



Revista Mexicana de Fitopatología

ISSN: 0185-3309

mrlegarreta@prodigy.net.mx

Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.

México

Gilchrist Saavedra, Lucy Isabella

Problemas Fitosanitarios de los Cereales de Grano Pequeño en los Valles Altos de México

Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 18, núm. 2, julio-diciembre, 2000, pp. 132- 137

Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.

Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61218211>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Serie de Conferencias Magistrales

### XXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.

## Problemas Fitosanitarios de los Cereales de Grano Pequeño en los Valles Altos de México

**Lucy Isabella Gilchrist-Saavedra**, CIMMYT Int., Programa de Trigo, Km. 45 Carret. México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Edo. de México CP 56230. Correspondencia: l.gilchrist@cgiar.org

(Recibido: Septiembre 11, 2000 Aceptado: Noviembre 28, 2000)

---

#### Resumen.

Gilchrist-Saavedra, L.I. 2000. Problemas Fitosanitarios de los Cereales de Grano Pequeño en los Valles Altos de México. Revista Mexicana de Fitopatología 18:132-137.

Los Valles Altos de México son regiones aptas para el cultivo de trigo y cebada de temporal, pero diversas enfermedades limitan la producción. Métodos de labranza mínima y monocultivo de cereales han favorecido el incremento de los patógenos causantes de manchas foliares, pudriciones de raíces y fusariosis; ésta última, particularmente importante, ya que afecta el rendimiento y produce toxinas en el grano nocivas a la salud humana y animal. El enanismo amarillo de la cebada y el virus del mosaico estriado de la cebada son enfermedades virales de nivel de daño inferior y variable. Bajo condiciones ambientales favorables, se presenta el rayado bacteriano, la pudrición del embuche y mancha de la hoja. En algunos años, la roya amarilla en la cebada ha causado también fuertes pérdidas. Las manchas foliares en trigo, así como en cebada pueden causar pérdidas en rendimiento mayores al 50%. El programa de patología-mejoramiento genético de trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha desarrollado estrategias de selección para la búsqueda de resistencia genética. Esto también se ha logrado a través de proyectos con universidades de los Estados Unidos de América, así como el Colegio de Postgraduados en Montecillo, Edo. de México. Para tener éxito en la selección de material con resistencia, se debe utilizar la metodología específica (inoculación y evaluación) para la optimización en la caracterización adecuada de cada genotipo. Otro factor importante en los avances de la resistencia genética, ha sido la utilización de gramíneas silvestres como fuentes de resistencia a diversas enfermedades. El estudio de la variación patogénica a nivel

regional, y a través de países y áreas geográficas, es estratégico para el futuro del mejoramiento genético del trigo y la cebada.

Palabras clave adicionales: *Fusarium* spp., *Xanthomonas translucens*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* pv *syringae*, *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, *Septoria tritici*, *Septoria nodorum*, *Pyrenophora tritici-repentis*, *Cochliobolus sativus*, *Pyrenophora teres*, *Pyrenophora graminea*, *Rynchosporium secalis*, Fusariosis.

---

**Abstract.** The high valleys of Mexico are regions conducive for rainfed wheat and barley cultivation, however, various diseases limit production. Minimum till practices and cereal monoculture have favored the increase of pathogens that cause foliar blotches, root rots and head scab. Scab is particularly important since it not only affects yield, but produces toxins on the grain harmful to humans and animals. Barley yellow dwarf virus and barley streak mosaic are virus diseases with low damage and also variable. Under favorable weather conditions, bacterial leaf streak, bacterial brown sheath rot and leaf necrosis can occur. Some years, barley yellow rust has caused severe losses. Wheat and barley leaf blotches can cause yield loss higher than 50%. The International Maize and Wheat Improvement Center wheat pathology and genetic breeding program in collaboration with The National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research, have developed selection strategies to search for genetic resistance. This task has also been achieved through projects with universities from the United States of America and the Postgraduate college in Montecillo, State of Mexico. To be successful in selecting resistant material, specific methodologies (inoculation and evaluation) must be applied to optimize the appropriate characterization of each genotype. Another important factor for genetic

resistance achievement, has been the use of wild grasses as source of resistance to various diseases. The study of pathogenic variability at the regional level, and through countries and geographical areas is strategic for future genetic breeding of wheat and barley.

