BA	1085.3 BA	508.32 A
MIXTECO	61.50 C	127.00 BC	96.75 BA	0.452 BC	1018.6 B	461.04 BA
CLEOPATRA	56.00 D	122.25 D	88.25 B	0.495 A	957.2 B	474.09 BA
SIETE CERROS	67.75 BA	134.75 A	96.000 BA	0.425 DC	950.2 B	403.77 B
DMS	3.94	4.61	12.41	0.032	210.3	89.69

Continuación del cuadro 12 A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	385.44 A	36.14 B	13397.5 A	35.16 A	2.54 A	13.82 A	11.25 D
TEMPORALERA	373.40 BA	45.26 A	11045.4 B	29.81 A	1.92 B	15.50 A	26.25 CB
ZACATECAS	357.62 BA	42.80 A	11885.4 BA	33.40 A	2.11BA	15.87 A	18.75 CD
MIXTECO	317.31 BA	45.57 A	10104.0 B	31.93 A	2.05 B	15.57 A	33.75 B
CLEOPATRA	288.33 B	46.00 A	10318.0 B	35.93 A	2.38BA	15.13 A	33.75 B
7 CERROS	326.89 BA	37.24 B	10809.9B	33.06 A	2.33BA	14.17 A	43.75 A
DMS	87.40	4.33	19.53	7.32	0.46	2.21	8.89

MS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 13 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Calpulalpan en el tratamiento sin fungicida. P-V- 1997.

VARIETADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	64.25 B	129.50 A	93.25 BC	0.411 A	1158.0 A	473.86 A
TEMPORALERA	70.25 A	129.75 A	102.00 A	0.346 BA	866.8 BA	308.12 BC
ZACATECAS	64.00 B	124.75 BC	95.50 BAC	0.409 A	985.8 BA	400.23 BA
MIXTECO	61.75 B	124.00 BC	97.75 BA	0.277 C	617.0 BC	156.60 D
CLEOPATRA	57.00 C	127.00 C	87.50 C	0.314 B	635.0 BC	244.81 DC
SIETE CERROS	68.00 A	126.75 BA	90.00 BC	0.300 BC	422.1 C	125.23 D
DMS	3.43	3.99	8.08	0.077	396.7	151.41

Continuación del cuadro 13 A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	392.83 A	34.21 B	13916 A	35.70 BA	2.49 BA	14.33 A	48.75 C
TEMPORALERA	227.14 B	40.90 A	7350 B	32.91 BAC	2.06 BC	15.90 A	80.00 B
ZACATECAS	321.57 BA	34.03 B	11754 A	36.65 BA	2.62 A	14.27 A	75.00 B
MIXTECO	232.86 B	22.48 C	6972 B	30.17 BC	1.93 C	15.65 A	100.00 A
CLEOPATRA	203.80 B	31.03 B	7873 B	38.79 BA	2.52 BA	15.40 A	100.00 A
7 CERROS	212.59 B	20.52 C	6077 B	28.49 C	2.10BAC	13.57 A	100.00 A
DMS	131.23	6.15	3559.9	6.90	0.54	2.77	10.39

MS = Diferencia mínima significativa; DF = Días a floración; DM = Días a madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m^2); RG = Rendimiento de grano (g/m^2); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 14 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Juchitepec en el tratamiento con fungicida. P-V/1997.

VARIEDADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	64.50 B	120.00 C	79.00 BA	0.4939 A	956.92 BA	472.71 BA
TEMPORALERA	66.75 B	123.00 B	91.75 A	0.4821 A	1050.29 A	505.96 A
ZACATECAS	65.75 B	117.00 D	77.50 BA	0.4767 A	879.75 BA	416.19 BA
MIXTECO	63.75 B	119.75 C	81.25 BA	0.4804 A	842.81 BA	402.84 BC
CLEOPATRA	63.55 B	117.75 BC	71.00 B	0.4625 A	728.44 B	362.91 DC
SIETE CERROS	72.00 A	125.75 A	73.00 B	0.4211 A	714.68 B	300.46 D
DMS	3.34	2.66	15.99	0.075	246.7	91.04

Continuación del cuadro 14 A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	330.00 A	34.87 B	13578.8 A	41.16 BA	2.69 A	15.25 A	16.25 BA
TEMPORALERA	300.48 A	46.16 A	10986.9 B	37.29 BC	2.14 B	17.33 A	12.50 B
ZACATECAS	293.90 A	42.76 A	9763.3 B	33.15 BC	2.09 B	16.03 A	21.25 A
MIXTECO	287.31 BA	43.31 A	9309.2 B	32.55 DC	1.96 B	16.57 A	22.50 A
CLEOPATRA	295.01 A	41.49 A	8775.0 B	29.81 B	1.86 B	16.03 A	21.25 A
7 CERROS	225.65 B	28.97 C	10343.9 B	45.90 A	2.89 A	15.85 A	20.00 A
DMS	61.94	5.23	2359	6.25	0.36	2.38	7.13

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días de floración; DM = Días de madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

Cuadro 15 A. Comparación de medias "Prueba de Tukey" entre variedades de la localidad de Juchitepec en el tratamiento sin fungicida. P.V/1997.

VARIETADES	DF	DM	AP	IC	Biomasa	RG
ROMOGA	65.25 DC	119.25 BA	79.75 BA	0.457 A	702.66 B	322.88 B
TEMPORALERA	69.25 BA	121.25 A	92.25 A	0.457 A	910.95 A	415.27 A
ZACATECAS	66.00 BC	114.75 DC	81.50 B A	0.447 A	131.43 B	282.10 CB
MIXTECO	64.00 DC	116.75 BC	80.50 BA	0.409 BA	549.56 CB	223.73 CD
CLEOPATRA	62.25D	114.00 D	74.00 B	0.408 BA	465.22 C	189.85 D
SIETE CERRO	72.25 A	121.00 A	72.75 B	0.355 B	431.24 C	153.94 D
DMS	3.42	2.58	14.09	0.068	158.55	81.96

Continuación del cuadro 15 A.

VARIEDAD	EPMC	PMG	GPMC	GPE	GPEE	EE	DME
ROMOGA	284.43 A	28.109 BA	11543.0A	41.10 BA	2.60BA	15.80BA	50.00C
TEMPORALERA	277.20 A	37.020 A	11231.3A	40.57 BAC	2.21BC	18.42A	55.00CB
ZACATECAS	244.86 BA	32.716 A	8693.6 A	35.79 BAC	2.23BC	16.07BA	67.50 B
MIXTECO	218.28 BA	31.097 A	7345.6 B	33.98 BC	2.07C	16.47BA	97.50 A
CLEOPATRA	213.36 BA	29.784 A	6541.9 B	30.76 C	2.02C	15.22B	95.00 A
7 CERROS	173.92 B	19.956 B	7630.7 B	44.27 A	2.84A	15.57B	95.00 A
DMS	92.82	9.502	2941.3	9.88	0.52	2.83	13.40

DMS = Diferencia mínima significativa; DF = Días de floración; DM = Días de madurez; AP = Altura de planta (cm); IC = Índice de cosecha (%); Biomasa = Producción de materia seca total (g/m²); RG = Rendimiento de grano (g/m²); EPMC = Espigas por metro cuadrado; PMG = Peso de mil granos (gr); GPMC = Granos por metro cuadrado; GPE = Granos por espiga; GPEE = Granos por espiguilla por espiga; EE = Número de espiguillas por espiga; DME = Daño máximo por enfermedades (%).

THE END OF THE WORLD
1954