Additional keywords: *Fusarium* spp., *Xanthomonas translucens*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* pv *syringae*, *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, *Septoria tritici*, *Septoria nodorum*, *Pyrenophora tritici-repentis*, *Cochliobolus sativus*, *Pyrenophora teres*, *Pyrenophora graminea*, *Rynchosporium secalis*, *Fusarium* head scab.

**Descripción del área geográfica e importancia de las enfermedades presentes en los Valles Altos.** En los Valles Altos de México se siembran actualmente cerca de 230,000 ha de trigo (Villaseñor, 1991) y 309,290 ha de cebada (SAGDER, 1998); ambos cultivos se siembran bajo condiciones de temporal. El área analizada en este trabajo comprende las regiones de los Altos y Sierra de Jalisco; Valle de Toluca y de Chalco en el Estado de México; Llanos de Apan en Hidalgo; Valles del Estado de Tlaxcala y Puebla; Meseta Tarasca en Michoacán y algunas zonas de la Mixteca en Oaxaca. Climáticamente estas regiones son aptas para la siembra de trigo y cebada, aunque las numerosas enfermedades que se presentan son una fuerte limitante de la producción, especialmente por el alto costo de los fungicidas y de su aplicación. En el caso de la producción de semillas, se debe tener presente que el grano infectado constituye el inóculo primario de la gran mayoría de las enfermedades que se mencionarán más adelante. En general, las manchas foliares han ocupado un lugar prioritario en los Valles Altos, pero hoy día los cambios en los métodos culturales dirigidos hacia la labranza mínima (por ejemplo, retener los residuos de cosecha) han favorecido el incremento de inóculo de las manchas foliares y de las diferentes especies de *Fusarium* que causan Fusariosis de la espiga. Esto ha provocado una mayor incidencia de esta enfermedad en estas áreas. Dicha enfermedad se ha convertido en un nuevo problema no sólo por su efecto en los rendimientos, sino también por las toxinas que genera en el grano. Las toxinas producidas por *Fusarium* spp. afectan tanto la salud humana como animal. En un nivel relativamente inferior en importancia, figuran las enfermedades del cuello y la raíz que se han incrementado por el monocultivo de cereales menores y la labranza mínima. Cuando se establece esta práctica, en la etapa inicial los daños aumentan, pero luego se estabilizan debido a que la microflora benigna se incrementa hasta que se logra un equilibrio. Las especies que causan estas enfermedades son varias y generalmente se encuentran en toda la zona descrita, donde constituyen un complejo. Aunque muchas veces son un factor limitante importante, las enfermedades del cuello y raíz son difíciles de diagnosticar y manejar. Existe información al respecto

para el Estado de México (Velázquez, 1988; Velázquez y Gilchrist, 1990). Dos enfermedades virales provocan un nivel de daño inferior y variable: el enanismo amarillo de la cebada y el virus del mosaico estriado de la cebada; este último puede llegar a ser importante si no se le controla en forma eficaz durante el proceso de inspección y certificación de semillas, ya que se transmite a través de ellas (Zamora, 1986; Burnett y Gilchrist, 1987). Cuando las condiciones ambientales son muy favorables, también se hacen presentes las enfermedades bacterianas; tres de ellas de cierta importancia: el rayado bacteriano causado por *Xanthomonas translucens*, la pudrición del embuche causado por *Pseudomonas fuscovaginae* y la mancha de la hoja causada por *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Duveiller *et al.*, 1997). Las royas se soslayan, ya que son menos importantes en esta área, merced a la resistencia eficaz que portan las variedades en uso, en especial de trigo. Sin embargo, no es posible ignorar las fuertes pérdidas ocasionadas en algunos años por la roya estriada o amarilla causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* en la cebada. Pese a que no es una enfermedad, por su importancia económica hay que mencionar el áfido ruso *Diuraphis noxia* (Gilchrist *et al.*, 1983; Gilchrist *et al.*, 1986) que se presenta en los años más secos. Este áfido puede causar daños hasta del 100% en la región cerealícola cercana a Saltillo y un daño considerable en El Bajío durante las siembras de invierno.

**Manchas foliares.** Las manchas foliares constituyen un complejo de por lo menos cuatro especies importantes de hongos fitopatógenos en trigo: *Mycosphaerella graminis* (*Septoria tritici*), *Leptosphaeria nodorum* (*Septoria nodorum*), *Pyrenophora tritici-repentis* (*Helminthosporium tritici-repentis*) (Gilchrist *et al.*, 1984a y b) y *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana*, sin. *Helminthosporium sativum*) (Gilchrist *et al.*, 1992). En el caso de la cebada se deben considerar otras cuatro especies, coincidiendo con trigo sólo la última mencionada para éste. A la cebada corresponden *Pyrenophora teres* (*Helminthosporium teres*), *Pyrenophora graminea* (*Helminthosporium gramineum*) (Leyva, 1982) y *Rynchosporium secalis*. Es frecuente encontrar en una misma hoja lesiones causadas por más de uno de los patógenos mencionados, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad y de las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo. Esta estrecha asociación dificulta el diagnóstico y hace imprecisa la estimación de los patógenos que están presentes con mayor frecuencia y causan el daño más severo. Las pérdidas en algunos agroambientes llegan a ser extremadamente altas (Cuadros 1 y 2). El efecto de la fecha de siembra en la incidencia de las manchas foliares con frecuencia se observa en las primeras lluvias, ya que favorecen la dispersión del inóculo y la infección a partir del inóculo presente en el rastrojo. Por consiguiente, estudiar el efecto de la enfermedad en el rendimiento, de acuerdo con la fecha de siembra, es un paso lógico en el proceso de establecer estrategias que

Cuadro 1. Severidad de la enfermedad y porcentaje de pérdidas de rendimiento ocasionados por *Septoria tritici* en siete variedades de trigo en dos ambientes del Estado de Jalisco, México, 1984.

Variedad	Altos de Jalisco			Sierra de Jalisco		
	Testigo	Control	% Pérdida	Testigo	Control	% Pérdida
Glennson	4 <sup>z</sup>	2	0.0	6	4	38.5
Tonichi	3	1	7.2	6	4	45.3
Anáhuac	5	2	20.5	7	5	32.1
Genaro	4	1	17.4	5	3	35.3
Tesopaco	4	2	0.0	7	4	9.5
Imuris	6	4	8.1	8	6	28.2
Media	5	3	10.8	7	5	31.5

Fuente: Gómez y González, 1990.

<sup>z</sup>Escala del 1 al 9.

Cuadro 2. Porcentaje de incremento del rendimiento y peso de 1000 granos al aplicar fungicidas sólo o combinados en tres variedades con diferentes reacciones al complejo de enfermedades presentes en el ciclo agrícola 1986 (*Septoria tritici*, *Fusarium graminearum* y *F. nivale*), Valle de Toluca, Estado de México.

Fungicidas	Variedades		
	Seri 82	Thornbird	Shanghai #5
Tilt	14	22	39
Tecto	30	16	11
Tecto + Tilt	30	28	18
	Peso de 1000 granos (%)		
Tilt	34	1	14
Tecto	11	5	21
Tecto + Tilt	27	2	23

Fuente: Gilchrist, 1986. Datos no publicados.

permitan el manejo racional de la enfermedad en cada localidad. En el Cuadro 3 se presenta un ejemplo de como obtener este beneficio. Los programas de patología y el de mejoramiento genético de trigo del CIMMYT en colaboración con los programas del INIFAP, han desarrollado una estrategia de selección para la búsqueda de resistencia a *S. tritici*, que incluye realizar inoculaciones artificiales en el Valle de Toluca y utilizar ambientes naturales de prueba en Pátzcuaro, Michoacán, y Sierra del Tigre, Jalisco. Estos ambientes son óptimos para la selección de resistencia, ya que las manchas foliares en ocasiones causan pérdidas de más del 50% del rendimiento. Sin duda, aunque se trate de sembrar para evitar las lluvias y se apliquen fungicidas para controlar *S. tritici*, la forma más segura de proteger el cultivo es el uso de variedades con resistencia genética a la enfermedad (Castrejon *et al.*, 1995). El germoplasma seleccionado de esta manera es de alto valor tanto para el INIFAP, como para los países que lo recibirán después. En esos países, el germoplasma se emplea como introducciones directas que se liberan como variedades, o bien pasa a formar parte de los progenitores en los programas de cruces. Información extensa acerca del germoplasma resistente a *S. tritici* puede encontrarse en

Cuadro 3. Separación de las medias de rendimiento de seis variedades y sus reacciones a *Septoria tritici* utilizando cuatro diferentes fechas de siembra en Pátzcuaro, Michoacán, México, 1986.

Fecha de siembra	Rendimiento Ton/ha	Severidad (1-9)
Junio 15	1.89 a	7
Junio 25	1.97 a	6
Julio 5	1.41 b	5
Julio 15	1.17 b	4

Fuente: Gómez y González, 1990.

Mujeeb-Kazi *et al.*, 1998 ; Gilchrist, 1994 y en las Memorias del Quinto Taller Internacional de *Septoria* llevado cabo en México (Gilchrist *et al.*, 1999a y d). En dicha publicación se consigna el avance en la incorporación de genes de resistencia procedente de germoplasma de diverso origen en líneas avanzadas de alto rendimiento. A partir del germoplasma avanzado, se ha podido identificar un número considerable de genes que confieren resistencia a *S. tritici*. Esto se ha logrado a través de proyectos de investigación de tesis de

posgrado, tanto con universidades de EUA como el Colegio de Postgraduados en México (Jlibene, 1990; Matus, 1993; Matus *et al.*, 1994; Briceño, 1994). Por otra parte, resistencia a *S. tritici* y *H. sativum* proveniente de especies de gramíneas silvestres (*Thinopyrum curvifolium* y *Aegilops squarrosa*) que han sido caracterizadas y oficialmente registradas (Mujeeb-Kazi *et al.*, 1996; 2000), ha sido incorporada en líneas de trigo de alto rendimiento. La colección de *Triticum dicoccon* (emmer wheat) del banco de germoplasma del CIMMYT se evaluó para resistencia a *Septoria tritici* y *Puccinia striiformis*, encontrándose una pequeña proporción de alta resistencia a ambos patógenos (Gilchrist y Skovmand, 1995). Esta resistencia se transfirió a variedades de alto rendimiento y en un futuro se combinará con las anteriormente mencionadas. En forma complementaria al incremento de la resistencia, se ha estudiado durante 14 años - y se continúa haciéndolo - la variación patogénica que presenta la población de *S. tritici* a nivel regional (Gilchrist y Velazquez, 1994), y a través de países y áreas geográficas, a fin de conocer la frecuencia de los cambios patogénicos en el tiempo y la relación entre los diferentes lugares donde existe el problema (Gilchrist *et al.*, 1999a y d). Este conocimiento es estratégico para el futuro del mejoramiento genético del trigo y el uso de las diferentes fuentes de resistencia (Eyal, 1999). En algunos años, cuando el clima es un poco más seco de lo normal en Michoacán y el Edo. de México, prevalecen *H. tritici-repentis* y *S. nodorum*. Del mismo modo, Oaxaca tiene un ambiente que favorece la prevalencia de *H. tritici-repentis* y la selección de germoplasma con resistencia a este patógeno puede lograrse en forma natural sobre rastrojo de trigo en el que ha sobrevivido el hongo, o bien con ayuda de inoculaciones artificiales (Gilchrist *et al.*, 1984a y b; Gilchrist, 1992). En consecuencia, se cuenta hoy día con germoplasma que destaca por su resistencia a este patógeno y se complementa con lo anteriormente analizado.

**Fusariosis de la espiga.** Todas las áreas geográficas señaladas presentan sin excepción problemas de Fusariosis de la espiga en trigo harinero, trigo duro, cebada y triticale; sin embargo, son distintas las especies que la causan en cada localidad y en diferentes años en los cuatro cultivos (Ireta, 1986; Ireta y Gilchrist 1994). Se carece de información detallada al respecto, pero se tienen en marcha tesis de licenciatura y maestría que aportarán mucha información pertinente. Respecto a las pérdidas, éstas pueden variar considerablemente; muchas veces no están relacionadas con el rendimiento, pero sí con el contenido de toxinas en el grano. Hoy día las grandes empresas que usan el grano para elaborar alimentos concentrados para animales o cereales en hojuelas, controlan el contenido de toxinas, imponiendo límites en su concentración. El grano infectado se convierte en un problema grave cuando no hay forma de controlar su contenido de toxinas y se consume por las familias rurales. Es altamente recomendable el establecimiento de laboratorios de servicio para controlar los niveles de toxinas en el grano,

así como la formulación de normas que restrinjan el uso de grano contaminado. El beneficio de aplicar fungicidas para controlar la Fusariosis no es claro. Si bien es cierto que los fungicidas pueden reducir las pérdidas de rendimiento y el contenido de toxinas en el grano, muchas veces interactúan con el germoplasma y las condiciones ambientales prevalecientes durante el proceso de llenado, estimulando la concentración de toxinas en el grano. Se desconocen muchos eventos que ocurren durante este período y sus interacciones. Por ello, es indispensable y de primera prioridad la investigación en este importante tema. Una vez más, la búsqueda de resistencia genética utilizando métodos convencionales con el apoyo de marcadores obtenidos a partir de la investigación biotecnológica parece ser el pilar fundamental para solucionar el problema. Una vez que se consiga un avance sustancial, se pueden agregar contribuciones de otros factores o vías de control para integrarlos a la solución del problema en su conjunto. La búsqueda de resistencia genética a la Fusariosis es laboriosa, complicada y cara. A la fecha se reconocen con base científica tres tipos de resistencia a esta enfermedad: tipo I, resistencia del hospedante a la penetración del hongo; tipo II, resistencia a la dispersión una vez que ha penetrado (Shoerder y Christensen, 1963); tipo III resistencia a la síntesis de toxina o a la degradación de la misma (Miller y Armison, 1986). La resistencia tipo IV, aunque no es cabalmente discernida, parece estar ligada al llenado de grano (Wang y Miller, 1988; Ma *et al.*, 1997) y es de gran importancia en la calidad final de éste. La mayor dificultad en la selección de material con resistencia, radica en que los programas de mejoramiento genético han pretendido seleccionar todos los mecanismos de resistencia en forma conjunta, utilizando un solo método de inoculación y evaluación. Para tener éxito en la selección de cada tipo de resistencia, el programa de patología del CIMMYT ha creado y adaptado una metodología específica para cada tipo de resistencia (Bekele, 1984; Gilchrist *et al.*, 1997a; Gilchrist *et al.*, 1999b, c y e; Mesterhazy, 1997). Hoy día se tienen avances significativos en la caracterización de los diferentes tipos de resistencia presentes en el germoplasma de trigo y cebada (Dubin *et al.*, 1997; Gilchrist *et al.*, 1997a y b; Vivar *et al.*, 1997; Gilchrist *et al.*, 1999a-e; 2000). Del mismo modo, el programa de mejoramiento genético ha combinado estos diferentes tipos de resistencia en líneas avanzadas de alto rendimiento. En forma adicional se ha transferido resistencia a la Fusariosis de especies de gramíneas silvestres [*Agropyrum curvifolium* y *Aegilops squarrosa* (sin. *Triticum tauschii*)] a líneas avanzadas de trigo (Gilchrist *et al.*, 1997a y b; Gilchrist *et al.*, 1999a-e). Esta resistencia se ha transferido a variedades de alto rendimiento y se encuentra en proceso de acumulación con las encontradas en trigos tradicionales procedentes de Brasil, China y Japón. En el futuro, las líneas de investigación enfatizarán la combinación de diferentes tipos de resistencia a la Fusariosis y su caracterización en líneas avanzadas, la búsqueda de metodologías para una detección más exacta

de los niveles de toxinas y la evaluación de fungicidas que puedan controlar tanto los niveles de enfermedad como los niveles de toxinas en el grano.

#### Conclusión.

A nivel general, es indispensable combinar resistencia genética al conjunto de enfermedades que se presenta en cada ambiente y en cada cultivo, lo cual constituye un gran desafío.

#### LITERATURA CITADA

- Bekele, G. 1984. Head scab screening methods used at CIMMYT. In Wheat for more tropical environments. September 24-28 1984. México D.F.
- Briceño, F.G. 1994. Inheritance of resistance to Septoria Leaf Blotch in selected spring wheat genotypes. Master of Science Thesis. Oregon State University, Corvallis, Oregon. 86 pp.
- Burnett, P.A. y Gilchrist, L. 1987. Virosis que afectan los cereales de grano pequeño en México. En: Villazana Alvizo y Héctor Lozoya Saldaña (eds). Temas de Virología II. Sociedad Mexicana de Fitopatología CONACYT. pp. 200-224.
- Castrejon, A. Gonzalez, R.M. and Gilchrist, L. 1995. Control químico reutilizable de *Septoria tritici* para áreas de temporal húmedo en México. In: L. Gilchrist *et al.* 1995. Proceedings of a Septoria Workshop. El Batán, México, D.F. pp. 130-134
- Dubin, H.J., Gilchrist, L., Reeves, J. and Mac Nab, A. (eds). 1997. Fusarium Head Scab: Global Status and Future Prospects. Proceedings of Workshop. El Batán, Mexico, 13-17 October 1997. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Duveiller E., Fucikovskiy, L. and Rudolph, K. (eds). 1997. The bacterial Diseases of Wheat: Concept and Methods of Disease Management. México, D.F. CIMMYT.
- Eyal, Z. 1999. Breeding for Resistance to Septoria and Stagonospora Diseases of wheat. In: J.A. Lucas, P. Browyer and H.M. Anderson. Septoria on Cereals: A Study of Pathosystems. Chapter 23. CABI Publishing.
- Gilchrist, L. 1992. Resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in CIMMYT bread wheat germplasm. In: L. Francl, J. Krupinky and M.P. McMullen (eds). Advances in tan spot research. Proceedings of the second International Tan Spot Workshop. June 25-26, 1992, North Dakota State University, Fargo, ND.
- Gilchrist, L. 1994. New *Septoria tritici* resistance sources in CIMMYT germplasm and its incorporation in Septoria Monitoring Nursery. In: E. Arseniuk, T. Góral and P. Czembor (eds). 4th International Workshop on Septoria of Cereals. IHAR Radzikow, Poland. July 4-7, 1994. pp. 187-190.
- Gilchrist, S.L., Fuentes, F.S. y De La Isla de Bauer, M. de L. 1984a. Determinación de fuentes de resistencia contra *Helminthosporium tritici-repentis* bajo condiciones de campo e invernadero. Agrociencia 56:95-105.
- Gilchrist, S.L., Fuentes, F.S. y De La Isla de Bauer, M. de L. 1984b. Identificación de *Helminthosporium tritici-repentis* (*Pyrenophora tritici-repentis*) agente causal de un tizón de la hoja en México. Agrociencia 56:151-162.
- Gilchrist, L., Gomez, B., Gonzalez, R., Fuentes, S., Mujeeb-Kazi, A., Pfeiffer, W., Rajaram, S., Rodriguez, R., Skovmand, B., van Ginkel, M. and Velazquez, C. 1999a. *Septoria tritici* resistance sources and breeding progress at CIMMYT, 1970-1999. In: M. van Ginkel, A. McNab and J. Krupinsky (eds). Septoria and Stagonospora Diseases of Cereals: A Compilation of Global Research. Proceedings of the Fifth International Septoria Workshop. 20-24 September, 1999. CIMMYT, D.F. Mexico.
- Gilchrist, L., Pfeiffer, W.H. and Velazquez, C. 1992. Resistance to *Helminthosporium sativum* in bread wheat: Relationship amongst infected plant parts and association with agronomic trait. In: D.G. Tanner and W. Mwangi (eds). Seventh Regional Wheat Workshop for Eastern, Central and Southern Africa. Nakuru, Kenya: CIMMYT.
- Gilchrist, L., Rajaram, S. and Crossa, J. 2000. New sources of scab resistance and breeding progress at CIMMYT. In: J.W. Raupp, Z. Ma, P. Chen and D. Liu (eds). Proceeding of the International Symposium on Wheat Improvement for Scab Resistance. 5-11 May, 2000; Suzhou and Nanjing, China. pp. 194-199.
- Gilchrist, L., Rajaram, S., van Ginkel, M., Mujeeb-Kazi, A. and Franco, J. 1997a. Characterizing *Fusarium graminearum* resistance of CIMMYT bread wheat germplasm. In: A. Mesterhazy (ed). Fifth European Fusarium Seminar Vol. 25 (No 3/2):655-657. Szeged, Hungary.
- Gilchrist, L., Rajaram, S., van Ginkel, M. and Velazquez, C. 1999b. Transferring Head Blight Resistance from Bread Wheat Sources to High Yielding Advanced Lines. National Fusarium Head Blight Forum. Ramkota Inn. Sioux Falls, South Dakota, December 5-7, 1999. pp. 156-158.
- Gilchrist, S.L., Rodriguez, R. and Burnett, P. 1983. The extent of Free State Streak and *Diuraphis noxia* in Mexico. In: Barley Yellow Dwarf. A Proceedings of the Workshop. December 6-8 CIMMYT. Mexico.
- Gilchrist, S.L., Rodriguez, R. and Burnett, P. 1986. La toxemia causada por *Diuraphis noxia* y su importancia como vector de virus en México. Agrociencia 66:141-153.
- Gilchrist, L. and Skovmand, B. 1995. Evaluation of emmer wheat (*Triticum dicoccon*) for resistance to *Septoria tritici*. In: L. Gilchrist *et al.* 1995. Proceedings of a Septoria Workshop. El Batán, México, D.F. pp 130-134.
- Gilchrist, L. and Velazquez, C. 1994. Interaction to *Septoria tritici* isolate-wheat as adult plant plant under field conditions. In: E. Arseniuk, T. Góral and P. Czembor (eds). 4th International Workshop on Septoria of Cereals. IHAR Radzikow, Poland. July 4-7, 1992. pp. 187-190.
- Gilchrist, L., Velazquez, C. and Crossa, J. 1999d. Analysis

- of the Septoria Monitoring Nursery. In: M. van Ginkel, A. McNab and J. Krupinsky (eds). *Septoria and Stagonospora Diseases of Cereals: A Compilation of Global Research*. Proceedings of the Fifth International Septoria Workshop. 20-24 September, 1999. CIMMYT, D.F. Mexico.
- Gilchrist, L., Velazquez, C. and Mujeeb-Kazi, A. 1999c. Resistance to Fusarium Head Blight in Hexaploids Wheats ( $2n = 6x = 42$ , AABBDD). National Fusarium Head Blight Forum. Ramkota Inn. Sioux Falls, South Dakota, December 5-7, 1999. pp. 162-163.
- Gilchrist, L., Vivar, H., Franco, J. and Crossa, J. 1997b. Comparing *Fusarium graminearum* infection period in wheat and barley. In: A. Mesterhazy (ed). Fifth European Fusarium Seminar Vol. 25 (No 3/2):739-740. Szeged, Hungary.
- Gilchrist, L., Vivar, H., Hayes, P., Velazquez, C. and Crossa, J. 1999e. Transferring Fusarium Head Blight Resistance to Malting and other Types of Barley. National Fusarium Head Blight Forum. Ramkota Inn. Sioux Falls, South Dakota, December 5-7, 1999. p 159-161.
- Gómez, B.L. y González, R.M. 1990. Mejoramiento genético de trigos harineros para resistencia a *Septoria tritici* en el área de temporal húmedo en México. En: M. Kohli y L.T. Van Beuningen (eds.) Conferencia Regional sobre Septorios de Trigo. México, D.F. CIMMYT. pp. 42-58.
- Ireta, J. 1986. Estimación de pérdidas en trigo (*Triticum aestivum*) causadas por la roña (*Fusarium graminearum*). Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- Ireta, J. y Gilchrist, L. 1994. La roña de la espiga del trigo. Reporte especial de trigo. No 21a. CIMMYT. 25 pp.
- Jilibene, M. 1990. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* blotch (*Mycosphaerella graminicola*) in hexaploid wheats. Ph.D. Thesis. University of Missouri, Columbia. USA. 75 pp.
- Leyva Mir, S.G. 1982. Especies de *Helminthosporium* patógenos de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) en México. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- Ma, H., Dill-Macky, R. and Bush, R.H. 1997. Effect of deoxynivalenol on wheat grain filling. *Phytopathology* 87:61 (Abstract).
- Matus, T.I. 1993. Genética de la resistencia a *Septoria tritici* en trigos harineros. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- Matus, I., Molina Galan, J.D., Rajaram, S., Gilchrist, L. y Castillo, F. 1994. Genética de la resistencia a *Septoria tritici* en cinco variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Agrociencia serie Fitociencia* 4:105-119.
- Mezterhazy, A. 1997. Methodology of resistance testing and breeding against Fusarium Head Blight in wheat and results of the selection. In: A. Mesterhazy (ed). Fifth European Fusarium Seminar Vol 25 (No 3/2): 631-63. Szeged, Hungary.
- Miller, J.D. and Arnison, P.G. 1986. Degradation of deoxynivalenol by suspension cultures of the Fusarium Head Blight resistant wheat cultivar Frontana. *Canadian Journal of Plant Pathology* 8:147-150.
- Mujeeb-Kazi, A., Gilchrist, L. and Delgado, R. 1998. *Septoria tritici* resistance to some genetic stocks of the A, B, and D genomes and in elite susceptible bread wheat/ D genome synthetic hexaploids. *Annual Wheat Newsletter* 44:157-158.
- Mujeeb-Kazi, A., Gilchrist, L., Villareal, R.L and Delgado, R. 2000. Registration of 10 wheat germplasm resistant to *Septoria tritici* leaf blotch. *Crop Science* 40:590-591.
- Mujeeb-Kazi A., Villareal, R.L., Gilchrist, L. and Rajaram, S. 1996. Registration of five wheat germplasm lines resistant to *Helminthosporium* leaf blight. *Crop Science* 36:216-217.
- SAGDER. 1998. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria.
- Shoerder, H.W. and Christensen, J.J. 1963. Factors affecting the resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae*. *Phytopathology* 53: 831-838.
- Velázquez, C. 1988. Aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos de raíz de trigo y suelo en cuatro localidades del Edo. de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Velázquez, C. y Gilchrist, L. 1990. Aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos presentes en la raíz de trigo en cuatro localidades del Estado de México. *Memorias del XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. 26-30 de Marzo de 1990. Culiacán, Sinaloa, México.
- Villaseñor, M.H. 1991. Tendencia del cultivo de trigo en México y mejoramiento genético para temporal. Cuarta Reunión de Investigación Forestal y Agropecuaria SARH, INIFAP, Aguascalientes, México, 27 pp.
- Vivar, H.E., Gilchrist, L., Hayes, P., Zongzhen, L., Steffenson, B., Franco, J. and Henry, M. 1997. Head Scab Resistant Barley for Malting and Food. In: A. Mesterhazy (ed). Fifth European Fusarium Seminar Vol 25 (No. 3/2):693-697. Szeged, Hungary.
- Wang, Y.Z. and Miller, J.D. 1988. Effects of *Fusarium graminearum* metabolites on wheat tissue in relation to Fusarium head blight resistance. *Journal of Phytopathology* 122:118-125.
- Zamora, M. 1986. El virus estriado de la cebada (VMEC) en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Fitopatología, Montecillo, Edo. de México.